

Estudios Geológicos
i Topográficos

J. B.



AAE1623

Po. J-53 (8)

Estudios Jeolójicos
i Topográficos del Desierto
i Puna de Atacama

POR

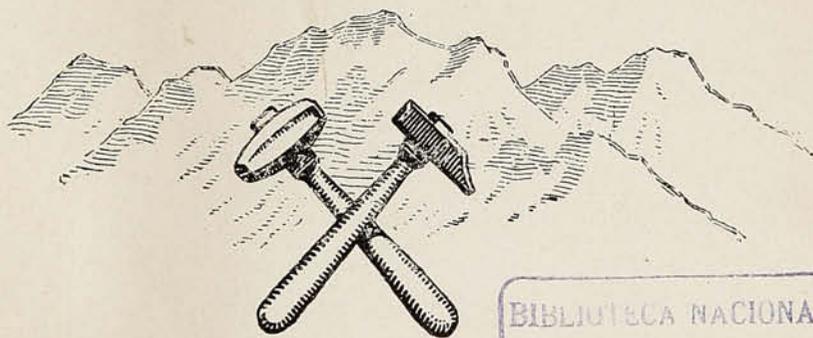
LORENZO SUNDT

Ingeniero de Minas i Jeólogo de la Comision Exploradora del Desierto
de Atacama

PUBLICADOS BAJO LA VIJILANCIA DE LA

Sociedad Nacional de Minería

Vol. I



BIBLIOTECA NACIONAL
BIBLIOTECA AMERICANA
"JOSÉ TORIBIO MEDINA"

SANTIAGO DE CHILE
IMPRENTA, LITOGRAFÍA I ENCUADERNACION BARCELONA
Moneda, entre Estado y San Antonio

1909

Estudios geológicos

Topográficos del Distrito

de Puna de Atacama

LORENZO SUNDT

Impreso en la imprenta de la Compañía Española de Seguros de Fomento

Publicado en 1904

Sociedad Nacional de Minería

**BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION CONTROL**

Vol. I



Publicado en la imprenta de la Compañía Española de Seguros de Fomento

INDICE

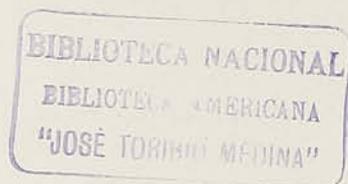
Rejion de la Costa

| | Pájs. |
|--|--|
| CAPÍTULO PRIMERO | |
| Desde Copiapó a Carrizal..... | I |
| CAPÍTULO SEGUNDO | |
| Seccion desde el rio Copiapó al Norte..... | 7 |
| CAPÍTULO TERCERO | |
| Viaje al Cerro Blanco..... | 28 |
| CAPÍTULO CUARTO | |
| Viaje a la Quebrada de Los Cóndores..... | 34 |
| CAPÍTULO QUINTO | |
| Viaje a Bandurrias..... | 36 |
| | Jeolojía de la Rejion Central..... 38 |

Jeolojía de las Cordilleras

| | |
|---------------------------------------|-----|
| CAPÍTULO PRIMERO | |
| Parte sur de la Puna de Atacama | 62 |
| CAPÍTULO SEGUNDO | |
| Cordillera Vaquillas.—Varas..... | 114 |
| CAPÍTULO TERCERO | |
| Hoyada de San Pedro de Atacama..... | 122 |
| CAPÍTULO CUARTO | |
| Breve resúmen jeolójico..... | 144 |

| | Pájs. |
|---|------------|
| <hr/> | |
| CAPÍTULO QUINTO | |
| Vientos i lluvias en la Alta Cordillera | 147 |
| CAPÍTULO SESTO | |
| Calama.—Hoyada de Atacama i Caracoles (Segundo viaje) | 150 |
| Esplicacion de algunos perfiles jeolójicos | |
| CAPÍTULO PRIMERO | |
| Perfil del rio Copiapó..... | 179 |
| CAPÍTULO SEGUNDO | |
| Perfil de la Quebrada de Paipote..... | 183 |
| CAPÍTULO TERCERO | |
| Perfil de la Quebrada de Cerrillos i Paredones..... | 186 |
| CAPÍTULO CUARTO | |
| Perfil de la Quebrada de San Miguel | 187 |
| CAPÍTULO QUINTO | |
| Perfil de La Ternera..... | 187 |
| Estension horizontal de las distintas rocas..... | 190 |
| Asientos mineros | 199 |
| Observaciones jenerales | 202 |



INTRODUCCION

Las observaciones jeológicas i topográficas que siguen, fueron hechas en los años 1883 a 1885 por el que suscribe, como jeólogo de la Comision Exploradora del Desierto, cuyo jefe era el señor don Francisco J. San Roman. Se componen de varios informes, presentados durante los mencionados años, lo que esplica la falta de unidad en la forma, siendo algunos de ellos simples copias de las carteras, miéntras que otros dan una descripcion jeneral del camino recorrido. No fueron destinados a la publicacion en su forma actual. Junto con varios cróquis i perfiles, tanto de los terrenos descritos como de otros no descritos, debian servir de ayuda al señor San Roman para la construccion del mapa jeológico i de los perfiles correspondientes, i tambien para la obra sobre la jeología del Desierto, que debia publicar el mismo señor San Roman.

Estos informes debian haberse completado, ademas, con el estudio en la oficina i en el laboratorio, de las numerosas muestras de rocas i de fósiles recolectadas por la Comision, los últimos para determinar las subdivisiones de las formaciones jeológicas estratificadas, subdivisiones que en el campo no pueden hacerse sino de una manera mui incompleta. Por varias razones, que no hai para qué esponer aquí, no fueron nunca hechos dichos estudios, ni por el señor San Roman ni por el que suscribe, i solamente ha sido publicado por el señor San Roman el plano jeológico del Desierto. La edicion de los perfiles i de la descripcion jeológica, en que se ocupaba dicho señor, fué interrumpida por su prematura muerte, i por este motivo volvieron mis informes otra vez a mi poder.

A pesar de la forma incompleta o provisoria en que están redacta-

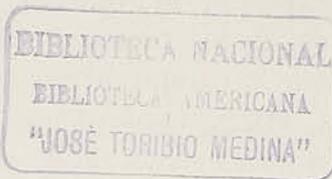
dos, a pesar de haber quedado sin estudiar la rica coleccion de rocas i de fósiles i a pesar de ser de una fecha tan atrasada, he creido que aun así valdria la pena publicarlos para salvar del olvido observaciones i datos, que para recojerlos de nuevo se necesitaria mucho tiempo i dinero.

Los perfiles jeolójicos los he hecho despues de la muerte del señor San Roman, tomando por base mis propias carteras i ademas las del señor San Roman, que los herederos con toda buena voluntad han puesto a mi disposicion.

Estas carteras, que contienen mucho de interes, no han sido publicadas todavía.

En vista de lo arriba espuesto, espero que los lectores recibirán con induljencia estos estudios, que no pretenden ser mas que lo que son, es decir, acopios de datos que pueden facilitar el estudio jeolójico del Desierto a otros exploradores.

LORENZO SUNDT.



REJION DE LA COSTA

CAPÍTULO PRIMERO

Desde Copiapó a Carrizal

Las serranías al Sur de Copiapó se componen de rocas granitoideas (bajo cuyo nombre incluyo los granitos, sienitas, dioritas i labradoritas).

Con respecto a la composicion de estas rocas, hago aquí la observacion jeneral, que el único mineral comun a todas es el feldspato, jeneralmente plajioclasa, pero tambien a veces ortoclasia; a éste se asocia a veces anfíbola negra, a veces mica, a veces las dos, i a veces tambien el cuarzo. Se podria, pues, distinguir entre diorita anfibólica, diorita micácea i diorita cuarcífera i en caso de haber ortoclasia, tambien granito i sienita. Creo que todas estas variedades forman transiciones insensibles unas a otras i seria difícil indicar sus límites. A lo ménos se necesitaria mas tiempo del que yo he podido disponer. Esta observacion vale tambien para todos los cerros granitoideos, que en adelante mencionaré.

Considero estas rocas, a lo ménos gran parte de ellas, como mas modernas que la formacion jurásica, por las observaciones que he hecho en varias partes, como ser la Ternera, Tres Puntas, Finca de Chañaral i el interior del rio de Copiapó, donde las rocas granitoideas atraviesan la formacion calcárea o jurásica, metamorfoseando sus estratas.

Estas rocas continúan al Sur de Copiapó, pasando por los cerros del Rosario, Granates, Ojancos, i sin interrupcion, hasta el cerro i mineral de los Lirios, todos llenos de minas de cobre i oro. Al Este de la Travesía o Llano Seco se hunden bajo las arenas, al frente

de la aguada de Doña Justa. Limitan al lado Este, en el mineral de Ojancos, con una formacion esquistosa, que quizás pertenezca a la época paleozóica; mas al Sur con la formacion calcárea jurásica, que desde mas al Norte del rio Copiapó viene formando un gran anticlinal, cuyo flanco Poniente lo forma la cumbre del cerro de Ladrillos, miéntras que su flanco Naciente pasa por Cerrillos, Totoralillo, Pabellon i Chañarcillo.

El flanco Poniente, que se interrumpe al Sur del rio Copiapó, aparece otra vez al frente de la aguada de Doña Justa, al Este de ella, para perderse luego mas al Sur bajo las arenas de la Travesía.

El flanco Naciente del anticlinal continúa mas hácia el Sur i siempre acercándose mas al llano, viene a perderse debajo del llano, casi frente a Carrizal, en el cerro de La Jaula.

Al Sur de la aguada de Doña Justa está la llamada «Travesía», limitada al lado Naciente por la formacion calcárea, exceptuando dos promontorios, de los cuales el primero se compone de felsita baya; al segundo i mas alto no me he acercado.

Al Oeste del portezuelo de Cardones está el cerro aurífero de Jesus María, compuesto de felpato blanco, cuarzo vidrioso i un poco de anfíbola verde. Al lado Este del Portezuelo hai pórfido felspático (melafira), pero de poca estension, puesto que un poco mas al Este vienen sin interrupcion las mencionadas rocas granitoideas, desde el rio de Copiapó. Sin embargo, mas hácia el Norte se encuentran rocas porfíricas, básicas i de color oscuro, en varias partes, interpuestas entre la zona granítica i la zona calcárea.

Al Oeste de Jesus María, entre el rio de Copiapó i la Travesía (al norte de la Restauradora), los cerros son compuestos de diorita en todos los puntos que he tenido ocasion de reconocer; a juzgar por sus formas exteriores i su aspecto jeneral, no dudo que toda es eruptiva, probablemente las distintas variedades de la diorita.

Pasaré ahora a mencionar las serranías, que están situadas dentro de la Travesía misma. Tenemos primero al Oeste del «Llano Seco», la sierra de Fraga, donde está situada el Agua de Doña Justa. Toda la parte Este es diorita micácea, con mica negra. En la parte Noreste se encuentra una veta con rumbo Norte 10° Oeste, manteo casi vertical, criadero de cuarzo; se empalman dos vetas formando un ancho de medio metro; las cajas mui tofosas i blandas; ha sido escarpado en una estension de varias cuadras. Los desmontes parecen mui antiguos i están cubiertos por musgo.

Unas granzas que encontré en el Agua de Doña Justa i que supongo de esta mina, las chanqué i las lavé en poruña. No habia señal de oro, pero sí un rabo blanco mas pesado que el fierro negro que le acompañaba; por lo fino del grano no parecia metálico (¿acaso algun teluro de oro o de bismuto o quizás platino?). De los desmontes traje piedras mas grandes para posteriores estudios.

Al Oeste del Agua de Doña Justa se eleva otro cordón paralelo, que en su parte Norte es diorita. La cumbre más alta, al Sur de la Aguada, tiene un aspecto estratificado, color florido, es decir, blanco como capas calcáreas; al pie del cerro hallé fragmentos calcáreos, que solamente en este cerro pueden tener su origen. No dudo que esta cumbre es calcárea, un resto aislado de la continuación de la formación de Chañarcillo. La base del cerro, al lado Sur, también parece estratificada, pero de aspecto como de areniscas rojas. Siento infinito no haber podido acercarme más a este cerro. Siempre al lado Sur se divisaba un caminito, que subía a un picado, situado más o menos entre las capas calcáreas y las inferiores.

El Agua de Doña Justa tiene agua salobre en un pozo de 6 a 8 metros de hondura, corrido, esceptuando el primer metro, en roca viva, diorítica, llena de rajaduras y grietas. Existen allí varios ranchos de los copiapinos, que en la primavera vienen con sus majadas.

Al Sur de la sierra de Fraga está la Aguada de Castillo, entre unas lomas bajas, donde pasan las corrientes de dos quebradas grandes, que están al Norte de Chañarcillo. El agua está en 8 metros de hondura, cubierta por areniscas terciarias o cuaternarias. Un kilómetro al Sur del agua y en una loma baja, casi del todo cubierta de arena, está la mina de Castillo. La roca es diorita anfibólica; la veta tiene criadero de arenilla con metal de color, rumbo Norte 25° Oeste; manteo vertical; se compone de dos cuerpos que se separan y empalman. La mina tiene malacate y un pique inclinado, que tiene mucha agua, desmontes grandes, que han sido bastante pallaqueados. La mina parece haber sido de importancia. Los metales fueron llevados a «Canto de Agua» por una huella carretera, que pasa por El Boqueron. Ahora está completamente abandonada.

Al Oeste de la sierra de Fraga, y a la distancia de dos o tres leguas, está la sierra de la mina Restauradora. No pasé por allá. El plano de Pissis indica hiperstenita en la parte Norte, donde está situada la mina; todo lo demás, la parte Sur, como esquita cristalina. Por la situación de la sierra, rodeada de rocas eruptivas, me inclino a creer, que la indicación de esquitas cristalinas no sea más exacta que en todos los cerros vecinos.

Al Sur-Oeste de la sierra Restauradora se eleva un cerro aislado, que los vecinos de Totoral llaman El Bayo Grande y que, talvez, es el mismo que otros llaman La Normilla u Hormilla. Se compone de una roca oscura, compacta o grano fino. En su falda sur se ven areniscas terciarias o cuaternarias de pocos metros de espesor.

Un par de leguas al Sur-Este hay otro cerro de la misma composición, que limita la quebrada de la Zorra al lado Norte. Este cerro se reúne hacia el Sur o Sur-Este con lomas dioríticas, anfibólicas y micáceas, atravesadas por diques negros, parecidos a las rocas del cerro mencionado. Bajo la suposición probable que los diques pertenezcan a

la misma erupcion de la roca negra del cerro mencionado, queda mas moderna ésta que la diorita.

Al pié Sur-Este de las lomas dioríticas hai una veta escarpada en la estension de varias cuadras, sin duda por oro; tiene un rajo como 20 metros de largo i unos 10 de hondo. Los desmontes están cubiertos de musgo, lo que indica su antigüedad. El rumbo de la veta es N. 15° O. manteo 10, 20 al Este. Unos cogotes en el rajo tienen 8 pulgadas de cuarzo, un poco ferrujinoso i cobrizo, i ademas 1 $\frac{1}{2}$ piés de tofo. Miéntras que todo lo demas del cerro se componia de diorita micácea, era la roca de la caja diorita anfibólica.

Me dijeron que mas al Sur, en la falda Este del cerro de Longomilla, existen muchos picados.

Al Sur de la quebrada de La Zorra se estienden dos cordones, hasta cerca de la quebrada de Total.

El del Este comprende los cerros de la Primera Cuestecilla de Longomilla i de la Mostaza. El de la Cuestecilla se compone de diorita micácea i por su aspecto juzgo que lo demas del cordón es de la misma composicion.

El cordón del Oeste termina al Sur con la punta del Veladero, tambien diorítico.

Esta zona diorítica termina un poco al Este de Total Alto. De aquí hácia el Oeste siguen esquitas cristalinas compuestas de cuarcita i phillad (esquita sedosa), hasta cerca de la costa, donde aparecen cerca de la playa rocas labradoríticas oscuras, i tambien diorita micácea, atravesando en diques la labradorita. Esta faja de esquitas cristalinas se estiende hácia el Norte en el cerro de Pajonales, donde está la mina del mismo nombre. La veta tiene rumbo Sur Norte i manteo fuerte al Este, como las esquitas, criaderos de quijo, carbonato de fierro i óxidos; tiene malacate, mucha agua en el pique. Está abandonada.

Va pegada a un dique oscuro, grano fino, pasa por el Agua de Jertrúdis i se pierde en el llano, ántes de llegar a la Bahía Salada.

Entre la sierra de Pajonales i la costa se estiende un llano de una a dos leguas de ancho. Es suavemente inclinado hácia el mar i tiene de 200 a 300 piés sobre el nivel del mar.

Se ve en varias partes que está formado en la superficie por areniscas calcáreas, llenas de fragmentos pequeños de concha. En el corte profundo de la quebrada de Total, entre Total Alto i Bajo, se forman las barrancas de capas de ripio de distinto tamaño, cubiertas encima de las areniscas conchíferas. Esta llanura viene desde el puerto de Carrizal hasta cerca de la Bahía Salada, donde se interrumpe por llanos de inferior nivel; tanto por la abra de Total, como por la de Bahía Salada, se interna esta formacion hasta la misma travesía, cuyo fondo probablemente forma. Se encuentran aquí las areniscas hasta la altura de mas de 600 piés. Un poco al Norte del agua de Jertrúdis encontré capas llenas de conchas bien conservadas, mas o ménos a 500 piés sobre el mar.

Las areniscas calcáreas están amenudo cubiertas de líquenas blancas; son floridas, como dicen los mineros, como a veces sucede con las capas calcáreas secundarias.

La jeología, al Sur de la quebrada de Totoral, corresponde, mas o ménos, a la del lado Norte. Las rocas dioríticas i labradoríticas, que en el Totoral Bajo solamente se ven reventar en el llano de la costa, se elevan mas al Sur en el cerro Pedregoso a una sierra alta, que se estiende hasta el puerto de Carrizal, compuesto de las mismas rocas. Esta sierra está separada de la playa por el llano mencionado, que tiene de 1 a 2 leguas de ancho i que está formada por depósitos marinos cuaternarios. En la misma playa se divisan varios promontorios, formados por rocas antiguas, pero cuya naturaleza ignoro, puesto que el camino los deja a mucha distancia.

Las lomas negras alrededor de Carrizal Bajo, se componen de una roca oscura, grano fino, cuyo felspato aparentemente es labradorita.

Siguiendo la quebrada de Carrizal hácia el Este, se sustituye esta roca oscura, a unos tres kilómetros del puerto, por las esquitas cristalinas, que se componen de cuarcitas, mica esquita i phillad. Su rumbo jeneral es Sur Norte a veces con fuertes variaciones ya al Este, ya al Oeste. El manteo cerca de la costa es jeneralmente hácia el Oeste, mas al Este hácia al Este; advirtiéndolo que esto no es mas que la regla jeneral, apareciendo a veces grandes contorsiones e irregularidades, tanto en el manteo como en el rumbo.

Las esquitas siguen, a veces, atravesadas por diabasas, hasta un poco al Este de la estación del ferrocarril denominada Barranquillas. Aquí se reemplaza hácia el Este por pegmatita baya, compuesto de felspato, color amarillento, cuarzo i poco o nada de mica. En el contacto entre las dos formaciones entran, tanto hácia al Norte como especialmente hácia el Sur, grandes bajos; al lado Este limitados por la sierra alta de pegmatita.

La pegmatita sigue hasta unos 6 kilómetros mas o ménos ántes de llegar a Canto de Agua. Aquí aparecen otra vez esquitas cristalizadas, manteadas al Este. Esta segunda zona de esquitas tiene un ancho de 3 kilómetros, mas o ménos, i se reemplaza por diorita, a veces anfibólica, a veces micácea, que se estiende hácia al Este 6-8 kilómetros mas allá de Canto de Agua.

Noté con estrañeza que la diorita en varias partes estaba atravesada por diques delgados de pegmatita, lo que indica que la última es la mas moderna de las dos rocas.

En esta zona diorítica está situado el mineral de Carrizal Alto.

La veta principal tiene rumbo Norte 36° Este, mas o ménos, i una fuerte inclinacion hácia el Nor-Oeste. Ha dado un beneficio bastante constante en la horizontal, mas o ménos $1\frac{1}{2}$ kilómetro, con anchura de metal que a veces ha llegado a 12 metros en bronce de 11 a 13 por ciento.

Los planes están actualmente en broceo en todas las minas, teniendo los piques mas hondos 700 metros, sobre el echado de la veta. Hace algun tiempo que no se profundizan los planes en ninguna mina, pero acaba de llegar a la mina Santa Rita, una máquina a vapor con perforadoras para continuar el pique. Esta mina es la única, que todavia produce regular cantidad de metales.

Segun muestras que me dieron, es la diorita de los planes la misma de la superficie, haciendo abstraccion de la descomposicion sufrida al sol por los ajentes atmosféricos.

En direccion horizontal se brocea la veta hácia el Sur-Oeste, entrando en las esquitas cristalinas. En este broceo se encuentran varias vetas anchas del mismo rumbo, pero con criadero de carbonato de cal, grano grueso (espejuelo) i con poco beneficio.

Al lado Nor-Este se brocea la veta sin cambio de la roca diorítica; segun me dicen, se ramifica en varias ramas.

Los mineros no están bien seguros acerca de la existencia de signos jenerales o accidentes, que hagan pintar o brocear las vetas. Lo único que supieron indicarme, fueron diques compuestos de una piedra azuleja, grano fino, que con rumbo Norte-Sur, mas o ménos en gran número, atraviesan las vetas. Cerca de estos diques se encuentra jeneralmente el mejor beneficio. Estos diques, sin embargo, parecen mas modernos que la veta i el metal, al cual atraviesan como una muralla; por consiguiente, no han podido traer el metal. Si verdaderamente existe tal relacion entre el metal i los diques, se podria atribuir a que las grietas de los diques han tenido mas facilidad para abrirse camino por el metal ancho i mas blando, que por las partes broceadas de la veta.

El criadero jeneral de la veta es cuarzo, a veces con bruno-espato i espato de fierro; el metal ha sido en la rejion superior metal de color i bronce negro; en hondura, pirita de cobre con pirita de fierro, i tambien, especialmente en los broceos, bronce magnético en cantidades considerables. Se ha encontrado tambien un poco de arseniuro de níckel i de sulfuro de molíbdeno.

Ademas de la veta principal, existen varias otras vetas, paralelas, mas o ménos, con la corrida principal, que todavía no están tan explotadas como ellas i contribuyen bastante a la produccion.

Al Este de Carrizal Alto existen otras minas de cobre en la quebrada que va de Canto de Agua a La Noria de Totoral. Segun me dicen, es la roca del cerro allá, mas o ménos, la misma diorita de Carrizal.

Se encuentra tambien aquí una mina de plata de poca importancia. La serranía que se estiende al Este de Carrizal, limitada mas al Este por la Travesía; al Sur por la quebrada de Carrizal i al Norte por la abra de Totoral, se compone de una roca blanquizca, casi en su totalidad felspato blanco, a veces con mui poca anfíbola. Es una faja angosta. En la abra de Totoral se estiende solamente pocos kilómetros

desde el Boqueron al Este, hasta cerca de La Noria al Oeste; aquí se reemplaza por una roca oscura, parecida a la de Carrizal Bajo. Esta roca, como hemos visto ya, se reemplaza mas al Oeste por dioritas micáceas i anfibólicas.

Al Este de la abra del Boqueron se estiende la sierra de Los Pajaritos. La parte del Oeste forma un cerro negro, al que no me acerqué. En su continuacion al Este está la Punta de Paico, con un panizo de color claro i desmontes oscuros de una mina de cobre.

En la sierra de Los Pajaritos domina tambien una roca mui aproximada, por sus caractéres, a la propilita, pasando a pórfido diorítico.

La misma sierra no forma parte del cordon de la costa sino en cuanto a su constitucion jeológica; está situada en el centro de la llanura, aislada como una isla.

Las únicas aguadas entre el rio de Copiapó, al Norte, la quebrada de Totoral, al Sur, i entre el mar i el camino a Huasco son: la de Doña Justa, de Castillo, de Jertrúdis, de Talar i de Bahía Salada.

CAPITULO SEGUNDO

Seccion desde el rio Copiapó al Norte

Salí de Copiapó por el camino llamado de «Los Bueyes»; pasa éste por «La Chimba» i sigue al pié de los cerros graníticos, dioríticos i labradoríticos, que limitan el rio Copiapó, mas o ménos, una legua con direccion al Nor-Oeste, hasta llegar a la punta de Pichincha, entre La Bodega i Chamonate. Tuerce aquí al Norte pasando por un médano, adonde desembocan dos quebradas, que vienen del Nor-Este, desde la serranía de Chancoquin i Ustares, i otra que viene del Norte, todas ellas cayendo a Chamonate. Una legua al Norte de la punta de Pichincha hai al lado del camino una mina de cobre abandonada, la que equivocadamente tomé por la Piojenta. La veta tiene rumbo N. S. 80 E., casi vertical. El criadero es fierro micáceo con algo de cuarzo; la roca es eruptiva, de color oscuro, grano fino; pasa mas al Norte a pórfido aujítico. La mina tiene bastante desmonte de metal de color, que ha sido revuelto por pallaqueros, rajos al sol i un pique vertical.

De aquí tuerce el camino al Nor-este, atravesando un portezuelo bajo de pórfido aujítico i toma por una quebrada angosta, cortada en la misma roca. Atraviesa una faja diorítica con rumbo Nor-oeste, de medio kilómetro de ancho, al otro lado de la cual sigue otra vez el pórfido aujítico, a veces atravesado por diques felsíticos de un metro de grueso i rumbo Oeste con grados al Norte. Estos diques están a veces llenos de venitas de arenilla.

Despues de haber seguido esta quebrada 4 kilómetros, sube el

camino sumamente arenoso i pesado hasta traslomar un portezuelo en el pórvido aujítico. Al otro lado se divisa un gran médano, cuya parte mas baja corresponde a una quebrada, que viene de Este a Oeste. Está lleno de dunas, que en poco tiempo hacen desaparecer toda señal de camino. La arena se compone de fragmentos angulosos de cuarzo i feldspato, i proviene, sin duda, de la descomposicion de rocas dioríticas i graníticas. El camino atraviesa este médano con direccion Nor Este en una estension que no bajará mucho de 16 kilómetros. Se sube otra vez a un portezuelo arenoso, el Portezuelo Negro a 3.500 piés, cortado en rocas dioríticas. De aquí se divisa al Norte la quebrada del Obispo. Antes de llegar a ésta, baja el camino suavemente unos 8 kilómetros hasta llegar a la mina de cobre de Galleguillos, en actual trabajo; direccion siempre al Nor-Este. Unos cuatro kilómetros ántes de llegar a ésta se resistieron las mulas completamente a marchar mas adelante. Habian salido de Copiapó demasiado gordas. El calor del sol i lo pesado del camino las habia rendido, se echaron como muertas, i no habia mas que alojarse en todo el camino, sin leña ni agua. Eran las 9 de la noche.

NOVIEMBRE 14

Salimos a las 5.40 i llegamos a las minas del Morado a las 8. Para llegar aquí tuvimos que atravesar con direccion Nor-Noroeste la quebrada del Obispo, en una estension de 12 kilómetros. La gran anchura de esta quebrada, así como tambien de la quebrada que habíamos atravesado el dia anterior, proviene de la gran distancia, que en esta parte del desierto hai de una serranía a la otra, dejando por medio médanos, que de los dos lados se inclinan hácia la parte mas baja, por donde una vez, en cada diez o veinte años, baja un poco de agua. En la quebrada del Obispo, a unas tres leguas de la costa, me dijeron que habia agua, vegas i perales.

Apuntaré aquí algunas aguadas, que me indicaron en El Morado:

El Algarrobo, 6 leguas al Sur-Oeste del Morado.

El Algarrobito, $1\frac{1}{2}$ legua al Nor-Este.

La Margarita, $1\frac{1}{2}$ legua al Este.

Galleguillos, al Sur.

San Juan, 2 leguas al Norte de la mina.

Cerro Negro, al Oeste.

El Moradito, 12 cuadras de distancia.

Las minas Cortadera i Descubridora del mineral del Morado, trabajan la misma veta, que tiene rumbo N. 10 E. i manteo 80 O, metales, criadero i roca iguales a los de Chañaral de Las Animas, es decir, metal de color i bronce con criadero de cuarzo en roca labradorítica i diorítica. A pesar de tener La Descubridora dos vetas paralelas, trabaja

La Cortadera una sola veta no mas, sin ninguna cortada para buscar la otra veta.

Salimos del Morado a las 10. El camino toma primero al Nor-Oeste, hasta caer en una quebrada afluente del Obispo; despues sigue ésta con direccion Norte hasta llegar al portezuelo arenoso que da caida a la quebrada del Flamenco. Dista este portezuelo 12 kilómetros del Morado. Tiene a sus dos lados cerros graníticos i dioríticos, mientras que en la primera parte del camino estas rocas se ven solamente al Este, habiendo al Oeste rocas oscuras, a las cuales no me acerqué. De aquí va una abra ancha i arenosa con direccion Norte, hasta la quebrada de Flamenco, que dista unos 8 a 10 kilómetros. Atras de unas dunas se ha trabajado una mina de cobre, El Tropezon, que no vi; está como 2 kilómetros al Norte del portezuelo. Otros 2 kilómetros mas al Norte hai varios picados abandonados, al pié del cerro granítico que limita la quebrada al Oeste; han trabajado vetas con rumbo Nor-Oeste; manteo vertical, criadero de cuarzo i metales de llanca azul.

Al lado Norte de la quebrada del Flamenco, i al pié del cerro, se divisa la mina de oro del señor Manuel Ossa. Unos pocos kilómetros mas al Oeste i oculto detras de una loma hai un picado de plata, llamado La Salitrosa, que en criadero negro cuarzoso ha dado cloruro de plata; la roca es eruptiva, labradorítica. Hago estos apuntes por observaciones antiguas, pues el tiempo no me permitió visitar este lugar ahora.

Un par de leguas al Oeste de la confluencia de la quebrada de nuestro camino con la del Flamenco, está el agua de La Salitrosa. Es un chiflon de unos 6 a 8 metros de largo, por donde se saca el agua en baldes para los animales. El agua es escasa i tiene un olor i sabor fuerte de hidrójeno sulfurado, olor que en gran parte desaparece haciéndola hervir. Está rodeada de barrancas blancas de una sustancia terrosa, igual a la que se ve en tantas aguadas del desierto i probablemente compuesta de sulfatos i cloruros de cal i soda. Atribuyo el gas de hidrójeno sulfurado que contiene el agua, a la descomposicion de estas sales por materias orgánicas, particularmente a la bosta pulverizada de mulas, que rodea la aguada i que el viento continuamente arrastra.

El camino de Copiapó hasta aquí ha sido casi completamente desprovisto de vejetacion. En la quebrada de Flamenco se encuentran los arbustos comunes del desierto, aunque no en mucha abundancia, desde La Salitrosa hasta el mar. Al Este no conozco la quebrada.

Calculo la distancia del Morado a La Salitrosa en 7 leguas i la de Copiapó al Morado en 12 leguas.

NOVIEMBRE 15

Salí de La Salitrosa a las 6,40 i llegué al puerto de Flamenco a las 2,50 P. M. Calculo la distancia en 11 leguas. | Tiene la quebrada, en jeneral, direccion Este-Oeste, a veces con pocos grados al Norte, excep-

tuando los 8 kilómetros ántes de unirse con la quebrada de Huamanga. Este trecho tiene direccion Norte 25 Oeste. Despues de la union de las quebradas, es decir, a 16 kilómetros de la costa, vuelve otra vez a tomar su direccion Este-Oeste.

Unos 6 kilómetros al Oeste de la aguada de La Salitrosa se aparta la abra, que con direccion Norte a Nor-Oeste conduce a Huamanga atravesando un portezuelo, que no visité, pero que considero labradorítico o diorítico.

Los primeros 12 kilómetros al Oeste de la aguada forman los dos lados de la quebrada de estos panizos. En seguida vienen otros 12 kilómetros con cuarcitas, rumbo Norte 20 Oeste, despues otra faja granítica de 3 kilómetros; despues vuelve otra vez la cuarcita, 6 kilómetros, seguida de otros tantos kilómetros de un granito mui claro atravesado por diques oscuros en todas direcciones. Al último, se ve en la misma playa asomar arrecifes de cuarcita atravesada por diques de granitos.

El agua de Flamenco es sumamente salobre i de mal gusto; apénas la tomaron las mulas.

NOVIEMBRE 16

Salí de Flamenco a las 6,15 A. M. i llegué a la aguada de Huamanga a las 2 P. M. Calculo la distancia en 11 leguas.

Como ya he dicho, se aparta la quebrada de Huamanga unos 16 kilómetros de la costa, con direccion Nor-Este, mas o ménos.

Las mismas rocas de la quebrada de La Salitrosa o de Flamenco se repiten tambien aquí, con la diferencia que la cuarcita aquí tiene mucho ménos estension.

Unos 11 kilómetros al Oeste de Huamanga principia la labradorítica (o diorita) i allí está la mina de cobre de San Agustin, actualmente abandonada. En sus desmontes se ven metales de color cuarzosos i ferrujinosos. El rumbo de la veta es Oeste-Este 30 Norte, manto Norte. Anchura de la veta, 1 metro.

El agua de Huamanga se estrae de pique-tornos, de poca hondura. Es abundante i de regular gusto.

La gran anchura de la quebrada no me permitió examinar la serranía, que se estiende al sur de Huamanga hasta La Salitrosa; pero no tengo duda de que sean labradoríticos o dioríticos.

Me alojé en la mina Verde, 6 kilómetros mas al este.

NOVIEMBRE 17

En este dia hice junto con el señor Olmos, dueño de la mina Verde, una excursion al interior de la quebrada Huamanga, parte para averiguar las cabeceras de la quebrada, parte para conocer dos minas de oro, que trabaja dicho señor.

La quebrada nace en la parte sur del cerro del Chivato, corre primero hácia el Nor-Oeste, recibiendo todos los afluentes que caen de la falda Oeste de dicho cerro; tuerce despues al Sur-Oeste pasando al pié del cerro de La Mercedes i de allí va otra vez con rumbo Nor-Oeste hasta la aguada de Huamanga. Los detalles se ven en el cróquis, que acompaño.

La huella carretera de la quebrada Huamanga llega hasta el cerro de Remolinos, donde pasa por un portezuelo para unirse con la huella, que viene por la quebrada de La Salitrosa.

Visité las minas Belleza i Vista, ambas de oro i trabajadas por el señor Olmos. La vetade la primera tiene rumbo Norte 10 Oeste, manteo 20 Oeste; la de la otra, Norte Sur vertical. El criadero es cuarzo i el metal quemazon, es decir, óxido de fierro poroso, a veces con espejuelo de cal, a veces con metal de color de cobre, otras veces con fierro magnético. La roca es eruptiva; se compone de un felpato blanco, a veces con cuarzo i mica. La Belleza habia dado buen metal al sol, con la veta en una anchura de 1 metro; corriendo el pozo de ordenanza se volvió todo espejuelo blanco de cal, sin metal alguno. La Vista se decia que estaba en beneficio en planes, pero por falta de una escalera no se podia entrar. El señor Olmos ha beneficiado los metales de la mina Verde, obteniendo, segun me dijo, leyes altas.

Dormí esta noche en la mina Manto California, que está sobre la corrida de La Monte Cristo i Verde.

Trabajan estas minas varias vetas i mantos paralelos, que por su anchura, estension i gran cantidad de metales, aunque la mayor parte sea de baja lei, forman uno de los depósitos mas grandes de cobre en Chile i en todo el mundo.

Me han indicado en El Manto California siete distintas vetas i mantos; cada uno de unos cuantos metros de anchura. Todos tienen, mas o ménos, el mismo rumbo, es decir, N. 10 E. El manteo varía mucho. Hai vetas casi verticales; otras inclinadas hasta 45° al Este. Son mui a menudo atravesadas por clivajes casi horizontales; a estos los llaman *mantos* los mineros, i a toda la veta, que los contiene, la llaman *un manto*.

El criadero es en algunas arenilla; parece que éstas abundan en metales pobres de 5 a 7%.

En otros es espejuelo de cal blanco, criadero estéril; en otros, en fin, es el criadero la misma roca, en que están encajadas las vetas. Este criadero parece el mas favorable, particularmente cuando está atravesado por los mencionados mantos. Contiene metales de color de buena lei.

La roca del cerro, el panizo, es una roca eruptiva oscura de grano fino, a veces con pequeños cristales de felpato, tambien medio oscuros. Es la misma roca que en la anterior espedicion conocimos en el Cerro Negro de La Florida, conteniendo depósitos de cobre entera-

mente iguales. Si no me equivoca mi memoria, he visto la misma roca en el mineral del Salado hace 8 años.

Me han asegurado varios mineros, que hasta son las mismas vetas de Manto California, que pasan por la mina Limbo del Salado i de allá continúan hasta el Cerro Negro. La faja de panizo es de todas maneras la misma que pasa por Manto California, Salado, Cerro Negro i el cerro Cármen al Nor-Este de Carrizalillo. Hacia el Sur revienta al otro lado de la quebrada de Huamanga con varios picados de cobre. Debe pasar un poco al Oeste del Morado, donde tambien hai un cerro llamado Cerro Negro, i corresponde probablemente a la roca negra que encontré al norte de Chamonate, en una mina de cobre abandonada.

El panizo de las minas de cobre en Tierra Amarilla i Punta de Cobre es el mismo, o por lo ménos mui parecido, pero pertenece a otra faja mas al Este.

En el mineral de Monte Cristo me nombraron las siguientes minas desde el Sur al Norte:

La Bondadosa;
 Montecristo, con 20 peones;
 San Juan;
 Josefina;
 Buena Vista;
 La Verde, 6 peones;
 Cármen, 5 peones;
 Altamira;
 Porvenir;
 Manto Verde, 20 peones;
 Lelia;
 Quillai;
 Manto California, 17 peones;
 Laura;
 Porvenir;
 Plutarco;

I dos o tres mas, cerca del Salado.

La mayor parte de estas minas están sin trabajo. El número de operarios de todo el mineral no llega a cien. Son pocas las minas que llegan a la hondura de 40 metros i ninguna pasa de ochenta. Ha sucedido aquí lo mismo que en el Cerro Negro, que el primer broceo se ha encontrado en 20 o 30 metros de hondura. La Verde, una de las mas hondas, tiene en planes metal de color de buena lei i agua. Bronces, no se han visto nunca ni en el mineral de Manto California ni en el de Cerro Negro; pero sí en El Salado, que está al medio.

Unas 3 a 4 leguas al Sur-Este está el mineral de plata i cobre i níckel de la Merceditas, que no alcancé a visitar. Me dieron de allá muestras de ricos bronces amarillos.

En años pasados he rumbeado las corridas de Manto California, hácia el Norte, i me encontré con un vetarron de sesenta pasos de ancho, compuesto enteramente de carbonato de cal, cristalino, en hojas mui gruesas. Consideré entónces esto como el empalme de las vetas de Manto California; seria interesante examinar este punto de nuevo para ver si acaso aquí hai terreno calcáreo estratificado.

NOVIEMBRE 18

Salí de Manto California a las 6,30 A. M. i llegué a la placilla de Las Animas a las 10 A. M.—4 leguas de distancia. El camino, que tiene rumbo Oeste 20 Norte, pasa en gran parte por un llano, que al Este está limitado por el cordon negro del Manto California; comunica por una angostura con otro llano, al Este de dicho cordon, que se estiende hácia el cerro de Merceditas. Al Oeste está limitado el llano por los cerros altos dioríticos de Las Animas. Al Sur está separado de la quebrada de Huamanga por lomas bajas, al Este dioríticas, al Oeste felsíticas, i al Norte por otro lomaje bajo (cuya composicion no conozco) del Salado, a donde conducen dos abras.

Los últimos 5 kilómetros ántes de llegar a la Placilla del mineral de Las Animas, pasa el camino por la quebrada angosta i tortuosa del mismo nombre, i que está cortada en los altos cerros dioríticos o labradoríticos de Las Animas.

Pasé de largo este mineral. El labradorita se concluye 6 kilómetros mas abajo de La Placilla i con él las minas. Siguen despues cuarcitas i pizarras hasta llegar al puerto de Chañaral, por lo ménos al lado Sur de la quebrada. Cerca del puerto vi una erupcion granítica de poca estension.

NOVIEMBRE 19

Descanso en el puerto de Chañaral.

NOVIEMBRE 20

Salí de Chañaral pasando por la costa hasta Pan de Azúcar. De allí seguí la huella carretera, que entra por la quebrada del mismo nombre; pasé por la aguada de Quinchigue i me alojé en Las Bombas o Las Vegas.

Entre Chañaral i Pan de Azúcar no delineé el camino, por estar la configuracion de la costa determinada en los mapas náuticos. Desembocan en este trecho a la playa las siguientes quebradas, contadas de sur a norte: Quebrada de Agua Hedionda, la de Peralillo, la de Castillo i la de Conquito. De éstas tienen, la de Peralillo su naci-

miento en La Florida i pasa al Sur del Cerro Negro; las demas tienen solamente 2 o 3 leguas de largo. La quebrada de Peralillo termina con un salto, al llegar a la playa.

En la playa se ve casi en todas partes cuarcitas oscuras atravesadas por diques de granito bayo i otra roca eruptiva oscura, diorítica. Los dos promontorios, al norte de la quebrada de Castillo, son graníticos; lo mismo la isla de Pan de Azúcar. Los cerros altos, que caen a la playa, se componen en su mayor parte de cuarcitas oscuras.

El cerro alto al Norte de Pan de Azúcar es granítico.

La quebrada de Pan de Azúcar tiene hasta Las Bombas, mas o ménos, direccion Nor-Este.

De quebradas laterales que le caen, puedo nombrar, al lado Norte, la quebrada de Cachinal de la Costa, que va a la aguada del mismo nombre. Es este el camino mas corto a La Esmeralda. Entra 5 kilómetros al Nor-Este de Pan de Azúcar. Al lado del Sur entra, cerca del puerto, la quebrada del Agua Salada, lo mismo que la anterior en terreno cuarcítico.

Ocho i diez kilómetros ántes de llegar a Quinchigue, entran dos huellas carreteras por quebradas cuyos nombres no conozco. El terreno es aquí granítico, bayo, i, como casi siempre sucede, mui descompuesto i formando llanos i quebradas fáciles de traficar.

Las cuarcitas continúan desde la costa 8 a 10 kilómetros hácia el interior; sigue despues el granito 5 a 6 kilómetros. Vuelven otra vez las cuarcitas hasta 5 kilómetros ántes de llegar a Las Bombas. Aquí se ve al lado Sur del camino pequeños trechos de un terreno bayo, compuesto de estratas calcáreas, i areniscas i conglomerados con fragmentos blancos de cuarzo. Se encuentra fragmentos de conchas petrificadas. Ocupan un terreno bajo de poca estension. Mas al Este se hunden bajo cerros altos, oscuros, compuestos de pórfidos, probablemente labradoríticos. Parecen éstos formar el cerro alto de Las Bombas. Distancia: Pan de Azúcar-Quinchigue 22 kilómetros; de aquí a Las Bombas 11 kilómetros.

NOVIEMBRE 21

Salí de Las Bombas i me alojé en la mina Descubridora del mineral de La Esmeralda. La distancia entre los dos puntos la calculo en 30 kilómetros. El camino toma primero al Oeste, siguiendo el camino de Pan de Azúcar como 2 kilómetros; despues toma al Norte con 15 a 30° Oeste; en una pequeña estension Norte 60 Oeste. Pasado el pórfido labradorítico de Las Bombas, entra el camino en el terreno de las cuarcitas oscuras con mica i de las esquitas lustrosas, a veces interrumpido por pequeñas erupciones del pórfido labradorítico. Esto sucede, por ejemplo, en el portezuelo, donde principia el descenso a la quebrada de La Esmeralda, mas o ménos en la mitad del camino. A unos 8 kilómetros de Las Bombas se divisan, a la izquierda del camino carretero

unas estratas blancas, por los líquenes, que los cubren. Son estratas calcáreas, que, por lo que pude ver, están intercaladas entre las cuarcitas.

En la bajada a la quebrada de La Esmeralda es todo cuarcita, hasta llegar al pié del cerro alto, que está al Sur de la aguada de La Esmeralda. Es este cerro diorítico o labradorítico, panizo en que está situada la mina Manto Huanillos.

Al pié de la mina Descubridora encontré una roca felspática, oscura, de grano no mui fino i, al parecer, sin otro componente que el feldspato. A medida que subí a la mina se volvió el grano mas fino, hasta quedar completamente homogéneo (compacto) i el color mas claro, hasta quedar casi blanco, tomando de esta manera el aspecto de felsita (eurita). Esta felsita, que tiene divisiones paralelas a las estratas sobrepuestas, es sumamente difícil de distinguir de aquéllas, que son endurecidas, o probablemente metamorfoseadas en el contacto con el felsita, i de un aspecto mui parecido a éste. El felsita se conoce, a veces, por uno que otro cristal de feldspato, miéntras que las verdaderas capas sedimentarias, a veces se conocen porque alternan con verdaderas cuarcitas. Mas o ménos, en este contacto está la mina Descubridora.

He visto un fenómeno jeológico parecido en el cerro de La Encantada, a su pié Oeste, donde está situada la mina de plata San Carlos, i mas pronunciado todavía a unas pocas cuabras al Norte de la mina de cobre Exploradora en el mismo cerro. Habia allí tambien la misma transicion gradual de la roca eruptiva i las capas estratificadas, así que me era imposible decir, donde cesaba la una i principiaba la otra.

Mas tarde veremos que lo mismo sucede en los minerales de Argolla i Griton.

Por lo demas, no hice ningun estudio especial del mineral de La Esmeralda, conforme a mis instrucciones.

NOVIEMBRE 22

Recorrí la quebrada de La Esmeralda o de La Cachina, hácia el Poniente, hasta el salto, i la quebrada que sigue mas al Norte, hasta la caleta de Huanillos.

La quebrada de La Cachina tiene una direccion jeneral de Sur-Oeste. Como 12 kilómetros al Poniente de la aguada de La Esmeralda termina con un salto perpendicular de 50 a 100 metros de altura. Antiguamente han bajado aquí los metales del Manto Huanillos por andarivel. Un kilómetro mas arriba, hai 2 o 3 piques de agua, al pié de unas lomas graníticas, que en pocos metros de hondura han tomado una agua potable, no mui cargada de sales. Tres kilómetros al Este de estos piques i 7 kilómetros al Oeste de la aguada de La Esmeralda están las vegas de Cachina, que tienen como 1 kilómetro de largo. Están casi desprovistas de pasto i tienen una agua que corre en hilitos, pero que es completamente intomable, hasta para los animales.

La roca es desde la aguada de La Esmeralda hasta la vega labradorítica. En las vegas atraviesa una faja de cuarcitas oscuros con rumbo Nor-Oeste i una anchura de 800 metros. Sigue despues el granito bayo hasta los piques ántes mencionados, despues de los cuales otra vez se encuentra una faja angosta de cuarcitos oscuros, que al Oeste del salto nuevamente se reemplaza por el granito.

El camino carretero, que conduce los metales de La Esmeralda a la caleta, i que no puede pasar por el salto, tuerce al frente de los piques, al Norte, por un bajo en la formacion granítica de 3 kilómetros, i sigue despues por otra quebrada, hasta la caleta, otros 4 kilómetros.

Aparecen aquí las mismas fajas de granito i de cuarcitas que se conocen en la quebrada de La Cachina. En el granito se ven muchos trozos de las cuarcitas i pizarras envueltas.

Esta quebrada tendrá, desde la costa hasta sus cabeceras, unos 20 kilómetros; recibe afluentes del cerro de Cifuncho, de La Esmeralda i del cordon de cerros bajos, que limitan al Oeste el camino de los coches, entre La Esmeralda i Cifuncho. Segun un chango, tiene esta quebrada lo mismo que la de La Esmeralda, el nombre de La Cachina; miéntras que la verdadera quebrada de Huanillos, que ha dado nombre a la caleta, es otra quebrada, unos 10 kilómetros al Norte de la caleta, que nace en el corazon del cerro de Cifuncho.

La caleta está resguardada del lado Oeste por la isla de Huanillos.

NOVIEMBRE 23

Me interné por la quebrada de La Esmeralda 4 o 5 leguas i subí a una loma, que, al Este, dominaba el gran llano, por donde pasa el camino de los bueyes i la huella carretera que conduce de Las Bombas a La Chépica. Saliendo de la aguada de La Esmeralda toma la quebrada primero la direccion de Oeste-Este. Como una legua al Este se aparta la quebrada principal con direccion Nor-Este, miéntras que otro ramal continúa con direccion Oeste-Este, hasta cerca de Colmos, pasando por la laguna seca o pozo de barro, que está situada entre los cerros de La Cármen i San Cristóbal al Sur, i el de Mama-Laucha, al Norte.

La quebrada principal continúa un poco mas de una legua con direccion Nor-Este, hasta despues de pasar por una angostura en una estension de un kilómetro con direccion Oeste-Este; cambia su direccion en Norte 10 Este i continúa con esta direccion unas 4 o 5 leguas, hasta llegar al llano, donde pasa el camino mencionado de los bueyes. Aquí tuerce al Nor-Este i llega hasta la falda Oeste de la serranía del mineral de Juncal, dejando al Norte el mineral San José del Pingo i los linderos de la comision, que, si no me equivoca mi memoria, tienen la antigua denominacion de 125 i 126, i al Sur los linderos de La Mama-Laucha, Sierra Overa i Guanaco. Del lado Norte tiene una afluencia,

que viene de la falda Oeste del cerro 125, i que recibe las aguas de la serranía, que llega hasta cerca del mineral de San José.

Sobre la jeología de las 5 leguas, que me interné desde La Esmeralda, hice los siguientes apuntes: Tres kilómetros al Este de la aguada de La Esmeralda hai al Norte del camino carretero un cerro diorítico de poca estension; 2 kilómetros mas al Este se encuentra, al lado Sur del camino, el cerro llamado Burro Muerto; la parte que da vista al camino es diorítica. Sigue despues el camino una legua por llano hasta la angostura mencionada, que está rodeada de cerros altos, compuestos de pórfido labradorítico. Un kilómetro mas al Nor-Este dejé la quebrada principal i me interné con direccion al Este, atravesando lomas bajas del mismo pórfido, que visto de léjos aparentaba estratificacion con rumbo al Este. Las últimas lomas, que dan vista al llano del camino de los bueyes, son mui encapadas, pero parecen compuestas de conglomerados porfídicos.

En estas lomas encontré los aerolitos mencionados por Domeyko en el segundo apéndice de la tercera edicion de su Mineralojía, páj. 39, i, sin duda, los mismos que el mismo autor ha descrito en la tercera edicion de su Mineralojía, páj. 135, bajo el nombre equivocado de meteorita de la sierra de Chaco.

Estos aerolitos no pertenecen a ninguna veta, como habian dicho a Domeyko. Yo encontré apilados unos cuantos centenares de pequeños trozos al lado de un escarpe, que se habia hecho en el terreno suelto que cubre las lomas. No habia señal ni de veta ni de cerro firme en ninguna parte. El escarpe tendria un ancho de $1\frac{1}{2}$ metro i dos tantos de largo, i como 1, $1/2$ de hondura; en los lados del escarpe se veia hasta la hondura de 1 metro trozos de aerolitos mezclados con el ripio, así que es probable que todavía se pueda sacar mucho mas. No creo que estos trozos hayan entrado hasta esta hondura en su caída, puesto que vi un trozo de 6 pulgadas de largo i apenas 1 pulgada de grueso en posicion horizontal i cubierto por el ripio. Parece difícil que un trozo tan liviano hubiera podido abrirse camino en el ripio, presentando una superficie de 6 pulgadas cuadradas. Como el escarpe se encuentra en un pequeño bajo, a unos 20 metros delo mas alto de la loma, i como el ripio está todo revuelto sin órden alguno, lo que no sucede con el ripio, que todavía ocupa el lugar que ha tenido como roca firme, creo mas bien que los aerolitos al principio hayan ocupado un lugar mas alto i que despues hayan sido llevados por las lluvias junto con el ripio hasta su posicion actual. Casi todos los trozos estaban mui rajados i augulosos i han pertenecido, probablemente, a un solo gran aerolito, que ha reventado al pasar por la atmósfera. Todos tenian un aspecto quemado u oxidado, que primero atribuia a que ya hacia tiempo que se habian sacado del escarpe; pero me convencí despues de que los que yo mismo saqué, tenian el mismo aspecto.

Unas 4 cuadras mas al Norte habia como 10 quintales españoles de la misma clase de aerolitos chancados i apilados sobre sacos; ésta pila se ha conocido allá, segun me dicen, por lo ménos 10 años. Sin duda, han sido considerados como metales de plata, así como sucedió con la primera pila.

Me dicen que algunas leguas mas al Norte, se han encontrado unos cuantos otros trozos de aerolitos del mismo aspecto, i que tambien fueron tomados por plata.

Se ha encontrado, por consiguiente, aerolitos del mismo aspecto en tres diferentes puntos, distribuidos sobre una línea con direccion Norte-Sur, mas o ménos. ¿No hace presumir esto que todos sean fragmentos de un mismo aerolito?

De cada una de las dos pilas mencionadas traje un saco lleno para la comision.

NOVIEMBRE 24

Este dia me fuí de La Esmeralda hasta la posada de Mantos Blancos, tomando un deshecho, que da vuelta al cerro de La Esmeralda por el lado Poniente. El camino toma primero un par de kilómetros al Poniente, hasta pasar el portezuelo, que cae a la quebrada de la caleta. De allá tuerce al Norte i Nor-Este, cruzando varias quebraditas, que vienen del cerro de La Esmeralda, i despues de unos 7 kilómetros de La Descubridora, cae a los piques de agua de la mina Cobriza, piques que están en el fondo de la quebrada de la caleta; tienen una agua salobre, que toman las mulas. Los metales de La Cobriza se aplanan a estos piques, de donde sale huella carretera hasta Taltal. De los piques hasta la mar me dijeron que apenas se puede pasar en lo montado.

Las observaciones jeológicas que hice entre La Descubridora i los piques de La Cobriza, dan al Poniente del portezuelo labradorita, la continuacion del labradorita del Manto Huanillos; al Naciente se encuentra la roca felsítica, desde la base de La Descubridora hasta 4,5 kilómetros, al otro lado del portezuelo. Allí se encuentra la formacion estratificada de La Esmeralda, que con rumbo Norte i manteo al Este se estiende al Este del cerro alto de Cifuncho, hasta los Mantos Blancos.

El deshecho, desde los piques de La Cobriza hasta la Posada de Mantos Blancos, tiene la direccion jeneral de Sur a Norte, mas o ménos. No tengo la delineacion de este trecho, por el motivo de que perdí el camino i me confundí completamente.

Antes de llegar a La Posada de Mantos Blancos visité algunas minas en el mineral de Cifuncho i subí hasta la cumbre del cerro, que tiene un lindero, no puesto por la comision.

Toda la parte Este i Sur del cerro se compone de esquitas lustrosas i de cuarcitas con pequeñas hojas de mica; tienen rumbo Nor-Oeste

i manto al Sur Oeste i en el contacto con la formacion estratificada de La Esmeralda tienen, por consiguiente, estratificacion discordante. El limite entre las dos formaciones se distingue desde lejos por el color bayo de la formacion de La Esmeralda, que hace contraste con el color oscuro de la formacion del Cifuncho; como tambien por el relieve de las dos formaciones, ocupando la de Cifuncho el cerro alto del mismo nombre i la de La Esmeralda un terreno bajo al pié Este del cerro mencionado.

Las estratas de la formacion de La Esmeralda se componen aquí de cuarcitas de color claro, de capas arcillosas bayas i de capas calcáreas bayas.

El cerro de Cifuncho es sumamente escarpado i quebrado i no presenta nada de las formas suaves i redondeadas i de los descansos, que jeneralmente halagan a los mineros. La roca en que se encuentran las minas, es tambien un panizo completamente escepcional para plata, las cuarcitas antiguas (i tambien en parte pizarras). Al ver estas minas, no pude ménos de pensar, que a mí nunca se me habria ocurrido catear en tal cerro, i que bien dicen algunos, que para la plata no hai mal panizo.

Visité la mina Cármen, que está en el fondo de una quebrada honda i angosta. Su veta tiene rumbo Este 20 Norte, vertical. Metal, galena de buena lei de plata; i criadero, carbonato de cal.

La mina San Juan está mas arriba en una falda mui escarpada. La veta ha hecho beneficio en las cuarcitas i se ha broceado en las esquitas lustrosas. Tiene rumbo Oeste-Este i manto Sur. Ha dado bastante provecho a sus dueños en metales cálidos; estaba actualmente broceada i sin trabajo.

La Atacameña está cerca de la cumbre. Sus metales son galenas platosas.

Ademas de las quebradas, que del cerro de Cifuncho caen a la quebrada de la caleta, nacen de dicho cerro la quebrada de Huanillos i la de La Cortadera, la última mas al Norte.

La parte Norte i Oeste de Cifuncho está ocupada por granito bayo que lo atraviesa en una considerable estension: la continuacion del granito del cerro Vetado.

La posada de Mantos Blancos está situada en todo el fondo de la quebrada de Cifuncho, como a 11 kilómetros del mar. El agua se trae en carretas desde unos piques, que se encuentran en el terreno granítico del cerro de Cifuncho. En los Mantos Blancos hai agua, pero mala.

NOVIEMBRE 25

En lugar de bajar de la posada de Mantos Blancos a la caleta de Cifuncho i de allí seguir la costa hasta Taltal, preferí hacer este itinerario a la vuelta.

El aspecto de los cerros oscuros, al Este de Mantos Blancos, me hacia sospechar allá una gran formacion estratificada, distinta de la formacion baya de La Esmeralda. Me interné, pues, primero al Este i despues al Nor-Este i Norte, hasta atravesar dicha cerranía oscura i aparentemente estratificada. Llegué al llano del camino de los bueyes, pasé al pié Oeste del Pingo; despues por la formacion calcárea de La Isla, i torciendo al Norte-Nor Oeste, caí al agua de La Chépica. Desde la posada misma de Mantos Blancos tuve en toda la estension camino carretero.

La delineacion del camino se ve en el cróquis que acompaño.

Las observaciones jeológicas son las siguientes:

Un kilómetro al Este de la posada pasé al pié Sur de un cerro diorítico. Cinco kilómetros mas al Este pasé al pié Sur del cerro de La Cruz. Se compone de una roca baya, homogénea o parecida a felsita; pudiera ser tambien que no sea mas que capas estratificadas, endurecidas i metamorfoseadas, como hemos visto en La Esmeralda. Con este cerro terminan los panizos de color bayo.

Tres kilómetros mas al Este llegué a los cerros oscuros, aparentemente estratificados i vi con gran sorpresa que se componian del pórfido labradorítico de La Altamira, diabasa porfídica. Estaba dividida en bancos, con rumbo, mas o ménos, Norte Sur i manteo al Este. A veces tenian estructura amigdaloides, conteniendo las almendras epidota i carbonato de cal. Este pórfido está dividido en cordones paralelos con direccion Norte Sur i separados por llanos. Forman una serranía que se llama la serranía de Cachiyuyal, llega hasta la quebrada de Cachina o Esmeralda i continúa al Sur, formando probablemente la mayor parte del cerro alto de Las Bombas.

Tenia esta faja de panizo una anchura de 6 kilómetros. Los últimos cerros que al Este del camino daban vista al llano de los bueyes estaban compuestos de una especie de diorita de grano fino.

Subí a una cumbre, que dominaba todo el Este. De aquí tomé con brújula de mano los rumbos a los linderos de Pingo, Mama Laucha, San Cristóbal, Carmen i Esmeralda, respectivamente: Este 40 Norte, Este 20 Sur, Este 30 Sur, Este 45 Sur i Sur 45 Oeste.

Tambien pude formarme una idea cabal de la topografía de los alrededores (vease el cróquis).

Una vez en el camino de los bueyes tuve poca ocasion de acercarme a los cerros.

Una parte del llano estaba lleno de ripio, que por su color claro, sin duda, se derivaba del cerro alto de Pingo. Se componia de un felspato blanco, con cuarzo, a veces tambien con mica.

Unos 10 kilómetros ántes de llegar a La Chépica, pasé por la formacion calcárea de La Isla. Queda ésta como $\frac{1}{2}$ kilómetro al Este del camino. Forma un cordon bajo de cuando mas 50 metros de altura, un par de kilómetros de largo i 100 a 200 metros de ancho. Está orientado

Sur a Norte i está aislado a todos vientos. Prolongándolo hácia el Sur pasaría por el centro del llano de los bueyes. Hácia el Norte debía aparecer en el cordon alto al Norte de la quebrada de La Chépica. Se compone de capas calcáreas, que en la superficie está teñida blanco por líquenes i por esflorescencias de carbonato de cal en forma de coliflor. El rumbo de las capas es mas o ménos Sur Norte i el manto variable de Oeste a Este.

Al pié del cordon aparece una roca eruptiva oscura.

Segun me dicen se ha trabajado en este cerro una mina de cobre (¿en la roca eruptiva?).

Al Este existe una aguada con agua escasa i mala i mui escondida.

En la quebrada de La Chépica se ve un pórfido oscuro. Las barrancas son bajas i cortadas en un llano inclinado, cubierto con ripio.

El agua es mui mala; sirve solamente para las mulas. En la aguada hai posada, que vende forraje i buena agua.

NOVIEMBRE 26

Seguí la quebrada de la Chépica para abajo, hasta su union con la quebrada de Taltal, mas o ménos, 1 kilómetro de la aguada.

En este trecho forma la quebrada un semi-círculo principiado con direccion Oeste 30 Norte i terminando con Norte.

El terreno es estratificado i pertenece probablemente a los conglomerados porfídicos i areniscas rojas. Vi capas negras parecidas a pizarra con puntas de felspató i al parecer estratificadas; otras veces predominaban los puntos felspáticos, pero siempre distribuidos en la masa negra; la roca tomaba entónces el aspecto de un pórfido no estratificado. En todo el trayecto a Taltal no vi otras rocas que porfídicas oscuras, parte estratificadas, parte no. No delineé el camino por el motivo de haber ferrocarril, i, por consiguiente, planos exactos de la topografía de la quebrada, que deben estar a su disposicion.

NOVIEMBRE 27

De Taltal me fuí a los minerales de La Argolla i Griton. Entré por la quebrada del Chango, que seguí unos seis kilómetros con una direccion jeneral de Norte a Sur. De aquí traslomé un portezuelo i con direccion al Sur-Este seguí atravesando varias quebradas pequeñas, que todas vienen a reunirse mas abajo, en dos quebradas, de las que la del Sur es la quebrada de Griton. A unos 8 kilómetros del portezuelo mencionado llegué a la mina Fortuna del mineral de Argolla. Es esta mina, por ahora la mas importante, para no decir la única mina importante de Argolla, tiene como 40 peones, de los que 30 son barreteros; dicen que ha dejado provecho a su dueño, el señor Manuel Vicuña. La

veta tiene rumbo Sur Norte 6 Oeste i manteo 20 Oeste. Tienen criadero de carbonato de cal i metales de galena i de masas ferrujinosas con cloro-bromuros.

La roca es un pórfido felsítico de color claro.

El cerro de La Argolla es un cerro de regular altura i estension. Se divisa en todas partes carpas i desmontes. Aunque no tuve tiempo de visitarlos recibí la impresion de que ninguna de estas minitas ha sido de importancia hasta ahora. Los beneficios parecen ser trecheros. En la mina Fortuna tiene el señor Vicuña casa compradora de metales para facilitar el trabajo de las minas pequeñas.

En estas minas he visto vetas con rumbo Oeste-Este.

La falda Sur del cerro se compone de la felsita mencionada, que mas arriba toma una estructura granuda i pasa a labradorita (o diorita). Está atravesada de diques de pórfido labradorítico. En la parte Oeste del cerro hai verdadera diorita.

En la playa, entre Taltal i la quebrada del Chango, se ven conglomerados de pórfidos atravesados por diques de pórfido labradorítico, diabasa porfídica. Estos conglomerados continúan por la quebrada del Chango, con rumbo Oeste-Este i manteo al Norte, hasta 2 kilómetros mas allá del portezuelo, donde principia el diorita mencionado.

El mineral del Griton está al Sur-Oeste del de Argolla i separado de éste por la quebrada de Griton.

La formacion jeológica es aquí la misma de La Esmeralda, de donde viene casi sin interrupcion. Se compone en gran parte de capas bayas, homogéneas, mas o ménos endurecidas, a veces de pizarras. Están atravesadas de diques de falsita baya, homogénea, i de pórfido labradorítico. El rumbo de las estratas es Nor-Oeste, el manteo en la parte Este es al Nor-Este; mas al Oeste cambia el manteo al Sur-Oeste. La formacion llega a la playa i se precipita al mar, ántes de llegar a la quebrada del Chango, donde hemos visto ya los conglomerados porfídicos, con rumbo Oeste-Este i manteo Norte, i por consiguiente, sobrepuestos.

Se han escarbado aquí varias vetas, que al sol han tenido metales de mui subida lei, pero tambien de mui poca duracion. Es un mineral mui brechero. Casi todos los picados se han seguido mui pocos metros despues de brocearse. La única mina que ha sostenido un trabajo formal es La Andacollo del señor Manuel Vicuña. En recompensa se ha encontrado, despues de largos broceos, manchas ricas, que han pagado con usura los gastos hechos. Tanto la mina Andacollo, de Griton, como La Fortuna, de La Argolla, prueban lo que vale la constancia del minero.

La veta Andacollo tiene rumbo Norte-Sur i manteo al Este. El criadero es carbonato de cal i el metal masas ferrujinosas.

La veta Descubridora tiene rumbo Norte-Sur i manteo Oeste.

Las minas de Griton distan apénas 4 kilómetros de la costa.

Tanto los cerros de Griton como los de Argolla, están cubiertos de una vejetacion tan abundante, como no he visto en otra parte en mi escursion.

NOVIEMBRE 28

De Griton a la Caleta de Cifuncho. La Quebrada de Griton tiene direccion al Nor-Oeste, mas o ménos paralelo al rumbo de las estratas.

En la falda de La Andacollo se nota un gran dique de felsita baya con rumbo Oeste-Este. Por lo demas, está cortada toda la quebrada en el terreno estratificado. Termina con un salto, un precipicio; para evitarlo conduce el camino por un faldeo mui malo. Los cerros de la costa están cortados casi a pique, dejando a la vista la estratificacion. En la bajada a la playa noté unas delgadas capas calcáreas entre las cuarcitas oscuras; en la playa misma se ven esquitas lustrosas, alternando con pórfido de labradorita.

El rumbo es Nor-Oeste, un manteo al Sur-Oeste. Un poco al Sur del salto se ve el gran dique de felsita, que pasa por la mina Andacollo. Mas al Sur, entra una quebrada ancha con direccion Sur-Este, dejando la Punta de San Pedro al Oeste. Al Este de la quebrada noté areniscas i conglomerados bayos con fragmentos de cuarzo blanco, parecidos a los de La Ternera i Fraga, rheticos. Tenian rumbo Nor-Oeste i manteo Sur-Oeste. A juzgar por el color, forman estas areniscas la falda derecha de la quebrada, hasta mui adentro (al Sur-Este).

Un camino mui huellado viene de Taltal por la playa i sigue la quebrada mencionada, con direccion a la posada de Mantos Blancos. Lo seguí un par de kilómetros i tomé despues una quebrada con direccion al Sur-Oeste, para caer a la Caleta de Cifuncho. Atravesé primero pórfido de labradorita; despues esquitas lustrosas i cuarcitas llenas de concreciones i capas de cuarzo blanco, tambien areniscas bayas cuarzosas. Todo tenia rumbo Nor-Oeste i manteo al Oeste. Llegué despues a una gran abra o quebrada, que cae 1 kilómetro al Norte de la Caleta de Cifuncho. Esta abra separa el cerro granítico del Vetado al Sur de los cerros estratificados de la Punta de San Pedro al norte.

Alojé 1 kilómetro al norte de la Caleta de Cifuncho en una quebrada granítica, atravesada de un dique de pórfido de labradorita.

NOVIEMBRE 29

La Caleta de Cifuncho la encontré sin habitantes, pero con restos de murallas de casas i de canchas del tiempo en que el señor Basterica con otros, embarcaban por esta caleta metales de cobre de algunas minas, que, segun me dijeron, estaban situadas en Mantos Blancos. La huella carretera habia desaparecido en muchas partes por los aluviones.

La parte baja de la playa se componia de cuarcitas oscuras, atravesadas por diques de granito. El cerro alto del Vetado, al lado Norte, i el cerro alto de Cifuncho, al Sur, se componen de granito bayo, atravesado de diques oscuros, con rumbo a todos vientos.

Seguí la huella carretera 2 kilómetros al Este, hasta donde se aparta la quebrada de Cifuncho con direccion Este 45 al Sur, direccion que conserva 9 kilómetros hasta llegar a la posada. Me interné como 10 kilómetros por otra quebrada ancha, con direccion E. 30 N., quebrada que supongo sea la continuacion de las quebradas que bajan del Pingo. A la izquierda del camino tuve el cerro granítico del Vetado, a cuyo pié, en una parte, observé conglomerados oscuros con rumbo Nor-Oeste y con fragmentos de cuarcita con hojitas de mica. El lado derecho se componia todo de rocas estratificadas de color oscuro y que, por lo ménos, en una parte que tuve ocasion de examinar, consistian de los mismos conglomerados, con rumbo Nor-Oeste y manteo al Oeste.

Advierto que conglomerados semejantes observé en la playa frente a Griton.

A los 12 kilómetros de camino de la costa subí a un cerrito aislado, rodeado de llanos a todos vientos. Era compuesto de capas calcáreas bayas, i esquitas endurecidas, arcillosas i bayas; rumbo Norte con grados al Oeste y manteo al Este. Formaban la continuacion de Los Mantos Blancos, que apénas llegan a la llanura mencionada por ser interrumpidas en gran parte por pórfido oscuro labradorítico (Altamira).

No conseguí mi principal objeto de la visita a este cerro, cual era averiguar si verdaderamente vienen las quebradas del Pingo a juntarse aquí con la quebrada de Cifuncho, o si caen al mar al Norte de la Punta de San Pedro. Sin embargo, me han asegurado lo primero.

Divisé el cerro de La Argolla, en direccion N. 10 E.

Crucé a la posada de Mantos Blancos, atravesando los conglomerados oscuros, compuestos de fragmentos de cuarcitas micáceas, i buscando su contacto con los panizos bayos de Los Mantos Blancos. Lo quebrado del terreno i la falta de tiempo me impidió llegar a este contacto, lo que siento infinito. Habria deseado mucho averiguar si los dos terrenos tienen estratificacion concordante o discordante; si pertenecen a una formacion jeológica mas antigua o si son equivalentes a los conglomerados cuarzosos bayos, que hemos visto cerca de La Punta de San Pedro i en los cerros de Fraga i La Ternera.

Lo único que puedo decir, es que el manteo, que en la parte Este de las capas de conglomerados está al Oeste, mas al Este, es decir, al acercarse a Los Mantos Blancos, cambia al Este, el mismo manteo de aquéllos. Es posible que los conglomerados tengan un rumbo mas cargado al Oeste que Los Mantos Blancos o la formacion de La Esmeralda.

Siguiendo la quebrada de Cifuncho hasta la posada de Los Mantos Blancos, se ven los conglomerados atravesados de diques de pórfido de labrador; lo mismo sucede con Los Mantos Blancos. Son exactamente erupciones de este pórfido, que desde la quebrada de Cifuncho impiden ver el contacto entre las dos formaciones.

Al Sur de la quebrada de Cifuncho, se ve, en el cerro del mismo nombre, una gran estension del terreno estratificado, oscuro, rodeado del granito bayo.

Continué el mismo día mi viaje, siguiendo el camino de los coches, desde la posada de Los Mantos Blancos a La Esmeralda. Alojé en la mitad del camino i llegué a La Esmeralda.

NOVIEMBRE 30

A La Esmeralda, el camino va los primeros 16 kilómetros subiendo una quebrada, con direccion Sur-Este mas o ménos. Casi sin que se aperciba, principia a bajar a la quebrada de La Esmeralda, primero, unos 4 kilómetros con direccion Sur 20 a 30 Este; despues, con mas gradiente, i paulatinamente cambiando su direccion a Sur Sur-Oeste, i, por último, al Oeste. Calculo la distancia total de La Posada de Los Mantos Blancos, hasta la aguada de La Esmeralda, en 28 kilómetros.

Advierto que ninguna quebrada del interior cruza este camino; todas se juntaban con él para caer o a Cifuncho o a Esmeralda. En la parte de la costa, comprendida entre la embocadura de La Esmeralda i de Cifuncho, no cae, por consiguiente, ninguna quebrada que tenga su nacimiento mas al Este de este camino carretero.

Unos 3 kilómetros al Sur de la posada se aparta con direccion Oeste una huella carretera, que conduce al encanche de las minas de Cifuncho.

Respecto a la jeología, el camino carretero pasa los primeros 5 kilómetros con direccion a Sur Sur-Este i Sur por la formacion baya (calcárea). De aquí sigue el deshecho a La Esmeralda, con la misma direccion i en el mismo panizo. La huella carretera tuerce, al contrario, al Este, para rodear un cerro compuesto de pórfido de labradorita, i sigue con direccion Sur-Este, internándose en una formacion de conglomerados porfídicos i areniscas rojas, que tienen rumbo Sur-Norte i manteo al Este, lo mismo que la formacion calcárea que dejamos al Oeste. Segun este manteo, está la formacion calcárea debajo de los conglomerados porfídicos i areniscas rojas, así como hemos visto en el valle de Copiapó, en la quebrada del Azufre i otras partes. La presencia de amonitas en la formacion de La Esmeralda i el hecho de estar debajo de los conglomerados i areniscas rojas, deja apénas duda de que esta formacion calcárea de la costa pertenece al mismo período jeológico que los terrenos calcáreos de mas al Este.

Los conglomerados i areniscas se ven a menudo a lo largo del

camino llenos de cuevas, capaces de dar cabida a varias personas. Forman lomas bajas de formas suaves. A veces están atravesadas por pórfido labradorítico.

En la bajada a la quebrada de La Esmeralda se ven delgadas capas calcáreas, interpuestas entre las areniscas; se distinguen de lejos por su color blanco, producido por la descomposicion.

Desde que el camino principia a torcer al Oeste son dioríticos los varios cerritos que como islas están esparcidos en el plan inclinado de la bajada, incluso el cerro del Burro Muerto, que está al Sur del fondo de la quebrada de La Esmeralda.

El resto de este día lo ocupé en empaquetar muestras de panizos, que habia traído del trayecto desde Taltal i dejé un cajon al cuidado del señor administrador de La Descubridora.

DICIEMBRE 1.º

De La Esmeralda hasta la quebrada de Peralillo.

Desde la aguada de La Esmeralda seguí los primeros 10 kilómetros por una huella grande, que está mas al Oeste de la que conduce a Las Bombas. Me convencí de que todo el terreno aquí se compone de cuarcitas, con pequeñas hojas de mica i una que otra delgada capa calcárea interpuesta, visible desde lejos por su color blanco, producido por líquenes o por descomposicion.

Crucé despues al mismo camino que habia seguido el 21 de noviembre desde Las Bombas a La Esmeralda.

Medio kilómetro al Sur-Oeste de Las Bombas, tomé una huella carretera, que con varias vueltas con direccion al Sur pasa al pié Oeste del cerro de Minillas i de allí por El Portezuelo Blanco hasta Chañaral.

Desde Las Bombas hasta el cerro de Minillas calculo 10 kilómetros de camino.

Hasta aquí viene el camino subiendo sin interrupcion por una quebrada. La roca en este trecho es porfídica felspática, a veces cuarcífera, en bancos de varios colores, que, a veces, da a los cerros el aspecto de estratificacion.

Desde Minillas baja el camino continuamente, cerca de 15 kilómetros i casi en línea recta con direccion Norte Sur, hasta llegar al lecho de la quebrada de Peralito. Forma este trecho un campo abierto o llanuras inclinadas suavemente hácia dicha quebrada.

Al pié Sur del cerro de Minillas encontré diorita.

Luego mas al Sur i al Oeste del camino, conglomerado oscuro, compuesto de fragmentos de cuarzita micácea, así como los hemos visto al Oeste de la posada de «Mantos Blancos». Mas al Sur todavia cuarcitas. No tuve lugar para observar el manto de estas rocas; el rumbo es Norte Oeste.

Al lado Este estaba la llanura limitada por varios cordones de cerros oscuros, separados entre sí por quebradas que desembocaban en la llanura con direccion Suroeste. Estos cerros quedaban demasiado lejos para que me pudiera acercar.

Como 10 kilómetros al Sur de Minillas se levanta al Oeste del camino, i a la distancia de 1 kilómetro, un cerro alto compuesto de granito bajo. Esta roca reaparece al Este del camino en un cerro de alguna estension; i mas al Este todavía, es decir, al otro lado de la quebrada de Peralillo, se distingue tambien por su color, pasando al Norte i Este del «Portezuelo Blanco».

Segun pude ver, forma el granito una faja de unos 6 a 8 kilómetros de anchura i en su mayor estension dirijida, mas o ménos, de Oeste a Este o de Sureste a Noroeste. Este punto está a 15 kilómetros de Minillas.

DICIEMBRE 2

Seguí este día la quebrada hasta su embocadura en la playa. Su direccion es primero Suroeste; tuerce despues paulatinamente a Oeste i Noroeste i termina con la direccion Suroeste. Desde el alojamiento hasta la costa calculo 20 kilómetros de camino, los que con los 25 kilómetros de «Las Bombas», hacen un total de 45 kilómetros de «Las Bombas» hasta la playa.

Unos 3 kilómetros al Oeste del alojamiento se aparta un deshecho, que con direccion al Suroeste pasa por «La Cuesta de Peralillo» a Chañaral.

Dos kilómetros mas al Oeste encontré vegas con leña i agua; la última tan mala, que las mulas no querian tomarla. Las vegas se sucedian con pequeñas interrupciones en una estension de 6 a 8 kilómetros. A veces, donde tenia angosturas la quebrada, corria el agua en hilitos sobre la roca desnuda, dejando una costra de sales. En los últimos 3 kilómetros es la quebrada mui angosta i termina al fin con un precipicio, un salto vertical de algunos centenares de piés de altura. Medio kilómetro mas atras sale un caminito de leñadores, al lado del Norte, i baja otra vez a la playa, haciendo sigs-zags en una falda parada i pedregosa. Desde la playa no se divisa ni el salto ni la hoyada de la quebrada i solamente se sospecha su existencia por un cauce seco, que han dejado las aguas en las arenas de la playa.

Los cerros, al frente del alojamiento, eran todavía graníticos.

Cuatro kilómetros al Oeste principia cuarcita i conglomerado, compuestos de cuarcitas con rumbo Noroeste i manteo Oeste. Otros cuatro kilómetros al Oeste terminan las cuarcitas con rumbo al Este i sigue el granito bayo hasta el Salto, donde otra vez aparecen las cuarcitas. En la misma playa, 2 kilómetros al Sur del Salto, se trabajan por oro las arenas de la playa.

CAPÍTULO III

Viaje al «Cerro Blanco»

Salí de Pabellon siguiendo el rio Copiapó hasta el mineral del Jardin. No haré mencion de este trayecto, puesto que no era el objeto de mi viaje. Solamente observaré, que al pasar por el manto cantera de «Los Bordos» se ve una serie de conglomerados i areniscas rojas, que descansan encima de dicho manto, separándolo de la formacion de capas calcáreas i areniscas sin conglomerados que siguen mas al Este. En el mineral del Jardin, por el contrario, faltan dichos conglomerados, i las capas calcáreas, alternando con areniscas rojas, descansan inmediatamente encima del manto cantera. Esto parece indicar, que el manto cantera no tiene perfecto paralelismo con las capas estratificadas, i que es un dique mas moderno que las atraviesa. Recordaré aquí, que el manto cantera del mineral de «San Antonio», que en su carácter petrográfico tiene la mayor semejanza con el manto de «Los Bordos», se presenta de la misma manera, siendo perfectamente paralelo a la estratificacion de la formacion de conglomerados i areniscas rojas en una gran estension, i despues en la misma quebrada de «San Antonio», atravesándolas bajo un ángulo casi recto. Es esta cuestion de capital interes, tanto para los mineros, que quieran buscar en otra parte el depósito platífero que acompaña el manto cantera en «Los Bordos», como para los jeólogos, que en caso de ser el manto cantera una capa verdaderamente estratificada, tendrian en él un horizonte jeológico, que serviria de excelente guia en otras partes para identificar las formaciones jeológicas. Por la importancia de la cuestion quiero admitir, sin embargo, la posibilidad de una equivocacion en la observacion de falta de paralelismo, entre el manto cantera i los conglomerados en «San Antonio», reservando el punto a una nueva investigacion.

En la entrada a la quebrada del «Jardin», sufre el manto cantera notables variaciones en su rumbo, en parte, solamente aparentes, debidas a los distintos cortes que hacen las quebradas; en parte, tambien verdaderos cambios de rumbo, en que tambien participa toda la formacion estratificada.

En cuanto a los depósitos metalíferos, que acompañan el manto cantera a los dos lados, los considero mas modernos que el manto i debidos a vetas que han encontrado mas facilidad para abrirse camino por las cajas del manto ya existente, hecho observado en muchos minerales de Chile i de otras partes del mundo. De esto resulta, que aunque el manto cantera de «Los Bordos» i de «San Antonio» fuera el mismo, nunca podrian ser las mismas las vetas encontradas en las dos partes.

En cuanto al nombre de traquita, que Pissis da al manto de «San Antonio», para cuyo nombre no he podido ver otra razon que su consistencia porosa i tofosa, observaré que el mismo manto, un poco al Este del mineral, está atravesado por un poderoso dique de felsita, hecho que relega el manto cantera a una época jeológica anterior a la de las traquitas.

La formacion de capas calcáreas de areniscas, i de yeso, que descansan encima del manto cantera de «Los Bordos» i cuyos variados colores han dado su nombre al «Jardin», es la misma que Pissis clasifica como Frias i Darwin, como equivalente a la formacion calcárea de Chañarcillo. Es, sin embargo, más moderno de lo que la consideran estos dos sabios, puesto que descansa sobre la formacion de los conglomerados i areniscas rojas, que a su vez descansan sobre la formacion de Chañarcillo, formacion que el mismo Darwin clasifica como oolítico cretáceo. Llamo la atencion sobre la perfecta concordancia o paralelismo entre las capas calcáreas de Chañarcillo, de los conglomerados i areniscas rojas i de las capas calcáreas, alternando con areniscas i yeso del «Jardin» i de «Los Bordos», hecho que parece indicar que todas estas capas pertenecen a la misma época jeológica. Por lo demas, me refiero a este respecto al perfil jeológico del rio de Copiapó.

Seguí la quebrada del Jardin hasta su nacimiento en el llano de arriba. Hasta aquí la acompaña el manto cantera, para ocultarse despues debajo de las capas terciarias, que forman el llano; sin embargo, revienta un par de veces ántes de llegar al mineral de «Sacramento», donde junto con la formacion estratificada, se reemplaza por rocas eruptivas de varias clases. Son estas rocas felpáticas, bayas, de estructura granuda, el panizo pintado en las minas de plata de aquel mineral; ademas, una roca azuleja, a veces compacta, a veces con cristales de felpato; en este panizo no pintan las vetas. Tambien se encuentran diques de diorita porfídica, tambien mal panizo. Estas tres rocas se encuentran alternando varias veces i dan con sus distintos colores al mineral un aspecto variado. El mineral de «Sacramento» forma la base Norte de un cerro alto, que se eleva mas al Sur; cerro que no alcancé a visitar; pero por su aspecto uniforme parece eruptivo. Es el mismo cerro, que visto del Oeste desde la línea férrea de Chañarcillo, presenta las estratificaciones de los conglomerados i areniscas rojas desde su base hasta la cumbre.

En «Sacramento» observé los siguientes rumbos de vetas:

| | | |
|------------------|-----------------------|------------------|
| Reina Cobriza... | Rumbo Norte 20 Oeste, | manteo 20° Oeste |
| Descubridora.... | » Norte 20 Oeste, | » 50° Oeste |
| Otra mina | » Norte 40 Oeste, | » 20° Oeste |

El criadero es carbonato de cal, i los metales, arsénico nativo con bronce, blenda i galena.

Solamente en la Reina Cobriza habia tres o cuatro peones; por lo demas, estaba completamente abandonado el mineral.

Al Este de la línea indicada por el manto cantera, se encuentran arriba, en el llano, cerros bajos, que forman la continuacion de los cerros i panizos mas al Norte, es decir, la formacion de las capas calcáreas, de yeso i de areniscas, que pasan por la base Oeste de los cerros de Checo, La Plata i Buenos Aires, i la formacion porfídica, que forma la cumbre de dichos cerros. Al Este de Sacramento hai otro manto cantera con manteo, parte horizontal, parte Este.

Continuando por la línea de los pórfidos, se distingue desde léjos un cerro por su color bayo. Se compone de una roca felspática baya con estructura granuda. Este cerro me lo indicaron con el nombre de Las Cañas. No ví ninguna mina aquí, sino una veta vecina escarpada, con rumbo Norte 20 Oeste i casi parada. El criadero de la veta era tofo i óxido de fierro i daba 10 marcos por plata. Este cerro está casi al Norte de las minas Altar de Cobre i Altar de Plata, minas que dan vista al rio i a Punta Brava, i que, a juzgar de léjos, están situadas en pórfidos oscuros, atravesadas por diques bayos. Un poco mas al Este i dando vista al rio está el agua de Las Cañas; al Norte de éste se estiende el llano de Cañas.

Me alojé en el cerro de Cañas. El dia siguiente seguí camino al Cerro Blanco, atravesando el llano de Cañas i sin poderme acercar a un cerro aislado i corpulento al Sur. Al lado Norte vi la línea diorítica de La Puerta subir por la quebrada de Las Cañas. Al atravesar un portezuelo porfídico bajo, encontré una aguada de nombre desconocida, diez metros distante de la huella carretera.

Luego, ántes de llegar al portezuelo, que divide las aguas que corren al rio Copiapó con las que corren a Carrizal, dejé al lado derecho un cerro alto, en parte compuesto de brechas o conglomerados oscuros estratificados, en parte de una roca felspática media tofosa i blanco de nieve. Entre este cerro i el Cerro Blanco, corre con direccion Norte-Sur, una quebrada angosta, que pasa por el establecimiento de fundicion La Polvorera hasta Yervas Buenas, término del ferrocarril de Carrizal. El fondo de esta quebrada, i por consiguiente, la base de los dos cerros mencionados, se compone de pórfidos felspáticos oscuros i diorita, grano fino. Subiendo del establecimiento de La Polvorera, 5.400 piés sobre el mar, que hace tiempo está abandonado, hasta la mina de cobre La Agua Amarilla, pasa el camino por pórfido felspático oscuro, que alterna con pórfido bayo. La mina hace beneficio en el panizo bayo i se brocea en panizo oscuro, segun me dijo el administrador. La veta tiene rumbo Sur-Norte; va primero casi vertical, i en hondura, toma un manteo pronunciado al Oeste, cambio que no influye en la riqueza de la veta. Donde la veta cruza la quebrada, ha tenido bronce al sol, miéntras que mas arriba en las dos laderas ha tenido metal de color. Es evidente que las aguas de la quebrada han destruido en esta parte toda la rejion de color.

La veta varía de uno a tres metros de ancho i se ha reconocido en una estension de 500 metros en beneficio. El criadero es cuarzo i arenilla con pirita, a veces con sulfuros de bismuto i apatita; el metal, bronce amarillo. Las minas de Cerro Blanco i especialmente la Coquimbana forman una escepcion en Chile por su riqueza en minerales cristalizados. He visto en muestras estraidas de ojedades las siguientes especies cristalizadas: bronce amarillo, bronce blanco, cuarzo, brunoespato calcáreo, sulfuro de bismuto, cobre gris. Los bronces han cristalizado primero; sobrepuesto sobre éstos se encuentra el cuarzo; sobre éste, el bruno espato.

Cristales del bronce blanco no he visto sino embutidos en el bronce amarillo i rodeado por él en todas partes. Los metales dan, segun el administrador, un marco de plata, talvez debido al cobre gris.

Se encuentran en Cerro Blanco un gran número de minas de segundo orden, que el tiempo no me permitió visitar. Todas parecen estar en el mismo panizo bayo.

La altura de La Agua Amarilla sobre el mar, es, segun mi aneroide de 6.600 piés; la mayor parte de las minas están mas arriba.

Mas arriba de las minas de cobre hai dos minas de plata abandonadas. Visité una de ellas que estaba trabajada superficialmente en mucha estension, ignorando la hondura, que, a juzgar por los desmontes, no ha sido insignificante. El panizo es una brecha blanca llena de fragmentos de pórfido felpático oscuro; en bancos casi horizontales ocupa esta brecha la mayor parte de la cumbre del cerro.

Ademas de esta brecha, vi en la boca-mina una roca felpática baya, medio caolinizada; i ademas, en los desmontes, trozos de una roca eruptiva oscura, grano fino. En la cancha habia de los criaderos de la veta, cuarzo con granos de cobre gris galena, blenda i bronce; ademas *cachibarita* i de cal, sin indicios de metal.

Mas arriba hai otra mina de plata, que no visité, tambien abandonada, pero trabajada antiguamente por los señores Gallo. No sé a cuál de estas dos minas se referian personas que me contaron que habian sido trabajadas por los indios i despues por los españoles, i que últimamente, el señor Jorje Montt habia tratado de desaterrarla, llegando a la hondura de 280 metros sin terminar.

La cumbre del cerro es formada por las brechas blancas mencionadas i por otras mas oscuras. Estas últimas contienen fragmentos de pórfido cuarcífero i de diorita. Llamo la atencion a los fragmentos de diorita, que en la cumbre mas al Este se encuentran con alguna frecuencia, la única parte donde hasta ahora los he encontrado. Trozos de granito redondeados (no sé si tambien de diorita) hai entre las areniscas rojas en la punta de cerro que divide las quebradas de Pulido i Manflas.

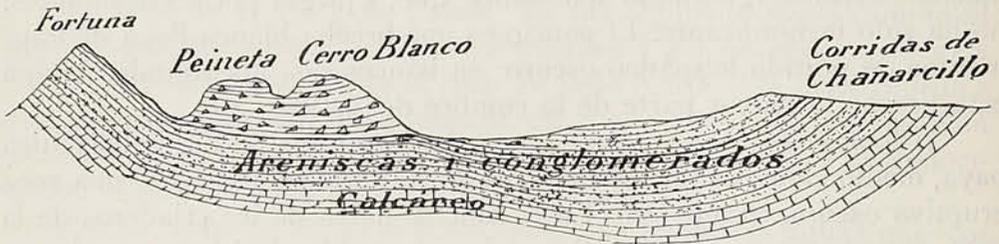
La altura de la cumbre del Cerro Blanco sobre el nivel del mar, es, segun mi aneroide, de 8.900 piés.

De Cerro Blanco me dirijí a la mina de Amolanas. El camino conduce por la falda Sur del Cerro Blanco, atravesando en parte la brechas mencionadas, en parte pórfidos felspáticos azulejos i felsita baya. Por lo ménos la última la considero mas moderna que las brechas. Se sube a un portezuelo, que dividen las aguas que corren al Carrizal i las que corren a Copiapó. Al Sur i Sur-Este se eleva el cerro de La Peineta, que, visto a la distancia parece compuesto de los mismos bancos de brechas que Cerro Blanco, con el cual tambien en sus formas esteriore tiene mucha semejanza. La Peineta es mas alta que Cerro Blanco.

Mas al Sur de la quebrada, que baja de los cerros de La Fortuna a Carrizal, se divisa una serranía alta, segun parece, sin estratificacion, de colores bayos, en parte con manchas de panizos oscuros.

Al Oeste de Cerro Blanco i al Sur-Este del cerro de Sacramento, se divisa al Norte de la línea férrea de Carrizal un banco blanco, del mismo aspecto que el manto cantera de Los Bordos. Parece estar mas al Este que aquél i tener su manteo al Oeste.

En las lomas bajas, que acompañan la línea férrea de Carrizal, se divisan desde la cumbre del Cerro Blanco estratificaciones, que parecen indicar la estructura del terreno que sigue:



Llamo la atención sobre el manteo al Este, que se observa al Sur-Oeste de Cerro Blanco, manteo que no se ve en el río de Copiapó, por estar el lugar correspondiente ocupado por eruptivos (los pórfidos i dioritas entre Tres Puentes i Los Loros).

Antes de abandonar el Cerro Blanco mencionaré todavía que brechas parecidas a las de este cerro ocupan la cumbre del Cerro de Leones i probablemente una gran parte de los cerros, desde Leones a Lomas Bayas, donde tambien se encuentran, por ejemplo en las minas Merceditas i Dieziocho. En Leones se ven atravesados por diques felsíticos bayos, prueba de que las brechas son anteriores al felsita. Mas al Norte se hallan otra vez en el cerro de Carrizalillo. Los considero como eruptivos i relacionados con el manto cantera de Los Bordos, que tambien contiene los mismos fragmentos de pórfidos oscuros en una masa con uno que otro cristalito de un felspato amarillento. Hai la diferencia sí, que la masa del manto cantera es mucho mas caolinizada que la de las brechas de Cerro Blanco i Leones.

Pasado el portezuelo, que divide el Cerro Blanco, de La Peineta, se ve mui poco terreno estratificado hasta llegar a Amolanas. La formacion de las areniscas rojas, que debia aparecer aquí, está reemplazada por pórfidos felspáticos oscuros, a veces alternando con felsitas bayas.

El camino atraviesa una quebrada, donde está el agua de la Cortadera; aquí se ven escorias de un antiguo establecimiento de fundicion.

Al caer a la quebrada, donde está la mina del señor Bruno Montt, atraviesa una faja de panizos estratificados con manteo al Oeste. La entrada de la noche me impidió estudiarla detenidamente, pero por su color oscuro i lo deshecho que estaba, creo que deben ser o areniscas rojas desmoronadizas o margas. Su espesor apénas alcanza a 100 metros.

El depósito metalífero se halla en un dique felsítico, que corre de Norte a Sur, con manteo al Oeste i un ancho de 30 a 50 metros.

El metal, que al sol ha sido de color i actualmente es sulfuro de cobre con bronce morado i hasta en los planes bronce amarillo, se encuentra impregnado, sin ningun criadero en la felsita, en ojos, desde el tamaño de una cabeza (lo que es raro) hasta partículas apénas visibles. Se halla especialmente cerca la caja de patilla del dique i van limitados por resbalamientos, parecidos a cajas de veta.

Considero la impregnacion de los metales como posterior a la formacion de la felsita.

El depósito metalífero es mui importante por la abundancia de metales pobres libres de fierro, que se prestan mucho a la separacion por el lavado.

La caja de patilla del dique felsítico es un pórfido oscuro de algun espesor. Mas al Este sigue la formacion calcárea de Amolanas i Manflas con manteo al Oeste. No haré mencion ni de esta ni de las otras dos formaciones jeológicas del rio de Copiapó que atravesé a mi vuelta.

Solamente me ocuparé de la mina Pepa de Punta Brava. Esta está cerca del contacto entre la línea porfídica Buenos Aires, La Plata, Checo, etc., i la línea diorítica, que sigue al Este. La base del cerro es diorítica i granítica. La mina se encuentra en una roca oscura, homogénea eruptiva, a veces sin señal de cristalizacion; otras veces con estructura granuda, pero siempre de color homogéneo sin divisarse cristales blancos de felpato. La roca se parece en este caso mucho a la roca de Capí i Bandurrias. La presencia de diorita en estos cerros, da una composicion mui parecida a la de Punta Brava, con la diferencia de que en los primeros la estructura granuda es la regla i en Punta Brava la escepcion.

En el mineral del Indio Muerto existen las dos modificaciones de la roca, tanto la granuda, como la compacta, segun parece alternando en bancos. En este mineral no hai rocas dioríticas; pero numerosos

diques felsíticos corren del Sur al Norte media legua o una legua al Oeste del mineral.

Otra parte, donde he visto la misma roca, es el cerro de Doña Ines Chica. Ocupa aquí la parte Este del cerro entre las quebradas de La Encantada i la de Ines Chica. Al lado Oeste descansa sobre rocas dioríticas. La roca es aquí compacta, rara vez con estructura cristalina.

La veta de la mina Pepa, en Punta Brava, corre Este 20 Norte, manto al Norte. Hai veta i guia; la última con criadero de carbonato de cal; la primera tambien de cachibarita. Al sol ha habido plomos cálidos; en la rejion fria, antimoniuro de plata con arseniuro de fierro i plata blanca en forma de filigranas. Segun el laborero, hai cruceros broceadores, venillas delgadas con carbonato de cal, i cruceros pintadores, grietas delgadas sin criadero ninguno.

A veces se pega la veta a diques dioríticos, lo que parece favorable.

Con esto terminan mis observaciones jeológicas en esta excursion.

La topografía del terreno recorrido queda presentada en el cróquis que acompaño.

CAPITULO IV

Viaje a la Quebrada de Los Cóndores

Tanto la jeología como la topografía del terreno recorrido en este viaje se ve mejor en los cróquis que acompaño, que puedo explicarlos verbalmente. Me limitaré a unas pocas observaciones.

La formacion calcárea de Chañarcillo pasa por la desembocadura de la quebrada Los Cóndores. El carácter mineralógico ha variado; las capas calcáreas son mas impuras que en Chañarcillo; la cal está en parte reemplazada por una arcilla o arena baya, que en la quebrada, que sigue mas al Norte (la que baja de Potrillos), predomina completamente sobre la cal; así que segun parece, hai una transicion lenta entre las capas calcáreas de Chañarcillo, que solamente al descomponerse dejan en la superficie un polvo bayo, i areniscas i conglomerados bayos, que contienen nada o poco de cal. Los fragmentos de estas areniscas i conglomerados son de pórfido felpático bayo. Capas de areniscas rojas i conglomerados alternan con las capas calcáreas. En una parte las atraviesa un pórfido oscuro con cristales de felpato perfectamente bien formados. Al descomponerse el cimientto quedan los cristales sobresalientes. He notado las siguientes caras: base, prisma, hemi-octaedro, domo, cara clino-diagonal. Las areniscas rojas se ven descansando inmediatamente sobre la formacion calcárea.

Al pié Oeste de los cerros del Checo i Potrillos pasa una faja de pórfido oscuro felpático, que tiene la particularidad de descomponerse con un color rojo a la superficie. En una masa oscura están embutidos

cristales blancos de felspató, muy redondeados; se ve también a veces cristales de hornblenda. Este pórfido tiene mucha extensión hacia el Norte, donde pasa al Norte de la quebrada de La Barrilla hasta los cerros de Púquios i Alcota. Pero solamente una faja angosta tiene a la superficie el color rojo. Sospecho que éste sea debido a la descomposición de la hornblenda, que esta faja tal vez contenga en mayor cantidad.

Me alojé la primera noche en una quebrada lateral, que con dirección Norte-Sur entra hacia las minas de plata de Checo. La quebrada va sobre el contacto entre los pórfidos i también algunas areniscas rojas al Oeste, i la diorita al Este. La diorita avanza aquí más al Oeste que de costumbre. Media legua de la boca de la quebrada está la aguada de Arenillas. Aquí venían mineros a llevar agua a una mina de cobre situada a 1 i 1/2 legua al Oeste, que no visité.

Al día siguiente crucé la faja diorítica, observando que, como siempre, se compone de distintas variedades, unas más claras, otras más oscuras, unas con anfíbola, otras con mica.

Pasé por la finca de Martínez, situada en una quebrada, que con dirección Sur-Este entra desde la quebrada de Barrilla (o San Miguel) hasta cerca de Carrizalillo. La finca dista una legua de la quebrada de la Barrilla. Tiene 48 higueras, parrones, duraznos, perales i alfalfa. Hai escoriales de un horno que funcionaba antes de 1851, i pertenecía a un inglés.

Una legua al Oeste de la finca pasé por una minita con galenas i verdeones en criadero de cuarzo, rumbo Este-Oeste con un poco de manteo al Norte; tenía dos peones. Estaba situada en los pórfidos oscuros a media falda del cerro de Potrillos. Me decían, que en el terreno diorítico hai muchas minitas de cobre i de oro abandonadas.

Olvidé observar que las cumbres altas del cerro de Potrillos, lo mismo que El Checo, Buenos Aires, Garín, Alcota, se componen de pórfido oscuro, mientras que la faja diorítica ocupa la falda Este. Una de las cúspides del Potrillo, que está un poco más al Este, es también diorítica i de allá sale un dique bajo al lado Oeste del cordón, atravesando el pórfido.

Alojé la segunda noche en la quebrada de La Barrilla, sin agua. Noté aquí que en la entrada de la quebrada de Garín (que pasa por el mineral) i un poco más al Este, las areniscas rojas tenían manteo al Oeste.

El día siguiente subí al cerro del Cinchado por caminos estraviados i malísimos, atravesando la mayor parte del terreno entre el Potrillo i el Cinchado. Este terreno se componía de conglomerados rojos, cuyo manteo era difícil descifrar, i de pórfidos eruptivos rojos. Cerca del pie del Potrillo divisé a la distancia una faja estratificada con manteo al Este, de varios colores; por su posición corresponden al terreno estratificado encima del manto cantera de Los Bordos. Al pie Este del Cinchado se extiende de Norte al Sur una faja diorítica distingui-

ble desde léjos por su color rojo. La cumbre del cerro se compone de una brecha, que considero como eruptiva. En una masa felsítica, de color claro, están embutidos numerosos fragmentos de un pórfido oscuro con cristales blancos de felpato. Se parece algo a las brechas de Cerro Blanco i de Los Leones. Está dividida en bancos fuertemente inclinados al Este. Por su posicion coincide esta brecha con el manto cantera de Los Bordos.

En el contacto entre la brecha i la diorita encontré un picado, sin duda trabajado por plata. Los metales eran de un tofo blanco con verdeones, rumbo Sur-Norte. Mas al Este, al pié del cerro, se divisaba otro picado dentro de la faja colorada diorítica, al cual no tuve tiempo de acercarme. Otro cuerpo de la brecha pasa dentro de la diorita. Inmediatamente al Este de la faja diorítica observé areniscas rojas de grano mui fino, manteando al Este i mas al Este pórfido rojo eruptivo.

Bajé al lado Sur del cerro. A su pié hai un chiflon con buena agua; pero se necesita llevar balde para dar a las mulas. Hasta aquí entra huella carretera. Al pié Sur del cerro de Cinchado pasa una quebrada con rumbo jeneral, Oeste-Este 15° Sur. Entra hasta El Potrillo, cuyas aguas recibe junto con otra quebrada mas al Sur, que viene a juntarse con la primera, media legua al Oeste del Cinchado. La quebrada desemboca frente al kilómetro 101.

El terreno entre El Cinchado i la quebrada de Púquios es mui bajo; en varias partes un rebaje de unos 8 metros haria desviarse las aguas de la quebrada del Cinchado hasta la de Los Cóndores.

El panizo al Oeste del Cinchado es primero pórfido oscuro con cristales redondeados blancos; mas al Oeste sigue una formacion poderosa de areniscas rojas con manteo al Este, en donde hai una mina abandonada de cobre; i mas al Oeste la formacion calcárea, que aquí da el mismo perfil que en la quebrada de Los Cóndores.

CAPITULO V

Viaje a Bandurrias

Subí por el portezuelo de Chancoquin, empleando una hora en el camino. El portezuelo divide la formacion diorítica i labradorítica al Oeste de la roca que constituye el cerro de Capi. Es esta una roca verdosa azuleja, a veces con cristales de color indefinido de felpato, pero jeneralmente con toda la masa cristalina, estructura granuda, toda de un solo color azulejo verdoso. Al Este del portezuelo se hallan todavía trozos de panizo diorítico i felsítico dentro de la roca mencionada de Capi.

Subí con direccion al Este 35° Sur por una quebrada que 2 kilómetros mas al Este baja al lado de Paipote con la misma direccion Este 35° Sur. Desemboca frente al kilómetro 93. En esta quebrada vi una mina abandonada de plata con rumbo Norte 10° Oeste, manteo Oeste,

criadero tofo con verdeones. El panizo eruptivo seguía hasta cerca de la boca de la quebrada; allá encontré al lado Sur terreno terciario i al lado Norte terreno calcáreo, manteando al Oeste i rumbo Sur-Norte, mas o ménos. Las capas calcáreas estaban en parte transformadas en mármol de un color blanco sucio, parte en granate, en un mineral fibroso, algo parecido al asbesto, i en un mineral parecido al escapolita.

En la roca eruptiva se ha trabajado una veta de plata, actualmente abandonada, con rumbo Norte 25° Oeste i manteo. Acercándose al panizo calcáreo toma la veta paulatinamente el rumbo Norte-Sur, es decir, perpendicular al contacto entre las dos formaciones i al llegar al panizo calcáreo se pierde la veta en un pelo.

Seguí la quebrada de Paipote un par de kilómetros para adentro, siempre con la formacion calcárea a la mano izquierda. Entré por una quebrada, en cuya desembocadura se habia trabajado una mina de cobre. Me dicen que esta mina es la de Bandurrias, que ha sido mui abundante en metales de 10 a 12% . Habia dos depósitos metalíferos: uno al nivel de la quebrada, era un rebosadero con criadero de carbonato de cal i metal de color en una capa dura de arenisca roja, que alterna con las capas calcáreas. El depósito de mas arriba, que no visité, se veía mas o ménos en el contacto entre la arenisca roja i las capas calcáreas. Poco al Este aparece pórfido oscuro i despues dioritas. No era posible penetrar por esta quebrada i volví a la quebrada de Paipote. Mas o ménos al frente de la quebrada de Cóndores se retiran los cerros de Bandurrias hácia el Oeste. Aquí entré pasando primero por un terreno bajo de suave inclinacion cubierto de aluvion. En éste desembocan varias quebradas, que bajan de la serranía alta de Bandurrias, todas ellas inaccesibles. Subí al último por la cuchilla de un cerro que me llevó hasta mui cerca de la cumbre mas alta del cordon de Bandurrias.

Todo este cordon, que desde léjos se ve dividido en bancos horizontales, tiene desde los piés hasta la cumbre una composicion mui homogénea. Consta todo del mismo panizo eruptivo de Capi, la roca azuleja granuda que hemos visto en Punta Brava, en Indio Muerto i en Punta de Varas, cerca de Chimbero. Al pié Este de la serranía queda la formacion calcárea, que todavía seguía para el Norte, manteando al Este i cubierto de areniscas rojas al lado Este.

La mina de plata Don Pedro Leon, estaba en abandono. La veta corre Oeste 30° Norte i mantea al Noreste. En la cancha encontré criaderos de cuarzo, cachibarita i cachi de cal con pecas de metal acerado. La roca es la misma roca azuleja de todo el cerro, que aquí cerca de la veta, ha perdido su color bayo.

Ademas adviértese que toda la falda Oeste del cerro de Bandurrias está cubierta por una greda baya, que da una idea mui falsa del color verdadero de la roca, que es azuleja.

JEOLOGIA DE LA REJION CENTRAL

Para punto de partida tomaré la quebrada de Púquios, desde su union con la quebrada de Paipote. El perfil de esta última lo daré en la descripción de mi segundo viaje.

La quebrada de Púquios tiene apenas una legua de estension, desde su origen en el llano de Varas hasta su desembocadura en la quebrada de Paipote. Es tan angosta, que a veces apenas cabe el camino carretero, que reúne los minerales de Tres Puntas, Chimbero, Inca, Cachiyuyo i otros con el ferrocarril. Sirve de salida para las aguas del Llano de Varas, que revientan por primera vez en una vega en la parte mas baja del llano o sea en las cabeceras de la quebrada de Púquios. Estas aguas se aprovechan por el establecimiento de amalgamacion, que beneficia los metales de la mina Buena Esperanza, i corren como un hilo delgado hasta la quebrada de Paipote, donde se pierden un par de kilómetros mas abajo.

En su desembocadura en la quebrada de Paipote está cortada la quebrada de Púquios en un pórfido oscuro con cristales de feldspato. Al lado Este aparecen areniscas calcáreas con rumbo Noroeste i fuertemente inclinadas al Oeste. Pertenecen a un trozo de la formacion cretáceo-olítica, que ha sido envuelto completamente en el pórfido. Mas adentro ocupa el pórfido los dos lados de la quebrada hasta ser reemplazado por un eurita compacta de color bayo, que sigue hasta el Llano de Varas.

En el eurita hai varias minas situadas en el mismo fondo de la quebrada. Trabajan varias vetas i mantos de cobre, que han sido de alguna importancia. Actualmente están mui atrasados los trabajos por la abundancia de agua.

El pórfido oscuro encierra mas al sur de la quebrada varias minas importantes de cobre, que ahora están casi sin trabajo; entre ellas están

la Farellon, Sofía i Brilladora, todas ricas en metales de color i bronce negros, sin haber tomado la región de bronce amarillos. Anoté los siguientes rumbos de las vetas:

Sofía, rumbo N. 20 O., manteo O.
 Farellon, rumbo N. 40 O., manteo O.
 Brilladora, rumbo E. O., vertical.

El pórfido contiene aquí numerosos fragmentos redondeados, de la misma clase de pórfido a menudo desteñidos i transformados en pista-cia. No tuve tiempo de averiguar si pertenecen a verdaderos conglomerados estratificados.

El pórfido está atravesado por varios diques euríticos, a veces con hojas de mica. Son de mucha corrida, con rumbo mas o menos Norte-Sur i tienen su origen en el terreno eurítico de la quebrada. El eurita es, por consiguiente, mas moderno que el pórfido que atraviesa, así como el pórfido es mas moderno que la formación calcárea.

La cumbre i la falda Oeste del cerro alto de Púquios, que está al Sur de la quebrada, están compuestas de una roca con estructura granuda, color plumizo; no demuestra mas componentes que el feldspato. Es magnética. En esta roca se encuentra la importante mina de cobre «La Dulcinea», una de las pocas minas en Púquios, que han tomado los bronce amarillos, que aquí han probado ser muy ricos. Trabaja una veta vertical con rumbo Norte 20 Oeste.

Al pié de la mina hai una loma baya o blanca que no se distingue de la roca plumiza del cerro sino por su color. No sería extraño que tanto el color plumizo como el magnetismo fuera debido a hierro magnético, microscópico, distribuido en el feldspato.

El Llano de Varas está limitado al Sur por los cerros de Púquios i Cachiyuyo; al Oeste por este último i los cerros que se estienden al Norte del «Chimbero»; al Este por los cerros de «Fraga» i «San Andres»; i al Norte llega hasta cerca del «Pingo». Comunica al Sur con la quebrada de Llampos i al Norte con el gran llano del desierto.

El pique de la aguada de la «Buena Esperanza» da una idea de las diversas capas que componen este llano. Según el ademador el pique tiene 214 metros de hondura. De éstos se componen los primeros 50 metros superiores de piedra filuda; después siguen mas abajo 20 metros de tertel blanco (¿tofo traquítico?), i después 144 metros de una mezcla de ripio redondo i arena. Los últimos 34 metros llevan agua en un terreno donde abunda mas el ripio que la arena. El agua es dulce i abundante. Sin embargo, merma con el tiempo i es necesario de vez en cuando profundizar el pique. Son probablemente estas mismas capas, que en la aguada de Púquios salen al sol.

Si no se toman en cuenta los 50 metros superiores de piedra filuda, que sin duda es terreno acarreado por las lluvias, tenemos aquí el mismo corte que se ve en casi todas las quebradas del desierto, es decir, una formación estratificada, compuesta de ripio redondeado, alternado con capas de arena i arcilla. Encima la cubre una capa traquítica, a veces con aspecto de ceniza o conglomerado; otras veces se compone de traquita porfídica de colores claros, i de rhotinita oscuro de aspecto completamente de roca eruptiva. También es jeneral encima de la capa traquítica, otra capa de piedra filuda; capa delgada, que en el pique de «La Buena Esperanza» ha tomado un extraordinario espesor. Tendré ocasion de mencionar esta formación varias veces en adelante, i para mayor brevedad la llamaré la formación terciaria.

En la parte Sur-oeste del llano de Varas i al pié del cerro de Cachiyuyo de Oro hai otra aguada con un pique que, segun el mismo ademador, primero atraviesa 20 metros de piedra filuda i despues 13 metros de piedra redonda i arena, que da abundante agua. Este pique pertenece al establecimiento de Ñanjari, que beneficia los metales de las vetas de oro, que se trabajan en el cerro de Cachiyuyo. Tienen estas vetas por criadero cuarzo i arenilla; en una veta es el cuarzo el criadero mas favorable, en otra la arenilla, especialmente la de grano mas fino. Se beneficiaba durante nuestra visita metales de 4 onzas por cajon, pero salen tambien metales de 60 i 100 onzas. La abundancia de metales i la facilidad del agua para el beneficio, promete a este mineral un gran porvenir.

La roca, en que se hallan encajadas las vetas, es diorita con felpato blanco i anfíbola. Por su color blanquizco se distingue desde léjos i forma un macizo de cerro bastante considerable. Hacia el Sur i Oeste continúan cerros mas altos i de color mas oscuro; por sus formas escarpadas parecen pertenecer siempre a las rocas felspáticas anfibólicas, debiéndose su color oscuro probablemente a otro felpato.

En el camino al Chimbero se atraviesa primero rocas de esta especie, que tambien forman el cerro Punta de Varas (¿labradorita?).

En las últimas dos leguas ántes de llegar al Chimbero son reemplazados los cerros por lomas bajas, compuestas de un pórfido eurítico de colores mui variables. El eurita toma en el Chimbero un color bayo i ocupa toda la loma en que está situada la famosa mina Buena Esperanza.

La plata se encuentra aquí en una gran cantidad de mantos, es decir, vetas manteadas, de varios rumbos i manteos, i que se cruzan en distintas direcciones; hai ademas una veta casi vertical. La veta ha tenido beneficio solamente donde atraviesa la rejion de los mantos, mientras que en los mantos el beneficio se estiende a todos lados de la veta hasta la distancia de 100 metros i mas.

Los metales son cloruros, cloro-bromuros, polibasita, rosicler, plomo ronco. El criadero es a veces calcáreo, a veces arcilloso, pero el

criadero mas comun es la misma roca eurítica impregnada de los metales nombrados, mezclados con galena i pirita.

La Buena Esperanza está mui cerca del contacto con la formacion calcárea, que se estiende desde Tres Puntas hasta aquí. La mina vecina de la Buena Esperanza, La Margarita, ya está en éste panizo. El eurita es sin duda la mas moderna de las dos formaciones. Es digno de notar que el panizo calcáreo, tan pintador en Chañarcillo, en Tres Puntas, en La Florida i otras partes, en el Chimbero queda mui atras del eurita de La Buena Esperanza, con respecto a la riqueza de las vetas que encierra. Mas adelante veremos, que lo mismo sucede en La Encantada, en El Chaco, en Incahuasi.

La formacion estratificada de Tres Puntas i el Chimbero tienen rumbo Norte con pocos grados al Este, lo mismo que la formacion calcárea de Chañarcillo, cuya continuacion sin duda es. El manteo es tanto en Tres Puntas como en El Chimbero al Este.

El perfil núm. 1 demuestra la sucesion de los distintos panizos desde El Chimbero hasta Tres Puntas.

Saliendo del eurita o felsita de La Buena Esperanza hácia Tres Puntas, es decir, al Oeste, se pasa siempre de las rocas mas modernas a las mas antiguas. Despues del eurita o felsita se encuentran luego capas calcáreas, atravesadas por un dique mui tendido de eurita. Avanzando hácia el Oeste se reemplazan gradualmente esas capas por otras compuestas por una mezcla de granos i cristales de granate con carbonato de cal, blanco i cristalino. Son evidentemente estas capas un producto metamórfico de areniscas calcáreas.

Capas análogas se encuentran en abundancia en Chañarcillo, al Sur de La Constancia i en el cerro de Los Carros, en las dos partes cerca del panizo verde, es decir, una roca felspática eruptiva.

En estas capas se encuentran las minas Republicana i Volcan, que trabajan vetas de plata.

Continuando hácia el Oeste encontramos otra vez las capas calcáreas no metamorfoseadas; están aquí las minas Monte Cristo i Barcelonesa. La última trabaja un rebosadero de plata de pequeñas guías que a veces desaparecen completamente para volver despues a dar metal mui rico.

Termina el mineral del Chimbero por un gran banco eruptivo, que sale debajo de las capas anteriores con el mismo rumbo i manteo mas o ménos que ellas. Llega a tener hasta 50 metros de espesor i se compone de felspato i anfíbola en cristales rectangulares de mas de una pulgada de largo, los que dan a la roca un aspecto porfídico. (Diorita porfídica).

El banco encierra vetas de fierro magnético con el mismo rumbo i manteo que el banco mismo.

Todas las capas estratificadas del Chimbero están encima de este banco; todas las de Tres Puntas están debajo.

En Tres Puntas han desaparecido por la denudacion todas las capas del Chimbero i la mayor parte tambien del banco diorítico. En el Sur del mineral, cerca de las minas San Rafael i La Gallofa, existen lomas del diorita porfídica. En la cumbre del cerro del Manto San José hai un capote de la misma piedra, que ha pertenecido al mismo banco. Toda la cumbre i la falda Este del cerro de La Juana es lo mismo. En el Norte del mineral no existe el banco diorítico i las formaciones de Tres Puntas i las del Chimbero están en inmediato contacto.

Pasando ahora al estudio de los panizos de Tres Puntas, se encuentran en la cumbre del cerro San José, debajo del capote de diorita porfídica i en inmediato contacto con él, unas capas delgadas calcáreas casi negras i mui hediondas al quebrarlas. El mismo contacto es ferruginoso i metalizado i se ha reconocido con varios labores, pero sin resultado favorable.

Abajo de las capas calcáreas negras siguen otras de color plomizo i pizarras, que adentro en las minas son bien negras pero al sol mui desteñidas. Esta serie de capas forman apénas un espesor de 20 metros. Descansa sobre una arenisca calcárea llena de conchas de pectenias i ostras. Es jeneralmente la cal tanto de las areniscas como de las conchas bien cristalina i blanca. El grueso de esta capa varía de 2 a 6 metros; tiene una estension mui grande i forma un excelente horizonte jeológico.

Mas abajo siguen todavía unos pocos metros de areniscas sin conchas i con éstas se concluyen las rocas verdaderamente sedimentarias.

Las areniscas descansan sobre una capa de porfido aujítico con cristales de aujita perfectamente desarrollados por todos lados i embutidos en una masa oscura. Parece mas o ménos paralela con las areniscas i tiene de 10 a 20 metros de espesor.

Debajo del pórfido aujítico viene una formacion mui gruesa de pórfido felspático con cristales blancos de felspato embutidos en una masa oscura.

Este pórfido se ve tanto en el cerro de San José como en el cerro del Medio, especialmente al lado Oeste, donde los cerros con una inclinacion mui fuerte caen hácia el llano unos 200 metros mas abajo. Presentan a la vista capas alternantes de varios colores, coincidiendo tanto el rumbo como el manteo con el de las areniscas i capas calcáreas.

Vistas de alguna distancia tienen una semejanza completa con capas estratificadas sedimentarias, pero examinándolas de cerca se conoce que se diferencian entre sí solamente por el grado de descomposicion.

Las capas oscuras presentan el pórfido en un estado poco o nada descompuesto; las capas bayas i verdes se componen del mismo pórfido mas o ménos descompuesto i metamorfoseado.

Algunas de las capas descompuestas se componen de una serie de nudos separados por pórfido no descompuesto. Cada nudo demuestra en su periferio una trasformacion lenta del pórfido fresco i oscuro a otro mas desteñido hasta llegar a ser casi bayo en el centro; otras veces no se ha desteñido la metamorfosis con esto, hallándose el centro transformado en pistacia, amorfa o estrellada.

Otras capas de pocos decímetros de grueso en lugar de presentar una serie de nudos descompuestos, han sufrido la metamorfosis en toda su estension, principiando a los dos lados i aumentando hácia el centro, que muchas veces es pistacia pura.

En esta metamorfosis toma parte a veces el pórfido aujítico. Los cristales de aujita se han transformado en asbesto i la masa en pistacia.

Hasta las areniscas conchíferas están a veces transformadas en carbonato de cal cristalino i pistacias. En tal caso es difícil conocer su verdadero carácter.

Parece que esta metamorfosis debe ser bastante superficial, puesto que ni en el interior de las minas ni en los desmontes he podido encontrar piedras de esta clase.

Me he detenido tanto en estos detalles por encontrarnos aquí por primera vez con una roca mui comun en el desierto i que se presta mucho a ser mal interpretada. Parece una roca sedimentaria con verdadera estratificacion i sin embargo es una roca eruptiva masiforme. Pertenece a las rocas que en Chile se han llamado *pórfidos estratificados metamórficos*, nombre que creo mui poco a propósito i ademas espuesto a causar equivocaciones.

Primero la palabra metamórfica se usa para indicar que el pórfido debe su orijen a la metamorfosis de otras rocas estratificadas preexistentes. Es esta una mera hipótesis, que está mui léjos de ser generalmente aceptada por los jeólogos. El pórfido mencionado de Tres Puntas no ha sido formado por metamorfosis, pero despues de existir ya como pórfido ha sido metamorfoseado probablemente por los ajentes atmosféricos. Que esta metamorfosis haya elejido con preferencia ciertas capas, paralelas a las de la formacion verdaderamente sedimentaria, debe atribuirse a cierta predisposicion, debido talvez a alguna pequeña diferencia de estructura, como se ve tantas veces en rocas eruptivas i volcánicas, que tienen almendrillos i poros repartidos en planos, perpendiculares a la mayor presion.

Si nos figuramos que el pórfido de Tres Puntas haya salido por una grieta paralela a la estratificacion de la formacion secundaria, así como ha sucedido con el diorita porfídica, tendremos la esplicacion de la estructura del pórfido.

En seguida con respecto a la palabra pórfido estratificado, puede tener un doble significado. Se aplica a veces a rocas eruptivas con una estratificacion solamente aparente, como en el presente caso; i

tambien se aplica i con mas frecuencia a conglomerados i areniscas de material porfídico i de verdadero oríjen sedimentario.

En la base del cerro San José toma el pórfido a veces un aspecto de brecha, conteniendo fragmentos del mismo pórfido.

El pórfido está atravesado por un dique de diorita porfídica.

Debajo del pórfido aparecen a los dos lados del camino a Flamen-co llamado el «camino de los ingleses», cuarcitas, pizarras i esquitas lustrosas.

Una legua al Oeste de Tres Puntas i separados por un llano de cascajo, se elevan cerros compuestos de pegmatita con un feldspato color carne. Mas al Oeste en la misma serranía hai una considerable estension ocupada por sienita i mas al Oeste todavía, como 2 leguas de Tres Puntas, se encuentra una roca negra sin ninguna estructura cristalina.

Es este el punto mas avanzado hácia el Oeste, que he alcanzado.

Las minas en Tres Puntas trabajan vetas de distintos rumbos i manteos. Pintan especialmente en los empalmes i cruceros. Los principales criaderos son sulfato de barita i carbonato de cal; rara vez un cuarzo poroso, color ceniciento (en La Codiciada). Los metales han sido cálidos encima i en poca hondura rosicler, polibasita i plata blanca, a veces con arsénico nativo i galena.

La veta principal ha sido la veta Salvadora. Tiene rumbo al Nor-oeste i manto al Sur-oeste. En la mina Juana, que está al Oeste de la mina Salvadora, llega la veta en beneficio rico hasta cerca de un gran dique de diorita porfídica; al acercarse a este dique cambia la veta poco a poco el rumbo, formando un arco al Norte, se pega a la caja del dique, lo acompaña i se brocea.

En la mina «Al fin Hallada», al Sur-este de La Salvadora, se empalma la misma veta con una veta boba de sulfato de barita, que corre Norte-Sur, la acompaña como 60 metros en beneficio mui rico i sale otra vez con su antiguo rumbo en la mina Codiciada, que tambien ha sido importante. Las pertenencias que siguen han ido desmejorando poco a poco.

La mina Manto San José ha trabajado una veta mui manteada cerra de la cumbre del mismo cerro al lado Oeste. La veta tiene rumbo Norte-Sur mas o ménos i manto al Oeste, es decir, a flaqueza del cerro. La caja del sol ha resbalado unos 40 a 50 metros sobre la caja de patilla en la direcion de mayor gradiente. Resulta, pues, que los panizos de una caja no están al frente de los mismos panizos en las otras. Ha pintado la veta solamente al sol, donde el diorita porfídico de la caja del sol está al frente de las capas calcáreas de la patilla. En este pequeño trecho hizo metal mui rico.

Respecto a la influencia de las distintas clases de rocas, que atraviesan las vetas, es regla jeneral i sin escepcion que en el diorita porfídica no hai plata. Por lo demas creo que sería aventurado indicar

alguna roca broceadora. Sin embargo, han pintado las vetas con preferencia en la parte superior de las minas, es decir, en las capas calcáreas, las pizarras, las areniscas i talvez en la parte superior del pórfido; en la hondura, es decir, en el pórfido, han empobrecido todos i la mayor parte de las minas están en abandono. Atribuir este resultado solamente a la circunstancia de ser el pórfido un panizo broceador seria desesperar del porvenir del mineral, por el espesor que se reconoce al pórfido en la falda Oeste de los cerros de San José i del Medio. Pero creo que está mui léjos todavía de ser probado, que el pórfido es mal panizo. Por lo ménos en las minas Salvadora i Al Fin Hallada se debe el broceo a que la veta va envuelta en un poderoso chorro, i en la Codiciada me han asegurado los pirquineros, que en los mismos planes hai manchas de metales ricos.

Las formaciones estratificadas de Tres Puntas i del Chimbero se estienden un poco mas de una legua hácia el Sur, donde se pierden en el llano, i al Norte otro tanto hasta llegar al llano, que separa a Tres Puntas de La Finca de Chañaral.

En el cerro de la Juana del Norte forma el diorita porfídica la cumbre i una gran parte de la falda Este. Por consiguiente no hai minas en esta parte. En la falda Oeste salen a luz las capas calcáreas pero mui metamorfoseadas; en parte en granate, en parte en wolastonia, en parte en carbonato de cal cristalino con grano grueso i color achancacado; aparecen aquí otra vez vetas de plata, que han sido trabajadas con poco resultado.

Otro banco de diorita porfídica pasa mas al Oeste cerca del llano i atravesando los pórfidos. Pasa por el mineral del Inca, donde contiene vetas de oro i de cobre i se pierde hácia el Norte en el llano de La Finca.

Los pórfidos de Tres Puntas siguen orillando el llano, que limita el mineral al Oeste i forman mas al Norte el mineral del Inca. La estratificacion aparente producida por la metamorfosis se ve aquí solamente en las lomas que limitan el mineral al Este. El pórfido del Inca es un pórfido oscuro con pequeños i escasos cristales de feldspato; ocupa la mayor parte del mineral, que ademas está atravesado por el banco mencionado de diorita porfídica. En las partes mas bajas hai cuarzitas, esquitas lustrosas i mica-esquita. Las vetas pintan en todos estos panizos. Las vetas son numerosas i de mucha corrida; tienen rumbo Norte-Sur i variable manteo. Han sido trabajadas por cobre i oro, pero tambien contienen a veces un poco de plata; he visto piedras con plata córnea a la vista.

El criadero principal es cuarzo, a veces atravesado por venas de sulfato de barita i de carbonato de cal. Los metales son en la parte superior metal de color de cobre con oro en mas hondura pirita de cobre i de fierro. Las vetas han sido mas ricas tanto por cobre como por oro en la rejion de color.

El mineral está actualmente casi abandonado. La pobreza de las

minas, lo caro de los fletes i los víveres, hace que solamente unos pocos pirquineros puedan mantenerse.

Cuando nosotros pasamos por el mineral, se habia recientemente establecido un trapiche movido por vapor para beneficiar los metales pobres, que se decia haber en abundancia.

Del Inca nos fuimos a la Finca de Chañaral. El camino es el antiguo camino del Inca, que atraviesa un llano cubierto de cascajo de 5 a 6 leguas de estension.

Un cerrito aislado que dejamos a la izquierda en el llano, era diorítico.

A la derecha dejamos la mina Manto San Pedro, que es un gran rebosadero de cobre en diorita. Ha producido metales de color, especialmente malaquita i cobre nativo, por valor de varios millones. Se broceó ántes de tomar los broncees amarillos, i despues de gastar injentes sumas en profundizar la mina, han sido abandonados los trabajos de planes.

Segun el rumbo que llevan las formaciones estratificadas del Chimbero, debian encontrarse otra vez en la serranía que se estiende a los dos lados del portezuelo de la Finca. Sin embargo, los panizos son completamente distintos aquí. El cerro mas próximo al Este del portezuelo se compone desde su base hasta la cumbre de cuarcitas estratificadas con rumbo N. 25 O. i manteo al Este. El cerro alto mas al Este, que solamente se separa de la Peineta por un pequeño llano, pertenece a la cadena de diorita i granito que viene desde el manto San Pedro. Un cerrito al Este del agua de Villa Nueva (al Sur del portezuelo) tambien es diorítico.

Al Oeste del portezuelo se estiende una serranía bastante gruesa, compuesta de sienita o diorita, que alterna varias veces con una roca negra homojénea, rara vez con cristales de felpato, casi parecido al basalto.

La parte mas cercana al portezuelo es diorítica; la cumbre mas alta al Oeste se compone de la roca negra, vuelve otra vez el diorita, hasta que un poco al Oeste de las casas de la Finca la roca negra vuelve a aparecer, formando el cerro donde está el lindero.

El diorita es una mezcla de dos felpatos con anfíbola, así que talvez mas bien merecería el nombre de sienita; a veces tiene mica pasando al granito. Tiene a menudo un aspecto de brecha, siendo los fragmentos casi del mismo color, pero de un grano mas fino que la masa que las envuelve.

De estas rocas es el diorita la mas moderna, puesto que encierra fragmentos de la roca negra i tambien reparte ramificaciones adentro en ella.

Las fajas de diorita cruzan la roca negra en direcciones mas o menos de Oeste a Este; formando por todo 5 fajas, 3 de diorita i 2

de la roca negra, que vuelven a aparecer al otro lado del llano cubierto de cascajo.

En la serranía dicen haberse encontrado rodados muy ricos de plata, pero a pesar de catear bastante, nunca se ha descubierto ninguna veta digna de trabajar.

La serranía de La Finca está rodeada de llanos por todas partes; solamente al Este donde pasa el camino a Tres Puntas, viene a unirse con la cadena de cerros, que se extienden hacia el Manto San Pedro.

De La Finca hice un viaje siguiendo la quebrada de Chañaral Alto hasta la vega de Valientes i dando vuelta al Este del cerro de Vicuña volví por la quebrada del Salado hasta Pueblo Hundido.

El perfil núm. 2 indica las formaciones geológicas recorridas en la quebrada de Chañaral Alto.

En la Serranía al Sur de La Finca se ven primero las varias fajas de roca negra i de diorita, que ya hemos mencionado.

Siguen al Este las cuarcitas con rumbo Norte 25 Oeste i manteo al Este, que por su posición corresponden a la formación secundaria del Chimbero i Tres Puntas.

Viene después un cerro alto de dioritas i granitos.

El cerro alto de La Peineta se compone de gruesos bancos de varios colores i suavemente inclinados hacia el Oeste. He reconocido solamente las inferiores, que son conglomerados sedimentarios alternando con bancos de pórfidos eruptivos. Algunos de éstos son cuarcíferos; otros nó; los últimos están a veces llenos de nudos de pistacia, arreglados en capas paralelas a las capas estratificadas, lo mismo que los que están al Oeste de Tres Puntas.

Al pie Este de La Peineta toman las capas un manteo muy fuerte hasta 45° i más. Atraviesa aquí un dique diorítico muy grueso, paralelo a la estratificación. Al lado Norte de la quebrada está la mina de cobre La Providencia, que no alcancé a visitar, pero que debe estar muy cerca, si no adentro del diorita.

Al Este siguen almendrillas i después un poco antes de llegar a la vega de Chañaral Alto una formación estratificada medio encapada, que no alcancé a reconocer. Sospecho que pudiera ser la formación calcárea o su equivalente.

Hasta aquí no más llega el camino carretero. La quebrada tiene aquí un salto. El fondo de la quebrada se eleva con una fuerte gradiente, 400 pies, para continuar después con la misma inclinación suave que antes. Tanto la parte inclinada como las primeras cuerdas arriba es vega, la vega de Chañaral Alto, la primera que sigue después de La Finca.

Desde el salto hai conglomerados porfídicos estratificados en bancos que mantean al Este; tienen más o menos 3 kilómetros de extensión. Desde aquí hasta la vega de Mostazal, una distancia de 4 kiló-

metros, hai un pórfido eruptivo en bancos que mantean al Oeste, la base es eurítica, algo parecida al jaspe, de color café; contiene a veces almendrillos distribuidos en planos paralelos a los bancos.

En la media legua que sigue, se ven conglomerados con fragmentos de pórfidos, cuarzo i arcilla roja i alternando con areniscas rojas; mantean primero al Oeste, despues al Este i al fin otra vez al Oeste.

Sigue despues debajo de ellas areniscas rojas con granos de cuarzo i de carbonato de cal, mantean 45° al Oeste.

Despues viene siempre con manteo al Oeste, es decir, debajo de las areniscas rojas, una formacion calcárea con numerosas grifeas i madreporas. Las estratas son en su mayor parte margas o arcillas con las capas calcáreas fosilíferas interpuestas. Tiene varios centenares de metros de espesor.

Sigue despues hasta la vega de Valientes una brecha con la base blanca felsítica i fragmentos de la roca sobre que descansa, es decir, pórfido negro.

Este forma las faldas en la vega de Valientes; forma bancos que mantean al Oeste i contiene pequeños cristales blancos de felpato.

Yendo de Valientes a Agua Dulce se entra primero por la quebrada de Moscovi, que en su desembocadura está cortada en la formacion calcárea i la brecha blanca. Se entra despues por otra quebrada mas al Oeste, cortada en pórfidos conglomerados. En el portezuelo que separa las aguas del Salado i Chañaral Alto, hai pórfido felpático. En la bajada al otro lado encontré rodados de basaltos con olivina. Mas abajo hai pórfidos jaspeados, parecidos a los de Mostazal. En lugar de tomar el camino mas corto al Agua Dulce, torcí aquí al Este por la quebrada de La Tola, que está cortada en el mismo pórfido. Un kilómetro mas adentro están otra vez las areniscas rojas atravesadas por diques de diorita porfídica i abajo de ellas i con el mismo manteo, es decir, al Oeste la formacion calcárea con terebrátulas i los mismos caracteres petrográficos que en Valientes.

Antes de llegar a Potrerillos aparece otra vez el pórfido eurítico color café i despues pórfido cuarcífero blanco, que probablemente forma el cerro alto de Potrerillos.

El perfil núm. 3 indica las distintas rocas desde la vega del Potrerillo hasta Caballo Muerto.

Alternan varias veces pórfidos felpáticos oscuros i conglomerados formados de fragmentos de la misma clase de pórfidos, con dioritas, granitos i euritas (felsitas) de colores claros, que en bancos gruesos o como numerosos diques atraviesan los primeros. Abundan especialmente los diques un poco al Este del cerro del Caballo Muerto i forman una faja que hácia el Norte pasa una legua al Oeste del mineral del Indio Muerto.

Al Oeste del Caballo Muerto están mui encapadas las faldas de

la quebrada; la entrada de la noche también impidió seguir mis observaciones.

La parte superior de las barrancas de la quebrada está constituida por la formación terciaria con la capa traquítica encima, hasta más al Este de Agua Dulce i hasta la altura de 10.000 pies. En una parte al Este del Agua Dulce he visto llegar este terreno hasta el fondo de la quebrada formando un grueso de 200 metros.

El agua del Pueblo Hundido riega un pequeño alfalfar. Es salobre i los alrededores cubiertos de esflorecencias salinas. Mientras que generalmente las aguadas del desierto se encuentran donde se estrechan las quebradas, especialmente las quebradas principales, que bajan de la cordillera, se halla la aguada del Pueblo Hundido situada al pie de una barranca en medio de un estenso llano. Las capas superiores están aquí cortadas por numerosas barrancas, que dejan descubierta la capa, que contiene el agua, el manto de agua, en una gran extensión. La consecuencia es que tal vez la mayor parte del agua se pierde por la evaporización. Para recojerla i dirigirla hacia la aguada se han hecho largos fosos de un par de metros de hondura. El terreno es arena i greda.

El cerro más alto al Sur del Pueblo Hundido es El Santo Domingo. Su base está formada por una roca azuleja oscura de estructura homogénea, a veces porfídica. Desde la mitad superior hasta cerca de la cumbre se ven varios bancos calcáreos, alternando con areniscas porfídicas, embutidos en la roca, que en la cumbre es completamente porfídica con cristales blancos en una masa oscura. El pórfido es eruptivo; al abrirse camino a través de las capas calcáreas ha abrazado por completo algunas de ellas, llevándolos de su posición primitiva. En las capas calcáreas se hallan madréporas.

Hacia el Este i Sur toma la formación calcárea bastante desarrollo i engruesa hasta algunos centenares de metros. Se compone en su mayor parte de areniscas calcáreas, con la cal bastante cristalina.

El perfil núm. 4 indica la composición del cerro Santo Domingo desde su base en la quebrada de Chañarcito hasta la cumbre.

Más al Este hai otro cerro con la estratificación casi horizontal. Aquí hallé además de madréporas algunos otros fósiles, que todavía no están clasificados.

En la parte porfídica del cerro hai muchas vetas de arenilla i espejuelo de grano grueso; algunas han sido trabajadas por cobre, pero con mal resultado.

En la formación calcárea no he visto vetas.

Media legua al Oeste de la aguada principia un cordón de cerros, que se extiende algunas leguas hacia el Nor-Este. Rodeado por llanos a todos lados culmina en el Lionesa. Es todo porfídico, la base oscura con cristales de feldspato también oscuros.

En esta sierra se encuentran varias minas de cobre; la mas importante es El Manto Tres Gracias con criadero de arenilla; ménos importantes son La Lionesa, Descubridora i otras.

Mis escursiones al Oeste fueron limitadas a esta serranía. Al Este llegué hasta La Finca de Chañaral.

En mi ida a La Finca pasé por la parte Sur del Caballo Muerto. La cumbre donde está el lindero se compone de pórfido felpático oscuro. En la base se ve cuarcitas con mucha mica, rumbo Nor-Oeste i manteo Oeste. Encima hai arcillas endurecidas i areniscas de material porfídico.

En el cuarcita hai muchas guías de arenilla i clorita blanca en hojas lustrosas de una pulgada de diámetro.

De aquí hasta La Finca, predomina el diorita i labradorita en los cerros aislados que se elevan encima del llano.

De La Finca volví por el llano al Sur de la quebrada de Chañarito. Los cerritos aislados al Sur de la serranía de La Finca son dioríticos; mas al Oeste porfídicos, en parte con estratificación, en parte sin ella.

El camino carretero de Pueblo Hundido al Indio Muerto conduce primero por entremedio de cerros bajos de la misma composición que la serranía de La Lionesa. Contiene varias vetas de cobre i arenilla, que hasta ahora no han sido de importancia. Despues sube al gran llano del desierto i lo atraviesa en una extensión de 8 a 10 leguas.

Las primeras lomas bajas al Este del llano se componen de pórfido felpático oscuro, atravesado por gran número de diques felpáticos bayos. Al Este de la zona de diques siguen lomas bajas de una roca homogénea azuleja oscura en bancos, alternando con otros de estructura granuda i en la superficie coloradas. Esta roca se parece a la de la base del Santo Domingo.

En este panizo se han escarpado varias vetas de cobre, plata i si no me equivoco, tambien de oro. Dieron metales ricos, pero de poca duración i ahora están abandonadas.

De las minas a la aguada del Indio Muerto hai 5 leguas de camino hacia el Sur-Este. El camino da vista hácia el Norte al gran llano del desierto, hácia el Sur a lomas bayas felpáticas, hasta entrar en una quebrada, que viene del cerro alto del Indio Muerto, pasa por la aguada i sigue el pié Oeste del cerro de Miranda. Se compone éste de pórfido felpático oscuro, una parte probablemente eruptiva, otra parte nó. Estas rocas suben hasta mas al Sur de la aguada i llegan hasta la mitad de la falda del Indio Muerto. La cumbre Este de este cerro, así como toda la falda Oeste hasta la base, es eurita baya, a veces con cristales de cuarzo. Parece un gran dique, inclinado al Oeste (véase el perfil núm. 5).

En esta roca se han trabajado vetas de plata i otras de oro; yo encontré todo abandonado.

El nombre del cerro proviene, segun se dice, del cadáver de un indio, que se encontró en un antiguo picado.

En el camino desde Pueblo Hundido hasta La Florida solo pude hacer unas pocas observaciones; en una parte conducia el camino por llanos, otra parte pasé con noche. En la mitad del camino encontré unas lomas bajas cubiertas de fragmentos de una roca, que entónces consideré como cuarzita, pero rocas mui parecidas, que he encontrado despues en La Sierra Overa i que son euríticas, me hacen suspender mi juicio hasta revisar las muestras traídas. Del lindero Norte, donde se ven varias lomas aisladas en todo el gran llano, me trajeron una muestra parecida.

El famoso mineral de La Florida está situado en una loma baja i de poca estension. Está formado de capas calcáreas con rumbo Nor-Este i manteo variable (véase perfil N.º 6), i atravesado por un dique de pórfido felpático oscuro con el mismo rumbo. El dique pasa por las minas Descubridora, Japonesa i Andacollo i parece haber tenido influencia en la formacion de las grietas de las vetas.

El cerrito de La Florida está rodeado por todos lados de llanos i cerros porfídicos. No es mas que un resto aislado de una gran formacion calcárea, a la cual han pertenecido las capas calcáreas del Manto Florida al Sur-Este, del Cerro Negro al Oeste, del mineral de Alvarez, un par de leguas mas al Norte i las que se encuentran al pié del cerro del Cármen, unas 8 a 10 leguas mas al Norte de La Florida i un par de leguas al Norte de la quebrada de Carrizalillo.

Los criaderos de las vetas son carbonato de cal, arcilla i la roca calcárea descompuesta. La plata se halla principalmente como cloruro de plata. He visto pedazos completamente puros, blancos i transparentes en los bordes, del tamaño de una mano i de un par de pulgadas de grueso.

Al pié Oeste del cerrito de La Florida hai pórfido felpático oscuro con minas de cobre i criaderos de cuarzo.

Pocas veces se verá un ejemplo mas evidente de la estrecha relacion, que existe entre la naturaleza de los metales i criaderos de las vetas i la de la roca, que las encierra.

El mineral de La Florida es tambien un ejemplo interesante de como un rico crestón de plata puede quedar sin descubrirse cerca de otras minas en activo trabajo.

El mineral de cobre del Cerro Negro está como una legua al Oeste del mineral de La Florida i forma una serranía, que se estiene de mas de una legua con direccion Norte 10 Este. Se eleva unos mil piés sobre el plan, siendo insignificante su anchura. Los perfiles números 7 i 8 darán una idea de su composicion.

Al pié Este se ven estratas calcáreas manteando al Oeste. Están cubiertas por un banco de pórfido negro, que al Sur viene aumentando su espesor hasta en la parte mas al Sur formar todo el cerro desde

la base hasta la cumbre. Es un dique inmenso con manto al Oeste. A este lado cubre completamente la formacion calcárea.

En este pórfido se hallan varias vetas, mantos i rebosaderos de cobre de mucha anchura i corrida. El criadero es a veces arenilla, a veces el pórfido mismo descompuesto i desteñido. La parte del cerro comprendida entre las cajas de las vetas de una anchura a veces de 6 a 8 metros, está llena de grietas i rajaduras en todas direcciones. Cuando estas grietas tienen poca inclinacion las llaman los mineros del Cerro Negro *mantos*. El metal ha llenado estas grietas, que a veces anchan mucho.

Las minas han dado grandes cantidades de metales de color i de mui subida lei; el atacamita puro ha sido mui abundante. Se han broceado jeneralmente en la hondura de 30 a 40 metros ántes de tomar los bronce i han sido abandonadas sin buscar hondura. Como la labor mas honda me han mencionado un pique de ochenta metros.

En la formacion calcárea al pié del cerro no se conocen vetas metalíferas.

En el trayecto del Cerro Negro a la mina Carrizalillo tuve que limitar mis observaciones a las que se pueden hacer en un viaje lijero.

Al Nor-Oeste del pórfido del Cerro Negro encontré primero diorita de grano fino, seguia despues cuarcita (o eurita); mas al Oeste pegmatita, despues labradorita i al fin mas al Oeste otra vez diorita.

En esta diorita se halla situada la mina Carrizalillo. El diorita forma aquí unas lomas bajas de poca estension, i rodeado de pórfidos felspáticos de varios colores. Casi en el contacto con éstos está el gran rebosadero de cobre. Es casi vertical, solamente un poco inclinado al Sur-Oeste. Está limitado al Sur i Oeste por dos cajas lisas que se cruzan casi en ángulo recto, al Este i Norte no hai caja ninguna. Una seccion horizontal da casi la figura de una herradura. El metal se halla desparramado e impregnado en el diorita en masas del tamaño de una cabeza i mas hasta los granos mas pequeños. A veces no lo acompaña criadero ninguno; otras veces se ve un poco de cuarzo, asbesto, apatita i yeso, en hojas grandes. El yeso se encuentra no solamente en la rejion de color sino tambien en la de los bronce amarillos. Es notable la casi completa ausencia de piritita, por cuyo motivo los bronce rameados se prestan mucho allavado, quedando de una lei de 14 hasta 20%.

El depósito metalífero tiene un ancho hasta de 20 metros i un largo mucho mayor.

La mina Carrizalillo es una de las minas mas importantes del Norte. Se trabaja en gran escala con 2 o 3 piques de estraccion, provistos de máquinas de vapor; ademas tiene una máquina de vapor con chancadora i cilindros para triturar los metales de baja lei; el metal triturado se baja en un ferrocarril de sangre 6 leguas hasta la aguada de Las Bombas, donde un establecimiento de lavar, bastante completo, sistema inglés, provisto de dos máquinas de vapor, deja los

metales de las leyes mencionadas. La mina explota de 4,000 hasta 8,000 quintales métricos al mes, lei 18%.

El camino de Carrizalillo a Las Bombas pasa por cerros porfídicos, felspáticos colorados. Cerca de Las Bombas están pintadas de diferentes colores, tomando de esta manera el aspecto de una formación estratificada. He seguido estos pórfidos 4 a 5 leguas al Norte i todavía continúan mas allá.

Al Oeste de Las Bombas siguen primero pórfidos oscuros con cristales de feldspato mui anchos, estirados paralelamente al plano clinodiagonal, i al mismo tiempo delgados casi como papel. El pórfido tiene a veces un clivaje mui pronunciado, tomando aspecto de pizarra.

Como media legua al Oeste de Las Bombas al lado Sur de la quebrada i pocos pasos del camino carretero, que conduce a Pan de Azúcar, aparecen capas calcáreas impuras con algunos fósiles mal conservados i atravesadas por un dique de pórfido cuarífero bayo. Aparecen solamente al pié del cerro manteando al Sur i Sur-Este; están cubiertas por el pórfido negro, que forma cerros de algunos centenares de metros de altura.

El perfil núm. 9 indica la composición del cerro.

Al lado Norte de la quebrada se divisan solamente médanos, donde debían pasar las capas calcáreas.

Al Este de las dioritas i pórfidos de Carrizalillo siguen varias fajas mui pronunciadas de rocas con dirección mas o ménos Norte-Sur. La primera es labradorita, compuesta de feldspato ceniciento o azulejo con mui poco o nada de amfibola; se parece algo al labradorita del cerro de Púquios.

La segunda faja mas al Este se compone de pegmatita de grano mui grueso; es mui desmoronadizo, de color bayo i atravesado por numerosos diques oscuros.

Las dos fajas forman cerros que se extienden unas leguas tanto al Sur como al Norte de la quebrada de Carrizalillo.

Al Este del pegmatita sigue la faja de pórfido del Cerro Negro. Interrumpido por el llano, revienta otra vez al Norte del camino carretero en el cerro del Carmen. Unas lomas bajas al pié de éste, tienen la mayor semejanza con el mineral del Cerro Negro; pues un corte vertical da exactamente el mismo perfil, estratas calcáreas, que mantean al Oeste i al lado Oeste cubiertos por el pórfido negro. Para hacer la semejanza mas completa no falta tampoco mas al Este un cerrito compuesto todo de capas calcáreas, parecido al de La Florida.

Sin embargo aquí no se ha encontrado todavía ninguna veta ni de cobre ni de plata. Solamente se ven vetas de carbonato de cal con hojas de 4 a 6 pulgadas de diámetro (espejuelo).

Estas capas calcáreas forman sin duda la continuación de las de La Florida, que en el intermedio revientan en el mineral de Alvarez i por lo demas están interrumpidas por el llano.

Al Este del Cármen está el cerro de San Cristóbal, cuya falda Sur está compuesta de labradorita, parecido al que hemos encontrado al Este de Carrizalillo; mientras que la cumbre es sienita (o diorita).

Al Norte de San Cristóbal i separado de éste por una quebrada, en la cual se encuentra un gran barreal, llamado «laguna seca», se eleva un cerro alto i macizo, cuyo nombre ignoro, lindero Norte. Está compuesto de muchas variedades de las rocas dioríticas i labradoríticas.

Al Este de San Cristóbal está la mina de cobre Colmos en pórfidos felpáticos oscuros. Las vetas tienen criadero de arenilla i en los afloramientos yeso. Dista 8 leguas de la aguada mas cercana Las Breas.

Después de un activo trabajo ha sido abandonado antes de tomar los bronce amarillos.

Al Este de Colmos sigue llano con capas de salitre i cerritos bajos compuestos de diorita porfídica.

Como 4 leguas al Norte i Nor-este está la Siera Overa compuesto de eurita, jeneralmente blanca, pero con fajas de colores azules oscuros i al mismo tiempo porosas i descompuestas; Jeneralmente es mui homogénea, solamente a veces se ven en la masa blanca cristales de felpato blanco. En esta roca está la mina Sulfatos, que ha sido trabajada por sulfatos de cobre. En los desmontes he visto venas delgadas de sulfato sin criadero ninguno.

El eurita se estiende desde el cerro alto diorítico al Oeste hasta el pórfido del Cinco de Marzo.

Este pórfido forma otra faja mui pronunciada. Su masa es de distintos colores, amarillo, cenizo hasta negro; es rara vez bien homogénea, casi siempre se deja ver una estructura granuda mui fina, a veces toma una estructura granuda mas gruesa i se parece entónces algo al diorita porfídico.

Los cristales de felpato embutidos en la masa son gemelos; plano de union, el plano klinodiagonal, jeneralmente se atraviesan uno o mas cristales; el color, blanco amarillento.

Tanto la masa como los cristales contienen granos negros, probablemente aujísticos.

Toma a menudo una estructura amigdaloides con los almendros llenos de cuarzo, carbonato de cal i de pistacia.

Los cristales atravesados, la estructura granuda de la masa i los granitos negros da a este pórfido un aspectoparticular, que le distingue de todos los demas pórfidos felpáticos.

El nombre que le corresponde depende del resultado, que va a dar el estudio de su felpato.

Se estiende desde el cerro del Toro en el borde Norte de la quebrada de Juncal, hasta el lindero 125 al Norte i hasta la mina Altamira al Este.

La mina Cinco de Marzo trabaja una veta bien formada, cuyo criadero es la misma roca descompuesta i cuyo metal es rosicler de cobre (¿con arenilla?).

La Altamira, 2 leguas mas al Este trabaja un rebosadero con criadero de la misma roca i metal plateado; el metal ha entrado hasta en las amendras, donde lo he visto junto con pistacia.

La Altamira dista del agua de Las Breas 4 leguas i la Cinco de Marzo 6 leguas. Los metales se venden en Las Bombas o en Chañaral. La distancia i carestía de todo dificulta mucho el trabajo i el cateo en estas serranías. Como he visto metales plateados i de rosicler en el mismo pórfido en el interior de Púquios, parece que es un verdadero panizo de cobre, que valdria la pena de catear. Exactamente estas serranías entre el Cinco de Marzo i el lindero 125 pertenecen a los cerros ménos cateados del desierto por falta de recursos.

Al Este de la Altamira i separado por un llano con salitre se eleva el cerro del Guanaco, cerro alto que se divisa desde muchas leguas de distancia. Su altura sobre el mar es de 8.000 piés i sobre el llano 1.700 piés. Aquí encontré por primera vez el traquita en masas; parece formar todo el cerro desde su base hasta la cumbre. La punta mas alta del Sur se compone de una variedad porosa, color café, con los poros llenos de una sustancia terrosa i blanca; la de la punta mas al Norte es piedra pez; en la misma cumbre hai una capa de yeso de medio pié de grueso.

El Guanaco se estiende con direccion Norte Sur desde el agua de Las Breas, 3 a 4 leguas hácia el Norte. Al Este manda varios ramales, tambien traquíticos, que se reune con otro cerro aislado 2 a 3 leguas al Este del Guanaco. Tiene éste 8.100 piés sobre la mar, visto de léjos parece estratificado, pero la falda se compone de fonolita con una capa de piedra pez (rhetinita) en la cumbre.

Esta zona traquítica se estiende al Este hasta el cerro de la Pólvara i al Norte para la quebrada de Taltal en el cerro de Las Pailas.

El llano, que forma la base de estos cerros, está formado por lo ménos en gran parte, por eurita, que se ve de vez en cuando reventar, por ejemplo cerca de La Altamira, al Norte del Guanaco, al pié del cerro negro de Incahuasi.

La eurita es de una masa mui homogénea, de fractura concoidea; su color, blanco i a veces negro.

Bajando del Toro a la quebrada de Juncal se encuentra al pié del cerro una roca eruptiva, diferente del pórfido que forma la cumbre (la de Altamira). Para clasificarla tendré que revisar las muestras traídas.

Desde el agua de Las Breas hasta La Pólvara se componen todos los cerros, que se elevan encima del llano, de traquitas i fonolitas i el

llano de terreno terciario, cubierto de capas traquíticas delgadas, que a veces se ocultan bajo del ripio moderno.

En las barrancas de la quebrada se nota desde un poco al Oeste del agua de Las Breas hasta 1 legua mas al Este de la misma, pórfidos que a veces toman el aspecto de conglomerados, a veces están atravesados por diques de traquita; mas adentro se componen las barrancas hasta el fondo de la quebrada de fonolita i traquita. Al Este del agua de La Pólvara se ven pórfidos en las barrancas, cuando no están tapadas.

El cerro de Juncal tiene una composicion mui variada. La falda del Oeste es porfídica, en parte por lo ménos eruptiva.

Tambien divisé una estratificacion, que no alcancé a determinar si es aparente o nó. Al Este aparecen euritas bayas, diorita porfídica i una roca felspática de estructura granuda, que falta determinar si es labradorita o diorita.

Las minas se encuentran especialmente en el pórfido oscuro i el eurita cerca del contacto. El criadero es cuarzo i los metales galena, carbonato de plomo i plata córnea.

Al Sur de la quebrada sigue la roca dudosa (labradorita o diorita) i mas al Sur pórfidos oscuros felspáticos i rocas felspáticas bayas.

Desde el agua de Juncal entré unas 3 a 4 leguas por la quebrada del Bolson. En las primeras dos leguas se ven dioritas, en la legua, que sigue pórfidos oscuros felspáticos i conglomerados porfídicos, mui encapados. Sigue despues la formacion calcárea con bastante potencia i numerosos fósiles, entre ellos amonites i gryfeas.

Encima de las barrancas se divide en todas partes la capa traquítica.

El cerro de La Encantada está al Sur-Este del agua del Juncal entre las quebradas del Bolson i la de La Encantada. Es un cerro bastante macizo, que se eleva 13 a 14 mil piés sobre el mar i un par de miles de piés sobre el llano.

Se compone de rocas dioríticas i labradoríticas. Está rodeado a todos lados por lomas bajas, de la formacion calcárea, en parte mui metamorfoseada cerca del contacto con el diorita. Al pié Oeste i en el panizo eruptivo está la mina Exploradora, mina de cobre, que en años anteriores ha sostenido bastante trabajo i ha tenido máquina de vapor. Tiene una veta preciosa i poderosa de un par de metros de ancho i metales de color de regular lei. Los bronces están apénas tocados. La mina ha estado en abandono algunos años i la máquina de vapor ha sido llevada a la costa.

En nuestra visita se habia puesto trabajo de nuevo hacia poco tiempo.

Unos tres kilómetros al Sur-Oeste de La Exploradora i en la formacion calcárea metamorfoseada cerca del contacto con la roca diorítica o labradorítica, se encuentra la mina de plata San Carlos. Sus metales son carbonatos de plomo con galenas. Se ha trabajado durante

un par de años con bastante actividad i ha dado bastante metales. Nosotros la encontramos casi sin trabajo.

Al lado Este del cerro de La Encantada, parte al pié, parte cerca de la cumbre, se trabajaban con pocos peones tres minas de plata con metales de carbonato de plomo i criadero de cuarzo. Visité a una que se encontraba en una roca felpática con cristales prismáticos de mica bastante bien desarrollados; por su posición creo que las otras dos también deben estar en la parte eruptiva del cerro.

El cerro de La Encantada baja en la parte Norte con suave inclinación hacia el Este, uniéndose gradualmente con un llano que paulatinamente va elevándose al Este hacia el pié de la cordillera. La cordillera misma es traquítica i el llano mencionado está cubierto de una capa de traquica i rhenita, que sigue las inclinaciones del llano, bajando primero del Este al Oeste i después subiendo en la falda de La Encantada hasta cerca de la cumbre. Al Oeste de la cumbre se ve también restos de esta capa, que por su composición parece eruptiva i por su posición sedimentaria.

La quebrada de La Encantada está al Sur del cerro del mismo nombre i al Norte del cerro de doña Ines Chica.

Un perfil geológico desde la aguada del Carrizo hasta la cordillera da la siguiente sucesión de rocas en esta quebrada.

En el agua del Carrizo hai conglomerados i areniscas formadas de fragmentos de pórfido diorítico. El rumbo es mas o ménos Norte-Sur. Desde la cumbre del cerro del Carrizo, que está al Norte de la quebrada, se ven las capas estratificadas en la barranca Sur manteando primero suavemente al Este i después, siguiendo la quebrada para adentro, levantarse otra vez con manteo al Oeste, formando de esta manera una silla, que encima está cortada por el gran plan inclinado del desierto con su capa de traquita encima.

La cumbre del cerro del Carrizo es pórfido, con la masa azuleja oscura i cristales blancos de felpato. El pórfido es magnético. Al Este i Norte se extiende una serranía baya compuesta de eurita. Tanto el pórfido como el eurita recuerdan los panizos del cerro de Juncal, i a la verdad pertenecen los dos cerros a una misma cadena con dirección Norte-Sur e interrumpido por llanos.

En la falda Este del cerro de Carrizo se encuentra un picado con plomos cálidos; el tiempo no me permitió visitarlo.

De aquí al Este no puedo dar el perfil completo, parte por lo encapado de las barrancas, parte por haber pasado un trecho de noche.

Al Este del agua del Carrizo alternan los conglomerados con diorita porfídica i pórfido felpático oscuro, mas al Este vienen capas calcáreas i un poco ántes de llegar al agua de La Cruz, cuarzitas teñidos de óxido de fierro i capas cloríticas.

Al Este del agua de La Cruz se ven pórfidos i rocas felpáticas

homogéneas de varios colores, alternando con capas de la formación calcárea. Están generalmente muy encapadas las barrancas con el detritus caído de la capa traquítica del llano. En el agua de La Encantada está muy desarrollada una sucesión de capas de areniscas bayas, pertenecientes a la formación secundaria. Un poco más al Este alcanza la capa traquítica hasta el fondo de la quebrada; más al Este todavía reventan por última vez capas calcáreas en unas lomas bayas, y de aquí ya no se ve más que traquita hasta la cumbre de la cordillera.

El cerro de Doña Ines Chica se extiende desde la quebrada de La Encantada, al Norte, hasta la de Doña Ines Chica, al Sur.

La falda Oeste se compone de dioritas de color claro que llama la atención desde lejos. Se extiende este panizo con la misma dirección del cerro, es decir, Norte Sur.

La cumbre y toda la falda Este se compone de rocas felspáticas homogéneas, compactas, de varios colores, generalmente oscuros, verde oscuros, azulejos. En la cumbre más al Sur hay una brecha muy bonita, conteniendo fragmentos de eurítas estriadas, compuestas de capas delgadas de un par de líneas de grueso y de varios colores.

En la cumbre más alta al Norte donde la roca es la mencionada roca felspática oscura, encontramos por primera vez piedras escoriñadas por el rayo, fenómeno que después hemos visto en casi todas las altas cumbres de la cordillera. Se observa solamente en la parte más alta, las piedras se hallan cubiertas de una capa delgada de 1 a 2 líneas de grueso de escoria vidriosa, que además llena las grietas de la roca hasta la anchura de una pulgada.

En la falda y base Este del cerro de Doña Ines Chica se encuentra la capa traquítica, que cubre la mayor parte del llano, que separa Doña Ines Chica de Doña Ines Grande, cerro enteramente traquítico. Al Sur y Oeste no se ve esta capa en los llanos, mientras que al Norte forma una capa no interrumpida pasando por las quebradas de La Encantada, Juncal, Chaco y Vaquillas. Más al Sur vuelve otra vez a aparecer en las barrancas del río Salado.

Al Sur de Doña Ines Chica y a los dos lados de la quebrada del mismo nombre, hay granito con mucha mica y a veces una estructura estriada como el gneiss. En este panizo trabaja la mina Aureo un manto o más bien dicho una veta casi horizontal, recién descubierta. Tiene oro, plata y cobre con un criadero de cuarzo. La ley de oro llega a 40-60 onzas, con 20 a 40 marcos de plata por cajón. El ancho del beneficio rara vez llega a 4-6 pulgadas.

Al este del granito en la vega de Acerillos hay capas calcáreas y la misma roca felsítica oscura, que forma la falda y cumbre de Doña Ines Chica.

Los cerros que se extienden más al Sur hasta el río Salado no he visitado, pero por su color claro y falta de estratificación es probable

que sean felsíticos o dioríticos, correspondientes a la falda Oeste de Doña Ines Chica.

En el terreno bajo al Este de Doña Ines Chica se estiende la continuacion de la formacion calcárea, que ya hemos conocido al Este de La Encantada i que al Sur pasa por San Juan, Pasto Cerrado i Valientes i al Este de La Ternera.

Al Oeste de Doña Ines Chica se levantan del llano unas lomas bajas compuestas de pórfidos i capas de la formacion secundaria calcárea.

De La Encantada hácia el Norte sigue el llano, que separa el cerro de Carrizo i de Juncal al Oeste del cerro de Doña Ines Chica i de La Encantada al Este. La diorita de La Encantada se reemplaza hácia el Norte por lomas bajas de pórfido felspático oscuro alternando con capas de la formacion calcárea. Al Norte de la quebrada de Juncal se eleva la formacion calcárea a cerros mas altos, con la estratificacion mui parada; continúa sin interrupcion, pasando al Este de Incahuasi hasta la quebrada de Chaco. Mas al Norte se pierde en el llano para reventar otra vez en Ossandon. De aquí continúa al Norte al pié i en la falda de la cordillera de Sapos, Profetas i Varas.

La cumbre de los cerros de Ossandon, Sapos i Profetas es pórfido cuarcífero de varios colores.

Las lomas bajas de pórfido felspático oscuro, que hemos visto al Norte de La Encantada, continúan al Oeste de la formacion calcárea i al Este del llano, hasta que en Incahuasi toma mas desarrollo hácia el Oeste. Llega hasta al frente de la serranía de Juncal i forma una cadena baja de cerros en el *divortium aquarum* entre las quebradas de Juncal e Incahuasi, i entre este último i El Chaco.

El cerro de Incahuasi se compone en su parte Este del pórfido felspático oscuro, que al Oeste alternan con euritas. En la quebrada de Incahuasi, que corre Este-Oeste, se notan ademas capas de la formacion calcárea; se componen de areniscas, bancos de yeso i capas calcáreas con numerosas concreciones en forma de porotos, almendros i huesos de duraznos. Quebrándoles, son huecos o contienen una tierra ocrácea o alguna impresion de conchas o caracoles.

Unas 3 o 4 leguas mas al Este hai gran cantidad de amonites i concreciones calcáreas, redondas i a veces de formas simétricas, que parecen trabajadas artificialmente; muchas tienen un amonites o concha dentro.

En Europa he visto formas semejantes explicadas por la precipitacion de carbonato de cal alrededor de un organismo, que se está descomponiendo debajo del mar. Esta descomposicion desarrolla carbonato de amoníaco que, junto con el sulfato de cal disuelto en el mar, forma carbonato de cal.

En Incahuasi hai vetas de cobre i vetas de plata. Tres minas es-

taban en abandono, mientras que una mina, que daba metales de 20 a 40 marcos por cajón, se estaba trabajando con dos o tres barreteros.

La parte más al Oeste del cerro de Incahuasi corresponde a la prolongación de la serranía de Juncal; más al Oeste se encuentran llanos y la zona de cerros traquíticos, que viene desde el Huanaco y La Pólvora.

Al Este de la formación calcárea de Incahuasi no he llegado. Se divisa un terreno relativamente bajo, la continuación del llano al Este de La Encantada. También se divisan en las barrancas capas traquíticas.

La cordillera alta al Este, el cerro del Chaco, es traquítica, según muestras traídas por nuestros peones.

En las barrancas de la quebrada del Chaco se ven en la parte Este, las capas calcáreas, más al Oeste pórfidos y euritas y más al Oeste todavía areniscas rojas con dioritas porfídicas. Las barrancas están demasiado encapadas para que haya podido formar un perfil continuo. Están cubiertos de terreno terciario con conglomerados de traquita y cubierto por las mismas capas de traquita y rhenita, que se ven en todas partes.

En el llano al Norte de la quebrada del Chaco se eleva un cerro bajo de poca extensión y compuesto de pórfido felspático oscuro. Aquí se trabaja la mina Buena Esperanza que, descubierta hace un par de años, ha sostenido un activo trabajo con doscientos operarios. El criadero es cuarzo y el metal carbonato de plomo con ley de plata.

Al Oeste y casi sobre la línea del Incahuasi hay un lomaje bajo, en la parte Este compuesto de diorita porfídica y al lado Oeste y Norte de capas calcáreas con numerosos amonites, grifeos y nautilus. En la cumbre hay felsita baya. Al Oeste de la formación calcárea hay rocas felspáticas bayas y coloradas y después viene un pórfido ceniciento, que forma los últimos cerros bajos que terminan en el gran llano, donde desembocan las quebradas de Incahuasi, Chaco, Vaquillas, Ossandon y Sapos y que tiene su salida natural por Taltal. Las barrancas de las quebradas, más al Este tan profundas, vienen bajando paulatinamente hasta desaparecer por completo en el llano, donde las corrientes de las varias quebradas se confunden.

Al Norte de este llano está la mayor parte de las salitreras entre lomajes bajos, cuya composición no alcancé a conocer. Solamente en el cerro de La Ballena reconocí en la falda Este eurita baya y conglomerados porfídicos (¿traquíticos?) La cumbre y falda Oeste es traquítica; el rhenita es porosa con las concavidades llenas de una sustancia terrosa blanca; otra variedad tiene olivina.

En la parte más baja del llano se han hecho por los salitreros varios piques que han tomado agua abundante y dulce en la hondura de 50 metros más o menos.

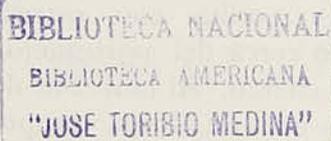
En el medio del llano se levanta un pequeño cerro La Isla; es traquítico. Al Sur del llano hai unas pocas oficinas salitreras, entre ellas La Catalina del Sur. El cerro, que se eleva media legua al Este de la oficina, se compone de eurita de varios colores; es mui parecida a la roca de La Sierra Overa.

Al Oeste de la oficina está el cerro de La Peineta o del Hornillo. La falda Este es pórfido con cristales de cuarzo i feldspato; la cumbre es fonolita. En la misma cumbre hai yeso. Al pié Oeste hai rocas bayas feldspáticas, aquí se estaba escarpando una veta con cuarzo i óxido de fierro platoso.

Al Oeste siguen lomas bajas i despues al lado Sur de la quebrada el cerro alto de Cachiyuyal. En la falda encontré rocas dioríticas i labradoríticas hasta la estacion de Agua Verde, el punto mas el Oeste que conozco de la quebrada de Taltal.

De Agua Verde crucé hácia el Sur. El primer cordón de cerros se compone de una roca feldspática, de estructura granuda; no contiene otro mineral que feldspato blanco lechoso, que nunca tira al rojo, por oxidacion del fierro, como jeneralmente sucede en las rocas feldspáticas. Continuando al Sur encontré al otro lado de la quebrada de La Chépica un terreno eurítico de bastante estension, mui parecido a la roca de La Sierra Overa. Antes de llegar al cerro 125 principiú el pórfido característico de la Cinco de Marzo i La Altamira, que se estiende continuamente hasta aquí, formando todo el cerro 125. Mas al Oeste i al Norte del cerro 117 hai rocas dioríticas iguales a las del mencionado cerro.

Aquí concluyen las observaciones del primer viaje. Solamente añadiré, que en la playa al Sur de Taltal encontré otra vez el pórfido del Cinco de Marzo, atravesando conglomerados de pórfidos dioríticos.



JEOLÓJIA DE LAS CORDILLERAS

CAPÍTULO PRIMERO

Parte Sur de la Puna de Atacama

Hice el trayecto a las vegas de San Francisco por el lado Sur de la línea divisoria de las aguas, es decir, en territorio argentino. El motivo de esto era combinar el camino recorrido ya por territorio de Chile con el camino, que conduce a San Francisco por el lado argentino, i el resultado fué, que al lado argentino se descubrieron, conforme al objeto deseado, formaciones jeológicas, que forman la base de las rocas volcánicas de la cordillera chilena, rocas que en territorio chileno cubre la mayor parte de las formaciones mas antiguas, ocultándolas al estudio.

Subiendo por la quebrada de Las Lajas, que ya conocíamos desde nuestra visita el año pasado, se llega hasta el portezuelo del Toro Muerto o de Los Patos, portezuelo que divide las aguas chilenas de las argentinas. Ya teníamos desde el año pasado el perfil jeológico de esta quebrada, pero convendrá repetir aquí lo principal.

Al pié Oeste de la serranía se encuentran rocas negras, basálticas; mas adentro fonolitas esquistosas con cristales de amfibola embutidas en una masa homogénea, color ceniciento; mas al Este todavía traquita i ceniza traquítica; despues un pórfido felsítico, bayo, talvez perteneciente a una época anterior a la de las rocas volcánicas mencionadas; sigue despues perlita con estructura esferoidal mui pronunciada i al último cerca del portezuelo un pórfido colorado con cristales de felpato i cuarzo. Al lado Sur del portezuelo se elevan lomas de unos 500 piés mas de altura, compuestas de traquita colorada; al lado Norte se eleva el cerro de Los Patos, talvez 2 a 3,000 piés mas alto i segun parece compuesto de traquita.

La altura del portezuelo: los dos aneroides Ravena i Sundt me dieron a las 2 $\frac{1}{2}$ P. M. 442 milímetros i 15.250 piés.

Al bajar al lado arjentino me acompañó al principio el pórvido colorado cuarcífero, cubierto en las alturas por traquita negra, llena de sanidina, que a veces alcanzó hasta el fondo de la quebrada. Una legua mas abajo fué reemplazado por pórvidos no cuarcíferos de distintos colores, especialmente uno bayo con cristales de anfíbola.

Por lo que se puede juzgar mirando de léjos, parece que estas distintas clases de pórvidos componen el pié i la falda Este de la parte relativamente baja de la línea divisoria, que con un perfil casi horizontal se estiende entre el cerro de Los Patos al Norte, pasando por Los Dos Hermanos hasta El Pillanhuasi al Sur. Estos tres cerros sobresalientes son traquíticos, i bancos de traquita forman tambien la parte superior de toda la demas parte de la línea.

El camino desde el portezuelo de Los Patos hasta el alojamiento obligado de Las Tres Quebradas, baja por una quebrada, que en su mayor parte es mui angosta i encerrada entre altas barrancas porfidicas. En largos trechos pasa el camino por el mismo lecho del rio, que felizmente ahora traia poca agua; en algunas partes no habia alcanzado a deshacerse la nieve en las profundas angosturas, donde los rayos del sol nunca o mui rara vez llegan. En el invierno i tiempo de deshielo debe ser imposible pasar por acá. Me dijo el vaqueano, que entónces se pasa por los faldeos con mucha dificultad.

Por este camino hai un poco de tráfico entre Copiapó, Fiambalá i Tinogasta. Los contrabandistas de tabaco lo prefieren por lo apartado. Tambien se ha llevado ganado por aquí, i yo encontré unas cuarenta mulas, que de Copiapó trajeron llantas de fierro i ejes para carretas.

La vega de Tres Quebradas tiene su nombre de la union de la quebrada principal, por donde viene el camino con dos pequeñas quebradas que vienen una del Norte del cerro de Los Patos i otra del Sur de Los Morados. La vega forma una faja de pocos metros de ancho, pero tiene bastante estension a lo largo del riachuelo. Tiene bastante pasto i agua, pero nada de leña.

La distancia del portezuelo de Los Patos o Toro Muerto a la vega de Tres Quebradas la calculo en 10 o 12 kilómetros.

Los aneiroides me dieron a las 7 1/2 P. M. 0,455 m. i 14.000 piés.

Durante todo el dia nos habia acompañado un viento mui fuerte i frio de Nor-Oeste.

FEBRERO 23

A la vega del Nacimiento del rio Cazadero, 6½ leguas.

Desde la vega de Tres Quebradas se abre i se tiende la quebrada i se divisa La Laguna Salada al Este en la distancia de 1 1/2 leguas mas o ménos. El camino da vuelta a la orilla Norte de la laguna con

direccion Este i grados al Norte, deja al Sur los mencionados cerros porfídicos Los Morados i al Norte el cerro traquítico de Los Patos.

La laguna tendrá unas tres o cuatro leguas de largo con direccion Norte-Sur i grados al Este. La anchura es variable desde media legua hasta pocas cuadras. En la parte Sur se divisan salares blancos i el agua es un hilo angosto pegado al pié de Los Morados al Oeste. En la parte extrema del Norte entraba un caudal de agua mas grande que el rio Copiapó; el agua era tibia i salobre, i los arrieros no permiten a las mulas que la tomen. Me dijo el vaqueano, que la mayor parte de esta agua brota una legua mas adentro, en El Ojo del Sol, una vertiente mui caliente i salada, cuyas aguas, ántes de llegar a la laguna, se mezclan con un riachuelo de agua fria i dulce, que baja de la falda Sur de los nevados de Tres Cruces, Nacimiento i Aguas Calientes.

El camino, que pasa al lado Norte de Los Patos por la quebrada de Los Colorados, pasa cerca del Ojo del Sol.

Los mencionados nevados limitan la laguna al Norte, el de Los Patos o al Nor-Oeste, los conos gemelos de Los Dos Hermanos, a los que rara vez les faltan algunas manchas de nieve, se levantan al lado Oeste sobre Los Morados, i al lado Sur se divisa el imponente i grueso nevado de Pillanhuasi o Monte Pissis. El mas bajo de Los Dos Hermanos tiene segun mi anerode 17,000' i de los otros nevados mencionados es probable, que varios llegan i pasan de 20,000'. Solamente al Este i Sur-Este se ven cerros, que no alcanzan a la rejion de las nieves eternas; de perfil mui poco accidentado i de oríjen no volcánico o cuando mas, cubiertos de capas delgadas de corrientes traquíticas o tofos traquíticos.

La salida natural de la laguna seria al Sur-Este, donde me dicen que los cerros solamente se levantan unos pocos centenares de piés sobre el nivel de la laguna (¿moraimas?). Al otro lado de estas lomas i tres leguas distantes hácia el Sur-Este de la laguna, brota una copiosa vertiente salada, probablemente las aguas de la laguna, que aquí salen al sol despues de un trayecto subterráneo.

Los aneroides midieron a la orilla de la laguna a las 11 A. M. 467 i 13.600, i el desnivel entre el portezuelo de Los Patos i la laguna, en una distancia horizontal de tres a cuatro leguas, es por consiguiente 1.650 piés.

El camino, despues de haber pasado la laguna, cruza los cerros al Este, alcanzando en el portezuelo del Portillo una altura de 15.500 piés segun mi anerode. La subida de la laguna es, por consiguiente, de 1.900 piés i en parte mui pesada por estar la falda cubierta de arena i cascajo. Se compone éste principalmente de fragmentos de traquita i al pié de la cuesta se ve, que está estratificado con suave inclinacion al Este. Mas arriba es todo terreno suelto, que no da lugar a distinguir las estratificaciones. La falda tiene color plomizo o ceniciento. Cerca del portezuelo revienta un terreno estratificado mas antiguo, de

color rojo i con suave inclinacion al Este. Solamente en un punto tuve lugar de acercarme a unas capas blancas cuarzosas.

Siento no haber podido determinar, si esta formacion es la misma que encontré un par de leguas mas al Este, compuesta de cuarcitas i esquitas micáceas, o si pertenece a las areniscas i conglomerados rojos de una época mas moderna, que despues encontré en tantas partes en la cordillera.

Desde el portezuelo del Portillo hai una vista excelente a todos los nevados que rodean la laguna. Se divisa tambien en territorio chileno El Azufre i El Nevado.

La pasada al Oeste de la laguna desde Tres Quebradas hasta Pillanhuasi parece difícil; primero, porque la laguna no deja playa donde pasar; i segundo, porque las faldas son mui quebradas i escarpadas.

Al lado Sur de la laguna i al pié Norte del Pillanhuasi se ve entrar hácia el Oeste una quebrada con direccion hácia la quebrada de Astaburuaga. Mi vaqueano me dijo, que habia estado allá cazando vicuñas i que no creia difícil pasar hasta el territorio chileno.

La orilla Este de la laguna es fácil pasar.

A futuros exploradores advierto que pasto, leña i agua, es mui escasa en la hoya de la laguna Salado, esceptuando las vegas de Tres Quebradas. Sin embargo, me dijo el vaqueano, que en la quebrada mencionada al pié del Pillanhuasi hai agua i pajonal.

Al Sur i al Este del Portillo baja el terreno suavemente formando un plan inclinado, poco ondulado, i cubierto por una capa traquítica.

Una legua al Este sobresale una loma de color bayo a unos pocos centenares de piés. Se estiende de Sur a Norte i se llama por su color «El Bayo». Se compone de cuarcitas micáceas.

Desde «El Portillo» tuerce el camino hácia el Nor-Este, pasando sobre un terreno suavemente ondulado i cubierto de infinidad de riscos traquíticos, provenientes de la descomposicion de la capa traquítica sobre que descansan. Despues de andar como 2 leguas indicaba mi aneroides todavía 15.200'. Desde aquí principia el terreno a inclinarse hácia las vegas del «Nacimiento», como dicen los argentinos, subentendiendo «El Nacimiento del rio Cazadero». Las vegas principian ya media legua mas abajo, i se estienden de aquí casi sin interrupcion hasta Fiambalá. Las faldas de los cerros estaban cubiertas de pajonal i de «cuerno», i formaban un gran contraste con las faldas i quebradas áridas del lado chileno.

Me alojé a la altura de 14.600 piés (0,450 m. a las 7 i media A. M.). Todo el dia habia soplado un viento mui fuerte de Oeste a Nor-Oeste, i en la noche reventó una botella con agua, que se habia conjelado completamente.

Desde aquí principia la bajada i entra el camino en un terreno compuesto de cuarcitas de varios colores, a veces micáceas.

Este día observé un fenómeno, que después encontré en varias partes de la cordillera alta. Una gran parte de las piedras tenían la cara que daba hacia el Nor-Oeste, pulida, lustrosa i rayada i de un color ceniciento o azulejo, es decir, el color, que tenían las piedras en fractura fresca. Tenía casi la apariencia de que hubiera pasado por encima un escoplo en la dirección Nor-Oeste a Sur-Este. La cara, que daba al Sur-Este tenía al contrario su superficie áspera, de color rojizo i sin lustre. Este efecto no puede ser debido sino al viento, que aquí siempre sopla de Nor-Oeste, arrastrando granitos de cuarzo i sanidina, que provienen de la descomposición del traquita. Estos granos forman el instrumento, el escoplo, que obra; el viento es la fuerza que lo mueve.

Las rayaduras terminan muchas veces en agujeros, que penetran hasta una pulgada o más en la piedra, i en éstos se encuentran todavía granos de arena.

Al día siguiente vi en las barrancas de la vega del «Nacimiento» capas de areniscas blancas, de un par de metros de grueso, compuestos de granos semejantes de cuarzo i de sanidina, i en varias de las quebradas, que bajan a la Argentina, he visto después las faldas cubiertas por arena blanca traquítica, acumulada por el viento.

El viento Este, que en el verano sopla con alguna frecuencia, poco o nada puede arrastrar la arena, puesto que generalmente va acompañado de granizo i lluvia.

Los lados de las piedras que están al abrigo del viento Nor-Oeste, se descomponen despacio, parte por los cambios continuos de temperatura, parte por la acción química de los agentes atmosféricos. Uno de los efectos de éstos es transformar el protóxido de fierro en peróxido, lo que produce el color rojo.

En muchos casos se puede juzgar, más o menos, de la cantidad de piedra que ha sido destruida por el viento. Prolongando las distintas caras de la piedra, que no han sido gastadas, i también fundándome en que no hai ningún motivo para que desde el principio los lados de las piedras, que dan hacia el Nor-Oeste, no hayan sido tan sobresalientes como los demás, he sacado como resultado que muchas veces la parte que ha desaparecido, especialmente cuando ha sido esquina, no baja de un pie de grueso.

Compárese con esto el resultado, a que han llegado los jeólogos yanquis, que la cantidad de arcilla, arena i cascajo arrastrada al mar por el río Misissippi en seis mil años, corresponde a una capa de un pie de grueso, repartida por parejo sobre toda la hoya del Misissippi con todos sus afluentes. Un pie es, por consiguiente, lo que allá se gasta en 6.000 años. Para comparar esto con el efecto producido por el viento en la cordillera argentina i chilena, hai, sin embargo, que observar, que el grueso de un pie es solamente el máximo observado i encima de las esquinas, i también, que las traquitas en que general-

mente se ve este efecto, es una roca poco coherente. Además no hai que olvidar, que la desaparicion de esta capa de un pié de grueso sobre algunas caras i esquinas de las piedras en la cordillera, es únicamente debida al viento, sin que en esto hayan influido los demás agentes atmosféricos. Estos han obrado independientemente sobre toda la superficie, sin que conozcamos la cantidad absoluta que hayan destruido, pero es probable que relativamente hayan obrado con mas fuerza sobre las caras pulidas, puesto que aquí los productos de la descomposicion han sido alejados inmediatamente sin dar lugar a que se formara alguna capa protectora.

He notado, además, los siguientes hechos: Los efectos del viento se ven con frecuencia: 1.º En las piedras que cubren los llanos i faldeos suaves; 2.º En piedras sueltas con mucho mas frecuencia que en la roca firme; i 3.º En piedras volcánicas.

Explico esto de la manera siguiente:

1) En los llanos i faldeos suaves quedan inmóviles las piedras por mucho tiempo, puesto que no hai corrientes de agua que las puedan mover.

2) En los llanos i faldeos suaves se ven con preferencia piedras sueltas, puesto que la roca firme queda tapada con sus propios escombros. La roca firme, cuando está en descubierto, está espuesta al efecto de las aguas corrientes.

3) Los efectos del viento se ven con preferencia en piedras volcánicas, primero porque éstas son las mas comunes en la alta cordillera; i segundo, porque el cascajo traquítico es mui permeable al agua, así que no hai lugar para que se formen corrientes superficiales, que puedan mover las piedras.

I la inmovilidad de las piedras por mucho tiempo es necesaria para que los lentos efectos del viento puedan acumularse hasta ser visibles.

La constancia en la direccion de las rayas en las piedras, que sin escepcion cae en el primer cuadrante (es decir entre Oeste i Norte magnético), i jeneralmente cerca del Nor-Oeste, puede servir por falta de brújula, como guia a los viajeros perdidos.

Mencionaré todavía otra observacion para que futuros exploradores la estudien. He visto a veces que las piedras grandes con caras rayadas i partidas tienen alguna esquina cortada por otra cara mas nueva, como si el viento hubiera cambiado de direccion. Pudiera esto provenir de un cambio secular en la direccion del viento; pero no tengo observaciones suficientes para determinar si estas caras de segundo orden tienen una posicion fija o si únicamente son debidas a que la piedra se ha movido.

FEBRERO 24

A la vega del Lampayo (6 leguas).—Continué el viaje siguiendo

la quebrada abajo, unas 3 leguas, hasta llegar a un punto llamado La Tambería. Mi vaqueano, sin embargo, no conocia ninguna tambería aquí. La quebrada, que hasta aquí habia sido mui estrecha, aunque llena de vegas i con las faldas verdeando de pajonal i de «cuerno», se abre en La Tambería, uniéndose con la quebrada de Aguas Calientes, que viene del Norte i con la del Aparejo, que viene del Sur. Me mostraron aquí una cueva miserable, formada mitad, por grandes peñascos traquíticos, mitad por hojas de fonolita. Aquí habia vivido 20 años un chileno con sus perros cazando vicuñas, que cambiaba en Fiambalá por víveres i vicios. Bajó a Fiambalá a morir, indicando un rincon de su cueva donde tenia enterrado algo mas de cien pesos, los que se encontraron.

En las faldas hasta aquí habia visto cuarcitas i areniscas oscuras, grano fino con puntitos de cuarzo vidrioso, cubiertas por capas de traquita i de fonolita.

En las dos leguas, que siguen, noté las mismas rocas hasta llegar al Choro, una angostura, que atraviesa una faja de areniscas bayas, compuestas de granos, tamaño de arveja, de felspato, cuarzo i mica. Así como los fragmentos evidentemente provienen de granito, tenia la roca una semejanza engañadora con el granito, pero la estratificación no deja ninguna duda de su verdadera naturaleza. El rumbo era de Sur a Norte i el manteo variable.

Unas 3 o 4 leguas mas abajo del Choro está la Puerta del Cazadero, el primer punto habitado en este camino. El nombre proviene, de que aquí se juntan en febrero o marzo hasta 200 personas, que arrear las vicuñas de las alturas hasta ciertas angosturas, donde con facilidad pueden lacerarlas i matarlas.

En El Choro dejé el rio Nacimiento, que tuerce mas al Sur-Este i traslomé una serranía para caer unos 6 kilómetros mas al Nor-Este al rio Lampayo, un afluente del rio Nacimiento.

El rio Lampayo tiene su nombre de un arbusto. Hai aquí agua corriente i buenas vegas, que se estienden, segun mi vaqueano, unas 4 leguas, hasta unirse con las vegas del Nacimiento en la mitad del camino entre El Choro i El Cazadero.

La roca es arenisca, la continuacion de la del Choro, atravesada por felsita. Mi aneroide me dió aquí a las 7 $\frac{1}{2}$ P. M. 13.200 piés 473 i el dia siguiente, el 25 a las 6 $\frac{1}{2}$ A. M., 12.900 piés 474. Temperatura cero grados.

FEBRERO 25

Vega Lozas (4 a 5 leguas).—Al amanecer subimos 14 kilómetros por la quebrada del Lampayo hasta sus nacimientos. De allí traslomamos hasta la hoyada del rio Lozas. Mandé el mozo con la carga a la

vega i me dirijí con el vaqueano al portezuelo de Lozas, distante en línea recta unos 20 kilómetros.

Las areniscas, que nos habian acompañado en la quebrada del Lampayo en los primeros 8 kilómetros, aquí fueron reemplazadas por traquitas de distintos colores; las únicas rocas que mezcladas con algo de fonolita i basalto, encontré hasta el portezuelo de Lozas.

Nos fuimos sin camino atravesando corrientes de lava traquítica i basáltica, mui áspera, i barrancas paradas, cortadas en ellas. Los últimos 8 a 10 kilómetros eran de un terreno blando i pesado, siempre volcánico, que mas bien considero como cenizas volcánicas, caídas en el lugar que ocupan actualmente, i no como escombros de los nevados traquíticos, arrastrados por las aguas. Unos 2 o 3 kilómetros ántes de llegar al portezuelo encontré en una barranca cortada en este terreno una capa de nieve medio trasformada en hielo i cubierta de 2 o 3 metros de ceniza traquítica. La nieve se veía en los dos lados de la barranca, i era sin duda alguna inter-estratificada i depositada ántes que las cenizas traquíticas.

Casos análogos se conocen en el Etna, Sicilia.

Llegamos al portezuelo a las 4 de la tarde. El hipsómetro me dió 182.8° i los dos aneroides respectivamente 0,433 i 15.600; temperatura del aneroide + 10°.

Hai dos portezuelos denominados Lozas: uno entre el nevado de Incahuasi al Este, i el Cerro del Portezuelo al Oeste; éste fué el portezuelo visitado por mí; i otro mas alto al Oeste del último cerro; este fué el portezuelo divisado por nosotros el año pasado. Por los dos pasan los argentinos en viaje a Chañaral, aunque no mui frecuentemente, a juzgar por el camino pequeño i medio borrado.

El cerro alto de Incahuasi tiene sus faldas cubiertas de fragmentos de traquita i de piedra pómez, lo mismo el Cerro del Portezuelo. Un poco al Sur de este último divisé un cráter cónico negro, rodeado de corrientes de lava negra.

La vista al Norte no ofrecia mucho de interes; particularmente porque no conocí los cerros, esceptuando el de San Francisco i los nevados al Norte de éste. La Laguna Verde habia quedado al Oeste oculta por el Cerro del Portezuelo. Hacia el Sur se divisaban cerros argentinos sin nieve i con pocas puntas sobresalientes.

Volví por un camino mucho mejor, siguiendo la quebrada del rio Lozas, que nace en el portezuelo del mismo nombre; aunque no agarra agua hasta un par de leguas mas abajo.

Llegamos al lugar, donde debíamos encontrar al mozo a las 8 P. M., i no encontramos ni rastro de él. Seguimos rio abajo i por ser sumamente pantanosa la vega i difícil para pasar nos demoramos todavía un par de horas en avanzar la media legua mas abajo, donde encontramos la carpa.

Esta media legua es una de las mas pintorescas, que he visto en

la cordillera, jeneralmente tan monótona, i tambien una ilustracion de la influencia, que tienen las distintas clases de rocas en la configuracion del terreno. Exactamente donde concluyen las rocas volcánicas, que llenan i borran las desigualdades de la antigua superficie, se precipita el rio o riachuelo de Lozas por una angostura de algunos centenares de piés de profundidad i con un gradiente mui fuerte. En un largo de varias cuabras corre el rio entre los peñascos con un ruido estrepitoso i todo hecho espuma. Apénas deja lugar a las mulas donde pisar.

Desde la angostura es la roca pórvido cuarcífero.

FEBRERO 26

A la vega de San Francisco (7 a 8 leguas).—A las 8 A. M. me dió mi aneroide en la vega de Lozas 13.100' con temperatura de +5°.

Seguí el rio Lozas 5½ kilómetros cuesta abajo, hasta su reunion con la quebrada de Las Peladas, quebrada ancha, pero seca, que viene del cerro Chucuta, que está al Nor-Este de San Francisco en la línea divisoria entre el territorio arjentino i el territorio anteriormente boliviano, ahora chileno.

La quebrada de Las Lozas en este trecho sigue siempre angosta entre pórvidos cuarcíferos colorados, en muchas partes cubiertos de arena blanca traquítica. La vejetacion es bastante lozana, habiendo muchos arbustos de bastante tamaño. En las barrancas blancas de la vega se veian las mismas areniscas blancas traquíticas, que habia visto en la vega del Nacimiento.

La quebrada de Las Peladas se estiende primero unos 12 kilómetros con direccion Norte clavado, apuntando a la Chucuta. Los dos lados se componen de pórvido cuarcífero colorado. Dejamos despues la quebrada a la izquierda i con direccion Nor-Este cruzamos una falda hasta caer en la quebrada otra vez.

Habian aquí vegas regulares.

Seguimos otra vez la quebrada con direccion Norte i acompañado de vegas.

Al Oeste hai cerros bajos de pórvido cuarcífero; al lado Este se alejaron los cerros demasiado para que pudiera reconocerlos; solamente puedo decir que no son volcánicos.

Torcimos despues al Nor-Oeste para atravesar el cordón bajo, que nos separaba de la hoyada de San Francisco.

Este cordón se compone de areniscas bayas cuarcíferas de grano grueso, rumbo Sur-Norte, manteo Oeste. Al pié Oeste las atravesaba un dique de pórvido felpático con rumbo Nor-Este. Aquí principiaban tambien rocas volcánicas con masa negra de piedra pez i muchos cristales de sanidina embutidos.

Alojamos en las cuevas de San Francisco, 9 kilómetros distantes

de las vegas de Las Peladas. Estas cuevas están formadas en grandes peñascos de un conglomerado, en que tanto las piedras embutidas como el cimientó es la roca negra ya mencionada de piedra-pezu, con cristales de sanidina.

Las cuevas parece que deben su origen, parte a la descomposición producida por la acción química de los agentes atmosféricos i parte a la acción mecánica del viento i del agua de la laguna, que antiguamente debe haber llegado hasta aquí a juzgar por la costra, que ha dejado de una sustancia blanca. que todavía no he examinado.

La hoyada de San Francisco está limitada al Sur por el cerro volcánico de Las Peladas; al Oeste, por los nevados traquíticos de Incahuasi i San Francisco; al Norte, por el cordón traquítico que reúne el portezuelo de San Francisco con El Chucuta. Al Este i Sur-Este se estiende el cordón mencionado de areniscas bayas i al Nor-Este se estiende un llano hasta las cabeceras de la quebrada de Las Peladas.

En la parte Sur de la hoyada está la laguna i el salar de San Francisco, que no tiene salida. En la parte Norte hai varias vertientes de agua caliente, cuya temperatura calculo en 30° mas o ménos. No contienen mucha sal, puesto que proporcionan buena agua para beber.

FEBRERO 27

Al portezuelo de San Francisco, (2 leguas).—El portezuelo de San Francisco dista de las cuevas unos 10 kilómetros hácia el Nor-Oeste. Todo el camino atraviesa terreno traquítico.

Al pié Nor-Este del nevado blanquisco o ceniciento de San Francisco divisé en un par de leguas de distancia dos cráteres negros i cónicos con sus corrientes de lava negra.

El hipsómetro me dió en la parte mas alta del portezuelo a las 12,15 P. M. 185,8, los aneroides 0,445 5 i 14.800' respectivamente, con la temperatura del aire + 10°.

En las cuevas me dieron los aneroides:

| | | | | |
|-------|-----------------------|--------------------------|---|-------------|
| El 27 | de febrero h. 9 A. M. | 0,470 metros | i | 13,500 |
| » | » | 5,15 P. M. | » | i 13.800 |
| El 28 | » | 7,30 A. M. | » | i 13.600 |
| | | Temperatura mínima el 27 | — | 3° |
| | | » | » | el 28 — 6°. |

FEBRERO 29

De San Francisco a Manantial, (5 a 6 leguas).—Había ordenado al vaqueano llevarme por los caminos reales, aunque fueran un poco

mas largos, para no gastar las mulas en caminos ásperos i pesados. Efectivamente salimos por el camino real, que con direccion Nor-Este, conduce de San Francisco a Antofagasta de la Sierra, cuando mas tarde me encuentro sobre un caminito de vicuña con direccion a la cumbre de Chucuta. El vaqueano declaró, que así convenia por ser el camino mas corto, pero luego despues, cuando el camino se perdió por completo, tuvimos que volver. Desde aquí me llevó cruzando cerros ásperos i quebradas sin camino, primero con direccion Norte despues al Nor-Oeste; hasta que despues de 6 horas de andar nos encontramos 3 leguas al Norte de las cuevas de San Francisco en un portezuelo al Oeste de La Chucuta, donde mi aneroide indicaba la altura de 16.000'. Estuvimos en la línea divisoria entre la Argentina i la hoyada de Antofagasta. Habia una vista estensa especialmente hácia el Sur, i aproveché la ocasion de tomar azimutes con la brújula.

Todos los cerros recorridos habian sido traquíticos.

Del portezuelo seguimos una quebrada, que baja primero unos 4 kilómetros hácia el Norte i despues al Este por unos 10 a 12 kilómetros para caer un poco al Norte de la vega de Manantiales, nuestro destino. Donde el camino tuerce al Este, mandé la carga adelante i con el vaqueano subí unas lomas al Oeste para divisar el cerro Peinado i la gran hoyada, que mas al Norte pasa al pié del volcan de Antofalla. Una vez arriba me encontré con otras lomas, que tapaban la vista al Oeste, i como ya era tarde, resolví volver al día siguiente i me dirijí atras de la carga a la vega de Manantiales. Toda esta quebrada no tiene ni agua ni pasto. Solamente en los tres últimos kilómetros ántes de llegar a Manantiales habia algo de pajonal en las faldas.

La vega de Manantiales pertenece a otra quebrada un par de kilómetros mas al Sur. Nace en la falda Norte de La Chucuta i corre primero al Norte, despues al Nor-Este, hasta perderse en el llano de una gran hoyada, que se estiende de Sur a Norte. Esta hoyada pudiera llamarse la de Incahuasi, por la salina de Incahuasi, que está algunas leguas al Norte de Manantiales. La hoyada está limitada al Oeste por un cordon que se desprende de Chucuta, i que corre de Sur a Norte separando la hoyada de Incahuasi de la de Antofalla. La composicion de este cordon es micaesquita, cuarcitas i esquitas lustrosas, porfido cuarcífero colorado, areniscas i conglomerados rojos, un poco de gabbro i pórfido felpático i al último traquita i basalto; se ven varios cráteres basálticos con corrientes de lava, especialmente en la falda Oeste. Las cumbres de este cordon llegan a 16.000' i los portezuelos no bajan de 15.000. Al Norte i Este está limitada la hoyada de Incahuasi por un cordon que se desprende del anterior al frente de Antofagasta de la Sierra, corriendo de Norte a Sur i dividiendo el territorio al Sur de Antofagasta en dos hoyadas, la de Incahuasi al Oeste i la de Carachapampa al Este.

Este cordon se compone en la parte Norte de areniscas bayas i coloradas; en la parte S., de esquitas micáceas i lustrosas i de cuarcitas.

Al Sur se pierde en el llano ántes de llegar al cordon traquítico, que se desprende de Chucula hácia el Este, formando la línea divisoria entre la Argentina i Antofagasta i limitando nuestra hoyada al lado Sur.

Al llegar a la vega de Manantiales me sorprendió la vista de un cráter negro, que se levantaba al Sur-Este sobre las cumbres del cordon traquítico de la línea. Una gran corriente de lava negra se estien-de hasta el pié del cerro i sobre las arenas del llano vecino. Me resolví ocupar el día siguiente en su escursion.

MARZO I.º

El Negro del portezuelo de Las Cortaderas (3 leguas).—Para llegar al volcan tuvimos primero que cruzar un camino llano que nos separaba de la corriente de lava; este llano de 4 a 6 kilómetros de ancho estaba completamente lleno de chululeras i por consiguiente mui embromado para pasar.

Al pié de la corriente de lava pasa el verdadero camino entre San Francisco i Antofagasta. Seguimos este camino como una legua hasta el portezuelo de Las Cortaderas, portezuelo que está en la línea divisoria. Habíamos dejado atras la corriente basáltica i nos encontramos en terreno traquítico, con cristales de sanidina embutidos en una masa de color ceniciento. El cráter está inmediatamente al Este del portezuelo sobre el cual se levanta unos mil piés.

Principiamos la subida pasando primero por el terreno traquítico. A media falda encontramos eyecciones volcánicas compuestas de fragmentos negros, porosos i compactos de tamaños de poroto hasta de una mano, rara vez de cabeza. Todo el cono del cráter está compuesto de esto. A pesar de lo parado i pesado de la falda, llegamos con las mulas hasta 100' mas abajo de la cumbre; el resto subimos a pié. Apénas levantamos la cabeza sobre el bordo, vimos debajo de nosotros el interior del cráter. Forma un embudo perfecto con su diámetro superior de 100 a 200 metros i angostando paulatinamente hácia abajo hasta quedar reducido a pocos metros. El fondo estaba tapado con piedras caidas. No mostraba ninguna señal de actividad. El borde del cráter tenia forma circular i solamente de pocos piés de ancho. Era mas alto en la parte Sur-Este, un hecho que despues he notado en muchos cráteres, i que probablemente es debido al viento reinante de Nor-Oeste, que acumula con preferencia hácia Sur-Este las masas arrojadas.

En la parte mas alta encontré, como siempre hemos visto en las cumbres altas, piedras fundidas por encima o perforadas por los relámpagos.

La composición del cráter era muy uniforme, todas piedras negras, compactas o escoriáceas.

Al pie Nor-Oeste estaba abierto el cráter y por allí había salido la lava fundida. Se componía ésta de la misma roca negra, homogénea y compacta, rara vez porosa. Su superficie era sumamente dispareja y casi imposible atravesar. En fin, se parecía en todo a la escoria de un horno de fundición. El grosor de la corriente era de 4 hasta 20 metros en las orillas; pero la parte del centro, que corresponde a lo más profundo de la quebrada, debe tener un grosor muchas veces mayor. Calculando una superficie de 1.000×3.000 metros, es decir, 3 millones de metros cuadrados y un grosor término medio de 10 metros, daría 30 millones de metros cúbicos, cálculo que no creo exagerado.

El estado tan bien conservado del cráter, que se compone de un material tan poco coherente, parece indicar un origen no muy antiguo; lo mismo parece probar la corriente de lava, que apenas está cubierto en una que otra parte por un poco de arena, que ha traído el viento del llano al Oeste, y que no demuestra más vegetación que uno que otro arbustito cerca de la orilla. Sin embargo, no sabe nadie contar de erupción aquí. No sale ni vapor, ni humo y todo está completamente enfriado.

En la subida al lado Oeste y Sur había encontrado la traquita, que sirve de base al cráter, con su color natural. Bajé al lado Este y Norte, donde la traquita había tomado un color amarillento como de azufre. Sin embargo, no había ningún vestigio de azufre. El color provenía de la descomposición de la roca, producido probablemente por vapores o aguas calientes.

La traquita estaba transformada en una masa terrosa amarillenta, a veces llena de pequeñas ojeadas con diminutos cristales de cuarzo.

Todo el cráter está al Norte de la línea divisoria que pasa por el borde Sur.

El único nombre que supieron darme del cráter era El Negro del Portezuelo de Las Cortaderas. Los Negros llaman en general en Antofagasta los cráteres basálticos, que abundan mucho en esta región.

El hipsómetro me dió en la cumbre $1850'$ y los dos aneroides 0.440 m. y $15.500'$, respectivamente, a las 11 A. M.

MARZO 2

Hoyada de Antofalla (2 a 3 leguas).—De la vega de Manantiales subí unos 6 kilómetros con dirección al Oeste por la misma quebrada por donde había bajado el día antepasado. Dejé después la quebrada al S. y dando vuelta paulatinamente hacia el Nor-oeste y Nor-noroeste, subí faldeando unos 7 kilómetros más, hasta llegar encima de una loma que da vista hacia el Oeste.

Las primeras faldas en la desembocadura de la quebrada están cubiertas de fragmentos traquíticos; mas al Oeste se ve la misma traquítica como cerro firme en las barrancas. A veces descansan sobre pórfido cuarzífero; donde dejó la quebrada revienta el pórfido cuarzoso desde el pié hasta la cumbre del cerro al lado Norte de la quebrada, para volver a cubrirse de traquita otra vez mas al O. En la falda Este de la cumbre mas occidental que subí, encontré areniscas bayas, con rumbo Sur a Norte, siempre cubiertos de traquita, que ocupa todas las alturas.

En la cumbre del cerro me daba mi aneroide 16.000 piés. Tenia de aquí una vista estensa i grandiosa. Talvez de 500 a 800 metros debajo de mis piés se extendía la gran hoyada, que principia un par de leguas mas al Sur i que con anchura variable que llega hasta 3 leguas sigue hácia el Norte i Nor-noreste talvez cerca de 30 leguas, pasando por el pié Este del volcan de Antofalla.

Nace en la falda Norte del cordon traquítico, que con direccion Oeste a Este se estiende desde el portezuelo de San Francisco hasta el cerro de Chucula. Antes que se formara este cordon, cuyos portezuelos no bajan de 16.000 piés, debe haber formado una sola hoyada con la del San Francisco. La salida natural debe haber sido hácia el Sur por la quebrada de Las Peladas. Sin embargo, actualmente está el fondo de esta quebrada un poco mas alto que el salar frente de Antofalla, esto puede mui bien atribuirse a que la quebrada de Las Peladas despues se haya rellenado de cascajo.

Al Oeste se limita la hoyada por nevados que forman la continuacion del cordon de los nevados de Incahuasi i San Francisco. Inmediatamente al Norte del portezuelo de este nombre se levanta un nevado con faldas bayas i de cuya cumbre bajan corrientes negras de lava, que no alcanzan a llegar al plan.

Al lado Norte sigue un llano, que hace retroceder al O. la continuacion del cordon. Mi vaqueano me dijo, que se habia internado allá para catear, buscando el derrotero de los Aragoneses, i que habia dado al llano el nombre de Llano del Delirio por los bonitos panizos, que segun él, consistian en lomas bajas i bayas. Para internarse aquí se necesita llevar agua i pasto.

Al Norte del Llano del Delirio divisé otros nevados puntiagudos. Por lo que pude ver, estaban mas o ménos en la continuacion de la línea de San Francisco, i separaban, segun mi vaqueano, la hoyada de Laguna Brava de la de Antofalla. Al pié Este de estos cerros existen, segun mi vaqueano, dos vegas, la del Agua Dulce i la del Vallecito con buena agua i pasto, que no se hiela en el invierno. Por lo que he podido averiguar no existe en la hoyada ninguna vega al Sur de éstas, a no ser que haya pajonal en la orilla de la laguna, que divisé al Norte del Peinado, i del que luego hablaré.

Mas al Norte cierra el horizonte el volcan nevado de Antofalla.

Al lado Este está limitada la hoyada por el cordón ya mencionado, que la separa de la de Incahuasi.

El Peinado es un cono negro volcánico, que se levanta del fondo de la hoyada, una legua al Noroeste de mi punto de observación. Debe sin duda su nombre a sus formas simétricas e lisas, como si lo hubieran peinado. La falda Norte presenta una sola línea no interrumpida desde la cumbre hasta la base. La mitad superior es recta e tiene probablemente el mayor gradiente, que admiten productos volcánicos eyectados; la mitad inferior forma una curva suave, que se tiende un poco hacia la base, pero siempre con mucha gradiente. La falda Sur presenta dos líneas; la mitad inferior evidentemente perteneciente a un cráter más antiguo, e la superior a otro más nuevo. En la cumbre no pude divisar cráter alguno; está muy poco truncado, parece haberse llenado poco a poco hasta quedar casi cerrado.

Su altura no bajará de 17 a 18,000 pies. A pesar de que esta altura está sobrepujada por muchos cumbres volcánicas en la cordillera, es El Peinado uno de los más bellos e imponentes por sus líneas simétricas e por su posición aislada, levantándose de repente unos 4 a 5,000 pies sobre el fondo de la hoyada. Su aspecto es todavía más imponente, mirándolo desde un punto elevado e cercano como mi punto de observación.

Su base está rodeada de corrientes negras de lava. La aspereza de éstas e las faldas paradas e probablemente compuestas de escombros volcánicos, debe hacer muy difícil el subir a la cumbre.

Una legua o dos al Norte del Peinado divisé una laguna de poca extensión. Al Norte de ésta principia el gran salar, que pasa al pie Este de Antofalla.

En el mismo cordón, donde me encontré, divisé una legua más al Sur otra cumbre negra e volcánica elevarse sobre las traquitas bayas. Sus corrientes de lava llegaron al plan e se confundían con las del Peinado.

Como media legua al Sur del punto, donde yo estaba, divisé además otro pequeño cráter negro dibujarse sobre las traquitas, sin corrientes de lava e de dimensiones tan pequeñas, que llegaron a ser casi ridículas.

MARZO 3

Manantiales a Lagunillas (6 a 7 leguas).—El camino, que viene de San Francisco por el portezuelo de Las Cortaderas, pasa derecho por Carachapampa a Antofagasta de La Sierra. Yo preferí recorrer toda la parte Sur del territorio antes de llegar a Antofagasta para no tener que volver otra vez. Tomé por consiguiente un camino con dirección más al Este con la intención de alojarme en la vega de Lagunillas en

territorio argentino, la vega mas cercana. El camino conducia por un llano arenoso al Norte de la línea, donde el viento habia amontonado la arena en forma de olas. La arena se componia en su mayor parte de traquita i piedra pómez, mezclada con piedrecitas de cuarzita micácea i esquita micácea. Estas últimas encontré tambien en roca firme en pequeñas lomas que se elevaban sobre la arena en la prolongacion de la cadena ántes mencionada, que separa la hoyada de Incahuasi de la de Carachapampa.

La línea divisoria al Este del Negro parece, vista de distancia, traquítica.

Despues de andar 17 kilómetros al Este, torcimos al Sur para atravesar la línea i buscar la vega de Lagunillas. Mandé la carga por el camino grande i me separé con el vaqueano para subir unas lomas bajas i tendidas que se divisaban al Este. Grande fué mi sorpresa, cuando al llegar arriba me encontré sobre el borde de un precipicio casi vertical de un par de centenares de piés de altura. Abajo se divisaba un llano blanco circular o algo elíptico de 3 kilómetros de diámetro mas o ménos, i rodeado por todas partes de precipicios iguales al sobre que yo me encontraba. Era un inmenso cráter traquítico.

Me costaba trabajo encontrar una bajada, pero al fin llegué abajo, tirando la mula por un zanjón angosto; tuve en la bajada excelente ocasion de reconocer la estructura i composicion de las paredes. Todo el precipicio estaba formado de capas de brechas estratificadas, compuestas de fragmentos traquíticos de todos tamaños, desde los mas pequeños hasta de un pié cúbico i mas. Habia traquita de todos colores con cristales de sanidina i a veces amfibola. Presentaban transiciones en obsidiana i piedra pómez. Los fragmentos se habian cimentado en una brecha no mui coherente.

El llano que formaba el fondo del cráter, tenia una suave inclinacion al Norte i Noroeste, a este último lado estaba abierto; el camino a Fiambalá entra por aquí i atraviesa todo el fondo del cráter de Norte a Sur. Se compone éste de traquita espumosa, o mas bien dicho de piedra pómez, que forma una sola pieza i evidentemente se ha solidificado en ese sitio. La superficie estaba algo dispareja por las lluvias, que habian formado zanjones; en algunas partes, sin embargo, bien lisa.

El interior del cráter debe haber estado lleno de lava fundida, que se ha movido lentamente hácia el Noroeste, por donde ha tenido salida, miéntras que una gran parte se ha solidificado en el cráter mismo, despues de haber tenido suficiente tiempo para refundir la parte inferior de las paredes del cráter. Esto ha causado la caida de las partes superiores i ha dado lugar a que se formaran las barrancas verticales, que ahora se ven.

Es la primera i única vez, que he visto un cráter traquítico bien pronunciado i piedra pómez solidificada *en situ*, a pesar de tener las traquitas tan inmensa estension en la cordillera, i ser la piedra pómez, si

no mui comun, tampoco mui escasa en forma de fragmentos sueltos, arrojados por las erupciones volcánicas.

Todo el cráter está al Norte de la línea divisoria de las aguas que pasa por el borde Sur.

Sobre el borde Norte del cráter me dió los aneroides 0.467 m. i 14,000, respectivamente.

En el punto mas alto del camino sobre el borde Sur me dieron 0.463 m. i 14,450'.

En este punto encontré grandes peñascos que habian caido de la serranía, que al lado Oeste se levanta a bastante altura sobre el borde del cráter. Se componian de obsidiana sin color, llena de sanidina que estaba arreglado en planos paralelos, i que daban a las piedras un aspecto estratificado. Era una roca mui hermosa.

En todas las demas partes de la cordillera, que he recorrido, solamente he encontrado la obsidiana una que otra vez en fragmentos arrastrados por las lluvias; por ejemplo en los llanos de Maricunga, en la quebrada de Los Patos i en la cumbre traquítica al E. del Peinado. En este último caso debe haber sido lanzado por la erupcion i no por las lluvias.

La línea divisoria forma en esta parte, tanto al lado de la Arjentina como de Antofagasta, planos inclinados de suave gradiente i cubiertos por escombros traquíticos. Cerros de poca altura se elevan sobre ellos. El desnivel entre la vega de Corachapampa (11,500') i el portezuelo de Lagunillas (14,500'), es decir, 3,000 piés, corresponde a una distancia horizontal de 40 a 50 kilómetros.

Al lado arjentino baja un *campo*, como dicen los arjentinos, con direccion a Fiambalá.

Tanto la topografía como la constitucion jeológica del territorio a los dos lados de la línea lo hace probable que ántes de formarse las traquitas se haya prolongado la hoyada de Carachapampa sin interrupcion hasta Fiambalá, dando salida a todas las aguas de Antofagasta.

Del borde Sur del cráter traquítico, o lo que es lo mismo, el portezuelo de Lagunillas, seguí el gran camino, que conduce a Fiambalá, como 9 kilómetros hasta llegar a la vega de Lagunillas. Al saber aquí por un arriero, que en la quebrada del Volcan, unos 4 kilómetros mas al Oeste, habia un puesto de ganado arjentino, me dirijí para alojar i proveerme de víveres, que andaban mui escasos.

Era este el primer punto habitado, que habia encontrado desde la guardia de Jorquera.

Esta visita al territorio arjentino no solamente era necesario para buscar alojamiento i víveres, sino tambien se mostró mui interesante para la jeología.

Seria difícil encontrar dos terrenos mas distintos tanto en su configuracion como en su composicion jeológica, que el terreno al Este de la vega de Lagunillas i el de Oeste. Miéntras que el del Este forma el

gran plan inclinado, o campo ántes mencionado de composición traquítica, encontré al Oeste una infinidad de quebradas hondas, angostas, de fuerte gradiente, i difíciles de pasar, cortadas en rocas más antiguas, micaesquita, conglomerados, areniscas i pórfidos.

La quebrada del Volcan era una de éstas. Está cortada parte en bancos poderosos de un conglomerado grueso con la mayor parte de los fragmentos de tamaño de una mano hasta de una cabeza. Alternan estos bancos con otros de grano más fino, que llegan a merecer el nombre de areniscas de grano grueso. Los fragmentos son redondos i compuestos de micaesquita, gneiss i pórfido cuarcífero colorado; el mismo que es tan común en la cordillera; a veces son también de un pórfido rojo sin cuarzo.

Estos bancos, que tienen un espesor muy grande, descansan con rumbo Sur-Norte i manteo al Este (40 a 50°), sobre otra formación poderosa, compuesta de mica-esquita i gneiss. Las estratas de esta formación tienen rumbo Sur-Norte i manteo al Oeste (40—50°). Por su composición parece indudable que los conglomerados i areniscas pertenezcan a la misma época que las demás areniscas bayas i conglomerados, que hemos visto en la cordillera, de las cuales algunas se parecen en alto grado a las areniscas rojas de Copiapó. Pero estos sabemos que pertenecen a la época secundaria.

Puesto que los conglomerados i areniscas en la quebrada de Volcan descansan inmediatamente sobre la micaesquitas primordiales, faltando todas las formaciones paleozóicas i una parte de las secundarias; resultaría que las esquitas hubiesen estado encima de la mar en toda la época paleozóica i parte de la secundaria, sumerjiéndose a fines de ésta para cubrirse de los conglomerados i areniscas.

Aquí recordaré, que en efecto lo mismo se ve al Oeste de la cordillera, donde las formaciones calcáreas secundarias de Tres Puntas, de La Esmeralda, Griton i de Chañarcillo, también descansan inmediatamente sobre las esquitas cristalinas.

Parece, pues, que en cierta latitud, por lo ménos, todo el desierto de Atacama desde la mar hasta la cordillera, estaba encima de la mar en toda la época mencionada.

En el puesto del Volcan vi un dique con cristales negros (de aujita o de amfibola) embutidos en una masa felspática blanca atravesar con rumbo Sur a Norte los conglomerados.

En el fondo de la quebrada había vertientes calientes con una temperatura de 35° más o ménos; dejaban gruesas costras de cal un poco amarillentas i con débil gusto de cal; también esflorecencias de una sal blanca sin gusto. Despiden muchos borbotones de un gas sin olor.

Los aneroides me dieron en el puesto del Volcan:

Marzo 3, h. 4.30 P. M. 0.485 m. i 12,800'
 » 4, » I » » 0.487½ » » 12,700'

MARZO 4

A La Hoyada i La Vega del Médano (2 leguas).—Aproveché la ocasión para conocer el mineral de plata de La Hoyada, situado en otra quebrada una legua mas al Oeste. Siendo las minas tan escasas en la alta cordillera i éstas las primeras, que habia encontrado desde que salí de Jorquera, tuve sumo interes en saber, en qué roca se hallan las vetas. Los panizos encontrados hasta ahora, es decir, el pórfido cuarzífero, i las areniscas i conglomerados no habian presentado todavía ninguna veta. Efectivamente, en el mineral de La Hoyada habia habido cambio completo de panizos. La roca predominante era un pórfido parecido al dique, que ya he mencionado en la quebrada del Volcan i cuya naturaleza queda para estudiar mas tarde en las muestras traídas.

La única veta, que tuve tiempo de examinar, tenia rumbo Norte 30 Este, manteo Este, era una guia angosta, que a juzgar por los desmontes habia dado galena, carbonato de plomo i cobre plateado en criadero de cuarzo. Me dicen, que las leyes han alcanzado a 200 i 300 marcos i que una parte de los metales habian sido beneficiados en Copiapó, pagando un flete de \$ 200 el cajon.

El tiempo no me permitió hacer un estudio detenido del mineral i de su importancia industrial.

Aquí mencionaré, que en Tres Quebradas hai un pórfido mui parecido i con un derrotero rico.

La quebrada de La Hoyada se parece a la del Volcan por lo angosto i profundo. En el fondo corria un riachuelo espumoso entre inmensos peñascos; apénas habia pasada para las mulas.

Los aneroides dieron en la mina a las 9.20 A. M. 0,478 m. (13.300).

Las faldas de las quebradas estaban cubiertas de varios arbustos i plantas florecientes; formaban gran contraste con la falda Norte de la línea que es sumamente árida. Esto es debido talvez algo a la diferencia en la composicion mineralógica de las rocas, pero probablemente mas a la diferencia en humedad. En las quebradas argentinas abundan la niebla i los dias nublados, i la lluvia es mucho mas abundante que en el territorio de Antofagasta, donde me dicen, que mui rara vez llueve. El agua de las vegas proviene de la nieve que cae en las alturas. Tuve varias veces ocasion de ver las quebradas argentinas llenas de niebla, que apénas asomaba la cabeza encima de la línea, cuando luego fué barrido por el fuerte viento Nor-Oeste. Ademas resulta de la porosidad del terreno traquítico al Norte de la línea, que la poca agua que cae, se insume i se pierde para la vejetacion.

Volví de la quebrada del Volcan por el mismo camino hasta La-gunillas, i de aquí atravesé el gran plan inclinado, que baja del porte-

zuelo del mismo nombre hasta Fiambalá; tendría unos 5 kilómetros de ancho. Entré después por una quebrada ancha, que viene de Nor-Este a Sur-Oeste, dejando al lado Este el Cerro Azul, cerro alto que está al Sur de la línea divisoria de las aguas. Esta quebrada está atravesada por lo que pude ver en toda su anchura, por una duna de arena traquítica acumulada por el viento. Después de haber subido 2 kilómetros por la quebrada, llegamos a la vega del Médano, donde alojamos. Es ésta una vega de un par de cuerdas de extensión i buen agua corriente, que sale al pié de una duna de arena, que atraviesa completamente la cabecera de la quebrada. El agua corre solamente pocas cuerdas i se pierde de nuevo en la arena.

La vega del Médano está al lado Sur de la línea divisoria de las aguas.

Los aneroides me dieron, en la Vega del Médano:

Marzo 4. h. 6,50 P. M. 0,484,5 i 12.700. Temp. 5°
 » 5. » 7,00 A. M. 0,481,5 i 13.100.
 » » Hipsómetro 182,8°. Temp.—5°

La quebrada es aquí muy angosta i las faldas muy escarpadas. Encontré piedras sueltas de un granito blanco con mica blanca i de conglomerados con muchos fragmentos de pórfido colorado sin cuarzo i con poca mica esquita.

MARZO 6

Laguna Padriquez (6 a 7 leguas).—Continuamos quebrada arriba. Después de subir con alguna dificultad arriba de la mencionada duna, vimos extenderse la quebrada con dirección Norte 20 Este. El fondo de ella i una parte de las faldas de los cerros, estaban llenas de arena blanca traquítica. El vaqueano me dijo que al lado Este del Cerro Azul hai otra quebrada llena de arena, donde el año pasado, es decir 1884, las lluvias fuertes, primero, habían sido estancadas por una barrera de arena, i que después rompiéndola, habían bajado como un torrente furioso de agua i de arena, cubriendo grandes extensiones cultivadas i hasta casas enteras con arena.

En la falda Sur-Este encontré en cerro firme el conglomerado i el granito blanco mencionado, a veces cubiertos por capas traquíticas.

Seguimos la quebrada hasta sus cabeceras, unos 5 kilómetros distante de la vega del Médano. Por aquí pasa la línea divisoria de las aguas. La línea consiste aquí, como mas al Oeste, en cerros aislados, que se elevan unos pocos centenares de piés sobre el gran plan inclinado que baja al Norte hasta la vega de Carachapampa. Al Sur de

la línea está mas quebrado el terreno. La línea divisoria de las aguas continúa en dirección Este unos 3 o 4 kilómetros hasta el pie Norte del Cerro Azul; de aquí tuerce al Norte unos 5 o 6 kilómetros para continuar con dirección Este o talvez Nor-Este hasta el portezuelo de Belen o de Buena Ventura, a donde no he llegado. Todas las corrientes del Cerro Azul, aunque algunas principian con dirección Norte, corren a la Argentina.

Subí en una loma traquítica 2 kilómetros al Nor-Este del portezuelo, de donde tuve vista libre i tomé visuales para fijarlo. Los aneroides me dieron, un par de cientos de piés mas bajo que la cumbre, 0,461 m i 14.000' a las h 10,20.

Continué el camino con dirección al Norte i al lado Norte de la línea sobre una altiplanicie algo accidentada. En partes habia grandes llanuras traquíticas, en otras partes llanuras cubiertas con rodados de pórfido colorado cuarcífero.

Dejando al Norte unas lomas de gneiss i micaesquita con manteo al Oeste, caimos otra vez al lado Sur de la línea, siguiendo desde sus cabeceras una quebrada, que corre de Oeste a Este unos 12 kilómetros hasta desembocar en la salina de Padríquez. Con esta quebrada se junta otra quebrada que viene del Cerro Azul con dirección Sur-Norte.

Toda la quebrada está en terreno de gneiss i micaesquita con rumbo Sur-Norte i manteo al Este.

Alojamos en la vega a la orilla Oeste de la salina. La vega tiene unos ojitos de agua regular i es de poca estension. No tuve lugar de dar la vuelta por toda la salina; pero el vaqueano me aseguró, que no tiene salida; siendo, sin embargo, la salida natural, es decir, la orilla mas baja, del lado argentino. Tambien me aseguró que toda la línea divisoria entre el territorio de Antofagasta i de la Argentina está alinderada i que los linderos están al Norte de la salina de Padríquez. La laguna se estiende unos 2 a 3 kilómetros de Oeste a Este h. 7,00 A. M. 0,481,5 i 13.100', h. 182,8' h. m. 5'.

MARZO 7

Al Peñon (6 leguas).—Salimos de las vegas de Padríquez con dirección al Norte, cruzando una serranía baja, compuesta de gneiss i micaesquita, con rumbo algo variable, pero término medio Sur-Norte i manteo al Oeste. Despues de andar $1\frac{1}{4}$ kilómetro estuvimos en el portezuelo de la línea divisoria. Bajamos con dirección Nor-Noroeste unos 4 kilómetros siguiendo una quebrada. Torcimos despues al Nor-Este i Nor-Noreste atravesando otra quebrada mayor con las vegas llamadas de Curuta; tambien cae esta quebrada hácia el Nor-Oeste para perderse como la anterior en las llanuras de Carachapampa. El cami-

no seguía después sobre un terreno, poco inclinado hacia el Norte, atravesado por zanjones i lomas bajas; la mayor parte de éstas se componían de micaesquita, otras de traquita. Anduvimos con dirección N. 5 E. 13 kilómetros, cuando llegamos a Salinas, un pequeño llano redondo con esflorescencias blancas. Al lado Sur i Sur-Oeste se divisaba de aquí un inmenso cordón blanco, sin duda traquítico, que venía de algún punto de la línea al Este del portezuelo de Lagunillas; cerca de su término se divisaba otro cordón negro sin duda basáltico, sin cráter visible desde la distancia de donde yo lo miraba, una legua más o menos.

De Salinas tuvimos que atravesar una loma baja para caer a las vegas de Peñas Chicas, distante unos 3 kilómetros, vegas de bastante extensión. De aquí anduvimos 9 kilómetros al Nor-Este, atravesando varias vegas antes de llegar a las vegas del Peñón, donde nos alojamos.

Todas estas vegas caen a la hoyada de Carachapampa, pero se pierden mucho antes de llegar a la vega del mismo nombre. Están situadas en un gran plan inclinado, que baja de la línea divisoria, al Sur-Este i Este del Peñón; nacen en este plan, distantes del pie de la línea. Están separadas en su parte superior solamente por pequeñas ondulaciones del plan inclinado, más abajo por una serie de cerros aislados, que forman como los eslabones de un cordón, que se extiende de Sur-Oeste a Nor-Este, para unirse con un cordón alto, que con el mismo rumbo separa las quebradas del Peñón al Sur de la del Jote o Piraca al Norte.

Tanto los cerros aislados como el cordón alto se componen de gneiss i micaesquita con rumbo Sur-Norte i manto al Este.

La configuración del cordón es muy característica por las muchas quebradas que le cortan con dirección Oeste Este, separadas entre sí por cuchillos de la misma dirección. Si la formación de estas quebradas estuviese más avanzada, estaría todo el cordón cortado en cerros aislados, semejantes a los que forman su continuación más al Sur-Oeste.

Hay por todo tres direcciones muy pronunciadas en la topografía del Peñón.

- 1) El rumbo Sur Norte de las estratas;
- 2) Las numerosas quebradas de Oeste a Este; i
- 3) La gran abra, que con dirección Nor-Este o Norte 30 Este separa el cordón de la línea, del que está al Norte del Peñón.

El Peñón era el primer lugar habitado, que habíamos encontrado desde el puesto del Volcán. Había aquí 4 o 5 habitantes con sus respectivas familias; cultivaban trigo, choclos, papas, habas i alfalfa. Las papas i los choclos son muy chicos, pero sabrosos. A veces se pierden las papas por las heladas; pero esto sucede en El Peñón con menos frecuencia que en los demás puntos del territorio de Antofagasta. Tienen algunas ovejas, pero ningunas vacas; estas últimas se mueren, según me dijeron, por causa de un animalito, *unca*, que se halla en el agua i

que desde el estómago de la vaca se introduce en el hígado. En Antofagasta no sucede esto.

El alimento principal de los habitantes del Peñon, i lo mismo vale de las de Antofagasta, es carne de oveja i de vicuña i maiz; además coca. No nos era posible conseguir en El Peñon ni pan, ni harina, ni azúcar, ni queso, ni leche.

Los aneroides me dieron en El Peñon:

| | | |
|-----------------|---------------|--------------|
| Marzo 6 h. 4,30 | P. M. 0,492 | m. i 12.500' |
| » 7 h. 7,30 | P. M. 0,491,5 | m. i 12.500' |
| » 8 h. 6,00 | A. M. 0,492,5 | m. i 12.200' |

MARZO 7

Cerro de Laguna Blanca (2 a 3 leguas).—Hice descansar las demás mulas este día i me fuí solo con la mía a reconocer el cordón alto de la línea que pasa al Este del Peñon.

Tuve que andar 9 kilómetros, atravesando el plan inclinado, antes de llegar a cerro firme. Había subido entonces paulatinamente sobre faldas suaves, cubiertas de pajonal i llenas de chululeras hasta la altura de 15.600' (0,440 m.). Desde aquí se levantaban los cerros con faldas muy paradas i difíciles de subir, uno o dos mil pies más.

La parte del cerro que alcancé a reconocer, se componía de esquitas lustrosas con rumbo Sur-Norte i manteo Este. Las mismas estratificaciones se divisaban hasta mucha distancia tanto al Sur como al Norte, i no dudo de que la mayor parte del cordón pertenece a las esquitas micáceas i lustrosas. Un par de leguas más al Norte se distingue un cerro alto de los demás por su color blanquizo i falta de estratificación. Lo llaman el cerro de La Laguna Blanca por la laguna de éste nombre, que está a su pié Este en territorio argentino. Supongo que se compone de granito; encontré en el llano rodados de granito, parecido al de Padriñez i Agua del Médano.

Una veta de carbonato de cal, de color plomizo i de algunos metros de espesor atravesaba las esquitas.

MARZO 8

A Antofagasta (10-11 leguas).—La distancia del Peñon a Antofagasta la calculo en 10 a 12 leguas.

El camino atraviesa primero con subida insignificante i dirección Nor-Oeste un portezuelo en el cordón que separa la quebrada del Peñon de la del Jote (cordón compuesto de gneiss i micaesquita). Caí después a la gran hoyada de Carachapampa. Esta se extiende en dirección Sur a

Norte desde la línea divisoria al Sur hasta el volcan de Antofagasta al Norte. Al lado Oeste se limita por el cordon relativamente bajo, que la separa de la hoyada de Incahuasi, cordon compuesto de esquitas lustrosas i de areniscas bayas i coloradas. Al lado Este caen a la hoyada la quebrada del Peñon, que nace de la línea, i mas al Norte la quebrada del Jote i la Quebrada Colorada, que tienen sus nacimientos en un cordon traquítico, que corre de Sur a Norte, al Oeste de la línea divisoria de las aguas i separado de ella por la hoyada Laguna Diamante i la quebrada de Aguas Calientes, que corre de Sur a Norte.

La hoyada de Carachapampa tiene de 2 a 4 leguas de ancho. Casi en su centro i en la parte mas baja están las vegas. En la misma vega se eleva un gran cráter negro, rodeado de corrientes negras de lava. La parte mas alta del cráter es, como siempre sucede, al lado Sur-Este i la lava ha salido por la parte mas baja, es decir, al lado Nor-Oeste.

El camino deja el cráter en la distancia de 2 o 3 leguas, así que no puedo dar mas detalles.

En la parte mas baja del camino, me dieron los aneroides, a las 9,15, 0,503 m. i 11.500'. Creo que la vega de Carachapampa no puede estar mucho mas baja.

Al pié Oeste del cordon que divide El Peñon, del Jote, pasa el camino por varias lomas bajas, compuestas de arenisca baya cuarzosa con hojas de mica; el rumbo era Nor-Noroeste i el manteo variable.

El camino sigue despues por el llano, dejando pocos kilómetros al Este cinco crateres negros, que se levantan inmediatamente encima de las arenas del llano rodeados de grandes corrientes de lava negra. El camino atraviesa una parte de éstas en una estension de 2 a 3 kilómetros. La superficie es sumamente dispareja i áspera i la pasada solamente posible sobre la arena, que ha acumulado el viento.

Tanto estos crateres como el del portezuelo de Las Cortaderas, el de Carachapampa i todos los que despues he visto en el territorio de Antofagasta, se parecen tanto en su forma i composicion, que la descripcion de uno viene a todos. Presentan los volcanes en su mas simple espresion, un solo cono compuesto de fragmentos arrojados, i al lado Nor-Oeste una corriente de lava negra i homojénea, a veces porosa. Jeneralmente parece que cada cráter no hubiera tenido mas de una sola erupcion; todos son completamente apagados. Los he visto sobre base de traquita, de cuarcitas, micaesquitas i sobre terreno de acarreo.

Mas al Norte acompaña el camino en una estension de 8 kilómetros el lado Este de la gran corriente de lava, que viene de los volcanes de Antofagasta. Lo cruza despues en una estension de 3 kilómetros mas, para caer a la laguna de Antofagasta al lado Norte del cráter. Esta laguna se estiende de Sur a Norte de 1 a 2 kilómetros i de Este a Oeste algo mas, formando en esta direccion dos lagunas reunidas entre sí por un canal. Reciben en el extremo Norte el rio de Antofa-

gasta, cuyas aguas talvez no son ménos que las del rio Copiapó. No tienen ninguna salida superficial, pero es mas que probable que deben tenerla subterráneamente, puesto que el agua evaporada no puede ser igual a la cantidad de agua que entra.

La laguna se limita al lado Sur por la corriente de lava de los volcanes de Antofagasta i a esto debe sin duda su existencia. Antes que la lava interceptara el rio ha tenido éste paso libre hácia el Sur i pudo haber llegado a Carachapampa, si no se perdiera ántes en el terreno suelto. Como hemos visto ántes, está separada la hoya de Carachapampa de la gran abra que baja a Fiambalá, solamente por rocas traquíticas (volcánicas). Por consiguiente, es probable que ántes de las erupciones traquíticas el rio de Antofagasta haya llegado no solamente a Carachapampa sino hasta Fiambalá.

En aquel tiempo no existia tampoco el cascajo traquítico, que por su permeabilidad permite que el agua se pierda subterráneamente.

La laguna está rodeada de vegas a todos lados, ménos el del Sur en el terreno volcánico, que es sin vejetacion. Encontré allá entre los peñascos unas miserables pircas habitadas por una familia, que en ciertos meses tienen allí sus ovejas i vacas.

El pueblo de Antofagasta, si así puede llamarse, dista unos 7 a 8 kilómetros al Norte de la laguna.

MARZO 10

Descanso en Antofagasta.—Quedé este dia en Antofagasta, para que descansasen las mulas i para conocer el pueblo i sus alrededores.

Antofagasta está situada al pié Sur de una barranca traquítica, que se eleva unos 20 o 30 metros sobre el nivel de la poblacion. La parte inferior hasta mas de las tres cuartas partes de su altura se compone de una arenisca o arcilla arenosa, medio colorada, que deja distinguir granos diminutos de sanidina, mica i cuarzo. Tiene poca coherencia i es mui homojénea; mirándola de alguna distancia se distinguen fajas de color un poco mas claro, con manteo al Este. Contiene guiecititas de yeso fibroso.

Esta formacion está cubierta de un conglomerado horizontal de pocos metros de espesor, que contiene fragmentos redondeados de cuarcita i de traquita con cristales de sanidina embutidos en una masa negra.

Encima del conglomerado descansa una capa traquítica de grano fino, color bayo, compuesta de sanidina, mica i talvez cuarzo. Descansa a veces inmediatamente encima de la arcilla arenosa, lo que prueba que el conglomerado habia sido destruido por las aguas ántes de depositarse la capa traquítica. Este tiene una estension horizontal mui grande. Se estiende tanto al Sur como particularmente al Norte, ocupando

todos los bajos i quebradas especialmente la quebrada de Putas, de Chorrillos i de Pumilla. Los riachuelos han cortado su lecho en él, formando barrancas verticales de 20 metros o mas de altura, que presentan un sistema de clivaje, que divide la roca en grandes cubos, otras veces en columnas prismáticas de 4, 5 a 6 caras; otras veces asoman, por la descomposicion, a causa de los ajentes atmosféricos, formas de castillos, torres, etc.

El estudio de las muestras traídas, dirá si la roca es ceniza endurecida o lava corrida.

Hice en Antofagasta las siguientes observaciones barométricas i termométricas:

| | | | | | | |
|-------|------|-------------|-----------|---|---------|-------------------|
| Marzo | 8 h. | 4,15 P. M. | 0,490 m. | i | 12.300" | |
| » | 9 » | 2,30 P. M. | 0,493 » | | 12.350 | hipsómetro 192,5. |
| » | 10 » | 10,00 A. M. | 0,497 » | | 12.200 | |
| » | » » | 2,30 P. M. | 0,495 » | | 12.400 | » 192,6. |
| » | 16 » | 10,30 A. M. | 0,497 » | | 12.200 | |
| » | 18 » | 2,45 P. M. | 0,494 » | | 12.600 | |
| » | 19 » | 7,00 A. M. | 0,498.5 » | | 12.120 | |
| » | 23 » | 9,00 A. M. | 0,502 » | | 12.350 | |
| » | 24 » | 9,30 A. M. | 0,500 » | | 12.350. | |

| | | | | | |
|-------|------|----------------------|---------------------|-----|---------------------------------|
| Marzo | 9 h. | 2,30 P. M. | temperatura | + | 21° |
| » | 15 » | 2,30 » | » | + | 15° |
| » | 18 | | temperatura mínimum | + | 2° |
| » | 19 | | » | + | 2° |
| » | 23 | temperatura máximium | + | 18° | » |
| » | 24 | | » | + | 4 ³ / ₄ ° |
| | | | » | + | |

MARZO 10

Quebrada del Diablo (4-5 leguas).—Este dia principié una escurcion para reconocer la serranía que separa la hoyada de Antofagasta de la de Antofalla, i que desde las vegas de Manantiales ya habia reconocido en su parte Sur.

El camino atraviesa primero una loma, que pasa 1 kilómetro al O. de Antofagasta i que se estiende varias leguas desde el lado O. de la laguna de Antofagasta al Sur, hasta el pié del cerro Chailecala, al Norte. Se eleva de 100 a 200 metros sobre su base. Se compone de esquitas lustrosas, con rumbo S-N i manteo fuerte al E. Su cumbre está cubierta de una capa negra volcánica, casi horizontal, A su pié

E. se divide una barranca baja de la capa traquítica baya, tan común en Antofagasta.

Al frente de Antofagasta está cortada la loma por la vega i riachuelo de Laguna Colorada, que viene de NO.; aquí pasa el camino.

Al O. de esta loma se extiende una hoyada hasta el pie de la serranía de los Mojones i Colalaste al N.; nace un poco al Sur de Antofagasta, donde varias lomas la separan de la hoyada de Incahuasi, que es su continuación natural al S.

Atravesé esta hoyada subiendo paulatinamente sobre un terreno compuesto de cascajo, con fragmentos de micaesquita i cuarcita. Este cascajo continúa hasta 13 kilómetros al O. de Antofagasta, donde lo ví en las barrancas de una quebrada con el grosor de un par de metros solamente, descansan sobre micaesquitas, que manteeban fuertemente al O. No sé si será solamente el producto de la descomposición de la misma roca sobre que descansa, o si será restos de antiguas morainas, o si talvez pertenezca a la capa de conglomerado, que en la barranca al N. del pueblo de Antofagasta hemos visto cubierta por la capa traquítica baya.

Unos tres kilómetros al O. encontré una pequeña vega con buen agua. De aquí divisé un par de kilómetros hácia el O. i otro tanto al lado N. del camino un pequeño cráter negro con una corriente de lava negra.

El terreno estaba aquí otra vez encapado, pero la composición del cascajo, que era cuarzita lo hace probable, que ésta forma la base del cráter.

Antes de llegar al portezuelo encontramos otra pequeña vega mas, que el vaqueano declaró ser mala, por contener una yerba llamada *vizcachero*, dañina para las mulas.

El portezuelo dista mas o ménos 20 kilómetros al O. de Antofagasta.

De aquí bajamos unos 10 kilómetros al O. i SO. hasta las vegas del Diablo, donde nos alojamos.

Tanto el portezuelo como la bajada al O. se componia de *cuarcitas*.

Un kilómetro i medio debajo del portezuelo dejamos a la izquierda, a poca distancia del camino, otro cráter negro, que a su lado NO. habia dado salida a una gran corriente de lava negra; tambien éste cráter parece descansar sobre las cuarcitas. Noté que estaba verdeando de pajonal, miéntras que los demas crateres vistos hasta entónces, estaban casi desprovistos de vejetación.

El camino acompañaba el lado N. de la corriente basáltica unos 3 kilómetros. En los últimos 4 kilómetros entré en un terreno de areniscas rojas, *blandas*, que contenian algunos fragmentos, tamaño de huevo, de pórfido rojo cuarcífero i de cuarzita.

La vega del Diablo es bastante estensa. Los arjentinos suelen

engordar aquí las mulas i burros, que llevan a la feria de Huarí en Bolivia.

Mis aneroides dieron:

Marzo 10 h. 8 P. M. 0,477 m. i 13.406'
 » 11 » 6,15 A. M. 0,479 » 13.150 temp. + 4°

MARZO 11

Incahuasi. (10 leguas).—A la vega del Diablo cae del lado S. una vega pastosa pero angosta. Por esta quebrada subimos 5 kilómetros siempre acompañado de las *areniscas rojas con su manteo al E.*

Entramos despues 3 kilómetros por otra quebrada, que viene de E. a O. en terreno de pórfido colorado cuarcífero. Cruzamos aquí un gran camino, que viene de S. a N., no pude averiguar de qué vega; lo trafican los argentinos para Bolivia.

Despues de haber subido otros 3 kilómetros por una quebrada, que viene del SO. siempre en el terreno de *pórfido colorado cuarcífero*, torcimos un kilómetro al SE. i tuvimos vista libre hácia el E. a la hoyada de Antofagasta.

Al N. me parecia que las cumbres mas cercanas tuviesen estratificación con manteo al E., pero no estoi seguro de esto.

Bajamos al lado E. del cordon por la *quebrada de Oide*, una quebrada angosta, que con rumbo variable, pero término medio S o SSE. cae a la *vega de las Cortaderas*, al pié E. del cordon; tiene 16 kilómetros de largo i está cortada en *mica-esquitas*, con rumbo N. NE. a S. SO. i manteo en la parte superior de la quebrada *al E.*; en la parte inferior al O. En la vega de «Cortaderas» descansan sobre las micaesquitas con estratificación concordante bancos gruesos de *cuarcita blanca*.

La quebrada de Oide tiene vega i agua corriente en varias partes. Desemboca en la hoyada de Incahuasi.

De las vegas de Cortaderas sube con dirección al Oeste una quebrada corta i parada a un portezuelo, que segun el vaqueano cae al otro lado a la quebrada de las minas, quebrada que tiene vegas i agua.

Continué el viaje 12 kilómetros hácia el Sur hasta la vega de Incahuasi. El camino va primero por el llano al pié Este de la serranía i sube despues paulatinamente hasta la vega, que está en media falda.

En varias partes revienta areniscas i conglomerados rojos, parecidos a los de la vega del Diablo. Tienen rumbo Sur-Norte 10 Este i manteo Oeste.

De la vega hácia abajo i con manteo a varias direcciones hai estratas delgadas oscuras de cuarcita arcillosa con una que otra estrata

blanca de 6 pulgadas de grueso mas o ménos. Estas últimas son desmoronadizas i pasan a veces a esquitas lustrosas; tienen un clivaje mui pronunciado, que está oblícuo a la estratificación.

Las cumbres aquí, a juzgar por los fragmentos, son de pórfido colorado cuarcífero. Pero advierto, que mas al Oeste i separado por una quebrada que corre de Sur a Norte, hai otro cordón mas alto, que se compone de gneiss, micaesquita i cuarcita.

El agua de la vega brota a media falda, unas cuantas cuabras mas arriba de la vega deja costras gruesas de una sustancia blanca, que todavía no he ensayado.

Al pié del cordón está la laguna i la salina de Incahuasi, de donde llevan sal los argentinos.

Los aneroides dieron:

Marzo 12, h. 7 A. M. 0,488 m. i 12.800'.

MARZO 12

Aguas Blancas, (3 a 4 leguas).—El camino continuaba en media falda con dirección Sur 10 Este i cruzando quebradas cortadas en micaesquitas i esquitas lustrosas con manteo al Oeste. Después de andar 12 kilómetros, caímos a la quebrada de Aguas Blancas. Aquí encontré una roca de diorita (o gabbro), que parece tener mui poca extensión. La quebrada viene de Sur-Oeste a Nor-Este. Su fondo está completamente cubierto de una costra blanca i salada, que depositan las aguas, que filtran en mui pequeña cantidad. Agua potable no encontramos hasta 3 kilómetros mas adentro, donde vierte un chorrillo de buena agua. Mas adentro hai regulares vegas.

Subimos un camino i por faldas paradas i ásperas hasta un portezuelo al Norte de la quebrada de Aguas Blancas, donde mi aneroide indicaba una altura de 16.000'. La roca aquí era un gneiss colorado.

El portezuelo da vista a la hoya de Antofalla; el salar dista sin embargo todavía unos 10 a 12 kilómetros al Oeste.

Bajamos por una falda sumamente pedregosa, compuesta de gneiss i de pórfido cuarcífero colorado, a un llano o quebrada ancha que corre de Sur a Norte. Nace al Sur de Aguas Blancas i concluye al Norte en una pequeña laguna con parrhinas. Al lado Oeste se estiende una altiplanicie encapada de color oscuro. Sube paulatinamente hacia el Oeste, donde se ven algunas lomas sobresalientes, que tapan la vista al salar.

Seguimos la quebrada un par de leguas hacia el Norte i nos alojamos en media falda Oeste sin pasto i agua. Solamente habia un poco de pajonal, con que se entretuvieron las mulas.

El terreno era mui encapado i del mismo color i aspecto que al

altiplanicie mencionada, de la que forma la conclusion hácia el Norte. En un cajon encontré un conglomerado con manteo al Este i fragmentos redondeados de pórfido oscuro sin cuarzo.

El aneroide dio:

Marzo 12 h. 7,30 P. M. 0,456 m. i 14.900'

MARZO 13

Veta de galenas (5 a 6 leguas).—Tenia este dia la intencion de llegar a la orilla del salar de Antofalla i a una veta de galena de que me habian hablado mucho. En efecto, anduvimos unos 12 kilómetros, primero al Nor-Oeste i despues al Oeste sobre un terreno mui encapado, lleno de fragmentos de pórfido oscuro felpático; no dudo de que provienen de la descomposicion de conglomerados iguales a los que habia visto en el alojamiento. Habíamos llegado entónces a un punto que daba magnífica vista al salar i a sus alrededores.

Hácia el Norte de nosotros i al lado Este del salar se estendia un terreno bajo i ondulado, limitado al Sur por el altiplanicie mencionado, en cuyas caidas Norte nos hallamos, i un par de leguas al Norte por otra altiplanicie parecida, que al Oeste del cordon alto i en un nivel mas bajo se estiende sin duda hasta la quebrada del Diablo.

Este terreno bajo da salida por varias desembocaduras a las aguas del cordon alto al Este desde la quebrada de las minas, al Norte, hasta la quebrada mencionada, que con rumbo Sur-Norte nace desde mas al Sur de Aguas Blancas. Esto sucede, se entiende, cuando hai aguas. Yo no vi agua en ninguna parte en este terreno; solamente un pequeño salar seco.

Al lado Oeste del salar divisé los nevados que lo separan de Laguna Brava i en la falda de éstos la vega larga pero angosta de Agua Dulce. Esta es la vega que he mencionado ántes, que tiene buen pasto en todo el invierno.

Debajo de las cumbres volcánicas de las nevadas se estendia un terreno de colores claros con estratificaciones poco manteadas por muchas leguas hácia el Sur i Norte. Tenia su superficie cortada por un plan casi horizontal.

Al pié Oeste de la altura donde yo me hallaba divisé la misma formacion, i en ésta me dijo mi vaqueano que se encuentra la galena, no en veta, sino en manchas hasta de medio metro de ancho.

Tuve yo un gran interes en conocer la roca, en que se encontraba la galena, pero el vaqueano me hizo presente que estaba tan enfermo, que apénas podia sostenerse sobre la mula, que la bajada era mui larga, que las mulas estaban mal comidas i que si bajábamos, tendrian que pasar otra noche sin pasto i agua; ademas que en la vuelta íbamos

a encontrar el mismo panizo, probablemente con galenas, que la galena ya habia sido visitada por varios chilenos i que doce cargas habian sido llevadas a la Arjentina, donde habian dado solamente doce marcos. Sospeché tambien, que el vaqueano no conocia el lugar de la veta; tuve que resolverme a volver i contentarme con tomar visuales a los puntos mas interesantes.

A la vuelta pasamos, en efecto, por el panizo bayo que habia divisado. Se componia de areniscas i conglomerados bayos i rojos, parecidos a los que habia visto en la quebrada del Diablo i de Incahuasi; tuvieron rumbo Sur Norte, manteo al Este, i formaban la base de los conglomerados de pórfidos oscuros, que he mencionado mas arriba. Siento mucho no haber podido ver si la estratificacion de los conglomerados de pórfido oscuro felspático era concordante con la de las areniscas i conglomerados de pórfido cuarcífero i de mica-esquita. Lo encarpado del terreno no lo permitió. Galena no encontramos.

Caminamos con direccion Nor-Este sobre el terreno bajo algo accidentado. De roca firme encontré, ademas de las areniscas mencionadas, restos aislados de capas traquíticas.

Crateres i capas basálticas no ví ningunas.

Caminos mui hollados, pero ninguno con rastros de este año, cruzaban en varias direcciones; linderos, talvez del tiempo de los indios, vimos en varias partes.

Mi intencion era de alojar en la quebrada de las minas, pero siguiendo una huella grande llegamos a otra quebrada mas al Sur de aquélla, que tenia abundante pasto, agua i pircas, hechas probablemente por los cuidadores del ganado que, a veces, debe haber aquí.

Entramos por esta quebrada unos 8 kilómetros i alojamos en la altura de:

Marzo 13, h. 7,30 P. M. 0,456 m. i 14.900'. Aloj. hoyada Antofagasta
 » 14, » 8 » » 0,462 » » 14.500'. Sur quebrada de Minas.

La quebrada estaba cortada en gneiss colorado i cuarcitas blancas.

MARZO 14

Salar de Incahuasi.—Subimos la falda Norte de la quebrada por el mas grande camino de vicuñas, que he visto, i traslomamos a otra quebrada mas al Norte, la que seguimos hasta sus cabeceras. El camino se perdió poco a poco en un pedregal de lajas de cuarcitas, que nos obligaba a andar mui despacio. Llegando al portezuelo que da vista al Este, indicaban los aneiroides a las 9,30 A. M. 0,452 m. i 15.300'. La bajada al lado Este era sumamente parada i pedregosa; el terreno com-

puesto de mica-esquita i cuarcita micácea. Caimos un poco al Norte de la vega de Incahuasi en una quebrada que corre de Sur a Norte, separada de la vega mencionada por una loma alta, cuya falda Este por lo ménos se compone de mica-esquita. Bajamos por esta quebrada unos 6 a 8 kilómetros, teniendo que andar mui despacio por la gran cantidad de chululeras. La quebrada no tiene agua ni pasto i desemboca en la misma vega de Las Cortaderas, donde habíamos estado el 12.

De allí nos dirijimos derecho a la vega del salar de Incahuasi. Está situada en la orilla Este del salar i al pié Oeste del cordón que separa la hoyada de Incahuasi de la de Carachapampa. Para llegar allá tuvimos que atravesar un llano sumamente pedregoso, sin camino por la impericia del vaqueano. La vega dista unas 3 o 4 leguas al Sur-Este de Las Cortaderas; tiene mui poca agua i pasto i bastante cortaderas. Alojamos aquí.

Los aneroides dieron:

Marzo 14, h. 2,30 P. M. 0,502 m. i 12.250'.

» 15, » 6,30 A. M. 0,499 » » 11.900'. Temp. — 2°

MARZO 15

A Antofagasta (10 leguas).—Atravesamos el cordón antedicho subiendo por una quebrada con rumbo al Este. El terreno era primero cascajo de cuarcitas i mica-esquitas, que llegaba hasta 200 metros sobre el nivel de la laguna; no presentaba ningun corte bueno para ver si era estratificado o nó. Descansaba sobre una capa de traquita (¿o tofo traquítico?).

La cumbre i la parte superior de las dos faldas se componian de esquitas lustrosas de colores claros i con fuerte manteo al Oeste. Varias estratas o vetas de carbonato de cal, de color plomizo i hasta de 1 pié de gruesor, corrian paralelamente a las estratificaciones. (Compárese con esto la veta de carbonato de cal, que habia encontrado en las esquitas lustrosas al Este del Peñon).

Bajando hácia el Este entramos en una gran formacion de areniscas, que llegaba hasta el pié del cerro. Las areniscas eran de color rojo claro i jeneralmente de grano fino, pero a menudo conteniendo fragmentos de tamaño de huevo, compuestos de micaesquita i pórfido cuarcífero colorado. Tenian fuerte manteo al Este i un grueso de centenares de metros. Eran mui parecidas a las areniscas de la hoyada de Antofalla.

Esta formacion atraviesa la serranía con direccion Sur Sur-Este a Norte Nor-Oeste, i descansa con estratificacion concordante sobre una serie de areniscas blancas, en su mayor parte compuesta de cuarzo. Tambien contienen estratas de grano fino alternando con otras, que contenian fragmentos del tamaño de un huevo.

La línea de contacto entre las dos series de areniscas llega al llano unos kilómetros al Norte de la quebrada, por donde bajamos. Esta desemboca casi al frente de la vega de Carachapampa, que queda a la distancia de 4 o 6 kilómetros. Los aneroides me dieron aquí a las 10 A. M. 0,506½ i 11.400' respectivamente.

Después de haber seguido al pie del cordón varios kilómetros hacia el N. para reconocer las areniscas blancas, cruzamos el llano hasta tomar el gran camino, que viene de Carachapampa a Antofagasta. Este pasa al Oeste de los dos volcanes i de la laguna de Antofagasta i al Este de unos cerros altos volcánicos, probablemente mas antiguos, puesto que de la configuración esterna del cráter apenas queda rastro. Entre estos dos grupos de volcanes encontré en las barrancas bajas del camino, las mismas areniscas i conglomerados blancos que habia visto en el cordón al Sur-Oeste.

Llegamos a Antofagasta sin novedad i sin haber encontrado ninguna persona durante nuestra ausencia de 6 dias.

MARZO 16

Descanso i arreglo de muestras.

MARZO 17

Vega de Ylanca (3 leguas).—Aproveché la ocasion de que dos vecinos de Antofagasta habian sido mandados por el ingeniero de la comision, señor Pizarro, para levantar un lindero en la cumbre del cerro de Ylanca, para acompañarlos i subir al dicho cerro.

Alquilé dos mulas para mí i mi mozo, para que descansaran las mias, que habian vuelto bastante estropeadas.

Traslomamos primero un lomaje de suave gradiente i cubierto de cascajo de cuarcita; corresponde éste al cascajo encontrado al O. de Antofagasta en el viaje a la quebrada del Diablo i al E. del salar de Incahuasi. Caimos después en una quebrada seca, que nace en la falda O. de Ylanca i desemboca en la laguna de Antofagasta; esta quebrada la seguimos hasta el pie del cerro.

Estaba cortada en esquitas lustrosas, que manteaban fuertemente al O. i con un clivaje casi vertical, que no era paralelo a la estratificación. Habia de varios colores, negras, coloradas i blancas; las últimas se deshacian entre los dedos en un polvo fino grasoso.

En las dos últimas leguas habia abundante vega i leña. No habia habitantes, ni ganado, esceptuando algunos burros.

Alojamos en la cabecera de las vegas. Simultáneamente con concluirse las vegas, se concluye tambien el terreno esquistoso, siendo reem-

plado por rocas oscuras traquíticas, a veces con estructura de brechas. Los aneroides me dieron:

Marzo 18 h. 6 A. M. 0,471 m i 14.100' respectivamente.
» 18 h. 3,30 P. M. 0,470 i 14.000'

MARZO 18

Ylanca.—Subí en mula sin dificultad hasta la altura de 16.350 (0,431,5 m); aquí me encontré con una falda tan parada i pedregosa, que me vi obligado a dejar la mula i seguir a pié hasta la cumbre 17.000' (0,427 m) h 12,40. Los dos encargados de hacer el lindero habian subido todo el cerro a pié i llegaron bastante apunados, con fuerte dolor de cabeza.

Todo el cerro desde la vega es traquítico, con cristales de sanidina embutidos en una base de varios colores, jeneralmente ceniciento i a veces con estructura de fluxion.

En la cumbre habia, como siempre, pircas de indios i piedras fundidas por el rayo, tenia una magnífica vista hácia todos lados ménos al E., donde otra cumbre un poco mas alta, tapaba la vista. La otra cumbre estaba sin embargo separada por una quebrada i tan distante, que los peones difícilmente habrian alcanzado a hacer el lindero allí ese día, mucho ménos por lo apunados que estaban. No tenia yo muchos deseos de alterar las órdenes dadas por mi compañero i el lindero se hizo por consiguiente en el punto indicado por él, es decir, el del O.

La falda del cerro tenia bastante pajonal hasta la altura de 15.500' i varilla brava hasta 16.000'; alturas que en varios puntos he encontrado como el límite superior de la vejetacion.

Volvimos este mismo dia a Antofagasta.

MARZO 19

Volcan de Antofagasta (2 leguas).—Subí al volcan de Antofagasta, al de mas al E. La subida es fácil en lo montado hasta media falda; hasta aquí conduce un camino traficado por los vecinos de Antofagasta, que suben para sacar alumbre. La última subida hai que hacerla a pié i es mui difícil por lo parado i por no haber piedras sobresalientes en que pisar; toda la falda está formada de piedras chicas, en parte sueltas en parte formando una brecha firme. En los dos casos es mui difícil no resbalar; i en caso de caer parece que seria difícil pararse hasta llegar abajo. Al fin llegué arriba sin novedad.

El cráter tiene, como todos los demas que he visto, forma de embudo, mas alto en su parte E. El diámetro superior lo calculo en

unos doscientos metros, i la hondura la que corresponde a este diámetro i faldas interiores del mayor gradiente que admiten piedrecillas volcánicas. El borde es tan angosto, que apenas da lugar a pararse. Está formado de una brecha de las escorias arrojadas, generalmente negras, pero tambien colorados o blancos por la descomposicion; algunas son compactas, otras porosas.

El cráter no da ninguna señal de actividad.

A media falda se han heho varias escavaciones de un par de metros de hondura para esplotar el alumbre, que se encuentra a veces en capas puras de un pié de grueso, a veces sirviendo de base a la brecha, junto con sulfato de fierro e hidrobrazita de cal, la última se encuentra en ojos de lustre de seda i estructura fibrosa hasta de tamaño de una nuez. No me cabe duda, que estas sales han sido formadas por la accion de vapores i gases calientes sobre las escorias.

La presencia de hidrobrazita, deja sin duda el orijen volcánico de las capas de hidrobrazita en los salares de la Cordillera.

De azufre encontré vestijios en la brecha.

Del alumbre, traigo muestras para ensayarlas.

El alumbre junto con cueros de vicuña i unas pocas ovejas, son los únicos artículos de esportacion de los habitantes de Antofagasta. El alumbre se consume en la Arjentina para teñir i curtir.

Actualmente ha disminuido la esplotacion, por el motivo de que hai que buscarlo en mas hondura de lo que permite la barreta i el pico.

La falda Oeste del cráter baja desde la cumbre en línea recta hasta media falda, aquí hai un pequeño portezuelo, a cuyo lado Oeste se levanta una lomita casi puntiaguda de unos 20 a 30 metros de gruesor. De la cumbre de esta lomita sigue otra vez la falda en línea recta hasta el plan. La loma tiene la misma composicion que el cráter, i pertenece evidentemente a un cráter mas antiguo.

Mis aneroides dieron en la cumbre a las 11 A. M. 0,488 metros i 12.830' i a la vuelta a Antofagasta a las 2,45 P. M. 0,494 metros i 12.600'.

El desnivel entre Antofagasta i la laguna al pié del cráter no puede ser mas de 200 o 300 piés; así que la altura del cráter sobre la laguna será de 400 a 500 piés.

MARZO 20

Cancha Argolla (4 leguas)—Salí a otra espedicion con la intencion de llegar a la línea divisoria al Este de Aguas Calientes; despues bajar por el rio del mismo nombre hasta las antiguas minas de oro de Incahuasi i volver a Antofagasta por el rio Pumillas.

Solamente pude hacer una parte de este itinerario, debido al vaqueano, que resultó no conocer el camino.

Alquilé una mula i llevé dos de las mias, las otras quedaron descansando en Antofagasta.

Salimos de Antofagasta con direccion Norte, siguiendo el rio de Antofagasta i la barranca Oeste de la capa traquítica, que he mencionado ya i que nos acompañaba un par de kilómetros.

Un kilómetro al Norte de Antofagasta pasamos la union del rio de Laguna Colorada, que viene del Oeste con el rio de Pumilla, que viene del Norte. Seguimos el último.

En la distancia de $4\frac{1}{2}$ kilómetros de Antofagasta entramos en una quebrada cortada en esquitas lustrosas, que al lado Este de la quebrada manteaban al Este i al Oeste, como a $12\frac{1}{2}$ kilómetros de Antofagasta; llegamos a Salas, donde viven unas 3 o 4 familias, que tienen siembras de trigo, papas, maiz i alfalfa. En todo el camino hasta aquí no habia faltado la vejetacion, compuesta de arbustos i en parte de vegas, mas o ménos regulares.

Las esquitas seguian siempre a los dos lados de la quebrada; al lado Oeste i cubiertas de lava negra, formando la loma que limita la hoya de Mojones i Calalaste. Al Este se elevan las altas cumbres traquíticas de Ylanca i Mirihuaca.

Encontramos en Salas un vecino recién llegado de Molinos, República Arjentina, con uvas, tunas, duraznos, azúcar i coca. Le compré frutas i azúcar, que no habia podido conseguir en Antofagasta.

Tres kilómetros al Norte de Salas tuerce el rio al Nor-Este i entra por una quebrada angosta. Luego despues dejamos el rio a la izquierda, entrando por el rio Tucunques, que viene del nevado traquítico del mismo nombre. Seguimos ese rio 2 kilómetros, pasando por un punto llamado Cancha Argolla, no sé por qué motivo; no tenia habitantes. Luego mas adentro divisé un puesto de ovejas en Chorrillos, pero ántes de llegar allá, dejamos el rio Tucunques, entrando por un afluente que viene del Sur-Este, formado por la afluencia de las vegas de Cocoa i de Corral. Habiendo entrado $1\frac{1}{2}$ kilómetro por esta quebrada, hice el triste descubrimiento de que el vaqueano habia conseguido aguardiente en Salas i que estaba completamente borracho. Era necesario alojar a la 1 del dia. Felizmente habia buena vega i agua.

Las barrancas estaban cortadas en una capa de traquita (o tofo traquítico) de color claro i a veces dividido en columnas verticales, inclinadas i horizontales de 1 pié de diámetro i con 4 o 6 caras. Estaban a veces cubiertas de eflorescencias de sal comun, que formaban costras de media pulgada de grueso, en las paredes verticales, varios metros mas alto que la vega.

Aproveché el tiempo para reconocer un lomaje, que se levantaba sobre la capa traquítica unos 600 piés al lado Sur de la vega. Se componia de esquitas lustrosas con rumbo Norte-Noreste i manteo Este. En la cumbre me dieron los aneroides a las h. 4,00 P. M. 0.473 m. i 13.800'.

MARZO 21

Laguna Diamante (7 leguas).—Seguimos la vega $1\frac{1}{2}$ kilómetro al Sur-Este, donde la dejamos, subiendo por la barranca Norte. Conocí aquí, que el vaqueano no tenía idea del camino. Atravesamos sin camino un llano traquítico con dirección Nor-Este i después de andar 5 kilómetros caímos otra vez en la quebrada de Tucunques; aquí había vega, agua i barrancas traquíticas. El agua i la vega se concluyó sin embargo un poco más adentro. La quebrada era ancha i plana, pero sin otro camino que el usado por las vicuñas.

Después de haber seguido la quebrada unos 8 kilómetros hacia el Este se repartía en varias quebradas menores, de las cuales algunas tomaron dirección hacia el Norte del cerro de Tucunques otras al Sur del mismo. Al fin cortamos al Sur-Este i caímos a una quebrada honda, angosta con una vega pantanosa i dirección al Sur-Oeste; no puede haber sido sino un afluente del río de Las Putas. Seguimos ésta quebrada unos 8 a 10 kilómetros al Este i Nor-Este. Era siempre muy angosta i tenía en su mayor parte agua i pasto, i estaba llena de grandes peñascos traquíticos de la misma traquita blanquizca que nos había acompañado desde Antofagasta. Formaban generalmente magníficas cuevas i abrigos contra la lluvia, que cada momento amenazaban caer.

La quebrada tomaba dirección al cerro alto de Tucunques, i tuvimos que torcer al Sur, para no llegar a la cumbre del cerro. Caímos luego en otra quebrada angosta con agua i un poco de pasto sin duda otro afluente del río de Las Putas. Pero ya estuvimos en tanta altura que luego después cesaba toda vejetación. Todavía nos quedaba una subida larga i pesada, sobre faldas pedregosas, traquíticas hasta llegar encima del cordón, que daba vista al otro lado. Los aneroides dieron aquí a las 4,00 P. M. 0,431 m. i 16.800'. Había muchas piedras fundidas por el rayo.

Unos mil doscientos pies debajo de nosotros i un poco hacia el Sur-Este divisamos una laguna de 2 a 3 leguas de extensión de Sur a Norte, la laguna del Diamante. A su lado Oeste estaba limitada por el cerro de Ylanca i por las cabeceras de las quebradas Colorada, Piraca o Jote i Peñón. Al lado Sur-Este la separaban unas lomas bajas de un gran bajo, que se divisaba al lado argentino; al lado Este había cerros altos pero sin nieve. Al Norte se prolonga la hoya de la laguna en una quebrada ancha i de poco gradiente. Por aquí corre un chorrillo de agua de Norte a Sur i desemboca en la parte Norte de la laguna rodeado de un poco de pajonal.

En la distancia de 7 kilómetros al Norte de la laguna cambia la quebrada paulatinamente su inclinación hacia el Norte i forma la quebrada de Aguas Calientes, que corre muchas leguas hacia el Norte para desembocar en el salar de Acorzoque cerca de Incahuasi. El

punto mas alto del camino entre la laguna Diamante i las vegas de Aguas Calientes está mas o ménos de 100 a 150 metros sobre el nivel de la primera.

Varios habitantes de Antofagasta me han asegurado que la línea divisoria con la Arjentina pasa al lado Sur i Este de la laguna Diamante i que está alinderada.

La bajada hácia la laguna habia que hacerla a pié; era sumamente parada i pedregosa. Toda la falda era traquítica. Alojamos en la veguita en una pirca hecha por los cazadores de vicuñas. La laguna quedó demasiado distante para que pudiera acercarme i reconocer si el agua era salada o nó.

Los aneroides dieron:

Marzo 21 h. 5,30 P. M. 0,444 m. i 15.600'
 » 22 » 8,00 A. M. 0,445,5 i 15.500'

MARZO 22

Pumillas (10 a 12 leguas).—El mal camino del dia anterior habia dejado a la mula de carga en mui mal estado. Parte por eso i tambien temiendo que el vaqueano continuase llevándome por caminos estraviados, echando a perder completamente las mulas, resolví desistir del viaje a la línea i a Incahuasi. Le ordené me llevara al camino real que conduce de Antofagasta a Molinos. En efecto seguimos hácia el Norte la gran quebrada mencionada mas arriba, que forma la continuacion de la laguna Diamante. Tenia al principio agua corriente con mui poco pasto; era despues seco hasta llegar a las vegas de Aguas Calientes, 17 kilómetros al Norte de la laguna.

No encontré en éste trecho cerro firme, pero sí muchas piedrecillas de una felsita baya que venia del Oeste, es decir, de la falda Este del cerro de Tucunques.

Un poco al Sur de Aguas Calientes sube un llano con suave gradiente hácia el Este i parece proporcionar un punto mui fácil para pasar la línea. Al Este de Aguas Calientes se eleva una serranía alta (traquítica), que continúa hasta el portezuelo de Aguas Calientes i mas al Norte.

En las cabeceras de las vegas de «Aguas Calientes» brota una vertiente copiosa de agua dulce i caliente, que luego forma una regular vega. Seguimos de aquí 7 kilómetros mas al Norte ántes de cortar la huella grande de Molinos. Divisé de aquí el portezuelo de «Aguas Calientes» al Este; a su pié habia un cerro blanquizco (¿granítico?).

Volví por este camino. Anduvimos primero 3 kilómetros hácia el Oeste subiendo sobre un terreno de suave gradiente i compuesto de gneiss i micaesquita con rumbo Sur-Norte i manteo al Oeste. Aquí tuvo el vaqueano la torpeza de perder la gran huella i me llevó

por unas faldas pedregosas i paradas hasta que llegamos a un portezuelo, donde mi aneroide daba 16.400'. La roca era gneiss gris, micaesquita i una que otra capa de esquita anfibólica negra. Soplaban un viento de Oeste sumamente frio i fuerte i una que otra mancha de la nieve del año pasado habia en las quebradas al Oeste del portezuelo.

Bajamos por una quebrada hácia el Sur-oeste i un par de kilómetros mas abajo del portezuelo encontramos la huella grande, que habia quedado al Sur. La seguimos, siempre con direccion Sur-oeste, atravesando varias quebradas secas hasta que unos 5 kilómetros del portezuelo caimos en una quebrada, en la que otros 5 kilómetros mas abajo hallamos un pozo de agua i pajonal. El lugar era tan frio i desabrigado, que resolvimos continuar el viaje. Dejamos la quebrada a la derecha i caminamos sobre el borde Sur con la vega siempre a la vista, buscando algun lugar abrigado donde alojar. La vega era mui angosta, pantanosa i sin leña. La quebrada estaba cortada en un gran plan, inclinado hácia el Oeste; encima del cual se levantaban en la distancia cerros aislados.

Mui luego se nos hizo de noche i no pude continuar mis observaciones de la brújula i del reloj.

Bajamos a la vega en un punto donde se juntaba otra de la derecha i otra de la izquierda, ámbas con vegas i mucha agua, pero sin leña. Todavía caminamos talvez una legua, de balde buscando leña, hasta que encontramos unas pircas abandonadas, en donde nos alojamos. Hicimos fuego con bosta seca de mulas, que encontramos allá, ayudándola con huesos secos de vicuñas.

El día siguiente a las 7,30 A. M. indicaba el termómetro $\div 7^{\circ}$ i los aneroides 0,452 m. i 14.800'.

MARZO 23

Antofagasta (8 leguas).—Las barrancas de la vega eran tofo traquítico. Inmediatamente al Norte de la vega se elevaba un cerro bajo, que visto de distancia parecia compuesto de gneiss i micaesquita como despues le vi en varios otros cerros, que se elevan sobre la capa traquítica.

Hácia el Noreste se estiende un llano por donde pasa una gran huella a Incahuasi i a Bolivia. El mismo llano se estiende al Sur i Oeste. Su superficie está cubierta de piedrecitas de gneiss i micaesquitas, que, por lo que se ve en los barrancos de las vegas, descansan sobre la capa traquítica, que parece ocupar el fondo de todo el llano.

Al Este se elevan cerros, que dejan distinguir mui distintamente su estratificacion i el color del gneiss. Al Oeste i Nor-Oeste se estiende de Sur a Norte una serranía con estratas del mismo aspecto i con manto al Oeste. Al Sur-Oeste se eleva una serranía alta, que entiendo

forma la parte Este de los cerros de Mojones. También aquí se divisa estratificación al Oeste sobre la prolongación de las esquistas lustrosas que he visto, en otros cerros más al Sur.

En la cumbre se eleva un cráter negro i las faldas están en varias partes cubiertas de rocas volcánicas.

De nuestro alojamiento subimos las barrancas bajas de la vega i atravesamos el llano con dirección al Sur-Oeste. Después de andar 7 kilómetros, pasamos entre dos cerritos bajos compuestos de gneiss i de esquistas lustrosas, que se elevaban encima de la capa traquítica. Tres kilómetros más adelante caímos en una quebrada con pasto i agua, que viene de Este a Oeste a juntarse con el río de Pumillas. En sus barrancas se veía la capa traquítica.

Cruzamos esta quebrada siempre caminando sobre el llano o plan inclinado, hacia el Sur-Oeste. Después de andar 3 kilómetros caímos otra vez al río Pumillas, que había hecho una gran curva hacia el Oeste, i que aquí siempre tiene vega, aunque angosta, pero mucha agua. Una huella grande viene por la orilla del río i continúa al Norte. Las barrancas del río son siempre traquíticas.

Subimos al llano al Oeste del río, andando en dirección Sur Sur-Oeste. Dejamos al Oeste una corriente de basalto con cristales de aujita i olivina. Al Este de la vega divisamos dos pequeños cráteres negros, medio cubiertos de pajonal. Después de haber andado 14 kilómetros al lado Oeste del río Pumilla, pasamos por la punta Sur del cerro de Chailecala. La falda se compone de esquistas lustrosas i cuarcitas manteadas al Oeste. En la punta Sur-Oeste había basalto.

Del pie de Chailecala anduvimos todavía $3\frac{1}{2}$ kilómetros hacia el Sur Sur-Oeste antes de caer otra vez al río Pumilla, 3 kilómetros al Norte de Salas. De aquí seguimos el mismo camino a Antofagasta, por donde habíamos venido.

Desde el puesto de ovejas en Chorrillos no habíamos encontrado habitantes en ninguna parte.

MARZO 24 I 25

Antofagasta.—Los días 25 i 26 tuve forzosamente que hacer descansar las mulas. Los ocupé en arreglo de piedras i en herrar las mulas.

Había recorrido ya en todas direcciones el territorio que se me había indicado, es decir, toda la parte Sur de Antofagasta. Había pasado también el término indicado para mi regreso. Me resolví, pues, a volver a la costa.

MARZO 26

Cortaderas (3 leguas).—Salimos a medio día hacia Nor-Oeste, siguiendo los primeros 5 kilómetros, es decir, hasta Laguna Colorada, el mismo camino que había recorrido en el viaje a la quebrada del Diablo. De aquí atravesamos un llano seco, 9 kilómetros hasta las vegas de Las Cortaderas, que está al pie del cordón, que la separa del salar de Antofalla. Había aquí un puesto de ovejas, perteneciente a una familia que vive en una cueva en la barranca traquítica, cerrada por pircas; en el invierno se retiran a Laguna Colorada. Alojamos aquí i compramos una oveja para el camino.

El llano mencionado está separado del río Pumillas i de la quebrada de Salas por la loma compuesta de esquitas lustrosas i basalto, que ya conocí en el viaje anterior. Hacia el Norte llega hasta cerca del pie de los cerros altos de Mojones i Calalaste; ántes de llegar allá se elevan sobre él algunas lomas bajas, i entre ellas se distingue un cráter negro.

Al lado Oeste está separado del salar de Antofalla por el cordón mencionado; i al Sur llega hasta la serranía baja, que se desprende del mismo con dirección al Sur, separando la hoya de Incahuasi de la de Carachapampa.

Los aneroides me dieron en la mañana siguiente, a las 8 A. M., 0,494 metros i 12.600' termómetro —0° grados.

MARZO 27

Juncalito (6 a 7 leguas).—De la vega de Las Cortaderas subimos faldeando unos 7 kilómetros con dirección al Nor-Oeste, atravesando un corriente basáltica, que tiene su origen a media falda. Caimos despues en la quebrada Carbonera, que viene de Oeste a Este. Tiene un poco de agua i vega i en parte bastante leña. Las faldas se componen de esquitas lustrosas, cuarcitas i areniscas oscuras, muy duras con granos de cuarzo trasparente (¿de los pórfidos cuarcíferos?) i con manto al Oeste. Unos kilómetros mas al Oeste cambiaba el manto al Este i pasamos una serie de pizarras coloradas.

Anduvimos 7 kilómetros ántes de llegar al portezuelo, donde los aneroides me dieron 0,451 m. i 15.200'. La roca aquí era cuarcita con manto al Oeste. Bajamos por una quebrada, que corre primero al Norte i despues tuerce al Nor-Oeste, Oeste i Sur Oeste. Su parte superior es sumamente pedregosa i cubierta por fragmentos de cuarcita; el caminito ha sido completamente destruido por las lluvias. Mas abajo tiene buenas vegas i se reúne con otra quebrada pastosa, que viene del cerro de Achi.

La cuarcita de la parte superior está reemplazada mas abajo por basalto i fonolita esquistosa.

A nueve kilómetros del portezuelo encontramos una pirca inhada, hecha de lajas de fonolita esquistosa en un lugar llamado *El Rodeo*; pocas cuadras mas abajo viene bajando del Sur una quebrada angosta, pero pastosa, i al mismo lado se divisa en poca distancia un cráter negro. De su falda Oeste ha salido una gran corriente basáltica, que ha llenado una gran parte de la quebrada principal. Aquí dejamos la quebrada, que tuerce al Sur-Oeste, i seguimos con direccion Este-Oeste, 3 kilómetros faldeando al lado Norte de una loma de la misma *arenisca blanda con manteo Este*, que habia visto ya mas al Sur en la quebrada del Diablo. El camino torcia de aquí al Sur, bajando 1 kilómetro por una quebrada, que separa la loma de areniscas al Este de una loma baja basáltica al Oeste, i llegamos a la *pequeña vega de Juncalito*, donde alojamos en una pirca hecha de basalto.

La vega está al pié de la loma de areniscas i al lado Nor-Este del salar de Ruiz, que se estiende unos 3 a 4 kilómetros al Sur i Oeste, i cuya salida está tapada al lado Oeste por barrancas basálticas.

La quebrada de Hachi desemboca en este salar un poco al Sur de Juncalito.

El gran cráter negro, que desde la vega del Diablo habia divisado al Oeste, divisé de aquí en direccion Sur 15 Oeste.

Los aneroides me dieron:

Marzo 27 h. 5 P. M. 0,486 m. i 12.850'
 » 28 h. 7 A. M. 0,489 m. i 12. 600'
 Temperatura mínima—5.°

MARZO 28

Botijuelas (4 leguas).—Salimos de Juncalito atravesando las lomas bajas basálticas, que cierran el salar al Oeste. Despues de andar 2 kilómetros sobre un terreno bajo i poco ondulado, cortamos una gran huella que viene de Sur-Este con direccion a Botijuelas i Antofalla. No tenia rastros de animales de este año. Lo seguimos 5 kilómetros al Nor-Oeste sobre un terreno bajo i encapado, hasta llegar a la orilla del salar. De aquí se divisaba hácia al Este, un par de kilómetros al Norte de Juncalito, otras vegas con muchas eflorecencias blancas.

La falda del cerro de Achi estaba cubierta de corrientes negras de lava.

En la falda Sur de la quebrada del Diablo se divisaban tambien corrientes negras de lava.

Los aneroides me dieron en la orilla del salar a las 10 A. M. 0,498,5 m i 12.200.

Atravesamos el salar con direccion O 25 N. Calculo el ancho aquí

en 8 a 10 kilómetros. Alojamos en Botijuelas, vega regular que dista pocas cuadras del salar, tiene su nombre de un pequeño cono, que se levanta en las cabeceras de la vega. Se compone éste de costras de cal, que se han sobrepuesto una sobre otra, paralelas a la falda. La altura es mas o ménos 10 metros. La parte superior es tan parada, que cuesta llegar arriba. En la cumbre baja un canal cilíndrico, casi vertical, solamente un poco inclinado hácia el Oeste; tiene 2 a 3 metros de diámetro i está vacío; no alcancé a divisar el fondo. La boca ocupa toda la cumbre i deja apénas lugar para estar parado. Una cuadra mas abajo al lado Sur, distancia que toda está ocupada por las costras calcáreas, hai un pozo lleno de agua de una temperatura de 25 a 30°. El agua tiene gusto salobre i rebalsa lentamente, depositando costras iguales a las del cono mencionado. Es evidentemente un nuevo cono, que se está formando i que da salida a las aguas que ántes llenaron el cono de mas arriba.

Unos dos kilómetros al Este de la vega de Botijuelas se ve una falda cubierta de esflorecencias blancas, probablemente debidas tambien a aguas calientes. El vaqueano me contó, que algunas leguas mas al Sur salta un chorro de agua salada hasta la altura de un par de metros.

Al Norte de la vega se estiende la falda negra de basalto, que parece venir desde cerca de la cumbre del cerro alto de Botijuelas que está un poco al Sur del volcan de Antofalla i que llega hasta el salar. (11 A. M. 0,499 m. i 12,200').

MARZO 29

Antofalla i Potrero Grande (5 a 6 leguas).—De las vegas de Botijuelas distan unas pocas leguas al Norte las minas abandonadas de Antofalla. Tenia el mas vivo interés en conocer la constitucion jeológica de este mineral, pero tuve que desistir por el mal estado de la herradura de las mulas i por falta de clavos para herrar. El vaqueano nos dijo, que el camino era áspero como el filo de un cuchillo i que corríamos peligro de perder algun animal ántes de llegar a la costa.

Miéntas tanto me habia mostrado el vaqueano un panizo bayo, que revienta en media falda del cerro de Antofalla, rodeado de rocas negras, evidentemente volcánicas, que llegaban desde la cumbre. En este panizo me dijo, que estaban situadas las minas. Atravesando el salar habia visto tambien bajar del cerro de Antofalla una quebrada ancha, llena de cascajo bayo, que no podia tener su oríjen sino en el mencionado panizo. Me resolví, pues, a ir siquiera a la desembocadura de esta quebrada para examinar el cascajo, i de esta manera formarme alguna idea de la constitucion jeológica del cerro. Mandé entónces a A. C. Torres con las dos cargas adelante por el camino a Potrero Grande; ordené al vaqueano que me esperara en Botijuelas i me fuí

solo a la quebrada de Antofalla. Atravesé primero con direccion Este unas lomas bajas i encapadas, cubiertas de fragmentos de cuarcita. Despues de andar 3 kilómetros caí al salar i me encontré aquí con un camino que va por la orilla del salar al pié de barrancos negros basálticos. Seguí este camino 6 kilómetros hácia el Norte hasta llegar a la quebrada mencionada.

El cascajo bayo se componia de felsita baya, a veces homojénea i con lustre de porcelana, otras veces de estructura granuda, pero sin otro componente que el felspato. Con este resultado tuve que contentarme.

Con respecto a la importancia de las minas solamente puedo decir lo que me han contado, que las minas están aterradas, que se ha trabajado guias de galenas de regular lei; que mineros de Caracoles han declarado que hai veta en caja con lei de 50 marcos; que en la vega de Antofallita ha habido un establecimiento para beneficiar los metales con trapiches movidos por ruedas hidráulicas. Agua i leña cuestan barato. Todo lo demas caro, ménos la carne. Madera podria traerse de Molina, República Argentina.

El camino que recorrí, era bueno i suave, todo lo contrario de lo que me habia dicho el vaqueano.

Noté en el salar, que las piedras caidas de las Barrancas, muchas veces descansaban sobre un pilar de sal i barro de un pié de alto i del diámetro de las piedras; como si éstas hubiesen protegido la parte sobre que descansa de la disolucion, que parece haber sufrido todos los alrededores.

A la vuelta a Botijuelas encontré al vaqueano esperando i nos pusimos en marcha, subiendo una cuesta basáltica con direccion al Oeste. Un poco mas al Sur divisé un terreno estratificado, al parecer un conglomerado con fuerte manteo al Este; no pasé suficientemente cerca para examinarlo.

Una vez encima de la cuesta nos encontramos sobre un terreno casi plano, un poco ondulado, cubierto por corrientes de lava que provenian del cerro alto de Botijuelas al Norte. Encima de éstos se levantaban pequeños cerros de *gabbro* i mas al Oeste de *esquitas lustrosas casi verticales*.

Llegamos despues a otra cuesta, compuesta de *areniscas con manteo al Oeste*, color bayo o lijeramente rojo i conteniendo fragmentos de mica-esquita i de pórfido cuarcífero colorado. Esta formacion tiene un espesor de algunos centenares de metros i se conoce fácilmente que es la misma formacion, que en una excursion anterior habia visto estenderse por la orilla Oeste del salar hasta las vegas de Agua Dulce. Es idéntico tambien con la que hemos visto en varios puntos al lado Este del salar i en la hoya de Antofagasta.

Cuando llegamos encima de la segunda cuesta, habíamos andado 13 kilómetros desde Botijuelas con direccion Oeste i Sur. Al Norte teníamos el cerro alto de Botijuelas, aparentemente traquítico; al Oeste

i Sur una gran altiplanicie, mui poco ondulada, cubierta en parte por corrientes traquíticas, en parte por un cascajo conteniendo fragmentos de traquita i de esquitas lustrosas. Al Oeste se elevan dos imponentes conos volcánicos, Los Morros, que están al Sur-Oeste de las vegas de «Aguas Calientes» i al Sur, varias cumbres aisladas, entre ellos los nevados que he mencionado en escursiones anteriores entre Laguna Brava i la hoya de Antofagasta (¿Los Colorados?).

En los 10 kilómetros que anduvimos sobre este plan con direccion Oeste 20 Sur ántes de llegar al borde de la vega «Potrero Grande», no vi cerro firme en ninguna parte.

Al llegar al borde divisamos a varios centenares de metros debajo de nuestros piés varias vegas que se reunen en una sola vega mui ancha.

La bajada es mui parada. En el borde superior habian estratas de areniscas roja-oscuras que entónces consideré como equivalentes a las areniscas rojas, que habíamos pasado en la cuesta al Este; por este motivo no saqué muestras ni me fijé mucho en su composicion, lo que ahora siento mucho. Mas abajo pasamos varias estratas bien blancas de una arenisca, grano gruesa, que entónces consideré como compuesta de fragmentos de felsita. Por lo demas, era la falda bastante encapada. Pero mas al Norte divisé una barranca casi vertical de algunos centenares de piés de grueso, que presentaba una serie no interrumpida de estratas de varios colores, blancos, azulejos, plomizos, colorados.

El dia siguiente me fuí a verlas. Encontré en efecto al pié de la barranca las mismas areniscas de la hoyada de Antofalla; no pude subir a las capas de mas arriba; pero en los escombros caidos ví con sorpresa, que la capa blanca, que habia visto ayer, se componia de fragmentos, no de felsita como habia creido, sino de piedra pómez, i que las demas capas de distintos colores eran areniscas i conglomerados, que ademas de fragmentos de esquitas lustrosas, contenian fragmentos redondeados de traquita con cristales de sanidina, fragmentos de tamaño de cabeza i mas.

Entónces sentí no haber examinado bien el dia anterior, si la capa superior de todo verdaderamente era de la misma arenisca roja sin fragmentos de rocas volcánicas, que al pié de la barranca habia visto, o si tambien contenia fragmentos volcánicos.

En el corte jeológico que tenia al frente i que se estendia mas o ménos de Norte a Sur se presentaban las areniscas i conglomerados, que contenian fragmentos de traquita i piedra pómez, descansando con estratificacion concordante i casi horizontal encima de las areniscas, que no contenían estos fragmentos.

Sospecho que un perfil de Este a Oeste talvez daria una estratificacion discordante. Seria mui importante averiguar esto. Si resultara verdaderamente concordancia en la estratificacion, tendríamos motivos para creer, que la gran formacion de areniscas rojas, que hemos visto

de tanta estension en el territorio de Antofagasta, perteneciese a una época poco mas antigua que la de las traquitas.

Llamo la atencion de los futuros exploradores sobre este punto.

En apoyo de esta idea podria citar las areniscas i conglomerados, que hemos visto en el rio Lamas, con fragmentos redondeados de traquitas i *fuerte inclinacion* al Este. La inclinacion indica que estos conglomerados pertenecieron a una época bastante remota.

En contra de la idea que las areniscas rojas i las areniscas traquíticas pertenezcan mas o ménos a la misma época, está el hecho de que estratas blancas, compuestas de piedra pómez, i mui parecidas a las de Potrero Grande, se ven descansar cerca de San Pedro de Atacama con estratificacion discordante encima de la formacion de arcillas rojas, las que probablemente no son mas que un equivalente a las areniscas rojas.

De todas maneras tenemos en Potrero Grande una gran formacion estratificada, perteneciente a la época de los erupciones de traquita i piedra pómez en la altura de mas de 12.000' sobre el mar.

¿Habrà sido depositada esta formacion debajo de las aguas de la mar o debajo de las de una antigua laguna?

En cuanto a la última hipótesis es mas que probable que, en el caso de llenarse la hoyada en cuestion con agua hasta cubrir la altiplanicie entre Potrero Grande i Botijuelas, se formaria una laguna sin salida a ninguna parte; así que por este lado no habria dificultad.

Pero las serranías que cierran la salida de nuestra hoyada, son ellas mismas traquíticas i, por consiguiente, pertenecientes a la misma época mas o ménos que la formacion estratificada de que estamos tratando. Ahora, así como esas serranías pueden haber sido anteriores al depósito de las estratas, así tambien pueden haber sido mas modernas. En tal caso, nuestra formacion estratificada no se ha formado en la laguna.

Otra cosa: es evidente que una gran parte de la formacion estratificada traquítica ha sido destruida por las aguas corrientes i llevada a otra parte ¿pero, a dónde?

En caso de ser depositada nuestra formacion estratificada en una laguna seria necesario admitir, primero, que las lluvias hubiesen disminuido suficientemente para que la evaporizacion excediese a la cantidad de agua caída, secándose, por consiguiente, la laguna; i, segundo, que la parte destruida hubiese encontrado cabida en el fondo de la misma hoyada.

Todo esto es posible. Pero ¿no seria mas fácil admitir, que las estratas hubiesen sido depositadas en un brazo del mar, abierto talvez hácia el Sur, i que a medida que se levantara la cordillera, el mar retrocediera, dando lugar a que las lluvias destruyeran las estratas recién depositadas, llevando los escombros a las actuales llanuras de la República Argentina?

En tal caso quedarían los cerros traquíticos que cierran la hoyada mas modernos que la formación estratificada.

En Potrero Grande encontré al ingeniero Pizarro con una parte de la Comisión. Comparamos los hipsómetros.

Marzo 30 h 9 A. M. 191,4 L. S. i 191,1 P. A.

» » » aneroides 0,487 i 12,950 l° + 3° sombra. Temperatura mínima ÷ 8° aneroides—7 h. 6. A. M.

En Potrero Grande había una familia, que allí pasaba el verano con un ganado de ovejas, los únicos vivientes que encontramos entre los Cortaderos i Chaco.

Las vegas de aquí son las mejores i mayores en la Cordillera.

MARZO 30

Quebrada Honda (3 leguas).—De Potrero Grande a Aguas Calientes hai dos caminos: uno mas al Norte, pasando por los Los Patos, i otro mas al Sur pasando por Quebrada Honda. Elejí el último.

Al Oeste de Potrero Grande atraviesa primero las mismas areniscas rojas sin fragmentos traquíticos, que forman la base de la falda Este de la vega; contenian bastante mica en hojas i tenían primero manteo al Este, que cambiaban despues al Oeste.

Subí despues una cuesta, donde no pude ver cerro firme; estaba cubierto de fragmentos de pórfido oscuro felspático sin cuarzo. Tenemos pues aquí la misma sucesión de estratas, que había visto al lado Este del salar Antofalla al Sur de la quebrada de las minas, es decir, areniscas bayas i rojas con fragmentos de pórfido cuarcífero i mica-esquita i cubiertos por areniscas i conglomerados con fragmentos de pórfido oscuro sin cuarzo.

Cruzamos despues un llano siempre cubierto de los mismos fragmentos i a veces de capas traquíticas. En éste llano pasa un gran cauce seco, que viene de Norte a Sur.

Entramos despues a la quebrada Honda, que desemboca en el llano de Oeste al Este. Está cortada en cuarcitas oscuras, cuyo rumbo i manteo no pude ver i es sin agua i pasto, hasta que tuerce al Norte. Aquí tiene bastante agua i un poco de vega, i alojamos un par de kilómetros mas adentro. Calculo la distancia de Potrero Grande a Quebrada Honda en 10 a 12 kilómetros.

Los aneroides dieron:

Marzo 30 h. 4,30 P. M. 0,463 m. i 14,800' temperatura a las 6 A. M. Marzo 31—5°.

MARZO 31

Aguas Calientes (6 leguas).—Desde el alojamiento sigue la quebrada al Norte con agua i un poco de pajonal; nosotros subimos por otra quebrada seca, que viene del Oeste. Estaba cortada en cuarcitas de varios colores i en una arenisca oscura, mui dura, con puntitos de cuarzo vidrioso. Es la misma cuarcita, que forma las cumbres de la serranía entre la quebrada del Diablo i la del Achi, al Este del salar de Antofalla; miéntras que en la parte inferior de la falda se hallan las areniscas blandas, rojas, con fragmentos de pórfido cuarcífero i mica-esquita, manteando hácia el cuerpo del cerro. Lo mismo sucede en el perfil entre Potrero Grande i Quebrada Honda. No he visto el contacto entre las areniscas i las cuarcitas, así que no puedo decir con seguridad, si las cuarcitas verdaderamente están sobrepuestas sobre las areniscas rojas o si pertenecen a la formacion de las esquitas cristalinas, que forman el tronco, contra el cual se apoyan las areniscas mas modernas.

Lo último es lo mas probable.

Despues de andar 8 kilómetros por la quebrada con direccion Oeste 35 Norte llegamos a un portezuelo donde los aneroides dieron 0,442.5 m. i 15.900'.

Al Sur se levanta un par de kilómetros de distancia, i talvez unos 200 metros mas alto que el portezuelo, un cráter negro con una corriente de lava negra al lado Oeste.

Mas al Sur no divisé cerros sobresalientes hasta El Colorado, nevado alto. Al Norte sube el terreno hácia el cerro de Los Patos.

El portezuelo forma una pequeña planicie de un par de kilómetros de estension.

Bajamos como 6 kilómetros hácia Oeste 30 Sur i sin camino por una falda sumamente pedregosa. Arriba estaba cortada en la cuarcita mencionada, mas abajo en felsita baya i un pórfido con cristales de felpato i amfibolas; mas abajo todavía llegó la mencionada corriente de lava hasta la quebrada.

Cortamos despues 15 kilómetros con direccion Oeste 25 Norte hasta las vegas de Aguas Calientes. El camino atraviesa aquí un terreno un poco ondulado i suavemente inclinado hácia la laguna de Aguas Calientes. Era primero cubierto de fragmentos de cuarcita i de rocas negras basálticas; en una parte tambien de pegmatita roja con el felpato mui brillante. Mas abajo entramos en un camino sumamente pesado para las mulas. Se hundian mas de un pié en un tofo terroso (¿yeso?) cubierto por unas pocas piedras sueltas. La huella que seguimos poco nos ayudaba, puesto que era mui poco traficada. En los últimos 20 kilómetros atravesamos una corriente de lava negra, que viene del Este i se estiende hasta la laguna.

Nos alojamos en la vega de Aguas Calientes en unas pircas he-

chas de una arenisca traquítica, color ceniciento, con restos indeterminables de plantas silicatadas. Encontré las mismas areniscas en cerro firme, unos 8 a 10 metros encima de la laguna, prueba de un nivel anterior, mas alto que el actual.

La vega está situada al pié Sur de un cerro alto traquítico. Se estiende unas pocas cuadras de Oeste a Este; tiene regular pasto i abundancia de agua dulce que brota en varias partes en la cabecera de la vega de un terreno de acarreo volcánico. Un chorro abundante cuya temperatura tendrá de 40 a 50°, brota unas cuadras al Nor-este de la vega i cae directamente a la laguna de mas al Norte.

Esta laguna, que tiene pocas cuadras de estension, tiene salida hácia el Sur a otra laguna que dista un par de kilómetros i que se estiende talvez una legua al Sur. En las orillas de ésta se notan esflorescencias salinas. Al lado Sur está limitada por las barrancas altas i paradas de un terreno cuya superficie casi es horizontal, i cuya composición, por lo que se puede juzgar de la distancia, es volcánica; al Oeste por dos inmensos conos volcánicos, Los Morros. Al lado Noreste de la laguna desemboca una quebrada que viene del cerro de Los Patos. Al Norte de esta quebrada se estienden cerros altos con varias corrientes de lava negra que bajan desde las cumbres.

La salida natural de la laguna, subiendo lo suficiente el nivel, seria hácia el Sur por encima de la mencionada barranca horizontal.

Los aneroides dieron:

Marzo 31, 6 P. M. 0,479,5 m. i 13.300'.

Abril 1.º, 9 A. M. 0,484 » » 13.150'. Temp. ÷ 4°

Temperatura mínima—6°.

ABRIL 1.º

Falda Ciénagas (1½ leguas).—Salimos tarde de Aguas Calientes para que las mulas descansasen i comiesen bien, puesto que estas vegas son las últimas vegas regulares en la cordillera.

Nos fuimos a alojar en la veguita Falda Ciénaga, 6 kilómetros al Suroeste de Aguas Calientes. Está situada al pié de La Cordillera en una quebrada angosta cuyas paredes son de traquita i basalto.

Los aneroides dieron:

Abril 2, h. 7 A. M. 0,469 m. i 14.300'

Temperatura mínima..... — 2°

ABRIL 2

Barrancas traquíticas (10 leguas).—Subimos la quebrada con direccion Oeste Sur-Oeste unos 6 kilómetros hasta el portezuelo. Cer-

ca de éste encontré una felsita blanca, que sirve de base a las capas volcánicas.

El portezuelo deja al Sur los dos grandes morros conos volcánicos i al Norte el cerro de Aguas Calientes. Los aneroides me dieron a las 9 A. M. 0,446 m. i 15.600'.

Despues de bajar 2 kilómetros al Oeste llegamos a una hoyada que se inclina hácia el Sur a un gran salar de varias leguas de estension.

En el medio del salar se elevaba un cerrito, como una isla.

Ademas de la inclinacion jeneral al Sur se inclinaba ademas la hoyada suavemente hácia la línea central tanto del Este como del Oeste. Estaba cubierta de piedrecillas volcánicas i al lado Oeste tambien felsíticas.

Del portezuelo de Aguas Calientes continúan cerros altos hácia el Norte, limitando la hoyada a este lado. Algunas leguas mas al Norte se desprende el cordon relativamente bajo, que la limita al lado Oeste.

Cruzamos la hoyada con direccion Oeste 15 Sur i subimos despues con la misma direccion i con suave gradiente el cordon mencionado. Calculo la distancia del portezuelo al punto mas alto del camino en 18 kilómetros.

El cordon mencionado se compone de felsita blanca, en trechos cubierta por corriente de traquita i de basalto. El color blanco de la felsita se distingue hasta muy al Norte, donde forma cerros overos, que llaman la atencion, tanto del lado Este como del Oeste.

Desde el portezuelo se divisa otra gran hoyada, que llega al Oeste hasta el cerro de Chaco. Al lado Norte está limitado por los dos grandes cerros volcánicos, los volcanes del Chaco, que hemos visto de tantas partes, i a cuyo pié Norte nace la gran hoyada, que entre la cordillera de Vaquillas i Varas al Oeste i los nevados del Azufre i de Lullaillaco al Este llega hasta el salar de Punta Negra i mas al Norte hasta San Pedro de Atacama.

Al lado Sur está cerrada la hoyada por un cordon volcánico mas bajo que se desprende del cordon felsítico i con direccion Nor-Oeste divide la hoyada en dos partes: la del Este en su mayor parte ocupada por la laguna del Volcan, que no tiene salida, i la del Oeste que nace en la falda Sur-Este del cerro de Chaco i en su principio angosta, despues mas ancha, se inclina hácia el Sur, pasando al pié Este de la cordillera del Juncal. No he podido ver si esta segunda hoyada llega hasta el salar de Los Infieles o nó.

En la bajada Oeste hai un punto, que tiene un poco de pajonal pero nada de agua, donde los viajeros suelen alojar. Nosotros pasamos mas adelante. Bajamos primero 5 kilómetros con direccion Oeste 20 Sur, i despues Oeste cleavado hasta llegar a la punta Sur de la laguna del Volcan, que dista 13 kilómetros del portezuelo. La bajada

es primero parada, despues se tiende gradualmente hasta tomar el plan. Los últimos kilómetros van en terreno compuesto de yeso poroso o terroso, cubierto con piedrecitas sueltas. Al lado Sur se eleva un cerro alto traquítico.

El camino pasa despues por la orilla Sur de la laguna al pié Norte del cordon volcánico que viene de Sur-este a Nor-oeste. La orilla está cubierta de esflorescencias blancas i el agua es amarga e intomable. Un par de metros encima del nivel de la laguna brota un chorrito insignificante de agua, tambien amarga.

Caminamos todavía 6 kilómetros al Oeste de la laguna subiendo gradualmente sobre un terreno bajo i encapado i alojamos al pié de unas barrancas traquíticas, que se elevan 3 o 4 metros sobre el llano. Aquí habia leña pero nada de agua i pasto.

Los aneroides dieron aquí:

Abril 3, 7 A. M. 0,478 m. i 13,500'. Temp.—9°.

I a la orilla de la laguna:

Abril 2, 4 P. M. 0,487 m. i 12,900'.

ABRIL 3

Chaco (10 leguas).—Con rumbo Oeste 15 Norte atravesamos un terreno bajo ondulado, medio encapado i cubierto de piedras traquíticas. La mayor altura del camino 14.300' i 0,471 m. h. 9. A. M. Despues de andar 6 kilómetros caimos en la segunda hoyada mencionada que viene del Nor-nor-oeste con inclinacion al Sur.

A la derecha dejamos un cerro alto aislado, que por los escombros del llano parece felsítico.

Subimos despues con direccion Oeste 20 Norte 7 kilómetros sobre un terreno compuesto de lomajes felsíticos i traquíticos i de poca altura. El camino, que hasta aquí habia sido regular, se volvía ahora mui pedregoso i lleno de piedras traquíticas oscuras. La parte mas alta del camino era una altiplanicie traquítica, de unos 4 a 5 kilómetros de ancho sin cerros altos sobresalientes. La atravesamos con direccion Oeste 25 Sur. En el punto mas alto me dió el aneroide 14.500'.

Hácia el Norte divisé el cerro de Chaco, que demostraba en su centro colores bayos, miéntras que la cumbre i una gran parte de las faldas tienen colores negros, probablemente perteneciente a rocas volcánicas.

El dia anterior habia divisado ya de varios puntos del camino

conos altos muy distantes al Sur con colores bayos en el centro i la cumbre i las faldas negras. Recordaré además, que en la quebrada Falda Ciénaga encontré felsita sirviendo de base a las traquitas i basaltos, i que el cordón mas al Oeste en gran parte se componía de felsita.

De la misma manera he visto en viajes anteriores felsitas bayas en las quebradas hondas que cortan el cerro volcánico de «Los Patos» i del «Ojo de Maricunga». En todos estos puntos descansan las rocas volcánicas encima de la felsita, con el plano de contacto muy pronunciado i sin que haya señales de transiciones entre las dos rocas.

En la bajada al Oeste nos acompañaba todavía la traquita un kilómetro mas abajo. Aquí encontré al lado Sur del camino un cerrito compuesto de estratas calcáreas, margosas i arcillosas, parecidas a las demás estratas secundarias del Chaco, con fósiles. Por lo encapado del terreno no puedo indicar con seguridad el rumbo, que sin embargo me parecía mas o ménos horizontal.

El camino sigue despues $3\frac{1}{2}$ kilómetros al Oeste por una quebrada angosta entre lomas bayas i encapadas. En una parte encontré felsita.

La quebrada que habíamos seguido hasta ahora desemboca aquí en un llano semicircular, que se estiende hácia el Sur i Oeste rodeado de lomas bajas, que supongo pertenezcan a la formacion estratificada secundaria o a los felsitas. Al lado Norte desemboca en el llano una gran quebrada seca, que viene de la falda Sur del cerro del Chaco.

Atravesamos el llano con direccion Nor-oeste unos 3 kilómetros; aquí pasamos por la falda Sur de un cerrito, compuesto de felsita con cuarzo. Al Oeste se reúne el llano mencionado con el gran campo que se estiende al Sur i Norte de la quebrada del Chaco. Seguimos todavía 4 kilómetros sobre este llano hasta caer en la quebrada del Chaco. Poco ántes habíamos dejado al lado Sur un cerro bajo compuesto de cuarcita i arenisca oscura dura, con granos de cuarzo trasparente.

Las barrancas de la quebrada del Chaco se componían aquí de un pórfido bayo con cristales de felpato i anfíbola, cubierto por una capa traquítica. Esta forma sin duda el fondo de todo el llano, solamente cubierta por piedrecillas, que las lluvias han arrastrado.

Seguimos la quebrada 14 kilómetros hasta las vegas del Chaco. La quebrada era seca esceptuando los últimos kilómetros donde principiaron las vegas de Chaco. Estas han tenido fama de ser las mas grandes i las mejores del desierto en la falda Oeste de la cordillera; pero ahora las encontré en muy mal estado i los pocos animales que habian allí, muriendo de hambre. La vecindad del mineral de Vaquillas ha hecho que demasiado número de animales se alimenten de ellas.

En la vega encontramos una familia, que se ocupa en proveer varias minas con agua, leña i pan.

Las barrancas de la quebrada mostraban en toda su estension la capa traquítica encima, i debajo de ella, donde no estaban encapadas, la formacion estratificada secundaria. Frente de las vegas, donde las barrancas se elevan de 150 a 200 metros, se ve debajo de la capa traquítica una serie de estratas horizontales de un conglomerado i tofo traquítico.

En la vega se reune la quebrada con otra, que viene del Nor-este. Los aneroides dieron:

| | | | | | |
|---------|------|-------|----------|---|---------|
| Abril 3 | h. 6 | P. M. | 0,504 m. | i | 11.750' |
| » 4 | » 8 | A. M. | 0,506 m. | i | 11.600' |

El hipsómetro, 194,2.

ABRIL 4

Pique Jermania.—De la vega del Chaco me dirijí a la costa pasando por el mineral de Vaquillas i de aquí al pique «Jermania» por el mismo camino recorrido el año pasado, i que por este motivo no menciono aquí.

Los aneroides dieron en el pique Jermania:

| | | | | | |
|---------|--------|-------|------------|---|--------|
| Abril 4 | h. 7 | P. M. | 0,555 m. | i | 8.200' |
| » 5 | » 7 | A. M. | 0,567 m. | i | 8.100' |
| » 7 | » 1.20 | P. M. | 0,581,5 m. | i | 8.220' |

En el Refresco:

Abril 5 h. 11½ A. M. 0,593 m. i 7.500.

En la mina Buena Esperanza:

Abril 7 h. 9,30 P. M. 11.650 i el hipsómetro 193°

CAPÍTULO II

Cordillera Vaquillas.—Varas

En nuestra esploracion de la parte de la cordillera comprendida entre la quebrada del Chaco i San Pedro de Atacama he hecho la mayor parte del camino en compañía de algunos de los demas ingenieros de la comision. Por consiguiente, no me ha tocado a mí en esta

parte hacer el trazo de los caminos i de la topografía. En la única parte, donde yo he andado solo, es decir, en la falda Oeste de la cordillera entre las vegas de Vaquillas i de Varas, ha sido demasiado tortuoso mi camino, para que me haya sido posible llevar un trazado completo. Ya he entrado hasta el nacimiento de las quebradas, para estudiar su jeología, ya he atravesado sin camino terrenos malísimos en media falda del cerro, ya he andado perdido en el llano al pié Oeste de la cordillera, siguiendo caminos, que despues han resultado no ir al punto de mi destino. Los varios trazos aislados de camino i de topografía, que he podido tomar los daré aparte i servirán, junto con la triangulación hecha por mis compañeros para formar con bastante exactitud la topografía de esta cordillera.

Las alturas barométricas e hipsométricas tambien irán en la lista de todas las alturas tomadas.

Me queda pues aquí que dar la descripción jeológica de la cordillera mencionada.

La mayor parte de la quebrada de Vaquillas está cortada en la formación estratificada secundaria, compuesta en su parte media de cuarcitas negras o de distintos colores, compactas, con fractura concoidea i lustrosa, parecidas al «haelliflinta» o petrosílex; alternan éstas con capas calcáreas negras. Mas al Oeste viene una serie poderosa de margas i estratas calcáreas de distintos colores, con preferencia claros. En la parte mas al Oeste que he reconocido, es decir, unos 24 kilómetros del nacimiento de la quebrada, descansan encima de ellos, con manteo al Oeste, conglomerados de pórfido oscuro felpático, mui parecidos a los que hemos visto mas al Sur en la vega de Carrizo.

Lo encapado de las faldas no me permitió ver la posición relativa entre las distintas capas calcáreas i las cuarcitas.

En el nacimiento de la quebrada alternan capas calcáreas, negras i azules, con rocas eruptivas. Entre éstas, la que ocupa mas lugar, es una pegmatita baya, compuesta de felpato bayo i cuarzo. La pegmatita pasa gradualmente a felsita cuarcífera.

Este cambio gradual está demostrado por las muestras que he recojido i cuyas variedades principales son las siguientes:

- 1) Pegmatita con granos de felpato i cuarzo del mismo tamaño, mas o ménos de una alverja;
- 2) Pegmatita que se diferencia del anterior solamente en el tamaño del grano, que es mas o ménos de cabeza de alfiler;
- 3) Se diferencia del anterior en que en la masa se hallan esparcidos cristales de cuarzo con prisma corta, terminado por dos pirámides hexagonales, tamaño de alverja;
- 4) Esta muestra se diferencia del núm. 3) en que la base ya es de un grano tan fino, que no se distinguen a la simple vista sus componentes, mientras que siempre las dobles pirámides de cuarzo tamaño de alverja, existen (*Pórfido cuarcífero*).

Todas estas variedades he encontrado en el portezuelo de Vaquillas, en la falda de una loma encapada, que apenas se levanta 50 metros sobre su base.

Ademas de estas rocas eruptivas he visto tambien en la quebrada de Vaquillas una roca oscura, de grano fino, compuesto de felspatos i un mineral negro (¿anfíbola o aujita?)

Unos 15 kilómetros al Oeste del portezuelo en una quebrada lateral, que desemboca del lado Nor-este pocas cuadras mas arriba de la vega principal, se ha trabajado una veta de cuarzo, con rumbo Oeste 5 Sur, i manto Norte, con galena i carbonato de plomo. Se encuentra en una felsita baya sin cuarzo, que talvez sea de un orígen mas moderno que el pórfido cuarcífero mencionado.

La pegmatita i el pórfido cuarcífero continúan al Sur del portezuelo de Vaquillas en una serranía baja i angosta, que interrumpida por llanos i por la quebrada del Chaco, pasa al Oeste del cerro alto del mismo nombre.

Miéntas que hemos visto la quebrada de Vaquillas cortada en su mayor parte en rocas estratificadas, sucede todo lo contrario con la quebrada de Sandon, que, distante solamente un par de leguas al Norte, está cortada hasta mui cerca de su desembocadura en rocas eruptivas, es decir, pegmatita i pórfido cuarcífero.

Estas rocas toman, por consiguiente, desde el portezuelo de Vaquillas una gran estension hácia el Oeste formando una gran curva.

El rumbo de las estratas es, mas o ménos, paralelo a la línea de contacto entre las dos formaciones, así es que en la parte media de la quebrada Vaquillas se ven las estratas con rumbo Oeste i Noroeste, miéntas que el rumbo jeneral de la formacion estratificada secundaria es de Sur a Norte.

El hecho de que el rumbo de la formacion estratificada esté influenciado por las rocas eruptivas, no es suficiente para determinar la edad relativa entre las dos formaciones.

Hai sin embargo otros motivos para considerar la pegmatita i el pórfido cuarcífero como mas antiguos que la formacion estratificada secundaria.

Hemos visto en las escursiones anteriores que una gran parte de la cordillera alta está formada de pegmatitas i pórfidos cuarcíferos de varios colores, bayos, colorados i color chocolate, pero en jeneral tan parecidas a los de Vaquillas i Sandon, que es lo mas natural considerarlos todos como pertenecientes a la misma época.

Hemos visto tambien una gran formacion estratificada, compuesta de areniscas i conglomerados con fragmentos de las rocas eruptivas mencionadas. Es, por consiguiente, fuera de duda, que las pegmatitas i el pórfido cuarcífero son mas antiguos que las areniscas i conglomerados; pero, en tal caso, son tambien mas antiguos que la formacion calcárea estratificada secundaria, puesto que no hai ningun motivo

para creer que ésta fuera mas antigua que las areniscas i conglomerados.

Pegmatita, pórfido cuarcífero i granito forman la espina dorsal de la cordillera entre Vaquillas i Varas i probablemente mucho mas al Norte. Así he visto en Imilac la continuacion del mismo cordon, compuesto de la misma manera.

Los nacimientos de las quebradas de Vaquillas i Sandon se componen de la pegmatita i pórfido cuarcífero bayo; lo mismo sucede con la cumbre Este del cerro de Sapos, miéntras que la cumbre Oeste del mismo cerro, donde está el lindero de la comision, i toda la falda al Oeste se compone de un pórfido cuarcífero i felspático oscuro. Mas al Norte sigue la Punta del Viento con pegmatita i pórfido bayo; mas al Norte las cumbres de Profetas con las mismas rocas bayas. Una gran parte de las cumbres de Profetas se componen tambien de granito con felspato blanco, cuarzo vidrioso i mica oscura. Creo haber visto, que existe una transicion gradual entre la pegmatita i el granito, pero no insisto en esto. El granito de Profetas está atravesado por diques de una felsita oscura con cristales de cuarzo, pero no de felspato. A juzgar por el color, forma la misma felsita la parte inferior de la falda entre Sandon i Profetas.

No he reconocido las cumbres de esta serranía entre Profetas i Varas; pero por su aspecto jeneral i sus colores no dudo que se componen de las mismas rocas.

El cerro de Varas, donde está el lindero de la comision, se compone de pórfido cuarcífero oscuro.

De otras rocas eruptivas en esta serranía he visto en la quebrada de Sandon diques de diorita (¿o de gabbros?) atravesar el pórfido cuarcífero oscuro con rumbo Sur Norte i manteo al Oeste. Al pié de la serranía entre Sandon i Sapos i mas al Norte revientan en el llano rocas oscuras de pórfido felspático.

En la falda Este del cerro de Profetas, es decir, en su caida al Rio Frio, hai una faja de pórfido felspático, que atraviesa la pegmatita. En la falda Oeste del mismo cerro he divisado una faja cenicienta de rocas eruptivas, a las cuales no he podido acercarme.

Al pié i en la falda Oeste del cordón se estiende con mui pequeña interrupcion, desde Vaquillas hasta mas al Norte de Profetas, la formacion estratificada secundaria, que mas al Sur hemos visto en las quebradas del Chaco, Incahuasi, Juncal, Bolson, Encantada, Acerillos, i que mas al Sur pasa al Este de los cerros del Indio Muerto, Vicuña i La Ternera hasta el Resguardo en la quebrada de Jorquera.

Al Norte de Profetas se pierde esta formacion en los llanos; i no conozco su continuacion, pero si es como me dicen, que en el mineral de Pascua hai formacion calcárea, no puede ser otra que la misma.

La formacion calcárea de Caracoles corresponde tanto por sus

fósiles i su carácter petrográfico, como por su situacion, a la zona mencionada.

En la quebrada de Vaquillas hemos visto que la formacion se componia de cuarcitas, capas calcáreas, margosas i arcillosas de varios colores.

En la quebrada de Sandon hai bancos de yeso de mas de 20 a 30 metros de grueso, asociados con arcillas negras, bituminosas, terrosas, atravesadas por venillas de yeso; en estas arcillas bituminosas se encuentran una multitud de concreciones negras, calcáreas, con forma de globos achatados, i muchas veces conteniendo ammonites o conchas petrificadas.

En el yeso he visto granos de azufre cristalino.

Al Sur de la vega de Profetas se encuentran las arcillas negras bituminosas mui desarrolladas con algo de yeso i muchas concreciones calcáreas.

En Profetas está mui desarrollada la formacion secundaria. Sube aquí casi hasta media falda, i está cortada por infinidad de pequeñas quebradas, que desde léjos dejan ver las estratas que están mui contorcidas e irregulares.

No tuve lugar para examinarlas de cerca.

Entre Punta del Viento i Profetas he visto las estratas calcáreas con manteo al Este meterse debajo de la felsita oscura, que ocupa una gran parte de la falda, i que en la cumbre de Profetas atraviesa el granito. Esto prueba que, así como el pórfido cuarcífero de las cumbres es mas antiguo que la formacion secundaria, así la felsita oscura cuarcífera en la base es mas moderna.

Entre Los Sapos i Punta del Viento están cubiertas las demas rocas por una capa traquítica, que con suave gradiente sube casi hasta media falda del cerro. Por su situacion es imposible que haya venido en estado líquido de algun cráter volcánico, que no se encuentra en ninguna parte de la serranía. No veo otra esplicacion de la existencia de esta capa traquítica, que la que haya caido como ceniza, traída por el viento de la gran rejion volcánica en la segunda cordillera al Este. Sin embargo, tiene a veces fractura lustrosa, concoidea, como piedra fundida.

Estamos aquí delante del mismo enigma, que se nos ha presentado tantas veces: una roca traquítica, que por su carácter petrográfico parece haber venido al lugar que ocupa en estado líquido, mientras que por su situacion parece que hubiera caido como ceniza.

Mucha luz echan sobre esta cuestion las capas traquíticas que hemos encontrado unos kilómetros al Nor-oeste de Atacama. Tienen éstas la misma fractura concoidea lustrosa, no se dejan rayar por el fierro i sin embargo están llenas de ramas de plantas petrificadas. Tanto las plantas como el tofo traquítico habian sido silicificados.

Esto, sin embargo, no explica la presencia de traquitas con cristales de sanidina.

Al lado Este de nuestro cordón se ve una capa traquítica, inclinada al Este, delgada en la parte de mas arriba, apénas un par de metros i aumentando en espesor hácia la quebrada del Rio Frio, donde tiene mas de 50 metros. Parece ocupar el fondo de toda la hoyada entre la primera i segunda cordillera.

La formacion estratificada secundaria la he visto en la falda Este del cordón solamente en tres puntos.

Primero, en manchas alternando con la pegmatita en el portezuelo de Vaquillas.

Segundo, en unas lomas bajas, que se divisan en el llano al Nor-este del portezuelo de Vaquillas, i una o dos leguas al Este del camino que conduce a Rio Frio.

Tercero, bajando del portezuelo de Varas hasta el salar de Punta Negra, divisé al pié del cordón i a la derecha del camino, una falda encapada de un color i aspecto jeneral semejantes a las margas coloradas; no pude acercarme para cerciorarme bien de esto.

Ademas de la veta abandonada, de que hice mencion en la quebrada de Vaquillas, hai entre esta quebrada i la de Sandon al pié Oeste del cordón, varias minas en actual trabajo.

Una de ellas tiene una veta, que habia sido trabajada i abandonada en el año 1865. La veta corre de Sur a Norte con manteo al Oeste. Los principales criaderos son óxido negro de manganeso i espejuelo de carbonato de cal con grano mui grueso; éstos son pobres. La masa que pinta es una especie de liga amarilla con fractura lustrosa, plana o concoidea, que da metales de 30 hasta 80 marcos.

La roca se compone de felspató bayo, grano fino, rara vez con un granito de cuarzo i de anfíbola. Se parece algo a la roca de la mina abandonada de Vaquillas, de la que talvez es la continuacion.

El terreno se compone de lomajes bajos, encapados.

En la quebrada del Viento he visto otra mina abandonada, con una veta de galena i carbonato de plomo i criadero de cuarzo en una roca felsítica oscura, con grano mui fino.

Estas son las únicas minas, de que me han dado noticias. Están todas, tanto las de Vaquillas, como las de Sandon i Punta del Viento, situadas en rocas felsíticas, grano fino, i mui cerca del contacto con la formacion estratificada secundaria.

La felsita es probablemente mas moderna que la formacion estratificada.

En esta formacion, que tiene tanta estension, no conozco ninguna veta.

En la falda Oeste del cordón, especialmente en la parte Sur, hai varias quebradas con buena agua, pasto i leña. Las principales son Vaquillas i Sandon; la última con vegas grandes hasta mui adentro.

Siguen hacia el Norte Varitas i Sapos; en la quebrada del Viento hai cerca de sus cabeceras una vega mui seca; en Profetas hai una vega pequeña habitada por un leñador, cuyos animales consumen el poco pasto que hai.

En todas partes se encuentran huellas carreteras, que entran a la leña no solo a las quebradas mencionadas, sino tambien a muchas otras quebradas intermediarias.

Al Norte de Profetas no conozco vegas i agua hasta llegar a la vega de Varas; de aquí se conduce el agua al mineral de Cachinal por una cañería de 9 leguas de largo. La vega ha sido destruida por las avenidas del año 1884, que le cubrió con cascajo; es probable que las zanjas hechas para la cañería tambien hayan contribuido a secarla. Encontré un poco de pajonal seco, cubierto con esflorescencias salinas.

En la falda Este del cordón no conozco ninguna vega, a no ser las del río Frio, las que sin embargo están en una quebrada que corre de Sur a Norte i nace cerca de la falda Norte del cerro del Chaco.

La falta de vegas i agua al lado Este del cordón se debe probablemente al hecho de estar las quebradas de este lado llenas de cascajo i capas de traquita en mucho mayor proporción que las del lado Oeste.

La escasez de vegas en la parte Norte de la falda Oeste está probablemente en relación con la clase de roca en que están cortadas las quebradas.

La vega de Vaquillas tiene barrancas de cuarcitas negras, es decir, una roca dura e impermeable.

Las vegas de Sandon, Varitas, Sapos i Punta del Viento tienen barrancas de pórfido cuarcífero.

Ninguna de estas quebradas tiene agua en la parte inferior donde hai barrancas de capas calcáreas o margosas, traquita o terreno de acarreo, todas rocas permeables, que dejan sumergirse el agua.

Al Norte de la quebrada del Viento entra la formación estratificada hasta mui adentro en las quebradas, no dejando piso suficientemente firme para que puedan salir al sol las aguas; además está el terreno calcáreo lleno de una infinidad de pequeñas quebradas, mientras que más al Sur las quebradas son menos numerosas, así que a cada una corresponde una hoya hidrográfica mucho más grande.

La Vega de Profetas forma una excepción puesto que está situada en terreno estratificado, pero el agua es poca i se encuentra además en una gran quebrada, que corre de Norte a Sur i en la cual desembocan muchas quebradas que bajan del cordón de Este al Oeste.

La vega de Varas está otra vez en pórfido cuarcífero i con bastante agua.

Al Norte de Varas sigue la parte más árida del desierto. Unas leguas más al Norte de Varas se encuentra aquí el Agua del Oro,

entre unas lomas bajas porfídicas, i el Agua de San Guillermo, que no conozco.

Creo que, en jeneral, se puede decir que la gran escasez de agua en el desierto no es debida únicamente a la escasez de las lluvias. Esta es sin duda la causa principal; pero hai otra causa mas, que impide que salgan al sol las aguas, que sin duda existen, aunque escasas, subterráneamente, i esta es la inmensa cantidad de cascajo, que cubre una gran parte del desierto, formando los grandes planos inclinados que se estienden hasta mui adentro en las quebradas; las mismas faldas de los cerros están muchas veces cubiertas por los productos de la descomposicion.

I el efecto de la capa de cascajo está aumentado en muchas partes por la permeabilidad de la formacion estratificada secundaria.

La existencia de aguas subterráneas está probada por las aguadas, aunque pocas, que se encuentran en las partes mas estériles del desierto.

No mencionaré aquí los pozos de las oficinas Jermania, Julia i Union, que han tomado agua abundante i buena, en la hondura de 30 hasta 50 metros, puesto que estas están en un llano en que desembocan las quebradas de Incahuasi, Chaco, Vaquillas, Varitas i Sapos, todas con agua en sus cabeceras. Pero las aguadas de Aguas Blancas ya están en un terreno, en cuyas cabeceras apénas se conoce una que otra vega, como Varas i Profetas.

En fin los pozos de agua que tienen las oficinas salitreras de Antofagasta, están situados en la parte mas árida del desierto, donde no se conoce ninguna aguada o vega en la cordillera.

Las aguas de La Providencia i Chilca brotan al pié Oeste de un cordon, compuesto de pórfido cuarcífero, granito i diorita, que está al Oeste de la cordillera i separado de ella por un llano.

En la costa son bastante numerosas las aguadas, i en quebradas que no tienen ninguna conexion con la cordillera, i a pesar de ser las lluvias aquí talvez mas escasas que las nevadas en la cordillera. ¿Serán las nieblas de la costa las que podrán dar oríjen a estas aguas?

¿Por qué hai tantas aguas aquí, siendo tan escasas las de la cordillera? ¿No será porque la roca firme, sobre la que corren las aguas, no está cubierta aquí por la gran capa de cascajo?

La probabilidad de la existencia de agua subterránea en todo el desierto, merece tenerse bien presente por empresas industriales, que tienen el suficiente capital para arriesgar una parte de él en correr pozos artesianos o piques comunes para buscar el agua, que necesitan para sus operarios.

Con respecto a la altura de la cordillera, de que estamos tratando, me dió mi arenoide en el portezuelo de Vaquillas 15.000' i en el de Varas 14.000'; las cumbres mas altas se elevan talvez 1.000 piés mas.

Advierto que estas alturas no están corregidas.

Con esto doi por terminada la descripción de esta cordillera. Observaciones barométricas irán en otra parte i mas detalles jeológicos en el plano correspondiente.

CAPITULO III

Hoyada de San Pedro de Atacama

Vega de Varas u Salar de Punta Negra.—De la vega de Varas; 12.300', me dirijí al Nor-este en busca del resto de la comision.

El camino de la vega hasta el portezuelo, 14.000' es mui malo, en parte está mui parado i pedregoso, en parte completamente destruido por las avenidas.

La bajada al lado Este es mejor i mas tendida.

La roca es pórfido cuarcífero oscuro en las dos faldas.

Alojé en un rancho al lado Sur-oeste del salar de Punta Negra 11.000'. Tenia demostraciones de haber sido abandonado recientemente por sus habitantes. Son éstos peones, que se ocupan en sacar sal, que se baja a la costa en carretas.

En un pozo de dos metros de hondura habia una agua mui salobre. Las mulas apénas tomaron un poco en la noche; en la mañana siguiente tomaron bastante.

Pasto divisamos dentro del salar, pero por lo pantanoso no era posible llegar hasta allá i era necesario mandar las mulas una legua mas al Este, donde habia pajonal seco a la orilla del salar:

El salar de Punta Negra pertenece a la primera hilera de salares i salinas, que desde la salina del Negro Francisco, al Sur, hasta el salar de Atacama, al Norte, se estiende entre la primera i la segunda.

Tiene sin duda su nombre de una punta negra, que entra en el salar al lado Este, unas 3 leguas mas o ménos al Norte de la punta Sur del salar. Forma esta punta negra la conclusion de una inmensa corriente de lava negra basáltica, de 2 a 3 leguas de estension, que viene del Este.

Tiene su oríjen en un gran plano inclinado que está cubierto de cascajo, compuesto de traquita, pórfido cuarcífero i cuarcita, i que se eleva paulatinamente hasta el pié del cordon relativamente bajo, que corre de Sur a Norte al Oeste del Llullaillaco i que probablemente se compone de las rocas mencionadas.

La corriente basáltica parece haber tenido su oríjen en este plan, que lo rodea a todos lados, sin que haya podido divisar cráter alguno.

De Punta Negra a Zorras.—De la veguita en la orilla Sur del salar, donde las mulas pasaron la noche, i que ademas de un poco de pajonal grueso, seco i de mui poco valor alimenticio, tiene un ojito de agua mui salobre, sale una huella hácia el Nor-Nor-Este con dirección

a las quebradas de Zorras i Pajonales, atravesando la corriente basáltica; otra huella toma por la orilla del salar hasta la Punta Negra, donde hai otra veguita mala con agua salobre.

De aquí se aparta otro camino para Zorras i Pajonales, mientras que otro siempre va por la orilla del salar hasta la vega de Jusillac.

Seguí yo la primera huella con direccion a Zorras, atravesando primero la corriente basáltica i despues subiendo paulatinamente por el plan mencionado con camino excelente. Alojé en la falda de una gran quebrada, que baja de Lullaillaco, atravesando el cordon bajo ántes mencionado. Había aquí un poco de malvilla i bastante leña, pero nada de agua. El dia siguiente divisé al Este el campo verdeando de malvilla en varias partes.

La huella era mui grande i debe haber sido mui traficada en años anteriores; ahora hubo apénas dos o tres huellas frescas.

No encontré roca firme hasta llegar a la quebrada de Zorras. La parte superior de la barranca consistia aquí de una capa de traquita; descansaba ésta sobre areniscas i conglomerados estratificados, compuestos de fragmentos de cuarcita i pórfido colorado cuarcífero i cimentados por una sustancia blanca de yeso o carbonato de cal; grietas rellenas con cal atravesaban tanto los conglomerados como la traquita. Las areniscas i conglomerados eran formados por las corrientes de la quebrada, i por consiguiente, relativamente modernas.

Descansaban sobre granito con felpato blanco, cuarzo blanco i mica negra, i pegmatita con felpato lijaramente colorado o amarillento i cuarzo vidrioso. El último parecia atravesar el primero en diques, aunque no estoi bien seguro de esto.

En Zorras encontré vega i agua un poco salobre en abundancia. La vega tiene fama de contener un pasto de mui poca fuerza i hasta dañina para las mulas.

La vega de Zorras está situada al pié Oeste de un cordon que se estiende de Sur a Norte. Es la continuacion de la serranía baja, que el dia anterior habia visto al pié Oeste de Lullaillaco, i sigue hácia el Norte formando el cerro de Pajonales, que se pierde en lomas bajas ántes de llegar al salar de Atacama. Una ramificacion mas al Este forma los cerros de Púquios, que continúa al Norte hasta el cerro de Lila, que termina en la parte Sur del salar de Atacama.

El aneroides dió en Zorras 12,000'.

Zorras a Guanaquero.—Alojé en la vega de Zorras i atravesé el dia siguiente la serranía con direccion al Este i llegué a la vega del Guanaquero o de Zorras del Guanaquero, donde encontré los demas miembros de la comision.

Este trayecto se hace sin camino i es sumamente penoso por lo pedregoso de las quebradas i de los cerros. En el portezuelo me dió el aneroides 15,500'.

La jeología de este trayecto está representada por el perfil que

acompañó. Continúa primero hácia el Este el granito de la vega de Zorras cubierto por capas de traquita. Mas al E. sigue pórfido oscuro felspático, despues areniscas rojas con manteo al Oeste; despues cuarcitas con manteo al Oeste, reaparece otra vez el granito, seguido por las cuarcitas, siempre con manteo al Oeste. El portezuelo i la falda Este es todo granito.

Con respecto a la edad relativa de estas rocas, parece fuera de duda que las areniscas rojas descansan sobre las cuarcitas, pero no he podido ver si con estratificacion concordante o discordante.

El pórfido oscuro parece mas moderno que las areniscas, i por consiguiente, que las cuarcitas.

La relacion entre el granito i las demas rocas no la he podido de terminar. Sin embargo el hecho de alternar el granito varias veces con las cuarcitas, hace probable que el granito se encuentre en diques que atraviesan la cuarcita. En tal caso resulta la cuarcita la roca mas antigua que todas las demas.

Continuando el perfil hasta el fondo de la quebrada de Guanaquero, por la quebrada lateral, que de Oeste a Este cae a los ranchos, encontramos descansando encima del granito una formacion estratificada de algunos centenares de piés de grueso. Se compone en su parte inferior de capas delgadas de arcilla azuleja o plomiza, a veces teñida de manganeso. Encima de éstos descansan areniscas compuestas de fragmentos de felsita blanca, tamaño de arveja; encima de éstas descansa un conglomerado con fragmentos de tamaño hasta de una cabeza, de un pórfido medio descompuesto i caolinizado; contiene éste cristales mui descompuestos de un felspato i otro mineral, que parece haber sido anfíbola. La masa es a veces oscura, otras veces colorada o blanca, segun el grado de descomposicion.

Tanto las areniscas como los conglomerados son mui duros i consistentes.

Mantean al Oeste con suave inclinacion.

Están cubiertas de traquita con cristales de sanidina i mica.

Continuando siempre el perfil hácia el Este, encontramos al lado Este de la quebrada principal, que viene de Sur a Norte, areniscas con grano del tamaño de alfiler, hasta el de arveja, con fragmentos de felsita, siempre manteano al Oeste. Encima de éstas vienen grandes masas de piedra pómez con fragmentos del tamaño de una nuez; forma areniscas i conglomerados bastante consistentes. La estratificacion no es mui clara; tampoco he podido ver el plan de contacto entre las pómez i las areniscas i conglomerados inferiores.

Encima de las capas de piedra pómez sigue una falda de suave gradiente cubierta de fragmentos de traquita.

Mas arriba aparecen cuarcitas blancas, a veces con mica, manteano al Oeste. Encima de éstas i formando la cumbre del cerro alto hai traquita.

Con respecto a la edad relativa de estas distintas formaciones son las cuarcitas las mas antiguas, que forman la base sobre la cual descansan las demas.

Sigue despues la formacion estratificada de arcillas, areniscas i conglomerados, i al último las capas de piedra pómez i el traquita.

Las cuarcitas micáceas son mui parecidas a las que en otra parte he visto acompañar al gneiss i mica-esquita. Es probable pues, que pertenezcan a la época de las esquitas cristalinas.

La formacion de las arcillas, areniscas i conglomerados tienen un carácter petrográfico distinto de las demas areniscas i conglomerados, que hemos visto en la cordillera. Su consistencia i el hecho de ser inclinadas sus estratas indica que no son mui modernas.

Talvez sean equivalentes a las areniscas i conglomerados rojos.

Talvez sean depósitos pertenecientes a una formacion mas nueva, quizás local i de oríjen lacustre, de la época de las traquitas, con las que sus fragmentos descompuestos i difíciles de determinar a veces tienen semejanza.

Las capas de piedra pómez forman un horizonte, suavemente inclinado con la misma direccion que la quebrada, es decir, hácia el Norte, horizonte que se distingue desde léjos en media falda.

El cerro alto al Este de la quebrada se compone como ya he dicho de traquitas. En la misma cumbre ví los peñascos traquíticos cubiertos con esflorescencias delgadas que tenían gusto de sal comun. Siendo el cerro completamente aislado i mucho mas alto que sus alrededores, es imposible que esta sal haya venido de otra parte. Debe haber pertenecido desde un principio a la masa de la traquita, cuya porosidad ha permitido su eflorescencia.

Es importante constatar la presencia de la sal en las traquitas, puesto que esto explica el oríjen de la sal de las vegas i de los salares.

Mi aneroide me dió en la cumbre del cerro 16.900', miéntas que el aneroide grande de la comision, algunos dias despues dió 17.000' en el portezuelo, que al lado Norte conduce al Agua Delgada, i que está talvez 1.000' mas baja.

Al lado Este del cerro divisé la gran hoyada, que limitada por los cerros de Socompas i Pular al Este, cae hácia el salar de Atacama. Parecia llena de corrientes negras de lava. En el mismo Socompas divisé al lado Norte una inmensa corriente negra, bajar desde la cumbre hasta el pié.

Guañaquero a Pajonales. — La quebrada de Guañaquero corre primero en direccion Norte Noroeste unas dos o tres leguas, i tuerce despues al Oeste para desembocar en el llano de Imilac.

Tiene vegas en varias partes.

En la parte inferior de las faldas se divisa la faja de piedra pómez i traquita. No me he acercado al lado Este de la quebrada. Al

lado este sigue primero debajo de la traquita el granito bayo, mas al Norte pórfido cuarcífero alternando con pórfido oscuro felspático. Ví en este último un dique de basalto.

Divisando despues esta serranía desde la cumbre del cerro de Pajonales, distinguí tres fajas de distintos colores, que atraviesan de Norte a Sur, dos bayas al lado Oeste i Este que probablemente corresponden al granito i al pórfido cuarcífero; i una faja oscura en el medio, correspondiente al pórfido felspático.

Dejamos la quebrada donde tuerce al Oeste, i traslomando unas lomas no mui altas, compuestas de pórfido cuarcífero i cuarcita, caimos en la quebrada de Pajonales.

Esta quebrada corre de Este a Oeste i desemboca en el llano de Imilac. En la vega hai un rancho miserable, en el invierno habitado por una familia compuesta de dos hombres i una mujer, arjentinos, la misma familia que en el verano habita los ranchos de la vega de Guanaquero. Vive casi esclusivamente de caza de vicuñas; ademas tenian unas pocas ovejas i cabras.

Los lugares habitados mas cercanos, donde tienen que comprar sus vicios, son Peine i el mineral de Cachinal.

En la falda Sur de la vega encontré pórfido felspático oscuro con estructura de conglomerado, indicios de estratificacion; en una loma mas al Sur habia pórfido felspático con estructura de fluxion.

Subí al cerro de Pajonales al lado Norte de la quebrada, donde hai un lindero de la comision. La parte Sur de este cerro se compone de pegmatita baya; el centro de cuarcita con rumbo Noreste i manteo al Noreste i de pórfido cuarcífero oscuro. Este ocupa la cumbre mas alta, donde está el lindero. La parte del cerro que sigue al Norte del lindero, se compone otra vez de pegmatita baya i pórfido cuarcífero del mismo color.

La serranía de Pajonales está separada por un bajo de la serranía de Púquios.

Se divisa ésta al lado Este con un color claro uniforme. Por la parte mas al Norte que conocí despues en el agua de Púquios, donde todo es granito, pegmatita i sienita, no dudo que toda la serranía se compone de las mismas rocas.

El bajo que separa a las dos serranías está ocupado, en su mayor parte, por una gran corriente de lava basáltica, que con direccion Norte a Sur llega hasta cerca de la quebrada de Pajonales.

Pajonales a Imilac.—El camino de Pajonales a Imilac sube a la falda Norte de la quebrada i pasa primero entre lomas bajas, al pié Sur del cerro de Pajonales. Se componen primero de pegmatita baya, mas al Oeste de cuarcita i diorita; ésta última contiene vetas de carbonato de cal, grano grueso.

Una loma aislada que se elevaba un par de centenares de piés al Sur del camino, tenia su cumbre cortada por un plan casi horizontal,

compuesto de una capa blanca; trozos caídos eran de cal porosa, como si fuera de origen lacustre.

Después de pasar estas lomas entra el camino en la gran hoyada, que separa el cordón de Imilac del de Pajonales. Forma ésta primero un gran plan inclinado hacia el Oeste, interrumpido de trecho en trecho por pequeñas quebradas, que bajan del cerro de Pajonales. Su superficie está cubierta de piedras angulosas, venidas del mismo cerro. Debajo de éstas se encuentra, especialmente en la parte más al Oeste, una capa de yeso terroso, que en las barrancas a veces tienen un espesor de un metro. Hace muy pesado el camino para las mulas.

En muchas partes crece la malvilla, y me dijo, la familia de la vega que los avestruces son comunes aquí.

Unos pocos kilómetros antes de llegar a Imilac, se reúne este plan inclinado con otro que viene de Sur a Norte y llega hasta el salar de Atacama; este último plan está lleno de barreales secos, traídos por las avenidas, que vienen del Lullaillaco.

Cerro firme no se ve en la hoyada en ninguna parte, ni una loma insignificante se eleva encima de ella en una extensión de varias leguas.

Para llegar a Imilac hay que atravesar un lomaje que se eleva de 50 a 100 metros sobre el plan y que corre con dirección Sur a Norte separando el salar de Imilac completamente de la gran hoyada. En estas lomas no se ve cerro firme en ninguna parte. Su superficie está cubierta de piedras angulosas, de tamaño hasta de una cabeza y debajo hay terreno fofo calizo. No he podido encontrar ninguna barranca, que indique la composición interior de estas lomas.

Corren paralelas a la primera cordillera, de la que están separadas por el salar de Imilac. (¿moraina?)

La hoyada del salar tiene de una a dos leguas de extensión de Sur a Norte, pero solamente una parte está cubierta por esflorescencias salinas; laguna no hay. En la orilla Este hay un poco de vega regular, rodeada pero intermezclada con las mismas esflorescencias, que tienen sabor salado. Sin embargo hay varios ojos de agua bastante regular.

Al lado Oeste o Sur-oeste hay otra agua, pero sin pasto.

En la vega encontramos una huella de carreta, que llega desde el mineral de Pascua. Este dista, según me dicen, 8 a 10 leguas al Oeste y ha tenido que traer su agua desde aquí.

Alojamos en la vega y al día siguiente seguí la huella de la carreta unas 3 o 4 leguas hacia el Suroeste. La huella atraviesa primero un terreno ondulado como 6 kilómetros con dirección Sur 40 Oeste, y llega después a una gran abra, que con suave gradiente sube hacia el Oeste.

La parte más alta, el portezuelo, forma un plan casi horizontal de un par de kilómetros de ancho y otros tantos de largo. De aquí divisé una bajada suave hacia una quebrada, que corre de Sur a Norte. Esta quebrada está limitada al Oeste por un cordón, que se desprende

un poco mas al Sur del portezuelo. Al lado Oeste de este cordón, está situado según me dicen el mineral de Pascua.

El antiguo camino de los atacameños a Paposo pasa por el agua de Imilac i faldea el cerro al Norte del portezuelo. Se divisa hácia el Oeste, unas dos leguas, dibujado como una línea recta sobre el panizo oscuro.

El terreno ondulado se compone de pequeñas lomas bayas de felsita o pegmatita, un poco mas al Oeste, al pié del cordón alto, habian lomas compuestas de diorita (¿o gabbro?) con un felspató, color plomizo i un mineral negro, anfíbola o aujita. La cumbre alta al Oeste del salar, donde está el lindero de la comision, se compone de granito o pegmatita baya, según las muestras traídas por nuestros peones. No conozco la falda de este cerro, pero supongo que pegmatita con diorita i pórfido cuarcífero sean las principales rocas de aquí.

Al Sur del abra por donde va el camino carretero, se eleva un cerro alto bayo; los fragmentos que recojí al pié indican que está compuesta de pegmatita baya, igual a la del portezuelo de Vaquillas, i, como aquél, tiene también éstas transiciones al pórfido cuarcífero bayo.

La parte Oeste de la serranía, tanto al Norte como al Sur del abra se compone de una roca oscura porfídica (¿diabas o melafira?). En la masa, que a veces es bastante compacta, a veces de grano fino, están embudidos granos de forma irregular de un felspató color gris amarillento.

No llegué hasta el otro cordón mas al Oeste, a cuyo pié Oeste me dicen está el mineral de Pascua. Parece eruptivo. La formación estratificada secundaria pasa probablemente al Oeste de este cordón; por lo ménos me aseguran que en Pascua hai panizos calcáreas.

Imilac ha sido conocido muchos años ha, por sus aerolitos. Los atacameños fueron los primeros que los hicieron conocer, trayéndolos a Paposo. El señor don Rodolfo Philippi recojió aquí varios centenares de pequeños aerolitos, cuyo peso total no pasó de 3 libras. Después ha sido traído un aerolito grande en carreta, talvez de dos o tres quintales métricos de peso, i regalado al museo de Copiapó por el señor Emeterio Moreno.

Para los futuros viajeros, que pudieran interesarse por buscar aerolitos, daré las siguientes señales para encontrar el lugar.

De la aguada que está al lado Oeste del salar, sale una huella carretera, traficada una sola vez o dos, mientras que la huella grande sale de la vega al lado Este del salar. Se sigue la primera mas o ménos una legua hácia el Sur, atravesando un llano, hasta llegar a una lomita granítica, que apenas se eleva unos 20 metros. Al pié Norte de esta loma i al Este del camino es donde me dicen que se han encontrado los aerolitos.

Todos los que estaban en la superficie, se han recojido ya; así es

que hai que llevar palo i pico para escarbar. Yo no tuve tiempo para esto; pero mandé despues un indio desde Peine, que me trajo cien pedacitos con un peso total de una libra. Me dijo que había empleado tres dias en buscarlos.

Para mas señal diré que el camino inmediatamente despues atraviesa un pequeño portezuelo, i pasa al pié Sur Oeste de la misma loma, por el hoyo de donde el señor Moreno hizo sacar el gran aerolito.

Imilac a Púquios.—Volvimos a subir el plan inclinado con direccion Este o Nor-Este. El primer cerro firme que encontré, fué la continuacion del cerro de Pajonales al Norte; se componia aquí del pegmatita baya con sus transiciones al pórfido cuarcífero, que a veces era del mismo color bayo, a veces oscuro, color chocolate.

Cruzamos este cordón por una abra ancha, que a los dos lados esta rodeada de las mencionadas rocas. El cordón continuaba al Norte en serranías mas bajas, de color oscuro i al parecer mui encapadas.

En una quebrada grande, que baja del Sur-Este, pasamos al pié Norte de una gran corriente de lava negra, que habia divisado desde Imilac. Esta corriente viene mas o ménos del mismo lugar que la otra corriente de igual aspecto, que hemos visto bajar de Nor-Este al Sur-Oeste hasta cerca de la vega de Pajonales.

Un poco mas al Este caímos en la hoyada que separa el cordón de Pajonales del de Púquios. Esta hoyada que mas al Sur hemos visto inclinarse al Sur, es decir, hasta la vega de Pajonales, cae aquí hácia el Norte, es decir, al salar de Atacama.

Cruzamos el cordón de Púquios, entrando por una quebrada profunda que viene de Este a Oeste. El pié Oeste del cordón se compone de pórfido oscuro felpático. Un poco mas arriba viene una faja baya con direccion Norte o Nor-Nor-Este, se compone de cuarcitas blancas, a veces vidriosas con rumbo Nor-Nor-Este i manteo al Oeste. Están atravesados por diques de un pórfido felpático, que tiene cristales prismáticos de felpato, embutidos en una masa felpática parecida. El color es a veces colorado, otras veces bastante oscuro. Se parece por su grano, pero no por su color, al pórfido de Altamira.

En el contacto entre la cuarcita i uno de estos diques, que corria de Este a Oeste, con fuerte manteo Norte vi una veta no trabajada i de regular ancho, con galena, carbonato de plomo i cuarzo.

Despues de pasar las cuarcitas entramos en un terreno compuesto de sienita i granito, que ocupa las cumbres i toda la falda Este. Varía el aspecto de estas rocas; el felpato es a veces blanco, otras veces de color bayo, de carne o de ladrillo, a veces tienen cuarzo, a veces no; la mica es negra.

En estas rocas se encuentran las vetas de galena i carbonato de plomo plátífero de Púquios. Ya se hacia de noche cuando pasamos por las minas, i apenas pude reconocer a la lijera dos picados de pocos

metros de hondura. Las vetas corrian mas o ménos al Este o Nor-Este i manteaban a distintos lados. La roca se componia de felspato, color carne, i de anfíbola. Los metales eran carbonato i galena. El mineral está apénas escarpado i actualmente abandonado.

Unos cuantos kilómetros mas abajo de las vetas encontramos ahí en la quebrada pircas abandonadas. Habia aquí un pozo mui pequeño con buena agua, pero nada de pasto i mui poca leña; desde aquí hácia el Este se estrecha la quebrada entrando en el terreno de las cuarcitas i forma una angostura llena de saltos. Aquí ha habido camino anteriormente, pero las avenidas del año 1884 han dejado sumamente difícil la pasada. Tuvimos que descargar una mula cuatro veces i llevar la carga al hombro.

El mineral tiene en contra la escasez de leña, la falta casi absoluta de pasto i la inmensa distancia de la costa. Sin embargo, hemos visto que una huella carretera entra a Imilac, i con mui poco costo podria llegar hasta pocas leguas del mineral.

De la importancia de las vetas no he podido juzgar por lo apurado del tiempo.

Del portezuelo atravesamos las cabeceras de unas cuantas quebradas, que caian hácia el Nor-Este a la quebrada de Púquios i llegamos al agua de Púquios mui de noche.

El agua de Púquios está situada en una profunda quebrada al Este del cordon, cortada en el terreno sienítico i granítico. Corre primero hácia el Nor-Este i tuerce despues al Nor-Oeste atravesando el cordon para caer a la punta Sur-Oeste del salar de Atacama. Tiene un chorrito de buena agua, que apénas corre unos 50 metros. Ha tenido vegas, pero éstas han quedado completamente destruidas por las avenidas. Existen pircas de 3 o 4 casas i de un corral.

El camino del Inca pasa por esta aguada. Viene de Tilomonte (al Norte) i atraviesa el cordon de Púquios para caer a la vega de Pajonales. De aquí pasa por el agua de Barrancas Blancas al Rio Frio. El camino del Inca entre Púquios i Pajonales es casi intransitable para mulas.

Púquios—Tilopozo.—El camino de Púquios a Tilopozo es el mismo camino del Inca en las primeras 6-8 leguas; aquí toma el camino de Tilopozo una direccion mas al Norte, miéntras que el camino del Inca sigue su rumbo Nor-Nor-Este. El camino baja por la quebrada de Púquios, hasta donde ésta tuerce hácia al Nor-Oeste. En la falda Oeste continúa el granito i la sienita. Al lado Norte del gran ángulo, que hace la quebrada donde atraviesa el cordon, se divisa al pié del cerro una formacion estratificada de color oscuro i de poca estension. Encima de esta descansa una roca, del mismo aspecto i color que el granito, i que no dudo sea el mismo.

Al lado Este de la quebrada se reemplaza el granito por una loma

baja traquítica, que en una parte ostenta en su cumbre restos de una capa negra basáltica.

El camino, despues de dejar la quebrada al Oeste, sube con direccion Nor-Nor-Oeste por una abra ancha i baja. Al lado Oeste sigue el cordon bayo granítico mencionado; al lado Este hai lomas bajas cubiertas de fragmentos de cuarcita. Unas tres leguas de la aguada pasa el camino al pié Oeste de una gran corriente basáltica, que viene del Sur i cuya altura no baja de 100'. En la punta Norte de la corriente hai antiguas pircas.

Al doblar la punta Norte se divisa un gran plan inclinado, que baja desde el cordon granítico al lado Oeste hácia la gran hoyada al lado Este, que viene de Socompas. Está cubierto de escombros de granito i pegmatita i en muchas partes de malvilla en bastante abundancia para las mulas; agua no se encuentra, ni aquí ni en ninguna parte ántes de llegar a Tilopozo.

Despues de andar un par de leguas sobre este plan, se aparta el camino del Inca hácia el Nor-Nor-Este, miéntras que el camino a Tilopozo sigue al Norte. Luego despues deja al lado Este unas lomas bajas de granito i pegmatita. De aquí nace una quebrada que baja con direccion Norte hácia el salar de Atacama, pasando al lado Este del cerro de Lila.

El camino deja esta quebrada al lado Oeste, pasa por un llanito cubierto de una capa traquítica, i deja despues al lado Este unas lomas bajas oscuras, compuestas de cuarcita con rumbo Nor-Nor-Este i manteo variable, i atravesado por diques de un pórfido colorado felspático, parecidos a los que atraviesan las cuarcitas en la falda Oeste del cerro de Púquios.

El cordon alto al lado Oeste de la quebrada, es decir, la continuacion del cordon granítico de mas al Sur, toma tambien aquí un color oscuro que continúa hasta el cerro de Lila.

Mas al Norte tuerce el camino hácia el Nor-Nor-Este i baja por una quebrada, que por la oscuridad de la noche no pude ver si era la misma que vimos al pié Este de Lila. Nosotros atravesamos un portezuelo bajo mas al Este i seguimos por una quebrada cortada en granito i traquita hasta llegar a la orilla del salar de Atacama. Alojamos en unas pircas al pié de una barranca traquítica. No habia aquí ni agua, ni pasto, sino un poco de brea.

Al dia siguiente encontramos las vegas de Tilopozo, que están como un kilómetro adentro del salar i rodeado del mismo a todos lados. Son bastante estensas, de mas de medio kilómetro de diámetro i tienen buen pasto, compuesto de junquillo i chépica. Brota agua un poco salobre en varias partes. Una vertiente forma un pozo de 3 a 4 metros de diámetro i dos metros de hondura. El agua sale de la parte mas honda, con una temperatura de 25° mas o ménos. Me dicen que muchas per-

sonas enfermas vienen a veces a bañarse aquí, hasta de Cobija. El agua es mui poco salobre i sirve para la comida. No deja ningun depósito de fierro, ni despidе olor de azufre.

Hai un corral grande i los caminos mui hollados demuestran que ántes ha habido bastante tráfico de los habitantes de Peine i demas atacameños en sus viajes a Paposo i Caracoles.

Tilopozo, Cerro de Lila.—De Tilopozo hice una excursion al cerro de Lila, cerro negro, puntiagudo al Suroeste.

Atravesamos primero un terreno fragoso, surcado de quebraditas. Se compone al lado Norte de una capa traquítica, que forma la orilla Sur del salar en un gran trecho. Las lomas mas al Sur son de la misma pegmatita i pórfido bayo cuarcífero, que hemos venido siguiendo desde Zorras.

Al pié Este de Lila habia lomas de cuarcita.

Todo el cerro de Lila desde su pié hasta su cumbre está compuesto de una roca eruptiva, negra, compacta. La masa no tiene señales de cristalización; no he visto tampoco otros minerales embutidos. A veces contiene manchas bayas tamaños de alverjas hasta de cabeza, como si la roca estuviera desteñida; otras veces está atravesada de grietas finas, que a sus dos lados han desteñado la roca, cambiando el color negro en blanco.

Esta roca se parece a la roca negra del cerro de La Finca de Chañaral; allá como aquí alteran con rocas graníticas i sieníticas.

Está atravesada por multitud de diques bayos de distinto grano; algunos son compactos como felsita; otros de grano fino, compuestos de felspato i anfíbolita; corren Norte Noroeste.

Al Norte de Lila se estiende un cordón de lomas mas bajas hasta el salar de Atacama. Son en su mayor parte de color bayo, i por los fragmentos, que en otra excursion hallé en la orilla del salar; no dudo que son de pegmatita.

El cerro de Lila se eleva unos 3.000' sobre el salar; es mui parado i áspero para subir.

De Tilopozo 4 leguas al Oeste por la orilla del salar.—De Tilopozo sale un camino a Caracoles, que en las primeras 5 o 6 leguas sigue la orilla Sur del salar; despues atraviesa el salar a la orilla Oeste i pasa al Sur del Quimal. Se calcula la distancia en 25 a 30 leguas i en todo este trecho no hai ni agua ni pasto, esceptuando un ojito pequeño de agua salobre, como una i media legua al Oeste de Tilopozo. Leña en abundancia hai en las primeras 2 o 3 leguas que he recorrido, especialmente en Rica-Rica.

El camino ha sido abierto con algun gasto por un extranjero, que queria llevar leña a Caracoles. Habiéndole prohibido las autoridades bolivianas, han aprovechado del camino los habitantes de Peine para hacer el mismo negocio.

Seguí este camino unas 4 leguas. En la primera legua i media

atraviesa un plan suavemente inclinado, cubierto de fragmentos de pegmatita, se eleva paulatinamente desde el salar hasta una barranca traquítica de unos 10 metros de altura. El traquita es de color claro i contiene cristales de sanidina, embutidos en una masa felspática sin otros minerales. La barranca tiene todo el aspecto de haber sido cortada por las aguas de una antigua laguna.

Los fragmentos de pegmatita que cubren el plan inclinado, han sido arrastrados por varias quebradas que bajan del Sur.

Mas al Oeste continúa la barranca, pero ya no compuesta de traquita, sino de una formacion estratificada con capas de yeso blanco, compacto, alternando con capas de una mezcla de sal i arcilla; éstas contienen a veces yeso cristalino.

En la parte que visité mas al Oeste, llega esta barranca hasta el mismo salar, sin ninguna playa de cascajo. Se eleva unos 10 o 20 metros verticales i demuestra las capas mencionadas, cubiertas por una capa delgada de traquita. Los cerros mas cercanos distan en una parte un par de kilómetros, separados de la barranca por un plan parejo mui poco inclinado hácia el salar. Es evidentemente el fondo de una antigua laguna.

Aprovecho esta ocasion para llamar la atencion sobre el hecho de que el salar de Atacama i probablemente muchos de los salares de la cordillera, han sido antiguas lagunas.

¿Ha sido porque las lluvias fueron anteriormente mas frecuentes? o la evaporizacion mas lenta? ¿O ha sido la laguna los restos del mar que acaso ántes cubrió todo esto?

Ya he tocado esta cuestion en la descripcion de la hoyada de Potrero Grande. Aquí añadiré que las numerosas i profundas quebradas en el desierto de Atacama, con barrancas verticales de mas de 200 metros de altura (Carrizo), i actualmente sin agua corriente, prueban que las lluvias efectivamente ántes han sido mucho mas abundantes que ahora.

La presencia de las distintas sales i del yeso en los salares puede tambien esplicarse sin dificultad como efecto de las aguas corrientes, que han llevado i actualmente llevan a los salares las distintas sales que provienen de la descomposicion de las rocas, i que se encuentran en las numerosas vertientes saladas, calientes o frias, que abundan en la cordillera.

Sabemos que el mar ha cubierto la cordillera hasta la altura de 13 o 14.000' por lo ménos; puesto que a esta altura llega la formacion estratificada secundaria. Pero no sabemos todavía con seguridad si el mar ya se hubiese retirado en la época mucho mas moderna, en que se formaron las lagunas, es decir, en la época traquítica.

La superficie del salar en las partes que yo he tenido ocasion de conocerlo, está cubierta de esflorescencias blancas de un sabor salobre, de pocos milímetros de espesor. Debajo se ve arcilla fina.

Un par de leguas al Oeste de Tilopozo hai en el salar una pequeña laguna. Me han dicho que hai otras en varias partes.

El mal estado de las mulas no nos permitió avanzar mas adelante hácia el Oeste. Del punto mas avanzado divisé el cordón que limita el salar al Oeste, todavía a la distancia talvez de 6 leguas.

Se eleva probablemente un par de miles de piés sobre el salar i presenta en varios sentidos un aspecto mui distinto de los cordones, que estamos acostumbrados a ver en el desierto.

En primer lugar por su perfil, que es casi horizontal. Comparadas con la gran estension horizontal de la barranca, son bajas las lomas que se elevan sobre ella i de forma mui suaves; solamente en la parte Norte se eleva el cerro de Quimal a una altura considerable.

Segundo, por las innumerables i pequeñas quebradas que surcan las faldas de la barranca, dándole un aspecto mui parecido a las barrancas de arcilla. Ya desde el cerro de Pajonales me habia llamado la atencion la semejanza que tenia esta barranca con las formaciones terciarias; hasta los peones la declaraban formada de cascajo. ¿Pero una formacion terciaria puede ser de tanto espesor?

Quedé sin saber qué pensar sobre esta formacion, hasta despues de haber visto las arcillas rojas de San Bartolo. Presentan éstas muchas veces un aspecto enteramente igual al de las barrancas al Oeste del salar. El rumbo de las arcillas rojas va tambien en direccion al salar i a la mencionada barranca. Me queda, pues, poca duda de que las barrancas al Oeste del salar de Atacama están compuestas de las arcillas rojas i talvez en parte de las areniscas i conglomerados rojos que las cubren.

Estas capas son probablemente mas antiguas que la época terciaria.

La horizontalidad del perfil de la barranca es debido, no a la horizontabilidad de las estratas sino a la erosion, lo que he visto despues al Norte de Quimal.

¿Tendremos aquí una prueba de la presencia del mar?

Tilopozo a Tilomonte.—En las tres leguas, mas o ménos, que distan de Tilopozo a Tilomonte, atraviesan el camino lomas bajas, que en su superficie están cubiertas de piedras angulares de traquita, cuarcita i pórfido cuarcífero. En una barranca vi estratas de tofos traquíticos endurecidos, suavemente inclinadas hácia el Oeste, parecidos a las que despues hemos visto al Norte de San Pedro de Atacama. Estaban cubiertas de una capa de traquita igual a la del Sur de Tilopozo.

En Tilomonte no me permitió el estado de las mulas ninguna excursion a la serranía baja al lado Nor-Este, en la que se habia encontrado una formacion estratificada.

Desde Tilopozo habia notado ya el carácter particular de la cordillera alta al lado Este, cuya base forma un plan inclinado que

sube hácia el Este hasta la altura de 3 a 4.000 piés sobre el salar (Purilama) i cuya parte superior forma un perfil casi horizontal, que se ve estenderse al lado Este de casi todo el salar.

Esceptuando la serranía relativamente baja, que se levanta al pié Oeste del plan inclinado al Norte de Tilomonte, i que pasa por Peine, Socaire i Camar, no se ve ningun cerro firme sobresaliente.

Todo este plan inclinado parece formado de cascajo i capas volcánicas. En la parte superior se divisan a veces barrancas cubiertas por capas horizontales, probablemente traquíticas. Nuestro compañero, el ingeniero Pizarro, me asegura que cerca de la parte mas alta del plan inclinado habian encontrado fragmentos de cuarcita. ¿Felsita?

Encima de este plan se levanta la serie de cumbres majestuosas i pintorescas que hacen este cordón el mas bello que hemos visto en toda la cordillera.

Creo no equivocarme en decir que todas estas cumbres son de oríjen volcánico.

Varias de ellas ostentan cráteres de un diámetro inmenso; por ejemplo, las cumbres situadas inmediatamente al Norte del Pular.

Otros forman conos casi perfectos i mui poco truncados como El Licancaur, de cuya cumbre han corrido corrientes de lava negra hasta el pié.

Corrientes de lava se ven tambien bajar de varias otras cumbres, por ejemplo la de Socompas.

Otros despiden humo, como el llamado volcán al Sur del Machuca.

De la falda de una de las cumbres entre Peine i Tocomar, me dicen que habia una erupcion de humo hace unos treinta años mas o ménos.

Tilomonte. Peine.—Pasando a poca distancia de los cerros no mui altos al Sur de Peine, hallé el suelo cubierto de fragmentos de pórfido colorado con su variedad de pegmatita; además un pórfido felpático bayo, los dos parecidos a las rocas de Púquios; además habian abundantes fragmentos de una roca negra, parecida a la del cerro de Lila. Estos fragmentos indican la composición de los cerros mencionados.

Las muestras de rocas i de veta recojidas en el mineral de plata denominado Lanquir, al Este de Peine, tienen una gran semejanza con las de Púquios.

Inmediatamente al Sur de Peine se ve una capa blanca superficial, cuyas muestras no he estudiado todavía si son de yeso o de tofo traquítico silicatado.

La poblacion de Peine está edificada sobre una capa traquítica.

Peine, Atacama.—El camino que seguí de Peine a Atacama no tocó cerro firme en ninguna parte. De la distancia noté la continuacion

del cordón de Peine, que cerca de Camar demostraba estratificación. Poco más al norte se perdía en el llano.

Toconao está edificado sobre una capa traquítica que revienta debajo del cascajo del gran plan inclinado.

No tengo nada más que decir sobre este trecho. El camino ha sido delineado en varias ocasiones.

San Bartolo, Atacama.—Las primeras lomas al Norte i Noroeste de Atacama se componen de una serie de capas sedimentarias pertenecientes a una época relativamente moderna.

Consisten en parte de capas de cascajo redondeado, formado de cuarcita i de traquita; alternan éstas con capas blancas de una composición variable. Algunas forman una arenisca compuesta de fragmentos pequeños de piedra pómez i de traquita; otras son de una textura homogénea, rara vez con fragmentos de traquita e incluyendo capas compuestas casi en su totalidad de concreciones blancas de formas irregulares; tienen éstas fractura lisa o concoidea, algo brillante, no se raya con el cuchillo i contienen numerosos fragmentos de plantas petrificadas. Son estos fragmentos cilíndricos de los tallos i ramas de algún arbusto; a veces por lo ménos tienen una textura que indica que no son de origen acuático. Son brillantes, jeneralmente amarillentos, de un diámetro de 5 hasta 20 milímetros.

Otras veces se ven interpuestas entre el cascajo capas de 10 a 20 centímetros de grueso, compuestas de una tierra fina, blanca, parecida a la tiza; i en ésta hai embutidas concreciones bastante parecidas al flinto. Tienen un diámetro de más de 20 centímetros i un grueso de 1 a 2 centímetros. El exámen microscópico i químico dirá, si la tierra blanca se compone de cal o de sílice i si es de origen orgánico o inorgánico.

Toda esta formación tendrá un espesor de 50 a 100 metros. Descansa con estratificación concordante sobre una capa de traquita baya i firme que contiene numerosos granos de forma irregular de cuarzo vidrioso, tamaño de arveja, además sanidina, un poco de mica i, a veces, uno que otro fragmento de arcilla roja.

La capa traquítica i, por consiguiente, toda la formación estratificada tiene una fuerte inclinación hacia el Sur, es decir, hacia el salar, talvez de unos 30 o 40 grados. La formación llega hasta las cumbres de las lomas, donde cerca del lindero de la Comisión se ve una estratificación horizontal. Este punto no tendrá ménos de 100 metros sobre el salar e indica con evidencia el nivel de una antigua laguna.

En la parte Este ha desaparecido la formación estratificada i existe sólo la capa traquítica.

Sobre ella se encuentra una antigua tambería de indios. Desde la base hasta la cumbre está cubierto de centenares de pircas, apenas separadas por callejones angostos. Las pircas tienen las formas más irregulares, cuadradas, triangulares, redondas, elípticas; es evidente

que a los indios poco les ha importado la simetría i que han acomodado las formas de sus casas a las desigualdades del terreno. Están edificadas de fragmentos de la misma traquita sobre que descansan. Son hechas con barro i tienen en su parte superior multitud de hoyos, talvez para la madera de los techos.

La tambería está limitada al lado Este i Norte por una barranca vertical, que cae hácia el Rio Grande; al lado Oeste está separada de las lomas vecinas por una quebrada, así que es accesible solamente del lado Sur o Sureste.

Forma un cerro completamente aislado i admirablemente adecuado para la defensa.

Para ésta ha sido destinada sin duda la gran cantidad de piedras redondas que habia esparcidas tras de las pircas, piedras de tamaño de huevo mas o ménos, a propósito para las hondas. Habian sido traídas evidentemente de las capas de cascajo, arriba mencionadas.

Talvez han sido hechas tambien para la defensa 3 o 4 calles rectas, que siguiendo la mayor gradiente bajan desde la cumbre del cerro hasta el pié. Parece que éstas han formado las entradas obligadas al pueblo, donde el enemigo habria tenido que avanzar en descubriello, espuesto a las hondas de todos los defensores, que han estado al abrigo de las pircas.

La capa traquítica descansa con estratificacion discordante sobre una gran formacion estratificada de arcillas rojas.

Tienen estas rumbo Norte 20 Este i manteo al Oeste, miéntras que la capa traquítica como ya he dicho mantea al Sureste.

He reconocido esta formacion entrando por la quebrada del Rio Grande hasta el mineral de San Bartolo. Una gran parte de esta quebrada está cortada en las arcillas rojas, esceptuando un trecho en que la capa traquítica, llega al fondo de la quebrada que jeneralmente se divide encima de las barrancas.

La formacion de las arcillas rojas tiene un espesor considerable. No he visto ningun corte a propósito para determinararlo, pero no dudo de que alcanza a varios centenares de metros. Es de una homojeneidad admirable, teniendo todas sus capas mas o menos el mismo aspecto.

Se compone de arcilla endurecida, pero absolutamente nada metamorfoseada; su color, que jeneralmente es colorado o rojo oscuro, toma a veces un tinte mas claro, talvez debido únicamente a ménos cantidad de humedad (humedeciéndola con la lengua absorbe inmediatamente la humedad).

A veces se ven brillar pequeñas hojas en las fracturas, paralelas a la estratificacion.

Rara vez se ven piedras redondeadas, de tamaño de nuez, embutidas en la arcilla, se componen de pórfido colorado cuarcífero.

Venitas de yeso de pocos milímetros de espesor la atraviesan en todas direcciones.

En algunas partes se ven las faldas cubiertas de esflorescencias salinas.

Las cuevas mas o ménos horizontales son mui comunes. Hai una de varios centenares de metros de largo, con sus paredes cubiertas de incrustaciones de sal comun.

La arcilla roja es mui desmoronadiza. Las lluvias la dejan surcada de una manera extraordinaria, formando figuras pintorescas de columnas, torres, etc., en fin, presentando en gran escala, lo que vemos en pequeña en cualquiera barranca de arcilla.

Los depósitos de cobre nativo de San Bartolo se encuentran en estratas de areniscas intercaladas entre las arcillas rojas. Estas areniscas tienen hasta un par de metros de ancho, pero jeneralmente son mas angostas: son de grano fino i de color bayo.

El cobre nativo se halla diseminado en las areniscas en partículas mui finas, a veces en toda la masa, otras en fajas angostas, paralelas a la estratificación o en manchas irregulares.

Al sol está el cobre nativo trasformado en rosicler.

Las minas están situadas en la quebrada de San Bartolo, quebrada angosta i profunda, con un riachuelo de agua mui salobre. Esta quebrada desemboca en la de Rio Grande. La mina mas lejana dista 3 o 4 kilómetros de la union de las dos quebradas. Aquí se encuentra el establecimiento de lavar, provisto de varias ruedas hidráulicas, gran número de trapiches, canaletas i dos mesas de sacudimiento.

El beneficio de los metales consiste únicamente en molerlos i lavarlos. El cobre nativo (la barilla) fué bajado antiguamente a Cobija, mas tarde a Antofagasta.

Ahora encontramos el mineral completamente abandonado, las minas llenas de agua, el establecimiento deteriorado i los caminos casi intransitables.

Tratando de las arcillas rojas i del mineral de San Bartolo, no puede ménos de echar luz sobre éste una comparacion con el mineral de Corocoro en Bolivia, que he tenido ocasion de conocer detenidamente.

Estos dos minerales tienen una semejanza sorprendente, a pesar de que distan uno del otro talvez 200 leguas.

En los dos son completamente iguales las arcillas rojas; en los dos están cubiertas por areniscas i conglomerados rojos con estratificación concordante; en los dos contienen las arcillas rojas yeso i agua salada; en los dos es cobre nativo en granos el principal metal en los afloramientos con rosicler; en los dos se halla el cobre nativo tanto en las arcillas rojas como particularmente en areniscas bayas intercaladas entre las arcillas; en los dos se busca de balde alguna roca eruptiva que pudiera tener relacion con los depósitos metalíferos.

La traquita de San Bartolo es una capa superficial, mucho mas moderna que el cobre; en fin, hasta el nombre del cerro de Coron, un poco al Norte del mineral de San Bartolo, recuerda el nombre de Corocoro.

Con respecto a la estension horizontal de las arcillas rojas de San Bartolo las he visto solamente en el trecho mencionado entre San Pedro de Atacama i San Bartolo. No sé si mas al Sur revientan en los cerrillos llamados de Sal. Como he mencionado mas arriba, sospecho su existencia en el cordon que limita el salar de Atacama al lado Oeste. No seria raro, que anteriormente hayan ocupado una parte de la gran hoyada, que mas al Sur se estiende entre la primera i la segunda cordillera; i que por su poca consistencia han sido destruido i cubierto por los escombros de los cerros vecinos.

Al lado Norte de San Bartolo se cubre de capas traquíticas. En un cerro aislado, a una o dos leguas al Norte de San Bartolo, encima de la capa traquítica i que se llama El Coron, me dijo un indio que pasan los depósitos metalíferos de San Bartolo. Al pié Norte de este cerro pasa el Rio Grande con direccion Este a Oeste, no sé si las arcillas rojas revientan en sus barrancas.

Al lado Este de San Bartolo están ocultas las arcillas rojas debajo de grandes planes inclinados, cubiertos de capas de traquitas i en parte de cascajo redondeado.

Al lado Oeste hai un terreno bajo algo accidentado, donde las arcillas están cubiertas de traquita i de areniscas i conglomerados rojos, éstos descansan encima de las arcillas rojas i, segun lo que he podido ver, con estratificacion concordante.

Al Noroeste se levanta el alto cerro de Chuschol, donde está un lindero de la Comision. Este se compone de las mencionadas areniscas i conglomerados manteando al Oeste.

La sobreposicion de las areniscas rojas encima de las arcillas rojas, prueba que las arcillas son mas antiguas; miéntras que la concordancia de la estratificacion i las piedrecillas encontradas en las arcillas, indican que las arcillas i las areniscas con los conglomerados; probablemente no son mas que subdivisiones de la misma formacion.

Atacama; Purilama.—Al Nor-Este de San Pedro de Atacama i a la distancias de unas ocho leguas, se halla la terma de Purilama. Los habitantes de Atacama la aprovechan para baños. Está situada en la cabecera de una quebrada lateral, de un par de kilómetros de largo, que se reune con la verdadera quebrada de Purilama. Esta recibe las aguas de los nevados de Rio Grande, Machuca, El Volcan i Pulama. La quebrada está cortada en un lomaje traquítico, que se levanta encima del gran plan inclinado, que sube hasta el pié de los nevados. Tiene, como jeneralmente sucede en el terreno traquítico, barrancas paradas, que se levantan de 1 a 200 piés de altura. La cabecera de la quebrada está llena de grandes peñascos traquíticos caidos, i entre

ellos vierte el agua en varias partes, formando al fin un riachuelo, que en una anchura de un metro i medio de hondura se precipita en espumosa carrera entre las cortaderas de la quebrada.

Los bañantes han formado un pequeño estanque, cuya agua tendria una temperatura de 35 a 38° mas o ménos. El agua es dulce i al evaporizarla en una olla, dejó una costra insignificante de una sal, que tiene sabor salado i amargo.

No encontré jente, sino tres ranchitos techados, edificados por los bañantes, i gran cantidad de botellas vacías con la marca de «Vino Urmeneta» i «Jerez del Club de Lóndres».

La parte inferior de las barrancas, que era ménos parada, estaba llena de centenares de pequeños terraplenes de 4 a 6 metros de largo i un par de metros de ancho, nivelados con pircas i probablemente hechos por los indios, que han aprovechado el agua caliente para el cultivo. Tambien habian restos de pircas de habitacion.

La quebrada tiene leña, pasto i cortadera.

Subí a una altura de 400' sobre el baño para tomar el croquis de los alrededores i algunas visuales.

En el fondo de la quebrada encontré fragmentos sueltos del mismo tofo silicatado, fractura concoidea i lustre de porcelana, que hemos visto ya cerca de Atacama.

Mi aneroides me dió una altura de 3.500' sobre San Pedro de Atacama.

Unos 10 kilómetros al Sur-Este del baño i en el camino a Atacama se junta El Purilama con otro riachuelo, El Puripica, que viene de los nevados al Este (Putana). El punto de reunion se llama Guatin i ha sido cultivado anteriormente. Las avenidas de 1884 han destruido en gran parte las siembras.

Despues de unirse los dos riachuelos toman el nombre de Bilama; i haciendo una curva al Oeste i despues al Sur pasa un poco al Este de San Pedro de Atacama.

El terreno sube suavemente de San Pedro hasta la terma, formando un plan inclinado algo ondulado i cortado por varias quebradas. En las primeras 2 o 3 leguas no se ve mas que cascajo parecido al que hemos visto cerca de Atacama; se compone de fragmentos de cuarcita, cuarzo blanco i traquita. El resto del camino es todo traquítico, esceptuando en Guatin, donde hai basalto.

El camino de Antofagasta a la terma sigue el rio Bilama un trecho corto, deja despues el rio al lado Oeste i entra primero por una quebrada lateral seca; despues va hasta Guatin sobre una loma cubierta de cascajo i de traquita. Esta loma separa la hoyada del rio Bilama de una quebrada honda, pero seca, que nace en la parte mas al Sur de Putani i pasa al lado Norte de unos cerros relativamente bajos, que están al Noroeste de Licancaur.

En Guatin cae el camino otra vez al rio en la union de los dos

afluentes Purilama i Puripica; i deja luego otra vez el rio Purilama al lado Oeste. Sube de aquí sobre un plan inclinado volcánico, hasta caer en la quebrada de la terma.

El único punto habitado que hai en el camino está sobre el rio Bilama unos 6 u 8 kilómetros, distantes de San Pedro, donde habia un par de casas. Tambien aquí habian hecho muchos perjuicios las avenidas.

Atacama a Caracoles.—Con el ingeniero Pizarro seguimos un camino mas al Norte del camino verdadero, que va de Atacama a Caracoles.

Toda la primera jornada la hicimos sobre el camino de Calama. Este entra primero por la quebrada del Rio Grande i sube despues por la barranca Oeste, compuesta de arcilla roja con una capa de traquita encima. El camino baja luego a una hoyada que viene de Norte a Sur. El terreno es aquí en parte encapado, en parte se ven lomitas de arcillas rojas i bayas con manteo al Oeste i rumbo Norte clivado (ya no al Norte 20 Este, como en el rio Grande).

Un poco mas al Oeste cruzamos un cordón bajo, compuesto de areniscas rojas i conglomerados porfídicos con manteo al Oeste. En media falda i aparentemente intercalado entre las areniscas rojas, divisé un banco de traquita baya. No tuve tiempo de examinar si la intercalacion era verdadera o aparente.

Al Oeste de esta cadena baja cruzamos el llano de La Paciencia, i principiamos a subir suavemente primero sobre el mismo llano, despues entrando por una quebrada de suave gradiente. La quebrada estaba cortada en areniscas i conglomerados bayos i rojos, manteano al Este primero con inclinacion insignificante, despues mas fuerte.

A media falda del cerro nos desviamos 1 o 2 kilómetros hácia el Sur i caimos en otra quebrada, al agua de Pulilaste. Aquí hai un pozito de buena agua, pero nada de pasto; aquí nos alojamos. La distancia recorrida desde San Pedro la calculo en unas 10 a 14 leguas.

Al día siguiente seguimos siempre el camino de Calama hasta subir la falda. Esta estaba toda formada de areniscas i conglomerados con una que otra capa de arcilla dura, color café o chocolate. Los conglomerados variaban mucho de composicion. Contenian fragmentos redondeados de varios pórfidos felspáticos, a veces con cuarzo, a veces sin ello, a veces con anfíbola, a veces de colores bayos, pero jeneralmente de colores oscuros. El rumbo era Norte a Sur i el manteo al Este.

Una vez encima del borde dejamos el camino de Calama al Norte i con direccion Oeste i Suroeste atravesamos una altiplanicie con su superficie algo ondulada i cubierta con fragmentos de los conglomerados. En una que otra parte divisé restos de capas traquíticas, que formaban pequeñas colinas aisladas.

Pasamos al pié Norte de la loma donde está el lindero de la Co-

mision. Está compuesta siempre de los mismos conglomerados con manto al Este, i atravesado de una roca porfídica con felspato i grandes cristales de anfíbola. Este pórfido se parecia mucho a los pórfidos que he visto atravesar las areniscas rojas en el interior de las quebradas de Copiapó i Paipote.

Era este el punto mas alto del camino. Divisamos al lado Oeste un gran plan inclinado hácia el Oeste i limitado por el cordon de Limon Verde. Hácia el Norte se estendia, interrumpido por cerros aislados, hasta los nevados de San Pedro i San Pablo; al Sur estaba limitado por El Quimal a cuyo pié Este pasa la formacion de los conglomerados i areniscas. Al pié Norte del diorita (¿o sienita?) baya del Quimal, divisé un panizo oscuro que me parecia estratificado.

El cerro de Quimal continuaba hácia el Oeste en un cordon mas bajo i casi no interrumpido de colores bayos i rojos.

Al pié Oeste del cordon de areniscas i conglomerados, donde nos encontramos, se estiende un lomaje bajo con direccion Sur a Norte, cubierto de fragmentos angulares de diorita i felsita baya. Cerro firme no pude ver en ninguna parte. Los fragmentos estaban esparcidos por el llano varias leguas hácia el Oeste. Hízome la impresion involuntaria de una antigua playa de un mar que hubiera llegado hasta el pié del cordon de las areniscas i conglomerados. Sin embargo, el hecho de ser angulosos los fragmentos no admite esta idea. Probablemente tienen los fragmentos su oríjen de cerro firme, que debe pasar al pié del cordon, formando la continuacion de los panizos bayos del Quimal.

Atravesamos el llano varias leguas sin ver cerro firme. Fragmentos venidos del Norte eran de pegmatita baya, pórfido cuarcífero i sienita. Al oscurecer pasamos al pié de un cerro compuesto de pórfido felspático. Despues no me permitió la oscuridad ver mas.

En el llano habíamos atravesado varias huellas viejas, sin rastros frescos, que venian de Sureste a Noroeste.

Llegamos a la mina Deseada en Caracoles a las 10 P. M.

Caracoles.—En los dos o tres días, que estuve en Caracoles, no tuve tiempo para hacer ningun estudio que valga la pena citar.

Todos saben que Caracoles debe su nombre a los numerosos amonites que en el primer tiempo se hallaban esparcidos en la superficie. Estos provenian de una formacion estratificada secundaria, que pasa por el mineral. Por su posicion, supongo que esta formacion sea la continuacion de la faja de terreno secundario, que hemos visto mas al Sur pasando al pié Oeste de la primera cordillera, siendo el punto mas al Norte el cerro de Profetas.

La única mina que he visitado, i ésta solo superficialmente, ha sido La Deseada.

Esta mina es talvez la única en el mundo que ha dado tanta plata en un espacio tan reducido. En la estension horizontal de 60 me-

tros por 20 metros de hondura ha dado mas de un millon doscientos mil marcos.

Está situada al pié Oeste del cerro alto de Caracoles, que se compone de un pórfido bayo felpático con cristales de anfíbola.

Debo a la amabilidad del señor Tomas 2.º Cortés los siguientes datos sobre la veta i los panizos:

Al pié Oeste del cerro mencionado pasa una formacion estratificada, con estratas de mui suave inclinacion hácia el sur. Se compone en la parte superior de pizarras cenicientas de 20 a 30 metros de espesor; debajo de éstas siguen pizarras negras, a veces mui bituminosas, con impregnacion de ostras; i debajo de éstas una roca felpática que no demuestra mas componente que el felpato. Esta roca que en el contacto con las pizarras es de color bayo, toma mas abajo un color mui oscuro, a veces mui negro, debido al bitúmen que se halla íntimamente mezclado con el felpato. La atraviesan guías de un par de pulgadas de grueso, compuestas de una sustancia negra, lustrosa, fractura concoidea i completamente parecida a antracita (petróleo?). En los planes, en la hondura de 700 metros mas o ménos, habia desaparecido el bitúmen, tomando la roca otra vez su color bayo.

La veta Deseada sale al sol en las pizarras cenicientas cerca del contacto con el pórfido anfibólico. Con un manteo, término medio casi vertical, pero que varía luego al Este luego al Oeste, entra en las pizarras negras i en la roca felpática, en la cual actualmente se encuentra el laboreo mas profundo. Al lado Oeste acompaña a la veta un dique de 2 a 3 metros de grueso de una roca homojénea azuleja, roca que he visto varias veces acompañando a vetas de cobre en Chile.

La rejion rica ha sido la de las pizarras cenicientas, donde la veta ha tenido un grueso de 2 a 3 metros, impregnando las cajas con metal rico i formando una anchura total de 12 a 14 metros.

La caja en la rejion rica está llena de cruceros, es decir, rajaduras delgadas, mas o ménos verticales.

Debajo de las pizarras cenicientas se ha tomado solamente una pequeña mancha de metal rico en las pizarras negras; en la roca felpática absolutamente nada.

Segun el señor Cortés ha mostrado el laboreo de las minas vecinas al Sur, que la zona metalífera, independientemente de los panizos, baja con cierta gradiente hácia el Sur. Así tiene la mina Calameña buen beneficio en las pizarras negras. Esta zona no se ha broceado, pero las demas minas no han llegado a la profundidad suficiente.

Caracoles.—*Antofagasta.*—El viaje a Antofagasta lo hice lo mas ligero posible i sin detenerme para hacer observaciones. Noté que la formacion estratificada se estiende algunas leguas al Oeste con suave manteo en la misma direccion.

Los cerros entre Caracoles i Antofagasta se ven mas encapados de lo que he visto en ninguna otra parte.

CAPÍTULO IV

Breve resúmen jeolójico

La parte de la alta cordillera que he tenido ocasion de conocer en el verano de 1884 a 1885, es decir, entre el rio de Copiapó i San Pedro de Atacama, se compone de varias cadenas longitudinales, mas o ménos paralelas entre sí i de direccion Sur-Norte; entre ellas se estienden grandes hoyadas con su eje mayor de la misma direccion i ocupadas por numerosos salares i salinas sin salida.

En la parte Sur hai otra cadena trasversal, que tiene rumbo Oeste-Este, mas o ménos, i entre el cerro de Tres Cruces i el portezuelo de Belen forma la línea divisoria con la República Argentina.

La espina dorsal i las cumbres de las cadenas que encierran las dos hoyadas de Antofagasta i de Antofalla las forman las esquitas cristalinas compuestas de gneiss, micaesquitas, esquitas lustrosas i cuarcitas micáceas. Tiene rumbo de Sur a Norte con pequeñas variaciones i sus estratas son muí paradas con manteo ya al Este, ya al Oeste.

En esta cadena que limita la hoyada de Antofagasta al Este, la única roca eruptiva, que he visto atravesar las esquitas, es el granito blanco, de poca estension. Se compone de felpato blanco, mica blanca i cuarzo vidrioso.

En la cadena que al lado Oeste separa la misma hoyada de la de Antofalla, ocupa bastante lugar el pórfido cuarcífero colorado.

Este pórfido, con sus transiciones en pegmatita, forma una gran parte de la primera i segunda cordillera al Oeste.

Encima de estas rocas i formando la falda de las cadenas que encierran las dos hoyadas mencionadas, descansa una poderosa formacion de areniscas i conglomerados, compuestos de los fragmentos de las anteriores i ademas en la parte superior de pórfidos oscuros felpáticos. Tiene tambien su rumbo mas o ménos Sur-Norte, i mantean jeneralmente hácia cuerpo de cerro, es decir, en la falda Este al Oeste i en la de Oeste a Este. Tiene colores blancos, bayos i rojos.

Para determinar la época jeolójica a que pertenece esta formacion no he encontrado ningun resto fósil en ella. Tampoco la he visto en contacto con otras formaciones fosilíferas; así como en jeneral puede decirse, que despues de la faja estratificada, perteneciente a la época secundaria, que hemos visto en la falda Oeste de la primera cordillera (i unos pocos restos en la falda Este de la misma), no hemos encontrado ninguna formacion calcárea o fosilífera en la alta cordillera.

Por consiguiente no nos queda otro recurso que comparar las areniscas i conglomerados de la alta cordillera con rocas semejantes de otra parte, cuya edad jeolójica ha sido determinada ya.

En la República Argentina abundan las areniscas i conglomerados parecidos, pero por lo que yo sé, tampoco allí se ha podido determinar su edad.

Miéntas tanto encontramos en Chile al lado Oeste de la cordillera, en el desierto de Atacama, en varias partes, areniscas i conglomerados semejantes a los de la alta cordillera i en inmediato contacto con la formacion estratificada secundaria.

En mi informe anterior i en los perfiles que lo acompañan, he de mostrado que las areniscas i conglomerados rojos no son mas que subs divisiones de la formacion estratificada, fosilífera, del desierto de Atacama. Las estratas calcáreas fosilíferas están intercaladas entre la areniscas i conglomerados, que en algunas partes forman la base de aquéllas; en otras partes, i esto es lo mas jeneral, descansan encima de ellas. La estratificacion es siempre concordante.

Las areniscas i conglomerados de la alta cordillera son por su composicion i aspecto jeneral mui parecidos a los del desierto de Atacama. Descansan inmediatamente encima de las esquitas cristalinas, lo que tambien sucede con la formacion calcárea secundaria del desierto de Atacama en varias partes. Ademas no hai motivo para creer, que rocas tan parecidas se hubieran formado en la alta cordillera en una época i en el desierto de Atacama en otras.

Por estos motivos considero las areniscas i conglomerados de la alta cordillera, que contienen fragmentos de las esquitas cristalinas, de pórfido cuarcífero, colorado i de pórfidos felpáticos oscuro, como equivalentes a las mismas rocas del desierto de Atacama, i por consiguiente, perteneciente a la época secundaria (1).

Hemos visto que las arcillas rojas de San Bartolo no son mas que una subdivision de la formacion de las areniscas i conglomerados.

Con respecto al lugar exacto, que corresponde a estas rocas entre los diversos períodos de la época secundaria, darán sin duda mucha luz los estudios, que el señor doctor Rodolfo Philippi está haciendo de los fósiles encontrados en las formaciones calcáreas de Chile.

Rocas eruptivas, que atraviesen las areniscas i conglomerados de la alta cordillera, son mui escasas. Con seguridad puedo citar solamente un pórfido con cristales de felpato i anfíbola, que he visto en diques de poca estension.

Rocas eruptivas de edad dudosa, son felsitas de alguna estension algo de pórfido felpático oscuro, algo de diorita i granito con mica negra, una roca parecida al basalto i lomas insignificantes de gabbro. Todos éstos he encontrado relacionados solamente con las esquitas cristalinas o formando la base de rocas volcánicas.

Decididamente anteriores a las areniscas i conglomerados hemos visto ya el pórfido cuarcífero pasando a pegmatita.

Estas son las únicas rocas eruptivas, que he visto en la alta cordillera. La escasez de ellas está sin duda en relacion con la escasez de veta metalíferas.

Mas modernas que las rocas mencionadas son las diversas rocas de oríjen volcánico, que abundan en la alta cordillera.

(1) Esta clasificacion ha sido confirmada despues por el Profesor Steinmann, que cerca de Potosí encontró fósiles de la época cretácea entre las areniscas rojas. — L. S.

Se pueden dividir éstas en tres clases: 1) las estratificadas; 2) las traquíticas, i 3) las basálticas.

Las primeras se componen de areniscas i conglomerados, conteniendo fragmentos redondeados de traquita, piedra pómez i tambien de las rocas mas antiguas; fragmentos de basalto no me acuerdo haber visto. Se encuentran, tanto en el fondo de las hoyadas como en altiplanicles, un par de miles de piés encima de ellas. Forman a veces una serie de capas de algunos centenares de piés de espesor. Jeneralmente son poco inclinados, siguiendo mas o ménos las desigualdades del terreno; pero las he visto tambien (en Rio Lamas) con fuerte inclinacion i cubiertas por capas calcáreas casi horizontales de mas de 20 metros de espesor i de orijen de vega. En El Potrero Grande descansan encima de las areniscas rojas con estratificacion aparentemente concordante, pero supongo que perfiles mas claros probarán, que en realidad no es así.

No puedo determinar, si son formados en agua del mar o en grandes lagunas. De todas maneras son algunas de ellas bastante antiguas, así como otras son relativamente mucho mas modernas.

Las traquitas i andesitas ocupan una inmensa estension en la alta cordillera, ya forman cerros altos i gruesos, ya se estienden en forma de cadenas elevadas, ya como capas delgadas que cubren centenares de leguas de estension.

Entre tantos cerros traquíticos no he visto o visitado mas que un solo cráter traquítico (portezuelo de Lagunillas).

El cordon atravesado, que se estiende de Este a Oeste desde el portezuelo de Lagunillas hasta el cerro de Tres Cruces i despues pasando por El Azufre hasta El Morro del portezuelo de Maricunga, está formado casi esclusivamente de traquita, que parece haberse acumulado encima de una gran grieta de la costra terrestre, formando cumbres, que llegan a 20.000 piés de altura. Forma una barrera a traves de las antiguas quebradas longitudinales, que al lado Norte quedan cambiadas en grandes hoyadas sin salida, miéntras que al lado Sur, las quebradas jeneralmente siguen su curso.

Crateres basálticos se ven en una que otra parte en esta cordillera atravesada.

Las rocas volcánicas basálticas parecen siempre mas modernas que las traquíticas. Por lo ménos las he visto muchas veces descansando encima de las traquíticas, i jamas lo contrario. Se encuentran jeneralmente en forma de crateres bien formados, edificados de piedrecillas arrojadas i rodeadas de corrientes negras de lava. Son de insignificante tamaño, comparados con los terrenos traquíticos; rara vez pasan de unos pocos centenares de piés de altura.

Se elevan tanto del fondo de las hoyadas, como de las faldas i cumbres de los cerros; i se elevan tanto sobre las vegas i arenas de

aquéllas, como sobre las esquitas lustrosas, cuarcitas, pórfidos cuarcíferos i areniscas rojas de éstas.

Son mui abundantes, especialmente en las hoyadas de Antofagasta i de Antofalla. Solamente en la primera he contado mas de 10 al Sur de Antofagasta.

Solamente en dos partes los he visto dar señales de actividad: el volcan de Aguas Calientes i una cumbre al Noreste de San Pedro de Atacama.

Se puede decir, en jeneral, que en la parte de la cordillera que nos ocupa, todas las cumbres, que pasan de 15 ó 16.000' son volcánicas. Miéntras que los primeros 15 ó 16.000' de altura se deben a que las rocas han sido solevantadas, la altura que pasa de ésta, se debe a la acumulacion de rocas volcánicas encima de las primeras.

Las formaciones mas modernas en la cordillera son los depósitos salinos, que se encuentran no solamente en las salinas i los salares, sino tambien (esto especialmente en el desierto de Atacama al Oeste de la Cordillera) en las faldas i las cumbres de los cerros. Estos depósitos, lo mismo que la gruesa capa de terreno suelto, que cubre los cerros i llena las quebradas, provienen probablemente de la descomposicion de las rocas por la accion lenta de los agentes atmosféricos i bajo la influencia de las lluvias, que no son suficientes para llevar mui léjos los productos de la descomposicion.

Estos depósitos han principiado sin duda a formarse ya en una parte mui remota del período traquítico, i continúan formándose hasta el dia de hoi.

CAPÍTULO V

Vientos i lluvias en la alta cordillera

Aun cuando en la parte correspondiente a la meteorolojía se insertan las observaciones hechas en toda la campaña de escursiones, daremos aquí los datos siguientes:

Los vientos de la alta cordillera son mui parecidos a los de la costa. De dia sopla un viento cuya direccion varía entre Oeste Este i Noroeste-Sureste, miéntras que al lado Oeste de la cordillera la direccion Oeste-Este i Suroeste-Noreste parece ser mas jeneral. Su fuerza aumenta desde la mañana, cuando es nula, hasta la tarde, cuando sopla con mucha fuerza. En las cumbres altas es jeneralmente tan fuerte, que no solamente hace mui desagradable la estadía allí, sino que tambien hace mui difícil o imposible las observaciones con teodolito. Antes de entrar el sol disminuye otra vez, hasta quedar nula.

Varía algo la hora en que principia a soplar el viento, la hora en que tiene su máximum de fuerza i la fuerza misma.

Durante la noche sopla, lo mismo que en la costa, un viento que

podiera llamarse «serrano», puesto que viene de los cerros altos; pero con la diferencia que, mientras en la costa los cerros altos siempre quedan al lado Este, teniendo, por consiguiente, el serrano dirección Este-Oeste, varía esto en las hoyadas de la cordillera, donde según los puntos de observación los cerros altos quedan ya al Este, ya al Oeste. Como regla general se puede decir, que en las hoyadas de la alta cordillera bajan durante la noche vientos de poca fuerza de las alturas hacia las hoyadas; en la falda Este de los cordones hacia el Este i en las faldas Oeste hacia el Oeste.

Solamente he visto una excepción a esta regla en la vega de Manantiales, donde en las noches del mes de marzo soplaban un viento excesivamente fuerte del lado Este, es decir, desde la hoyada hacia los cerros.

Las corrientes de aire que de todos lados bajan a las hoyadas, que no tienen salida, exigen que en alguna parte en el centro de las hoyadas exista alguna corriente ascendente.

No existe, por consiguiente, en la alta cordillera que he visitado, ninguna corriente constante de aire, sino corrientes que varían con la hora del día, es decir, con la posición del sol. Durante el día se calienta el suelo; éste calienta a su vez las capas de aire con que está en contacto; se dilatan por consiguiente i toman un movimiento ascendente, siendo reemplazados por nuevas capas de aire, que no pueden venir sino de la costa. Estas se calientan a su vez, se dilatan, ascienden, etc. i producen de esta manera una corriente constante de la costa, que dura mientras el sol calienta el suelo.

De noche sucede todo lo contrario. El suelo se enfría por la radiación i enfría a su vez el aire. Este disminuye por consiguiente su volumen, aumentando su peso i baja, por consiguiente, hacia los puntos más bajos, que están ya al Este, ya al Oeste de los cordones.

A medio día o en la tarde, cuando el viento del Oeste sopla con más fuerza, se formaban a menudo nubes en las cumbres de los cerros altos aislados, que pasan de 18.000 pies de altura, como El Volcan de Antofalla, El Colorado, etc., i dejaban varias veces capas delgadas de nieve. Mientras tanto quedaba el resto del cielo despejado o con nubes de mucho menos cantidad. Es el mismo fenómeno que se ve con frecuencia en la costa, cuando sopla fuerte viento del Sur.

Varias veces tuve ocasión de ver las cabeceras de las quebradas, que bajan a Fiambalá, llenas de niebla o nubes. Al nivel de los portezuelos se encontraban con el fuerte viento Noroeste, que no les permitía avanzar.

De la misma manera, he visto en el mes de junio del año 1879 neblinas delgadas en las cabeceras de los valles que bajan al Este del Illimani i cerros vecinos de Bolivia, neblinas casi sin movimiento, mientras que en considerable altura, encima de las cumbres más ele-

vadas, nubes delgadas, cirrus, se movian hácia el Este con mucha velocidad.

Durante mi estadía en Antofagasta de La Sierra, tuve tambien ocasion de ver, en varios dias, que el cielo al lado Este i Sureste de la línea divisoria con la Argentina, por la mañana, estaba completamente despejado, elevándose despues a mucha altura i, al mismo tiempo, avanzando de Este a Oeste, gruesas nubes evidentemente acompañadas en el territorio argentino de fuertes lluvias. Al entrarse el sol quedaba otra vez completamente despejado el cielo, pero hasta mui tarde se veian relámpagos al lado argentino. Miéntras tanto, soplabá en Antofagasta todo el dia un viento mui fuerte del Noroeste que cubria la cumbre del Volcan de Antofalla con nubes i un poco de nieve.

Los habitantes de Antofagasta me dijeron, que las lluvias eran mui escasas en los planes i que las vegas se mantienen con las aguas de los cerros.

En los meses de febrero i marzo del año 1884 tuve ocasion de ver los aguaceros i granizadas fenomenales que llegaban hasta la falda Oeste de la cordillera i que se producian de la misma manera que los recién mencionados al Este de Antofagasta de la Sierra.

Por la mañana el cielo despejado i a veces una larga i delgada nube en media falda de los cerros altos, dejando completamente libres las cumbres; calma completa. Entre las 8 i 10 de la mañana se veian avanzar las primeras nubes del lado Este, creciendo a medida que avanzaban i cubriendo todo el cielo en ménos de dos horas, descargando copiosísimas granizadas i lluvias acompañadas de truenos, relámpagos i fuerte viento del Este. Al mismo tiempo avanzaban negros nubarrones, aunque no de tanta estension del lado Oeste, confundándose con los que habian venido del Este. Al entrarse el sol el cielo se despejaba de nuevo.

Los temporales de la alta cordillera, que vienen del lado Este, tienen lugar solamente de dia en las horas que el sol calienta mas i en el verano en los meses, en que el sol calienta mas.

Me esplico esto de la manera siguiente: sabemos ya que el sol produce un movimiento ascendente de las capas de aire en la cordillera, durante el dia; este movimiento es naturalmente mucho mas fuerte en el verano. Del movimiento ascendente resulta un vacío, que tiene que llenarse con el aire que afluye no solamente del Pacífico, como ya hemos visto, aire relativamente seco, sino tambien con el que viene del Este de las pampas argentinas.

Este último, mas húmedo que el primero, se enfría por la expansion producida por el movimiento ascendente; llega luego al punto de condensacion de la humedad, que tiene, i produce el temporal.

Los temporales de la alta cordillera, en el invierno, son produci-

dos de igual manera que los de la costa Sur de Chile, por corrientes de aire que vienen del Noroeste de las partes tropica es del Pacífico. Este viento Noroeste tiene por consiguiente un oríjen mui distinto del viento Noroeste que se ha producido por la marcha diaria del sol. Sop a tanto de noche como de dia i acompañado, a veces, de fuerte lluvia.

Los vientos que soplan de la República Argentina siguen un réjimen completamente opuesto.

CAPITULO VI

Calama, Hoyada de Atacama i Caracoles

(SEGUNDO VIAJE)

Al llegar al rio Loa habíamos alcanzado el límite Norte designado a nuestros estudios, así como el rio Copiapó formaba el límite Sur.

Entre estos dos rios no se encuentra ningun otro que traiga agua constantemente i que llegue al mar, aunque esto último solamente sucede en el rio Copiapó con un intervalo de muchos años, siendo consumidas jeneralmente sus aguas en el riego del interior del valle.

Los dos rios ofrecen analogía en varios sentidos. Deben los dos sus aguas al hecho de tener su oríjen en la segunda cordillera, la de los Andes, dando salidas a las hoyadas, que se estienden mas o ménos con direccion Norte-Sur entre aquella cordillera i otra mas al Oeste, en Copiapó, llamada *la línea de los chilenos*.

Esto no sucede con ninguno de los rios secos que tienen su salida por Chañaral, Pan de Azúcar, Taltal i Antofagasta. Todos estos nacen en la primera cordillera, la del Oeste, i quedan separados de las hoyadas mas al Este, es decir, de las principales fuentes de agua. Todas las aguas que debían corresponder a los mencionados rios secos, son consumidas por la evaporizacion i forman en la alta cordillera grandes salinas i salares, donde se acumulan las diversas sales que arrastran las aguas corrientes.

Tanto el Loa como el rio Copiapó corren primero de Norte a Sur, recibiendo cada uno dos afluentes del Este. El Loa recibe el rio de San Pedro i el rio Salado, el rio Copiapó recibe el rio Turbio i el de Pulido.

Inmediatamente despues de reunirse con el último afluente el rio Copiapó atraviesa la primera cordillera, tomando de repente direccion Norte Noroeste hasta la ciudad de Copiapó; el Loa primero con rumbo Oeste i despues al Norte hasta el pueblecito de Quillagua.

Los dos atraviesan finalmente la cordillera de la costa con direccion Oeste i llegan al mar.

Los dos rios se diferencian notablemente en los depósitos salinos de sus márgenes.

El rio Copiapó tiene solamente varias leguas al Este de la ciudad del mismo nombre algunos depósitos de sulfatos i cloruros de soda i magnesia.

El Loa tiene desde mas al Este de Chiu-Chiu i hasta mui al Este de Calama grandes depósitos de carbonato de cal; i mas al Oeste todavía en la falda Este de la cordillera de la costa depósitos de nitrato de soda i las demas sales que acompañan a éste, es decir, sulfatos i cloruros de cal, soda i magnesia.

Las causas de estas diferencias no son difíciles de descubrir.

La falta completa de depósitos salinos en el curso superior del rio de Copiapó coincide con el hecho de ser el valle mui angosto, con su fondo formado de terreno de acarreo de oríjen relativamente moderno i de vez en cuando todo invadido por el rio. Es evidente que bajo estas circunstancias ningun depósito salino puede ser de duracion.

Los depósitos, o mas bien dicho, las eflorescencias salinas al Oeste de Copiapó, en Agua Amarga, se encuentran donde el valle ya ha tomado bastante anchura i donde el terreno está formado de capas marinas, terciarias o cuaternarias, mas antiguas que el cascajo moderno de mas al Este, i en cuyas capas el rio se ha cavado un lecho bastante profundo para que no se pueda jamas desbordar.

La ausencia aquí de gruesas capas de carbonato de cal, como se encuentran en las márgenes del Loa, es debida sin duda a la escasez de esta sustancia en el rio Copiapó.

La causa de la ausencia de nitrato de soda es mas dudosa, por ser el oríjen de éste mas desconocido. Sin embargo, es probable que tenga relacion con el nivel inferior que ocupan las eflorescencias salinas del rio Copiapó, comparados con los depósitos de salitre del desierto.

Miéntas que las salitreras del Tamarugal se elevan a 3.000 piés sobre el mar, alcanzan i pasan las de Taltal de 6.000 piés, miéntas que los depósitos salinos de Copiapó no llegan a 600 piés.

La capa de carbonato de cal en las barrancas del Loa tiene un grueso que llega a 30 o 50 metros. La he reconocido desde Este al Oeste, como 12 leguas i probablemente tiene mucho mas estension; su anchura llega cerca de Calama a un par de leguas i cerca de Chiu-Chiu a mucho mas. Ocupa siempre la parte mas baja del terreno, formando un plan, a veces casi horizontal, otras veces notablemente inclinado hácia el Oeste. Este plan tiene su superficie bastante pareja i apénas cubierta por unos pocos rodados de los cerros vecinos. Sin embargo se elevan a veces las capas calcáreas en colinas de 10 a 20 metros de altura, con inclinacion a todos vientos, como si hubiesen sido

comprimidos por presión lateral. Cosas análogas se ven también en los salares de Tamarugal, donde las capas de distintas sales a menudo se ven levantadas, dejando un hueco abajo.

La cal tiene generalmente un color claro, amarillento o cenizo; es firme, compacta i homogénea i sin duda un excelente material para construcciones. En algunas partes la he visto también de estructura fibrosa i medio trasluciente (¿aragonia?)

En el pueblo de Calama se ve en muchas partes el suelo compuesto de carbonato de cal de muy poca consistencia i conteniendo miles de huecos cilíndricos, producidos por totora i otras plantas de vega, que han sido incrustados con la cal, i después han desaparecido dejando el hueco en su lugar. En un pozo de unos 8 metros de hondura conté como 50 capas delgadas, compuestas de esta manera, con un par de capas oscuras orgánicas i otras de arena fina intercaladas. En el plan del pique, en una capa muy porosa, por contener ramas petrificadas de una pulgada de diámetro, se había tomado agua.

En las capas compactas se encuentra frecuentemente pequeños gasteropodos con cáscara muy delgada i evidentemente de agua dulce.

En vista de todo lo anteriormente espuesto, parece que las capas calcáreas del río Loa se hallan formadas en vegas, donde las aguas del Loa precipitaron su carbonato de cal, como probablemente sucede hoy mismo en varias partes de los alrededores de Calama.

La base sobre que se han depositado las capas calcáreas, es probablemente de origen marino. Una legua al Este de Calama se elevan sobre el plan inclinado calcáreo, colinas de bastante extensión i tal vez muy cerca de 100 metros de altura. Se componen en su totalidad de ripio suelto, cuyas piedras son de granito i pórfido, redondeados i de tamaño hasta de una cabeza de hombre. En las barrancas profundas del río se ven descansar las capas calcáreas sobre un ripio parecido.

Considero estas colinas como restos de una gran formación terciaria o cuaternaria marina, que ha sido destruida probablemente por el mismo mar al retirarse. Creo que esta manera es la única de explicar cómo se ha formado el gran plan inclinado i parejo, sobre que descansan las capas calcáreas, demasiado ancho, para atribuir su formación a las aguas del río.

El origen de las capas calcáreas remonta por consiguiente a la época en que el mar se estaba retirando paulatinamente de los alrededores de Calama, destruyendo en parte las capas de ripio, que había depositado, i formando el plan inclinado i parejo, sobre la que se formaron las vegas en que el Loa ha depositado su cal, i probablemente hoy mismo sigue depositando.

Una legua i media al Oeste de Calama brota debajo de las capas calcáreas, el río San Salvador, formado probablemente por derrames e infiltraciones del Loa, que después de su curso subterráneo salen al sol aquí formando una escena bastante pintoresca.

Se puede entrar con dificultad unos 10 o 20 metros, siguiendo el cauce subterráneo del río, que tiene algunas estalagmitas insignificantes. Un par de leguas mas abajo me dicen que se encuentran bonitas estalagmitas en una barranca.

Seguí el río San Salvador unas 3 leguas al Oeste, parte para conocer la base sobre que descansaban las capas calcáreas aquí, i particularmente para ver unas capas de carbon de que me habian hablado.

Las barrancas del río tenían aquí no ménos de 100 metros de hondura. El carbon se reducía a pizarras bituminosas de mui fuerte inclinacion, mui parecidas a las de Caracoles i no dudo de que son de la misma formacion.

Un árbol petrificado que me mostraron, no eran mas que formas estalagmíticas de la barranca.

El señor Bertrand menciona en su viaje un carbon terciario al Oeste de Calama; no sé si se refiere a este punto o a otro mas al Oeste.

Las capas calcáreas descansan aquí inmediatamente encima de las pizarras negras, cuyos afloramientos han sido cortados como con cuchillo.

Las mismas capas se ven cerca de Chiu-Chiu descansando sobre tofos i areniscas traquíticas, sin duda pertenecientes a la formacion terciaria marina.

Entre Chiu Chiu i Calama se ha cavado El Loa en el gran plan inclinado un lecho profundo, angosto, sumamente tortuoso i mui poco accesible. Tiene barrancas casi verticales, que a veces deben pasar de 100 metros de hondura. Es un verdadero «cañon», parecido a los que en los Estados Unidos forma el río Colorado.

Chiu-Chiu, Aiquina, Caspana.—Chiu-Chiu está situado en el centro de una gran llanura, que al lado Oeste comunica con las llanuras de Calama; al Este se estiende hasta cerca del nacimiento del río Salado, al Norte hasta el pié de San Pedro i San Pablo, i mas al Norte por las márgenes del Loa. Al Sur se prolonga en la llanura, que al Este de Limon Verde llega hasta el Quimai, al Sur de cuyo cerro continúa otra vez hasta cerca de Imilac, donde se reúne con la gran hoyada de Atacama. Juntos forman mas al Sur la gran depresion que separa la primera de la segunda cordillera, hasta el salar de Maricunga i hasta el río Jorquera.

La llanura de Chiu-Chiu, si no tuviera salida por Calama, formaría una gran salina o salar, como hai tantos en su prolongacion Sur i Norte.

El fondo de la llanura se compone de capas de ripio i de tofos i areniscas traquíticas, como se ve en las barrancas del Loa i del río Salado. Pertenecen probablemente a la formacion terciaria o cuaternaria de Calama. La superficie está formada por las capas calcáreas, que

desde Calama continúan hasta un par de leguas al Este de Chiu-Chiu. Mas al Este aparecen solamente areniscas i conglomerados traquíticos, a veces, segun parece, con cimientó calcáreo. Aquí se ha formado el río Salado en todo el llano un *cañon* mui pronunciado que en parte no tiene mas que uno i medio a dos metros de ancho por 20 metros de profundidad.

Inmediatamente al Sur de Aiquina, pueblo de indios, se interrumpe el llano por una pequeña serranía, compuesta de areniscas rojas; pero al lado Norte continúa formando un gran plan inclinado hasta Caspana, otro pueblo de indios, i mas allá hasta cerca de los nacimientos del río Salado.

Este plan se eleva a veces paulatinamente, a veces a saltos o por grados hasta 10.000' sobre el mar.

La superficie está cubierta por piedras traquíticas, i en las profundas barrancas del Río Dulce i del Río Salado se ve la misma traquita en una capa de 50 a 100 metros de espesor.

Esta capa traquitica, que forma una superficie relativamente mui pareja de dos o tres leguas de ancho, no se puede considerar como una corriente de lava solidificada en sitio, sino como arenisca o tofo traquítico, depositado debajo de las aguas del antiguo mar, talvez como lluvia de ceniza. Al pié del cerro de Coyar, un cerro cónico, que sin duda es de traquita eruptiva, se ve claramente que la gran capa horizontal, traquítica, es una capa sobrepuesta de un grano mui distinto, sin cristales bien desarrollados como los tiene el cerro de Coyar. (1)

Rocas que rodean la Hoya de Calama.—Al Sur de Calama se eleva la serranía llamada Limon Verde.

Se extiende unas 6 a 8 leguas de Norte a Sur entre las hoyadas de Calama i de Caracoles.

La parte central i mas alta, es decir, la mayor parte, se compone de pórfido cuarcífero oscuro, de granito blanquizco i de diorita. En esta última roca se trabajan vetas de cobre en el mineral llamado Motezuma, en la parte Noreste del cerro.

Al pié i en la falda Noreste de Limon Verde, unas tres leguas al Sureste de Calama, aparece una formacion estratificada, sin duda secundaria. Se compone en su parte inferior de conglomerados compuestos de pórfido cuarcífero; encima de éstos vienen esquitas i pizarras, i mas arriba capas calcáreas azules i coloradas con pectenés, *mytilus*, *turritela* i otros fósiles.

Esta formacion demuestra un espesor de unos doscientos metros. Las estratas tienen rumbo al Noroeste i manteo al Este. Se pierden en el llano al Este.

Al lado Noroeste del Limon Verde unas 3 o 4 leguas al Sur de Calama, aparecen tambien algunas lomas pertenecientes a la formacion secundaria.

Segun me dicen, se extiende esta formacion al Oeste, conteniendo

(1) Esta idea del oríjen marino puede quizas ser dudosa.—EL AUTOR.

fósiles i concreciones calcáreas en forma de almendras, duraznos, ect. Los cerrillos amarillos por donde atraviesa el ferrocarril, se componen de capas de la misma formacion.

Al pié Suroeste de Limon Verde se encuentran tambien lomas bajas, medio tapadas de ripio o conglomerado mas moderno. Son evidentemente la continuacion de la formacion secundaria de Caracoles. Se componen en parte de capas calcáreas, pero en su mayor parte de capas arcillosas rojas, que me hicieron recordar las de San Bartolo, con la diferencia que aquí estaban divididos por rajaduras en todas direcciones en pequeños trozos, así que era difícil sacar una muestra de 2 o 3 pulgadas de diámetro.

La cerranía de Limon Verde tiene su continuacion jeológica al Norte del Loa, donde se ven cerros altos con poderosas formaciones estratificadas descansando sobre rocas eruptivas. Siendo el Loa el límite Norte de nuestra expedicion, quedaron estos cerros fuera de mis observaciones; solamente mencionaré que el señor San Roman trajo de un cerrito, situado 2 leguas al Norte de Calama, muestra de un pórfido oscuro felspático, i que en Ceres, unas leguas mas al Este, el campo estaba cubierto de fragmentos de pórfido bayo cuarcífero, que evidentemente provienen de los cerros al Norte.

En el gran llano al Este de Limon Verde se elevan dos o tres series de cerritos bajos con direccion Sureste-Noroeste, mas o menos; terminan en cerritos aislados, que al fin se pierden en el llano. Se componen de pórfido cuarcífero especialmente los de mas al Oeste i los otros de pórfido felspático-anfibólico.

No he podido ver estratificaciones en ellos.

Se conocen con el nombre de Los Cerrillos.

Algunas leguas mas al Noreste se divisa una sierra baja, la del agua de la Teca, donde me dicen que se han escarpado vetas de plata de baja lei. No he podido acercarme allá, pero vista de léjos parece compuesta en parte de rocas eruptivas i en parte de rocas estratificadas, probablemente de areniscas rojas.

Los conglomerados i areniscas rojas componen toda la sierra de Purilaste o Purilactis, que se estiende desde el camino que conduce de Atacama a Caracoles con direccion Sur Norte por espacio de varias leguas; interrumpida por un llano reaparece otra vez en el cerro de Aiquina al Sur del rio Salado.

Solamente al pié Oeste de la sierra se ve una que otra loma de composicion felsítica.

Los conglomerados i areniscas de Purilaste continúan hácia el Sur pasando al este de Quimal i formando, junto con las arcillas rojas yesosas, la base del llamado Bordo, que limita el salar de Atacama al lado Oeste.

Mas tarde tendré ocasion de volver mas detenidamente a esta parte.

La sierra de Purilaste se compone, especialmente en la parte superior, de conglomerados, que contienen piedras redondeadas, del tamaño hasta de una cabeza, i compuestos de diorita, felsita, pegmatita, pórfido cuarífero blanco i colorado, i pórfido felpático rojo i colorado. Estos conglomerados alternan con capas del mismo material, pero con grano mas fino, formando areniscas i capas de arcilla endurecida, color chocolate.

Debajo de estas capas aparecen en la base Este poderosas capas de arcilla roja con capas de yeso intercaladas i muchas veces atravesados por venas delgadas de yeso fibroso en todas direcciones. Algunas de las capas, especialmente mas al Este del llano de La Paciencia i en los cerritos llamados «de sal» contienen mucha sal, que eflorece en costras delgadas, i en una parte forma una capa superficial de un metro de grueso de una sal trasparente i cristalina cuyo clivaje dan cubos de 6-8 pulgadas de diámetro.

Entre las capas de arcillas rojas se encuentran intercaladas capas de areniscas de un metro o dos de espesor; otras veces contienen las capas de arcilla granos de arena i a veces piedrecitas, tamaño de nuez de la misma composicion de las piedras incluidas en los conglomerados.

Esto, unido al perfecto paralelismo entre las arcillas rojas, por una parte, i los conglomerados i areniscas rojas, por otra, hace natural considerar las dos formaciones solamente como subdivisiones de una misma formacion jeológica.

Repito que los conglomerados i areniscas descansan encima de las arcillas, lo que se ve en los perfiles que acompaño, i que no ocupan un nivel inferior, como presume el señor Bertrand en su viaje.

Lo mismo sucede en el mineral de Corocoro, de Bolivia, donde tambien los conglomerados descansan sobre las arcillas rojas con estratificacion concordante.

Encima del cerro de Purilaste, en el camino de Atacama a Calama, aparecen restos de una capa mas o ménos horizontal de tofo traquítico, que no puede haber llegado allá sino como lluvia de cenizas.

Mas al Este de una línea, que con direccion Sureste pasa por Aiquina, Tuina, San Bartolo, desaparecen las areniscas i arcillas por completo debajo de las traquitas, que en adelante son las únicas, rocas que he encontrado en las cabeceras de la hoyada de Calama. No dudo que forman todas las cumbres que al lado Este cierran las hoyadas de Calama i Atacama.

Todos estos parecen por su forma i por las rocas de su base volcanes apagados. Señales de actividad da, segun me dicen, el volcan de Camar, que a veces espide humo, i que a principios del siglo ha tenido una erupcion.

El Putana despide constantemente humo.

Otros restos de la antigua actividad volcánica existen en las

aguas calientes, que se encuentran en varias partes de la alta cordillera. Visité las de Puripica, cuyas aguas sin sabor i olor tienen la temperatura mas o ménos de la sangre, i que se aprovechan por los habitantes de Atacama como baños medicinales. Salen en el fondo de una quebrada entre rocas traquíticas.

En las cabeceras del Rio Salado, al pié de los cerros de Tatio, se encuentran varias vertientes repartidas sobre una línea de una legua de largo con direccion Noroeste, mas o ménos.

Visité los de mas al Sur, donde en el fondo de una quebrada traquítica brotan varias vertientes en que se han edificado pequeños conos de arcilla de 4 a 6 metros de altura. Todos despiden vapor especialmente por la mañana. Algunos estaban en fuerte ebullicion; ignoro si esto se debe a vapores de agua o a ácido carbónico o hidrójeno sulfurado (sulhídrico) puesto que no pude acercarme a ellas por lo pantanoso del terreno. Otra vertiente me dió una temperatura de 55° , i una pequeña laguna, donde se juntaban las aguas de varias fuentes, daba 42° .

La cantidad de agua que salia de la lagunita formaba un chorro mui pequeño, i a juzgar por el sabor debe contener mui pocas sales. Se embotelló agua para ensayar.

Las vertientes de mas al Norte no las visité; segun el señor San Roman, forman pequeños geysers, cuyas aguas saltan hasta la altura de un par de metros, i que dejan un residuo blanco (¿de cal o de sílice?), que forman tazas o embudos de un par de metros de diámetro, con sus fondos i paredes cubiertos por la cal o sílice, en forma de coliflor. Se recojió muestras, tanto de las aguas, como de los precipitados para ensayarlos.

El agua que sale de estas vertientes, es mas abundante que la de las vertientes de mas al Sur. Se junta luego con un riachuelo de agua dulce que viene de unas vegas mas al Sur; ámbas forman el rio Salado, que mas abajo recibe el afluente del rio Dulce de Caspana, ántes de mirarse con el Loa en Chiu-Chiu.

Supongo que las aguas minerales de los geysers son las que han dado el oríjen a las grandes capas de carbonato de cal en los alrededores de Chiu-Chiu i Calama, así como son ellas las que hoi mismo echan a perder el agua del Loa.

Las rocas traquíticas que ocupan todo el terreno al Este de la línea indicada, se componen ademas de las mencionadas de oríjen indudablemente volcánico, tambien de grandes capas de tofos i areniscas traquíticas depositadas debajo de las aguas del mar, (?) como ya he tenido ocasion de mencionar.

De Tatio a Atacama.—En todo el trayecto de las aguas calientes de Tatio hasta Machuca no se ve mas que rocas traquíticas, por lo ménos cerca del camino.

Sin embargo, se divisa de léjos en las faldas i cumbres de los ce-

rrros de Tatio, es decir, al Este del camino, un panizo bayo que, a juzgar por los numerosos fragmentos encontrados al pié de los cerros, se compone de una roca baya felsítica, que en anteriores informes he mencionado como mui comun, formando el corazon de los cerros traquíticos.

Una legua o dos al Sur de la última vertiente caliente, pasamos por pequeños conos de pocos metros de altura i diámetro, cubiertos de lajas de carbonato de cal, de media a una pulgada de espesor. Evidentemente habian sido edificados por antiguas vertientes calientes que depositaban la cal en capas del grueso mencionado.

Talvez sea esta la roca calcárea que el señor Bertrand vió en el Tatio; es por lo ménos la única que yo he visto.

Antes de llegar a Machuca atravesamos el rio Putana, que nace entre el volcan del mismo nombre al lado Sur i el cerro de Vizcachillas al Norte.

El Putana se reúne mas al Oeste con el rio de Machuca, que nace en las faldas del cerro del mismo nombre. Unidos forman el rio Grande, que pasa por el establecimiento de San Bartolo; i despues de haber recibido del lado derecho el rio Salado que nace en la falda Norte del Tuina (lindero Pablo Torres) pasa por el pueblo de Atacama, donde la mayor parte de sus aguas se consumen en el riego.

Delineé el curso del rio Machuca i del rio Grande hasta San Bartolo. El Machuca corre en una quebrada estrecha i pedregosa, donde apenas puede pasar un animal cargado. El camino pasa a veces en media falda entre los miles de pircas que los indios hacen para arrancar a la naturaleza un poco de terreno. Actualmente no encontré habitanes en ninguna parte entre Machuca i Rio Grande.

Las faldas del Machuca se componen de traquita, a veces formando un conglomerado grueso. En la union del Machuca i del Putana se encuentra la formacion de las arcillas rojas, que forman la parte inferior de las faldas, siendo cubierto por una gruesa capa traquítica que forma un plan mui parejo, algo inclinado i que considero depositado debajo de las aguas del mar (?).

La traquita llega a veces hasta el fondo de la quebrada de Rio Grande, ocultando por completo las arcillas rojas. En estas partes la quebrada se estrecha de tal manera, que queda inaccesible; i el camino de las casas de Rio Grande hasta San Bartolo pasa en gran parte a media falda sobre la capa traquítica.

Existen en una parte en media falda grandes aglomeraciones de piedras traquíticas, que no sé si pertenecerán a alguna antigua moraina o a un antiguo nivel de la quebrada.

Las arcillas rojas se ven continuar en las barrancas del rio Putana, que en union con el Machuca tiene direccion mas o ménos Nor-este.

En el informe del año pasado he mencionado ya que las arcillas

rojas se estienden desde San Bartolo a Atacama. En mi último viaje he podido convencerme de que los llamados cerros de sal, que se estienden varias leguas dentro del salar de Atacama, se componen de la misma formacion i que ademas aparece en varias partes al pié de Bordo, junto con las areniscas rojas, como veremos mas tarde.

De Atacama a Socaire.—Al Este del salar de Atacama se eleva paulatinamente un gran plano inclinado hasta el pié de los cerros volcánicos, es decir, hasta mas de 1.200 metros sobre el salar.

En los primeros 100 o 150 metros sobre el salar se compone el suelo de terreno moderno, acarreado por las lluvias. En otras partes es de arena.

Un poco al Oeste de Toconao i hácia el Sur del mismo, segun el aneroide, que estaba mui poco exacto, mas o ménos 150 metros sobre el salar, aparecen bancos de un conglomerado poco coherente, conteniendo piedras redondeadas del tamaño de una mano a una cabeza i de composicion traquítica. Indican, evidentemente, el nivel de una antigua laguna.

Corresponden estos bancos a los conglomerados i tofos traquíticos, que el año pasado hemos visto media legua al Noroeste de Atacama; ocupa tambien mas o ménos el mismo nivel que una capa blanca de tofo endurecido, que vimos en Peine i tambien en el camino entre Tilomonte i Tilopozo; en fin, los cerros de sal tienen mas o ménos la misma altura sobre el salar. A causa del mal estado de mi aneroide no pude comparar con exactitud estas alturas.

En alturas mayores de 150 metros está formado el gran plan inclinado de capas traquíticas de mas firmeza, en la que las aguas corrientes han cortado angostas i profundas quebradas, cañones. De éstas me aseguran que las siguientes tienen agua constante: un par de leguas al Norte de Toconao, la de Sapos; sigue despues la de Toconao i mas al Sur las de Potor, Aguas Blancas, Soncor, Camar, Socaire, Peine i Tilomonte.

En Toconao se presenta la capa traquítica como una arenisca bastante sólida; en Camar se ven conglomerados traquíticos alternando con areniscas del mismo material. Mas al Sur se divisan desde léjos, en la falda Oeste del cerro de Tumisa numerosas i hondas quebradas, que en sus barrancas dejan ver una gruesa serie de capas estratificadas, que suben con fuerte inclinacion hasta mas de media falda del cerro. En la falda Sur del mismo cerro, un poco al Oeste de Socaire, donde aparecen las mismas capas, he tenido ocasion de conocerlas mas de cerca i convencerme de que se componen de conglomerados i areniscas traquíticas. Las mismas forman probablemente tambien la base del pueblo de Socaire que, segun mi aneroide (repito que no es exacto), está a 1.200 metros sobre el salar.

Es probable que estas capas se hayan depositado debajo de las

aguas del mar, que en la época de las erupciones traquíticas, ha llegado hasta aquí como veremos mas tarde (?)

En media falda del gran plan inclinado se eleva un cordon de cerros porfídicos relativamente bajos en comparacion con las altas cumbres volcánicas al Este. Se componen en su mayor parte de pórfidos felpásticos, sin cuarzos i anfíbolos, de varios colores, a menudo color de carne con los cristales de felpato blancos amarillentos.

Solamente un poco al Norte de Camar i al Sur de Peine he visto un pórfido cuarcífero.

El cordon principia un poco al Norte de Sancor i se estiende hasta Camar, formando los cerros de Compe, Mular i Condorhuasi. En Camar se interrumpe para aparecer de nuevo mas al Sur en los cerros de Kas, Algarrobillo i Lauquir i llegan hasta Tilomonte. En este último punto demuestran estratificaciones, que no he reconocido.

Estos pórfidos contienen vetas de galena i carbonato de plomo arjentífero. Han sido trabajados en Lanquir en minas que han sido visitadas por el jefe de nuestra Comision.

Entre Sancor i Camar me dijeron, que se hallan muchas guias con galenas, que han sido ensayadas en Caracoles, pero cuyas leyes se ignoran.

El Bordo.—Uno de los puntos mas interesantes en la parte del desierto, de que estamos tratando, tanto para la topografía como para la jeología, es el llamado Bordo.

Así se llama la barranca que al lado Oeste limita el salar de Atacama en casi toda su estension, i cuya cresta forma el divortium aquarum entre la hoyada de Atacama, que está inmediata a su pié, i la de Caracoles, que tiene su salida por Antofagasta a 40 leguas de distancia.

Segun el señor Bertrand, se eleva 700 metros sobre el salar; segun mi aneroides (en cuya exactitud sin embargo repito que no se puede confiar) a 1.200 metros.

El viajero que viene de Caracoles, subiendo lentamente el gran llano o plan inclinado con escasa vista al Este, se encuentra de improviso en la parte mas alta del Bordo, teniendo a su vista un panorama grandioso i admirable: a sus piés, por lo ménos 700 metros mas abajo, el inmenso salar de Atacama, al lado Este limitado por las altas i pintorescas cumbres volcánicas de la Cordillera de Los Andes, distantes mas de 10 leguas. El panorama recuerda vivamente al Alto de La Paz, en el Norte de Bolivia.

Ya el año pasado, al llegar del Sur a Tilopozo, me llamó vivamente la atencion El Bordo: 1) por su perfil, escepcionalmente horizontal i parejo; 2) por la panizada baya, que se divisaba en la parte superior de la barranca, surcada de numerosos zanjones i quebradillas

como solamente se ven enterreno suelto por la ausencia de grandes promontorios i sobresalientes; i en fin 4) por tener el aspecto de una verdadera barranca de cascajo con la notabilidad de tener una altura de no ménos de 700 metros.

No tuve ocasion entónces de pasar por El Bordo. Lo que ahora he visto, sobrepaja cuanto esperaba.

Encontré aquí por primera vez en tanta altura capas terciarias (¿o cuaternarias?), que no dejan duda de su oríjen marino.

Ciertamente que en varias partes habia encontrado ya capas traquíticas cuyo oríjen marino habia sospechado. Pero en algunos de estos casos faltaba todavía un exámen microscópico para probar su oríjen acuoso, en otros se podria objetar que las aguas en que se habian depositado estas capas, hubieran sido de lagunas. Faltaba una prueba evidente, decisiva, de la existencia de capas terciarias o cuaternarias marinas en tanta altura.

Esta prueba la tenemos en El Bordo.

Allá se encuentra en la parte mas alta, en el mismo *divortium aquarum* entre las hoyadas mencionadas, una formacion de cascajo, que no tendrá ménos de 50 a 100 metros de espesor.

Se compone en su mayor parte de piedras redondeadas del tamaño de un puño hasta de una cabeza mezcladas con un poco de arena arcillosa de mui poca consistencia. Las piedras son de pórfido felspático rojo, pórfido cuarcífero, diorita, almendrilla i roca calcárea, todas rocas que se encuentran en El Quimal i sus alrededores.

Su estratificacion, que en algunas partes es poco pronunciada, se ve en otras partes casi horizontal.

Desde el camino de Atacama a Caracoles se estiende hácia el Sur Suroeste a lo largo del Bordo por lo ménos 6-8 leguas i probablemente mas. En la mayor parte de este trecho ocupa la parte mas alta de la barranca formando el *divortium aquarum*, esceptuando un trecho al Este i Noreste del Quimal, donde lomas bajas de pórfido felspático oscuro, de diorita i de areniscas rojas sobresalen sobre el cascajo.

Al lado Norte del camino forma todavía la parte mas alta de la barranca por un par de leguas, hasta el cerro de Purilaste, que hácia el Norte continúa como un cordon sobresaliente de varias leguas de estension hasta el *divortium aquarum*, entre las hoyadas de Atacama i de Calama.

La formacion de cascajo no se encuentra solamente en las alturas. En el gran plan inclinado, que desde El Bordo se estiende al Oeste, es probable que exista, pero su existencia no se puede probar por falta de barrancas.

Al Este del Bordo ocupa bastante estension en media falda Este del cerro de Purilaste.

Tambien se encuentra en el camino de Atacama a Caracoles mas abajo de la antigua posada (al Este del Bordo).

La posicion del cascajo hace imposible que se haya formado en una antigua laguna. No puede haber duda de que es de origen marino.

Veremos ahora que este cascajo no puede ser mas antiguo que el período terciario. Ya su poca consistencia, la horizontalidad de sus capas i el hecho de descansar con estratificacion discordante encima de las areniscas rojas, que probablemente pertenecen a la última parte del período secundario, indica esto. Fósiles no he encontrado.

Pero hai otra prueba positiva i es el hecho de existir capas de tofos traquíticos intercalados entre las capas de cascajo o talvez, lo que no he podido ver bien, componiendo la base de toda la formacion.

Mientras que entre las piedras redondeadas del cascajo no he visto ninguno de composicion traquítica, encontré en una quebrada honda que baja del Bordo al salar de Atacama, al Sur del agua de La Escalera, una capa de tofo traquítico, que si no está debajo de toda la formacion del cascajo, por lo ménos está bien cerca de su base.

Capas parecidas de tofo traquítico he visto tambien debajo de las poderosas formaciones de cascajo, que acabo de mencionar en media falda del Bordo en el camino de San Pedro de Atacama a Caracoles i en media falda del cerro de Purilaste en el camino de Calama. Este tofo no puede haber venido sino como lluvia de ceniza de los volcanes al Este de la hoyada de Atacama, puesto que al lado Oeste no se encuentra ningun cerro traquítico.

La existencia del tofo traquítico debajo del cascajo prueba, que las erupciones traquíticas ya habian principiado, ántes que la mar se retirara de esta altura, o, lo que es lo mismo, que la época, en que se depositaba el cascajo, ha sido la misma de las erupciones traquíticas.

Como esta época jeneralmente se considera como terciaria o cuaternaria resulta, que el cascajo tambien debe ser terciario o cuaternario.

La existencia del cascajo marino con tofo traquítico intercalado, lo eleva casi a certidumbre, lo que ya ántes habia opinado, que las capas traquíticas, que cubren las llanuras entre Aiquina i Tatio en las alturas de San Bartolo i Rio Grande el plan inclinado al Este del salar de Atacama, i ademas tantas otras llanuras mas al Sur, como por ejemplo al Oeste de la primera cordillera entre Punta del Viento e Indio Muerto, que todas o una gran parte de estas capas, que están al mismo nivel o mas bajo que El Bordo, se han depositado debajo de las aguas de la mar.

Resulta ademas que durante las erupciones traquíticas la mar ha llenado la hoyada de Atacama por lo ménos hasta la altura del Bordo i que ha llegado hasta el pié de los volcanes, que al principio de la actividad volcánica han formado una serie de islas o un cordón muy bajo.

Parece natural suponer una relacion causal entre la actividad volcánica i la vecindad del mar i tambien entre la conclusion de la misma actividad i el retiro de las aguas.

Un hecho interesante, a lo que especialmente llamo la atencion es el de haber conservado su horizontalidad las capas del cascajo durante el solevantamiento.

Otro hecho indudable es que el salar de Atacama debe una parte de sus sales a los contenidos en las aguas, que despues del solevantamiento quedaron separadas de la mar i se evaporizaron, sin perjuicio de que las arcillas rojas han contribuido poderosamente, como contribuyen hoi mismo, al aumento de las sales del salar.

¿O tendrá acaso la sal, contenida en las arcillas rojas, su oríjen en esta misma agua salada, que la ha cubierto?

Ademas del cascajo marino nos presenta el perfil del Bordo otras formaciones jeológicas de mucho interes. Tenemos aquí los conglomerados i areniscas rojas por una parte i las arcillas rojas por otra en inmediato contacto; el perfil demuestra con evidencia que los primeros, es decir, los conglomerados i areniscas descansan encima de las arcillas, es un hecho que hasta ahora no ha sido reconocido.

En un informe anterior he omitido la opinion, de que las areniscas i las arcillas no son mas que subdivisiones de una misma formacion jeológica, perteneciendo ámbas a una misma época, la secundaria.

Me permitiré volver otra vez a esta cuestion, creyendo poder dilucidarla mejor ahora, fundándome en estudios posteriores.

Las arcillas rojas ocupan con respecto a las areniscas el mismo lugar que la formacion calcárea secundaria; las dos formaciones sirven de base a las areniscas rojas. Por su posicion jeológica debian o, por lo ménos, pudieran las dos formaciones, la de las arcillas i la calcárea, pertenecer a la misma época o al mismo horizonte jeológico.

Pero ¿cómo se armoniza esto con su distinto carácter petrográfico?

Creo que esto se explica mui fácilmente.

Las arcillas rojas se encuentran con preferencia en las grandes hoyadas al Este de la primera cordillera.

La formacion calcárea con preferencia al Oeste de la misma.

Las hoyadas de la alta cordillera existieron ya en parte ántes de depositarse las arcillas rojas, esto está probado por la composicion de las arcillas rojas que contienen fragmentos de las mismas sierras que hoi mismo encierran i forman estas hoyadas.

De esta manera se comprende la existencia de sal i de yeso en las arcillas i la ausencia de cal i restos orgánicos, puesto que interrumpida una o varias veces la comunicacion entre las hoyadas i el mar, resultaria fácilmente la concentracion de las aguas i la formacion de disoluciones saturadas, que darian precipitados de sal i yeso i que se-

rian completamente inadecuadas para la existencia de toda vida orgánica i, por consiguiente, para la formacion de capas calcáreas i para la reduccion de los peróxidos de fierro, que probablemente contribuyen a dar su color a las arcillas.

Al Oeste de la cordillera se depositaron los sedimentos al contrario en las aguas de una mar abierta donde no habia dificultad para la existencia de organismos i, por consiguiente, para la formacion de capas calcáreas i pizarras bituminosas.

Teniendo presente esto i haciendo abstraccion de la cal, de la sal, de sustancias bituminosas i del color, circunstancias cuya ausencia o presencia queda esplicada ya, desaparece la diferencia en el carácter petrográfico de las dos formaciones.

Fundado en las anteriores consideraciones me atrevo a emitir la opinion de que la formacion de las arcillas rojas en las hoyadas de la alta cordillera (San Bartolo, Corocoro, etc.) forma el equivalente jeológico de la formacion calcárea secundaria al Oeste de la cordillera.

Los conglomerados i areniscas rojas, junto con las arcillas, forman la base i faldas del Bordo, segun parece en toda su estension i sirven de base al cascajo marino. Sus estratas caen con manteo fuerte hácia el Este, es decir, hácia el salar, esceptuando pequeños dobleces secundarios, como se ve en los perfiles, que acompaño.

Un poco al Norte del salar, al frente del llano de La Paciencia, se eleva el cerro Purilaste, siempre de la misma composicion, mas alto que el cascajo, i formando al lado Oeste una barranca fuertemente inclinada, que con sus colores oscuros forma contraste con el cascajo bayo que se halla amontonado a su pié i que hace la impresion de una playa, donde recien las olas hubiesen lanzado el cascajo contra la barranca.

Mas al Sur, frente al salar, alcanzan solamente en mui pocas partes las areniscas hasta arriba del Bordo. Es evidente que aquí la erosion ha sido mui grande, probablemente debido a las aguas de la antigua laguna. Anteriormente es probable que el cordon del cerro de Purilaste se haya prolongado al Sur por una gran parte del Bordo, formando la playa de la antigua mar.

La erosion ha sido todavía mas grande mas al Este, donde en los cerros de sal i su prolongacion hasta San Bartolo las arcillas rojas han quedado completamente en descubierto, habiendo desaparecido toda la formacion de conglomerados i areniscas rojas, una formacion que tendrá unos centenares de metros de espesor.

Al Este de los cerros de sal se estiende el gran salar con una superficie de talvez 100 leguas cuadradas; aquí ni de las arcillas hai el menor vestijio.

Los productos de esta inmensa erosion no pueden estar sino en el fondo del salar que, por consiguiente, en época anterior, ha sido mucho mas hondo.

Estamos aquí delante de una cuestión, que tiene íntima relación con la manera, cómo se ha formado el actual relieve de la cordillera.

Es evidente que después de depositarse la formación jurásica i la de los conglomerados i areniscas rojas la costra terrestre ha sufrido grandes convulsiones, que han dado su actual forma a la cordillera, restituyendo i engrandeciendo las antiguas hoyadas i levantando los varios cordones paralelos de la cordillera.

Para probar esto no hai mas que echar una ojeada sobre la actual distribución de las diferentes formaciones estratificadas.

Primeramente vemos en la hoyada de Atacama, es decir, al Este de la primera cordillera, las arcillas, conglomerados i areniscas rojas con fuerte inclinación i varios dobleces elevarse desde el fondo de la hoyada hasta la cumbre del Bordo.

Es imposible que se hayan depositado en esta posición.

Tenemos aquí un testimonio indudable de que el eje de la cordillera al Oeste del Bordo, es decir, los cerros de Limon Verde, Quimal i la continuación hácia el Sur de los cerros de Caracoles, ha sido levantado, dando a las areniscas rojas su posición actual.

Pero hai otras consideraciones, que nos llevan al mismo resultado.

Los conglomerados i areniscas rojas que encima del Bordo llegan a la altura de 4.000' (cerro de Purilaste) aparecen también en la falda Oeste de la cordillera en distintas partes i alturas, llegando hasta el mismo mar, un poco al Sur de Antofagasta.

Es evidente que aquí tenemos que hacer con los restos de una formación que anteriormente ha sido una capa continua, no interrumpida.

Ahora ¿debemos acaso suponer que los conglomerados i areniscas de Antofagasta se hayan depositado en una parte de la mar, 4.000 metros mas profundo que aquella en donde se depositaron los conglomerados i areniscas del cerro de Purilaste?

Esto estaria en completa contradicción con lo que sabemos de los depósitos, que actualmente se forman en distintas profundidades. Los conglomerados son exclusivamente formación de las playas de poca profundidad; no bajan nunca ni siquiera a 1.000 metros, ni mucho menos a 4.000.

Por consiguiente, tenemos aquí otra prueba de que el eje de la cordillera ha sido solevado.

Además de los conglomerados i areniscas rojas, tenemos desde la altura, por lo menos 10.000 piés sobre el mar, en Caracoles hasta la orilla del mar, en Esmeralda, restos de una formación jurásica, compuesta principalmente de capas calcáreas, de margas i de pizarras. También esta formación conserva su carácter mineralógico en todas sus alturas. Por consiguiente, las mismas consideraciones que hemos aplicado a los conglomerados i areniscas rojas pueden también aplicarse a

esta formacion, solamente con la diferencia de que la formacion jurásica, por su composicion mineralógica, no es de playa sino de alta mar.

Pero la formacion jurásica nos proporciona ademas otro hecho, que corrobora perfectamente los resultados a que nos ha llevado la invariabilidad en la composicion petrográfica, i es la invariabilidad de la vida orgánica.

Tenemos amonites a la altura de 10.000 piés i los tenemos tambien a la orilla del mar.

Las investigaciones sobre la vida orgánica en las profundidades de la mar, nos han hecho conocer, que cada especie i hasta cada familia de animales está limitada a cierta profundidad i que seria imposible para ellos sufrir la enorme variacion de presion, que corresponde a una columna de agua de 10.000 piés de altura.

Todo esto nos prueba que la formacion jurásica i la formacion aun mas moderna de los conglomerados i areniscas rojas han sufrido un solevantamiento de por lo ménos 4.000 metros.

Este solevantamiento ha sido mayor en la parte, que corresponde al eje del cordon de la cordillera de que estamos tratando, es decir, la primera cordillera debe su relieve o su oríjen a este solevantamiento.

La inmensa estension de esta cordillera, de Sur a Norte, indica la enorme estension en que han obrado los fuerzas ...

En direccion Oeste-Este ha sido mucho mas limitada la estension del solevantamiento, que paulatinamente ha disminuido en intensidad hácia el Oeste, formando de esta manera el gran plan inclinado del desierto de Atacama.

El eje del solevantamiento o las cumbres de la primera cordillera se componen en su mayor parte de rocas eruptivas, principalmente pórfido cuarcífero de varios colores, que pasa a granitita oscura, granito i diorita (pegmatita)—i pórfido oscuro felspático.

Estas rocas, al contrario de lo que se podia creer, no son rocas mas modernas, inyectadas que por su erupcion han causado el solevantamiento. Son mas antiguas que las areniscas rojas, lo que resulta con evidencia de los numerosos fragmentos que se encuentran en las areniscas rojas.

Parece que estas rocas eruptivas antiguas no han hecho mas papel que servir de punto de apoyo para las fuerzas solevantadoras.

Las numerosas rocas eruptivas mas modernas que las areniscas rojas, que se encuentran entre la primera cordillera i la mar, parece que mas bien han sido acompañantes i talvez producidas por el solevantamiento, i no causantes.

Las formaciones estratificadas, tanto la jurásica como la de las areniscas rojas, se encuentran jeneralmente plegadas en grandes dobleces, cuyos ejes tienen rumbo jeneralmente Sur-Norte con inclinacion de los ejes ya al Sur, ya al Norte.

Estos dobleces prueban, que el solevantamiento ha sido acompañado de fuerte compresion lateral.

La existencia de varias cordilleras paralelas de las que solamente he mencionado la primera, es talvez debido a esa compresion lateral, pudiendo considerarse las distintas cordilleras como grandes dobleces de la costra terrestre, dobleces de primer orden i los pliegues o dobleces de las formaciones estratificadas como de segundo orden.

Estos grandes cambios en el relieve de la costra terrestre parece que hubieran tenido lugar, en su mayor parte, debajo del mar o si hayan podido levantar la cordillera a alguna altura sobre el mar, ha sido solamente para que se hundiera otra vez, puesto que cerca de sus cumbres, en El Bordo, tenemos el cascajo marino terciario ya mencionado.

En otros informes he indicado, que hai motivos para creer que el primer solevantamiento haya sido seguido por un hundimiento, puesto que en innumerables partes, por ejemplo, en Copiapó, existen quebradas profundas en el terreno jurásico i de conglomerados, quebradas evidentemente cavadas por aguas corrientes, por consiguiente, encima de la mar i despues rellenados con depósitos marinos.

Miéntras que el primer solevantamiento ha sido acompañado de fuertes compresiones laterales, que han producido los dobleces mencionados, parece que el segundo solevantamiento, que ha levantado la cordillera a su actual nivel, ha obrado únicamente en sentido vertical, puesto que el cascajo terciario, cuyos restos se encuentran desde El Bordo hasta la mar, no demuestra ningun doblez.

La inclinacion, que tiene el cascajo terciario hácia el Oeste, pudiera ser debido o a un solevantamiento mas fuerte en el eje de la cordillera, o lo que es mas probable, solamente a la inclinacion jeneral del fondo, sobre el cual se depositó.

La aguada de La Escalera.—La aguada mas cercana al Bordo es la de La Escalera. Por ser yo el único miembro de la Comision, que la haya visitado, le dedicaré algunas líneas.

Está situado en media falda del Bordo unos 500 metros sobre el salar de Atacama, en una quebrada honda, que nace en la falda Nordeste de Quimal.

Distá unas 2 o 3 leguas al Sur de la llamada «posada» en el camino entre Atacama i Caracoles. De la posada conducía ántes un camino al agua dando vuelta al lado debajo del Bordo; este camino está ahora en su mayor parte destruido por las lluvias.

Entraba por la primera quebrada grande, al Sur de la posada, que por mas seña demuestra al frente, en la union de dos quebradas, una faja blanquizca, compuesta de arcilla roja, atravesada por numerosas guias de yeso en todas direcciones.

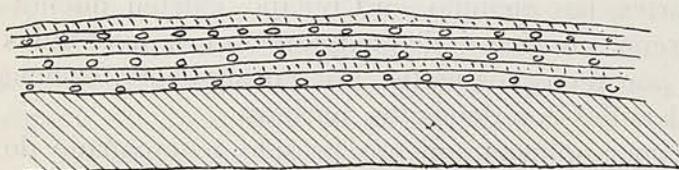
El agua está una legua mas adentro en el fondo de la estrecha quebrada, rodeada de un breadal, de unos 20 a 30 metros de esten-

sion. Encontré allí tres pozos aterrados, solamente uno de ellos con un poco de agua. Anteriormente, cuando estaban limpios los pozos, me dicen que el agua ha sido abundante. Lo llevaban a la antigua posada.

El agua brota un poco mas abajo del contacto entre las arcillas rojas i los conglomerados i areniscas rojas.

(De la aguada sube un camino hasta El Bordo, camino sumamente parado i difícil, usado solamente por los leñadores i guanagueros).

En una quebrada lateral, que desde la aguada se aparta hácia el Norte, se ve la línea de este contacto en una estension de unos 100 metros, i se ve ademas que las arcillas rojas no guardan perfecto paralelismo con las areniscas i conglomerados sobrepuestos, así como lo demuestra el cróquis que acompaño.



*Areniscas y conglomerados
Arcillas con yeso.*

Sin embargo, no parece mas que las irregularidades, que se ven muchas veces en los estratos formados al nivel del mar.

Mas arriba de la aguada, se encuentran intercalados entre los conglomerados i areniscas rojas bancos de un conglomerado bayo compuesto de fragmentos de felsita baya. En éstos se encuentran numerosas guiecitas de carbonato de cal blanco.

Como unos 6 u 8 kilómetros al Sur de la quebrada de La Escalera, en unos cerritos bajos, que se elevan encima del Bordo, hai capas calcáreas intercaladas entre las areniscas rojas, algunas bastante puras, otros pasando a areniscas calcáreas. Estaban mui cristalinas i no pude ver sino señales de fósiles.

Perfil Atacama; Sierra Gorda.—De este perfil ya he mencionado la hoyada de Atacama i El Bordo.

Mas al Oeste atraviesa el camino el gran llano, que se estiende al lado Norte del Quimal, hasta la sierra del Agua Dulce.

Mas o ménos a la mitad del camino se divide en la distancia de media legua al Norte una pequeña loma estratificada, cuyas capas se dirijen mas o ménos de Este a Oeste, con manteo al Sur. No me acerqué a ella.

Lo mismo tengo que decir del cerro de Quimal, que queda al Sur del camino. Sin embargo, por las muestras que trajo el ingeniero Muñoz el año pasado, por los fragmentos que cubren el llano i por el color i aspecto jeneral del cerro, puedo decir que la cumbre mas alta,

la del Este, se compone de una roca feldspato-anfibólica, probablemente sienítica, i la del Oeste de una roca eruptiva oscura, compacta o grano fino.

De la falda Norte trajo el señor Muñoz muestras, que con un ligero exámen parecían calcáreas; mirando el cerro desde el camino, no he podido determinar si verdaderamente hai estratificación o nó.

El lado sur del cerro he pasado en la distancia de una legua. Las mismas rocas eruptivas, que he mencionado al lado Norte, parecen tambien ocupar toda la falda Sur sin ninguna señal de formación estratificada alguna.

Desde Quimal sigue hácia el Oeste un cordón algo mas bajo que en su mayor parte está compuesto de pórfido cuarcífero oscuro.

Este cordón está separado del cordón del Agua Dulce por una llanura angosta que se extiende algunas leguas de Norte a Sur, uniendo la hoya al Sur de Quimal con la llanura al Norte del mismo.

El cordón del Agua Dulce se compone en su parte superior de un poderoso banco bajo suavemente inclinado hácia el Sur. No lo he podido estudiar de cerca, pero lo supongo pórfido cuarcífero. Descansa sobre un pórfido oscuro, con uno que otro cristal de feldspato i anfíbulas. Este pórfido es medio arcilloso i tiene un aspecto descompuesto.

Al pié Oeste del cerro i en este pórfido brotan varias vertientes de agua dulce, i en el llano se han tomado capas con agua dulce en numerosos piques de 40 a 50 metros de profundidad. De aquí se lleva en carretas agua a Caracoles, distante unas 5 leguas de camino.

Como una o dos leguas al Sur de los piques de agua dulce he cruzado este cordón hasta el lado Este. El cordón continúa de aquí hácia el Sur, compuesto de un pórfido feldspático sin cuarzo de color carne, muy parecido al pórfido, que forma las lomas bajas entre Socaine i Peine i que contienen vetas de galena.

El cordón del Agua Dulce termina unas leguas mas al Sur en el llano al Sur de Quimal.

Al Oeste de los piques de agua dulce i separados de ellos por un llano se elevan lomas bajas, compuestas de pórfido feldspático oscuro, con i sin anfíbola.

Al Oeste de estas lomas principia la formación calcárea de Caracoles.

Caracoles.—La formación estratificada secundaria de Caracoles es una formación ondulada. Las estratas tienen un rumbo jeneral de Sural Norte, pero con muchas variaciones, ya al Oeste, ya al Este. El manto cambia muchas veces.

La formación se extiende del Oeste al Este unas 2 leguas.

Es, sin duda, la continuación de la formación estratificada secundaria, que hemos reconocido con pequeñas interrupciones por toda la

falda Oeste de la primera cordillera, desde El Resguardo en el río Jorquera al Sur.

Al Norte de Caracoles revienta en varias partes al pié del Limon Verde, tanto al lado Este como al Oeste i continúa al Norte del Loa.

En Caracoles está atravesado por felsita baya, pórfido felspático, ya con anfíbola, ya sin anfíbola i en una parte, al Sur de la Placila, también por diorita.

Durante mi corta permanencia en Caracoles he creído poder dividir la formación secundaria respecto a su composición petrográfica i también su importancia minera en dos partes separadas una de la otra por un banco de alabastro de 20 a 30 metros de espesor. Me ha parecido, que todas las minas de alguna importancia i profundidad están debajo de este banco.

Inmediatamente después viene el panizo cenizo, es decir, pizarras o arcillas endurecidas de color cenizo, al sol a veces rojo o amarillo. Está al sol deshecho i atravesado por venas de yeso i contiene concreciones calcáreas, conteniendo amonites i otros fósiles.

Debajo del panizo cenizo sigue por lo ménos en La Deseada i en muchas otras partes el panizo negro, es decir, pizarras negras, a veces muy bituminosas; otras veces, por ejemplo, en La Pueblina de La Isla, gradualmente perdiendo su bitúmen i tomando un color ceniciento. Al sol pierde el panizo negro su color, quedando colorado. Contiene, lo mismo que el panizo, cenizo concreciones calcáreas con fósiles.

El panizo negro es el panizo estratificado más profundo conocido en Caracoles. En algunas minas se ha profundizado sobre este panizo 150 a 200 metros de profundidad; en algunos casos sin alcanzar pasarlo; en otros encontrando pórfido. En la superficie no he visto tampoco otras rocas debajo del panizo negro que pórfidos.

Esto no prueba, sin embargo, de ninguna manera que en las minas no se pudiera encontrar otro panizo estratificado debajo de los pórfidos. Al contrario, en muchos casos, por lo ménos es el pórfido más moderno que la formación estratificada, la que el pórfido atraviesa en diques de más o ménos espesor i de inclinación. Es claro que estos diques de pórfidos deben tener panizo estratificado tanto por debajo como por encima.

El mismo cerro alto de la Deseada o de Carrasco no es más que un inmenso dique de pórfido felspático i anfibólico.

Del pórfido, que el pique de la Deseada ha atravesado en un espesor de más de 400 metros, no se sabe todavía si también es un dique más moderno que el panizo negro o si es más antiguo, formando la verdadera base de toda la formación estratificada. Este pórfido no contiene anfíbola como el de la superficie; también se diferencia de aquél por contener mucho bitúmen, que la da un color oscuro, i a veces se encuentra en venas de una pulgada de grueso, conteniendo una

sustancia negra lustrosa parecida a la antracita. En los planes había desaparecido este color.

Debajo del banco de alabastro existen tambien capas delgadas calcáreas intercaladas entre las capas del panizo negro i cenizo.

Encima del alabastro es mucho mas calcárea la formacion, viéndose a veces en quebrada de San Juan bancos mui gruesos i bastante puros de carbonato de cal, pero no he visto en ellos ninguna mina.

En jeneral, se puede decir que las capas calcáreas en Caracoles no hacen papel como pintadores.

Al Suroeste del grupo de La Isla existe una serie de estratas, que segun parece están encima del banco de alabastro. Se componen de capas delgadas de arcillas o margas, a menudo de color bayo, llenos de impresiones de fósiles, i alternando con otras capas delgadas, que a un lijero exámen se parecen a felsita con estructura de fluxion.

Mi permanencia en Caracoles era demasiado corta i la corrida del banco de alabastro demasiado irregular, para que pueda afirmar con toda seguridad, que todas las minas, por ejemplo las de La Isla, verdaderamente estén debajo del alabastro. Futuros investigadores decidirán esto.

Sin embargo me aseguran, que ninguna mina ha encontrado el alabastro en sus labores.

No me ha alcanzado tampoco el tiempo para estudiar las vetas i el interior de las minas. Solo me limitaré a comunicar algunas observaciones, que me han comunicado los mineros.

La riqueza fenomenal de La Deseada i de La Flor ha sido en metales cálidos, es decir, cloruros i cloro-bromuros. La mayor parte, es decir, un millon doscientos mil marcos, ha salido de un espacio de 50 metros horizontales i 20 metros verticales en metales, cuya lei comun era 120 marcos.

La veta, que al sol con rumbo variable estaba encajonada en el panizo cenizo, se componia de dos o tres poderosos cuerpos, que impregnaban el panizo intermediario con metal, formando una anchura, que llegaba hasta 12 o 14 metros. El criadero era en su mayor parte la roca misma con un poco de carbonato de cal.

La veta tenia su mayor anchura al sol, e iba rápidamente angostando, hasta que en la hondura de poco mas de 20 metros se estrechaba en forma de cuña, quedando casi en un pelo.

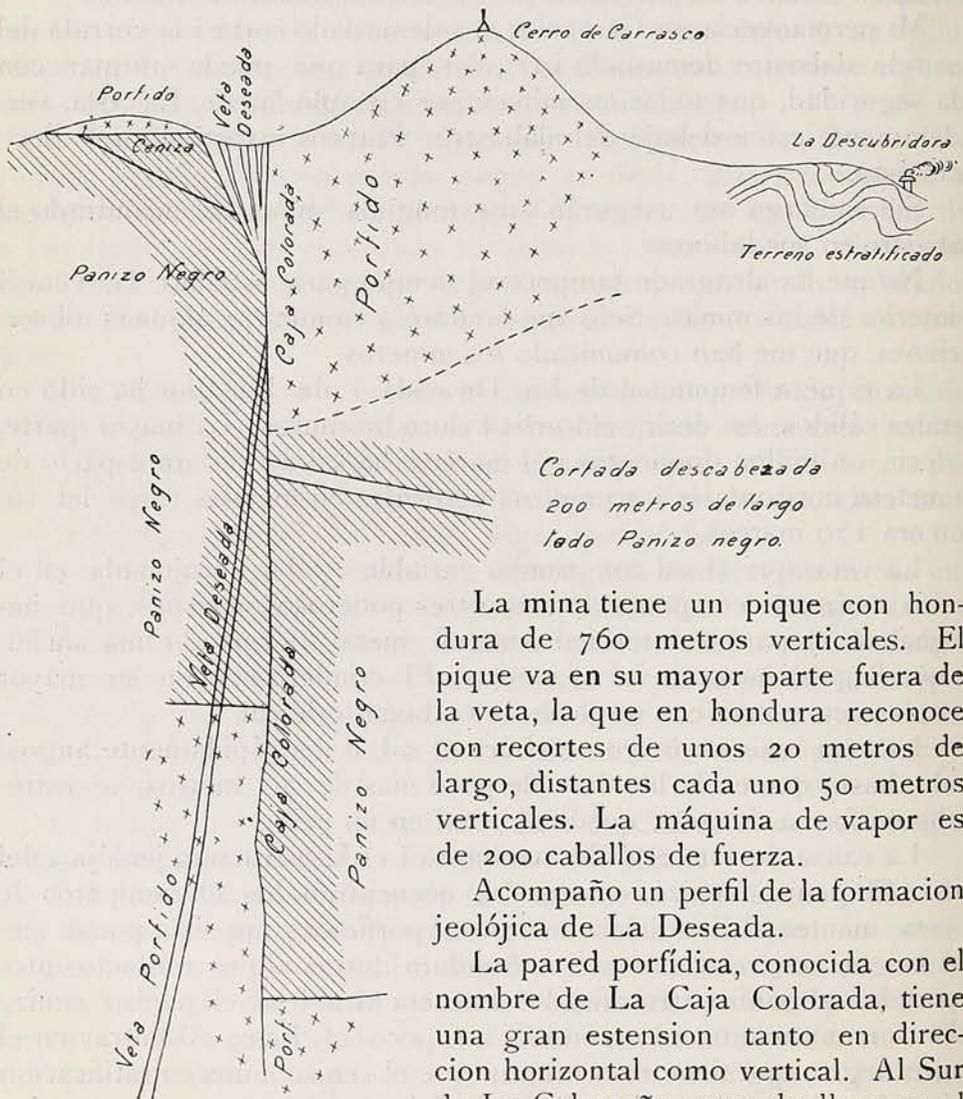
La causa de esto está de manifiesto i es la estructura jeológica del cerro. El panizo cenizo, en que se encuentran los afloramientos de la veta, mantea al Este hácia una pared porfídica, que dista pocos metros i sigue casi verticalmente en hondura, formando el contacto entre el pórfido i el panizo estratificado. La veta atraviesa el panizo cenizo oblicuamente, manteando tambien un poco al Este. Al entrar en el panizo negro, que tiene mas firmeza que el cenizo, i una estratificacion mui pronunciada, ya no tiene fuerza suficiente la veta para romper las

estratas i es llevada por ellas rápidamente hácia la pared porfídica. Al chocar contra ella, no he tenido fuerza tampoco para romperla i he tenido que seguirla para abajo casi en un pelo.

Al mismo tiempo que se angosta la veta, se brocea.

El empalme entre la veta i la pared porfídica se inclina hácia el Sur, de lo que resulta que el beneficio tambien profundiza en la misma direccion. Así se esplica, que la mina Calameña ha tenido beneficio en la hondura de mas de 100 metros.

La veta se separó mas abajo de la pared porfídica, entrando de lleno en el panizo negro con un manteo insignificante al Oeste. Dió aquí un pequeño clavo de metal frio, es decir, galena con rosicler, pero se broceó luego para no volver a pintar mas.



La mina tiene un pique con hondura de 760 metros verticales. El pique va en su mayor parte fuera de la veta, la que en hondura reconoce con recortes de unos 20 metros de largo, distantes cada uno 50 metros verticales. La máquina de vapor es de 200 caballos de fuerza.

Acompaño un perfil de la formacion jeológica de La Deseada.

La pared porfídica, conocida con el nombre de La Caja Colorada, tiene una gran estension tanto en direccion horizontal como vertical. Al Sur de La Calameña entra de lleno en el

pórfido, formando éste sus dos cajas. La considero como una grieta producida por una gran dislocacion del terreno. Talvez un estudio del mineral bajo este punto de vista echaria alguna luz sobre la composicion del terreno en hondura.

El panizo negro es en todas las minas de Caracoles un panizo frio, es decir, que las vetas en la parte que lo atraviesan, dan solamente metales frios. Esto es probablemente debido a las sustancias bituminosas, que impiden la oxidacion.

Me dicen que en la mina Pueblina, de La Isla, se encuentra debajo del panizo negro un panizo amarillento con metales cálidos.

Como sustancias favorables para la riqueza de las vetas me han indicado dos: 1) Cruceros; 2) Contacto entre pórfido i panizo estratificado; es decir, que cuando una veta pasa de un panizo a otro, aunque sea en ángulo recto, puede tener beneficio en los dos panizos, pero nunca léjos del contacto.

Varias de las minas mas hondas han tomado agua en planes, en parte agua dulce.

La mayor parte de las minas han sido mui superficiales.

Hai vetas de varios sistemas. Las mas comunes tienen criadero de carbonato de cal, sulfato de barita i detritus de la roca; hai de estas vetas de varios rumbos.

En la corrida Garmendia, que corre mas o ménos al Noroeste, vienen varias vetas de atraveso con criadero de fierro, manganeso i cuarzo; algunas de ellas han tenido buen beneficio al sol, pero no mui léjos del cruzamiento con la corrida principal. En estas vetas de fierro se encuentran pepitas de oro.

He visitado solamente al 1.º i 2.º Caracoles, así que no sé si la formacion estratificada existe en el 3.º i 4.º Caracoles. En estos últimos grupos me dicen, que abundan vetas de baja lei, 10 a 12 marcos.

Cerro del Centinela.—Un par de leguas al Sur de La Isla se eleva el cerro del Centinela, cerro que no tanto por su altura, 450 metros encima de la placilla de La Isla, como por su posicion aislada, domina todos los alrededores i presenta un magnífico punto para la triangulacion.

Subí a la cumbre, que se compone de diorita. Al Sur se divide una llanura o plan inclinado de muchas leguas de estension, que al lado Oeste está limitado por cerros bajos, en los que están las minas del 3.º i 4.º Caracoles. Subí hácia el Este hasta la prolongacion de los cerros de Caracoles.

Al pié Noreste del Centinela i dando vista a las minas de San Juan, distantes media legua, i a La Isla, distante una i media legua, se divide desde léjos ya una gruesa faja blanca, casi horizontal. Se compone ésta de varias capas, algunas de grano fino, consistencia medio porosa, color blanco con uno que otro cristal o talvez fragmento de felspató amarillento mui parecidos al manto cantera de Los Bordos,

Copiapó. Otras capas tienen grano más grueso con cristales de anfíbola embutidos en una masa blanca granuda; éstos se parecen bastante a la roca del cerro del Cinchado, Copiapó. Otras se componen distintamente de pequeños fragmentos blancos de nieve i de un aspecto poroso, algo parecidos a piedra pómez. En fin, otras se componen de un conglomerado compuesto en su mayor parte de fragmentos redondeados, tamaño de cabeza i de mano, de un pórfido colorado rojo, parecido al que forma la base del manto cantera de Los Bordos. Este conglomerado está cerca de la base del cerro. El llano, que se extiende hacia el Norte, está cubierto de fragmentos del mismo pórfido, fragmentos que por ser angulosos parecen indicar, que no se derivan del conglomerado sino de un macizo de pórfido más abajo.

Estas capas descansan encima de la formación secundaria de Caracoles, i ocupan, por consiguiente, el mismo lugar que las capas parecidas de Los Bordos, que están encima de la formación secundaria de Chañarcillo.

Encima de estas capas i formando la cumbre del cerro, se divisa una panizada oscura, que probablemente es la misma, que he cruzado un poco más al Sur, donde se encuentra el mismo pórfido rojo mencionado ya.

La faja blanca tiene un espesor, que talvez no baja de 100 metros, i se divisa desde la Sierra Gorda, es decir, de más de 10 leguas de distancia.

La manera en que las capas blancas vienen alternando con conglomerados i areniscas, su estructura misma que a veces deja ver fragmentos, i al fin su posición casi horizontal, no dejan duda de que esas capas son de origen sedimentario. Resulta que el manto cantera de Los Bordos i las capas del cerro Sinchado, que se parecen mucho a las de La Centinela, también deben ser sedimentarias, lo que hasta ahora me había resistido a creer.

Minas de sal.—De La Isla me fuí unas 3 o 4 leguas hacia el Oeste por el camino carretero, que conduce a Pampa Alta, con el fin de ver unas minas de sal.

Las primeras dos leguas eran de un llano, en que no se veía más que aluviones. Entra después el camino en una quebrada baja, cortada en lomas bajas, en cuyas paredes alternan varias veces diorita con pórfido felspático oscuro, en bancos de fuerte inclinación. Estas rocas parecen continuar hasta cerca de las minas de sal.

La sal se encuentra en venas del grosor de una pulgada hasta de un pie, que atraviesan en todas direcciones bancos porfídicos de varios colores. Los que contienen la sal son generalmente de color amarillento, medio descompuestos i húmedos; contienen cristales de feldspato i anfíbola i se parecen mucho a algunos de los bancos recién mencionados al pie Noreste del Centinela.

El origen de la sal es evidentemente el agua salada, que en varios pozos se ha tomado 2 o 3 metros debajo del nivel de la quebrada. De allí han penetrado los bancos porfídicos por la fuerza de capilaridad i ha cristalizado en las grietas.

Los escarpes de donde se saca la sal están ya en la misma barranca porfídica de la quebrada, ya a poca distancia, una cuadra cuando mas i mui pocos metros sobre el nivel de la quebrada.

La sal se usa en el establecimiento de amalgamacion de La Isla. Apesar de su aparente pureza, puesto que es blanca i fibrosa, deja al disolverse bastante residuo, por cuyo motivo la sal de Atacama es preferida.

De mas interes jeológico que la sal son los bancos porfídicos en que se encuentra.

Estos se presentan a primera vista como una poderosa formacion estratificada, con rumbo Sur-sureste-Nor-noroeste i manteo al Este. Varían mucho en su grano i color i talvez en su composicion. Hai capas de grano fino casi parecidas a areniscas i con un clivaje mui pronunciado, debido a pequeñas ojedades, repartidas en planos paralelos; hai bancos gruesos con cristales de feldspato i anfíbola; hai una que otra capa de conglomerado porfídico; hai capas oscuras cenicientas i amarillentas; estas últimas teñidas de óxido de fierro i conteniendo de preferencia la sal.

No puedo entrar en descripcion mas detallada de estas rocas por no tener a la mano la coleccion de muestras traídas i que habia creído poder revisar ántes de escribir mi informe.

No presté tampoco en el lugar mismo mucha atencion a la diferencia entre las varias capas, puesto que consideré todo el conjunto como una sola erupcion de pórfidos, que durante su enfriamiento se habia dividido en bancos de la misma composicion mineralógica, pero de distintas cualidades físicas, como ser algunos de grano grueso, otros de grano fino, algunos compactos i firmes, otros medio porosos i permeables, calidades, que mas tarde pudieran dar lugar a que los agentes atmosféricos obrasen de distinta manera i fuerza, aumentando la diferencia primitiva.

Siempre me ha sido difícil creer en pórfidos metamórficos, es decir, que los cristales de feldspato i anfíbola hayan debido su origen al metamorfismo de rocas estratificadas. Siempre he visto que los pórfidos llamados metamórficos o han sido verdaderos pórfidos eruptivos, muchas veces hasta sin division en bancos, i a los que sin motivo ninguno se ha dado este nombre; o han sido tofos o conglomerados i areniscas sedimentarias, formados de fragmentos de pórfidos preexistentes, i cuyo metamorfismo ha consistido únicamente en que se han endurecido, debido a reacciones químicas, que no han dado origen a ninguna cristalización microscópica.

De esta manera consideré los pórfidos estratificados de que estamos tratando como eruptivos.

El día siguiente conocí la faja blanca al pié Noreste del Centinela, de cuyo oríjen sedimentario no puede haber duda, i encontré que algunas de sus capas tuvieron una semejanza mui grande con las de las minas de sal.

Confieso que mi incredulidad sobre el oríjen de pórfidos por metamorfismo de rocas sedimentarias, ha sufrido un golpe mui grande, despues de haber conocido estos dos puntos. Creo que si en alguna parte existen pórfidos metamórficos en el sentido espresado deben ser los pórfidos estratificados de estas minas de sal.

Por su manteo pudieran ser la continuacion de la faja blanca al pié del Centinela.

Siguiendo nuestro perfil hácia el Oeste de Caracoles se encuentran los grupos de Bellavista i Blanca Torre, que pertenecen al 1.º Caracoles. Aquí se encuentra la misma formacion secundaria mencionada ya en La Deseada, atravesada por felsitas bayas i pórfidos felspáticos oscuros.

Mas al Oeste continúan talvez 1 legua, lomas bajas, compuestas de pórfido oscuro i sin mina alguna.

Despues sigue un llano de terreno de acarreo con suave i constante inclinacion hácia Sierra Gorda. Este llano tiene de Oeste a Este un ancho de 4 a 6 leguas i de Norte a Sur 2 o 3 veces mas.

Sierra Gorda.—Sierra Gorda es una sierra aislada, rodeada de pampas.

La Sierra principal se estiende de Sur a Norte talvez una legua, i de Oeste a Este otro tanto.

Se compone en su mayor parte de una roca felspética-anfibólica, mui parecida a la roca de las minas de Chancoquin, cerca de Copiapó. En un informe anterior he caracterizado el felpato de este último punto, uno labrador i la roca por consiguiente como labradorita. Si de un exámen detenido el felpato resultase ser otra clase, seria la roca una sienita.

Ocupa esta roca la parte Norte i Oeste de la sierra. Aquí se encuentran las vetas de La Beatriz i de Rosario, dos de las minas principales, que segun me dicen han producido metales por mas de un millon de pesos cada una, siendo sin embargo relativamente poco la utilidad líquida.

En la mina Restauradora, que está al pié Este de la sierra i que en riqueza no cede a los demas, se ve al sol i al lado Norte de la veta, el pórfido de Altamira, melafyra. Al lado Sur de la veta no deja ver

el terreno encapado la roca firme; en los desmontes se ve una roca descompuesta, medio caolinizada, que parece ser de grano mas fino i distinta de la mencionada roca anfibólica-felspática.

Estas tres minas son las principales del mineral. Las tres tienen vetas del mismo rumbo Este 20 a 40 Norte, i con manteo al Norte, i metales de la misma clase. Estos son principalmente carbonatos i sulfatos de plomo con algo de galena i una lei de plata de 20 a 60 marcos en criadero de cuarzo. Existen ademas masas de varios colores, azules, colorados i amarillos, cuya composicion química no ha sido ensayada. Se encuentra tambien azufre nativo mezclado con los metales anteriores, dando leyes hasta de 200 marcos.

Las leyes han desmejorado en hondura, lo que ha motivado que el laboreo de planes no haya sido seguido con mucha actividad i las minas tienen poca hondura.

La mina Restauradora ha dado en agua, mui salada, que precipita una sal que parece ser sulfato de soda. Se encuentran tambien en la misma mina guías de una sal vidriosa i trasparente, que al aire pierde su transparencia, probablemente el mismo sulfato de soda.

De todas estas minas he traído abundantes muestras de minerales i rocas para el estudio.

Al pié Norte del cerro, en la boca de la quebrada de La Rosario se ve un panizo de pórfido o de arenisca, de color oscuro i de aparente estratificación, de Sur a Norte. Por su grano se parece a la roca caolinizada de La Restauradora, por cuya mina, segun su rumbo, debia pasar.

En la parte Sur del cerro hai pórfido felspático oscuro i ninguna mina.

Pocos kilómetros al Noroeste de La Rosario i en un lomaje bajo en el llano están los rebosaderos de cobre Etna i Santiago, en una roca anfibólica-felspática, con el felspato de color bayo i distinto de la de Sierra Gorda; no las he visitado, pero me han regalado de la Etna una muestra de rosicler de cobre cristalino con gruesos dientes de cobre nativo i costras de yoduro de plata (¿yoduro de cobre?).

Como una legua al Noroeste de la Sierra Gorda, i de La Placilla como a dos i media leguas distante, hai otras lomas de la misma composicion felspato-anfibólica que la Sierra Gorda. Aquí está el mineral de Santa María con un par de vetas de plata, poco trabajadas i medio abandonadas, del mismo rumbo i criadero que las de Sierra Gorda. Una de ellas tiene ademas sulfato de barita, lo que no he visto en aquel mineral. En una de ellas sale oro a la vista, en metales que me dicen no bajan de 7 a 16 onzas.

Unos 6 kilómetros al Suroeste de La Placilla en unas lomas bajas, que están separadas de La Sierra Gorda, se encuentra el gran rebosadero de cobre Bella Esperanza.

Forma una loma que se eleva unos 30 a 50 metros sobre el llano.

De Sur a Norte se estiende unas pocas cuadras i de Este a Oeste como una cuadra. La roca es diorita. En un ancho de 60 a 80 metros está impregnado ésta de rosicler de cobre cristalino, de metal acerado i de metal de color.

El metal se encuentra en mantos, que tienen rumbo i manteo en todas direcciones. Estos mantos no son jeneralmente mas que rajaduras del cerro, en las que se encuentra repartido el metal en manchas o planchas de pocas pulgadas de grueso i sin criadero alguno. Me dijeron que la parte metalífera del cerro está encerrada entre dos cajas, distantes una de la otra unos 70 metros.

El cerro está lleno de catas de pocos metros de profundidad, que se han llevado sin ningun orden, solamente siguiendo la mancha de metal. Se ha seguido un pique vertical de 20 metros de hondura—la labor mas honda de la mina—i me aseguran que se ha cortado mantos hasta el plan del pique.

La mina se trabaja con poca actividad i principalmente por pirquineros. Tiene una máquina a vapor para mover una chancadora Blake, que poco se usa.

No tiene maquinaria para lavar i moler los metales. Para un establecimiento se podria tomar agua con pozos de 30 a 40 metros de hondura, al lado del ferrocarril, que pasa a pocas cuadras al Este de la mina.

Pocas cuadras al Sur de La Bella Esperanza i separada de ésta por un cerro diorítico hai otra mina de cobre llamada «El Rebosadero Aconcagua».

Está mui poco reconocida. Un par de peones sacan metal de color con lei de 18%.

En las hendiduras del metal se ve a menudo yoduro de plata (¿o de cobre?); sin embargo, el comun del metal no da mas que 6 marcos por cajon.

Al Oeste de las lomas de Bella-Vista i Monte Cristo principia la inmensa llanura que se estiende hasta la cordillera de la costa. Solamente pequeñas lomas se elevan aisladas a modo de islas en el mar.

ESPLICACION DE ALGUNOS PERFILES GEOLOGICOS

CAPITULO PRIMERO

Perfil del rio Copiapó

Este perfil sigue el rio Copiapó hasta Juntas; de allá el rio Jorquera hasta La Guardia; i de allá el rio Turbio hasta el portezuelo de Pircas Negras en la línea divisoria con la República Argentina.

Encontramos aquí primero en el cerro de Chancoquin al Norte i el Rosario al Sur de la ciudad, la gran faja diorítica i labradorítica, el principal panizo de cobre en Chile.

Tanto en esta faja como en otras parecidas, mas al Este, se encuentran distintas rocas graníticas, dioríticas i labradoríticas, que todas tienen de comun ser rocas eruptivas no porfídicas. Un estudio especial de los feldspatos de las muestras traídas indicará probablemente que la labradorita es panizo de cobre, i, como en Chancoquin, tambien de plata, mientras que el diorita es de oro (Jesus María, Cachiuyo).

Al Este siguen, desde el cerro de Capi hasta Punta de Cobre rocas feldspáticas oscuras, a veces porfídicas, a veces con estructura granuda. Darwin considera una parte como pizarra metamorfoseada, mientras que G. Rose clasifica muestras de Punta Negra como grunstein transformada en serpentina. La mineralojía no ha dicho todavía su última palabra sobre la naturaleza de estas rocas i es probable tambien, que en la faja mencionada habrá que distinguir varias especies petrográficas.

Se encuentra esta roca tanto en las minas de plata como en las de cobre de Ladrillos, i las de cobre de Tierra Amarilla i Punta de Cobre.

Atraviesa la formacion que sigue al Este.

Es ésta la gran formacion calcárea cretáceo-oolítica, que viene desde Chañarcillo i mas allá. Cerca del contacto se hallan las estratas metamorfoseadas en granate i cuarcita. El rumbo es N. 10 E. En Ladrillos mantean con fuerte inclinacion hácia el Oeste, mas al Este están las estratas suavemente onduladas, pasando por Punta de Cobre, Nantoco i Cerrillos, hasta que en Pabellon se hundan con fuerte inclinacion al Este debajo de las formaciones, que siguen.

En Pabellon mismo las atraviesa un pórfido negro que contiene vetas de cobalto i separa la formacion calcárea de los conglomerados i areniscas porfídicas que siguen al Este; pero mas al Sur, en las ruinas del antiguo establecimiento de fundicion del Molle, desaparece el pórfido negro, i los conglomerados i areniscas descansan inmediatamente encima de la formacion calcárea.

Los conglomerados i areniscas están formados en su mayor parte de fragmentos de pórfidos oscuros felspáticos i a veces tambien anfibólicos, sin cuarzo. Sin embargo, las capas inferiores que descansan sobre la formacion calcárea, tienen tambien fragmentos de pórfidos cuarcíferos. Diques i bancos de la misma clase de pórfidos, cuyos fragmentos forman los conglomerados, atraviesan éstas a menudo paralelamente a la estratificacion. Así, por ejemplo, en Los Bordos, donde se acompañan dos diques, uno de pórfido felspático oscuro, otro de color claro con escasos e imperfectos cristales de feldspato i pequeños fragmentos del pórfido oscuro, se llama al manto cantera por haberse sacado piedras de allí para las veredas de Copiapó. Entre los dos diques está la veta de plata de Los Bordos, de que trataremos mas tarde. Encima de los diques siguen areniscas oscuras con arcillas endurecidas i bancos de cal, que a veces se convierten en yeso.

La formacion de los conglomerados i areniscas tiene el mismo rumbo que la formacion calcárea de Chañarcillo i manteo al Este, i puesto que descansa sobre la formacion calcárea es la mas moderna de las dos.

Al Este estrellan las capas de cal i yeso contra el cerro de Buenos Aires, compuesto de un pórfido felspático, color plomo, cuya masa es mui homogénea, casi eurítica i en la cumbre con estructura fluidal.

En la falda i al pié Este del cerro de Buenos Aires viene otra faja diorítica parecida a la de Copiapó. Al lado Este toma el aspecto de gneiss. Darwin lo considera por tal. No tuve tiempo de estudiarla.

Al Este siguen pórfidos felspáticos oscuros atravesados por ramificaciones del diorita compuestos de feldspato i cuarzo. Aquí está el mineral del Altar de Cobre i Altar de Plata.

Al Este de los Loros se encuentran de nuevo los conglomerados

i areniscas con algunas pizarras; tienen la estratificación primero horizontal, después manteniendo al Oeste. Aquí está la famosa mina de plata San Antonio, inmediatamente encima de un dique parecido al de Los Bordos. Pissis lo menciona como traquítico.

Al Este de San Antonio se eleva el cerro de Calqui, mas de 9000 piés sobre el nivel del mar. Está compuesto de conglomerados de pórfidos i de pórfidos oscuros, i está atravesado en la cumbre por un dique de diorita.

Contra la falda Este de Calqui viene a estrellarse una formación estratificada secundaria de inmenso espesor. Tanto su posición como los numerosos fósiles que contiene, no dejan duda de que es la misma formación, que hemos visto mas al Oeste pasar por Ladrillos, Nantoco i Cerrillos, i que en El Molle, con manteo al Este, se hunde debajo de los conglomerados i areniscas para reaparecer de nuevo con manteo al Oeste en Amolanas, Vizcachas i Manflas.

Lo prueba su posición, puesto que ocupa exactamente el lugar, donde debía reaparecer la formación de mas al Oeste.

Lo prueban sus fósiles, que segun Darwin son idénticos.

El carácter petrográfico sí que ha variado mucho. Miétras que en la formación de Nantoco i Chañarcillo predominan las margas i estratas calcáreas, son aquí conglomerados blancos i rojos i areniscas bayas, que hacen el papel mas importante.

Pero no es solamente, comparando la formación de Chañarcillo i Nantoco con la de Manflas i Amolanas, que se nota esta variación en la composición petrográfica. En Manflas mismo cambian las estratas de carácter en muy poca distancia horizontal.

Tomo los siguientes datos de Darwin, que ha dado un perfil jeológico del rio de Copiapó.

En las areniscas cuarzosas aparecen margas negras en capas delgadas; poco a poco aumentan estas capas en espesor i cantidad i quedan al fin completamente preponderantes, solamente acompañadas de unas pocas capas de areniscas.

En las margas se encuentran 3 o 4 capas calcáreas oscuras en que abundan, segun Darwin, los siguientes fósiles:

Pecten Dufrenoyi.

Astarte Darwinii.

Gryfea Darwinii.

Gryfea (de nueva especie).

Perna Americana.

Avícula (nueva especie).

Terebrátula *enigma.*

Plagiostoma i *amonites* en fragmentos.

Encima de esta serie de estratas de areniscas i margas, siguen, siempre segun Darwin, capas de conglomerados de pórfidos rojos, alternando con areniscas rojas en un espesor de 2 a 3000 piés. Contie-

nen miles de troncos de árboles petrificados, pertenecientes a los coníferos.

Mas encima vienen margas negras con *Gryphaea Darwinii* i *Turritella andii*.

Considera Darwin todas estas capas como pertenecientes a una sola formacion, a la que por el carácter de sus fósiles da el nombre de cretáceo oolítica.

He tomado los datos anteriores de Darwin por no permitirme la escasez del tiempo un estudio especial.

Entre Amolanas i el cerro de Vizcachas he visto en esta formacion esquitas bituminosas con un poco de carbon antracítico. Se han escarpado unos pocos metros, pero sin señales de mejorar. Por su posicion jeológica corresponden a las capas carboníferas de La Ternera, de las cuales vamos a tratar mas tarde.

Entre las estratas inferiores se interponen, cerca de las casas de Juntas, bancos de pórfido con almendrillos, dioritas, felsitas i un conglomerado con fragmentos de granito de 1 pié de diámetro. Debajo de éstos se encuentra otra vez en Tres Chañares capas calcáreas con *Turritella andii*.

Esta formacion tiene rumbo Norte 20 Oeste i manteo Oeste.

Debajo de las últimas capas calcáreas sigue pórfido negro, ademas, una roca oscura compacta con fragmentos de arcilla roja; i despues se encuentra la tercera faja diorítica. Lo mismo que la segunda, está tambien ésta al lado Este acompañado de gneiss. El gneiss está compuesto de cuarzo, feldspato i mica i forma capas de 1 a 6 pulgadas de espesor, que alternan con otras que tienen mucha mica, en la cual el feldspato está embutido en granos. Rumbo Norte-Sur, manteo Este.

Al Este del gneiss se ve en las faldas de la quebrada de Jorquera una serie mui gruesa de capas estratificadas i suavemente inclinadas hácia el Oeste. Alternan capas delgadas de arcilla endurecida, con otras de cal negra i jaspe negro, de conglomerados de colores claros i de capas calcáreas blancas i cristalinas.

Los colores oscuros son los preponderantes.

Están atravesadas en su parte mas al Este por un dique diorítico.

Al Este sigue eurita porfídica, baya i colorada, teñida de óxido de fierro i a veces de sales blancas.

Mas al Este se trasforma en una brecha eurítica.

Desde El Resguardo hasta La Guardia se encuentra otra vez una formacion de capas calcáreas i areniscas con pectenés, terebratulas i fragmentos de amonites. Tiene su manteo al Oeste i el rumbo Norte con 45° hasta 60° al Este.

Está dividida en dos por rocas oscuras, compactas, interpuestas mas o ménos paralelamente a la estratificacion.

Por sus fósiles i sus caractéres petrográficos pertenece a la formacion de Amolanas.

Por su situacion sobre una línea mas al Este i por su manteo al Oeste debia pertenecer a otra formacion inferior. Esta anomalía es sin duda debida a las erupciones del diorita i felsita, que están por medio, i que pueden haber producido un hundimiento de la formacion del Resguardo i de La Guardia o si no, por lo ménos, haber destruido u ocultado las capas que debian unir esta formacion con la de Manflas.

Las capas calcáreas de La Guardia descansan sobre areniscas rojas i éstas sobre conglomerados con fragmentos de varias clases, cuya naturaleza habrá que estudiar en las muestras traídas. Las atraviesan diques dioríticos.

Siguen al Este, al pié del Cadillal, felsitas i pórfidos cuarcíferos colorados.

En el terreno bajo, que separa El Cadillal de la Cordillera, se encuentran areniscas i conglomerados con fragmentos de los pórfidos colorados i de diorita i granito. Por su poca consistencia, por su color i su composicion, no se parecen a las areniscas rojas i a los conglomerados de mas al Oeste. Mantean al Este i están cubiertas por capas horizontales de traquitas.

La alta cordillera se compone de pórfido cuarcífero colorado, que a veces pasa a pegmatita.

En la falda i cerca de la cumbre se ven restos de capas de traquita i de rhetinita. De la última se han hecho las pircas negras al pié de la línea, que han dado su nombre a esta parte de la cordillera (la de pircas negras).

CAPITULO II

Perfil de la Quebrada de Paipote

Principia este perfil en la roca negra eruptiva ya mencionada en el perfil de Copiapó. La roca negra ocupa en este perfil todo el lugar que debia ocupar la formacion calcárea, que aquí no existe. Ha sido destruido por las aguas, que aquí han obrado con mas fuerzas que en el rio Copiapó, dejando solamente lomas bajas cubiertas por cascajo terciario.

Continúa esta roca hasta la estacion de Chulo, donde principian los conglomerados i areniscas con rumbo Norte 10-20 Oeste i manteo al Este. Al pié del Cinchado se interrumpen por rocas felspáticas eruptivas, medio descompuestas i de color rojo.

Al Norte de la quebrada de La Barrilla o de Garin se ven pórfidos oscuros felspáticos, alternando con gruesos bancos de brechas.

Vuelven otra vez las areniscas, primero con rumbo al Este i al frente de la estacion del Venado, con una capa inter-estratificada, completamente parecida al manto cantera de San Antonio i de Los Bordos. Luego despues cambia su manteo al Oeste i viene a estrellarse contra el pórfido negro del cerro de Púquios i de Alcotas.

A la entrada de la quebrada de Púquios se ve un trozo de la formacion calcárea de mas de 50 metros de grueso i mucho mas de largo, envuelto en el pórfido i un poco mas al Este otro trozo de unos 10 metros de grueso, los dos manteando al Oeste i con rumbo al Noroeste.

Viene a estrellarse contra la parte Este del pórfido negro una formacion poderosa de areniscas bayas cuarzosas, alternando con capas delgadas de un conglomerado lleno de fragmentos de cuarzo de tamaño de nuez.

Son estas areniscas la continuacion de las de Manflas, i así como aquéllas son las capas de Chañarcillo, que despues de haberse ocultado en El Molle, debajo de los conglomerados i areniscas, vuelven a aparecer en la superficie; de la misma manera son las areniscas de Paipote, las capas de Tres Puntas i del Chimbero, que despues de haberse hundido debajo del Llano de Varas, salen a luz en la quebrada de Paipote, el cerro de Fraga i la falda de La Ternera.

Los trozos calcáreos encerrados en el pórfido negro pertenecen a capas semejantes, que en varias partes descansan con estratificacion concordante, encima de las areniscas, conteniendo fósiles.

Siguiendo la quebrada de Paipote para adentro se atraviesa siempre capas mas inferiores; las areniscas toman poco a poco un grano mas grueso i pasan conglomerados con fragmentos de pórfidos cuarzosos, que a veces tienen capas de la arenisca cuarzosa intercaladas.

El rumbo que mas al Oeste es Noroeste cambia paulatinamente en Noreste.

Tanto las areniscas como los conglomerados están atravesados de un gran número de diques oscuros, jeneralmente con rumbo Este i Noreste: otra semejanza con la formacion de Amolanas i Manflas.

Un poco ántes de llegar a la quebrada de San Andres atraviesan diques euríticos con rumbo Noroeste.

Luego despues cambia el manteo de Oeste a Este, con fuerte inclinacion.

En este doblez de las capas está cavada la quebrada (del carbon), que conduce a la mina de carbon. Está situada ésta como a media legua de la quebrada de Paipote en la falda Norte de La Ternera. Hai varios mantos de carbon acompañados de pizarras. Están intercalados entre conglomerados i areniscas de color bayo, que tienen una inclinacion mui fuerte i pertenecen a la formacion mencionada de la quebrada de Paipote. Tanto el rumbo como el manteo han sufrido fuertes variaciones.

Con socavon i piques se han reconocido algunos mantos hasta la hondura de 30 a 40 metros. El carbon es anthracita de regular calidad, pero demasiado angosto para pagar los gastos de explotacion.

En las pizarras, que acompañan el carbon, hai muchas impresiones de helechos, i en las areniscas, grandes troncos de árboles, transformados en sílice.

Un poco al Este de la quebrada del carbon termina la formacion de las areniscas; inmediatamente encima vienen capas calcáreas de poco espesor, conteniendo turritella, terebratula i otros fósiles.

Encima de éstas siguen areniscas rojas i conglomerados porfídicos, manteando con inclinacion mui fuerte al Noroeste.

Los conglomerados estrellan contra el pórfido de «La Altamira» entre La Puerta i La Vega Redonda. En este lugar reaparecen areniscas bayas con algunas capas calcáreas, formando un arco encerrado i cubierto por el pórfido de La Altamira.

Este pórfido continúa hasta El Dadinal. Aquí aparecen conglomerados oscuros de pórfidos con la estratificacion casi horizontal. Entre El Bolo i El Obispo toman paulatinamente una inclinacion fuerte al Oeste. En El Bolo están atravesados por un gran dique eurítico i en El Obispo por otro de diorita porfídica.

Los conglomerados tienen en El Obispo un color rojizo i están en parte formados por fragmentos de diorita porfídica.

Al Este del Obispo se oculta la roca firme bajo terreno terciario o cuaternario, que forma un gran plan inclinado hasta el pié del Huanaco. Las barrancas de la quebrada están igualmente tapadas por los escombros que caen.

Un poco al Oeste de La Huanaca reaparecen de nuevo los conglomerados i areniscas rojas, suavemente inclinadas al Oeste.

Siguen al Este gruesos diques de diorita porfídica, que suben hasta la cumbre mas alta del cerro de La Huanaca, el cual está formado casi enteramente de esta roca.

La cumbre mas baja, que da vista a la quebrada, tiene encima un capote de areniscas bayas suavemente inclinadas hácia el Sureste; abajo de estas hai conglomerados i areniscas rojas, i al pié del cerro, bancos de pórfido felspático con manchas i capas enteras de pistacia, a veces con un poco de estilbita. Son semejantes a los que hemos visto en la falda Oeste de los cerros de Tres Puntas.

En el cerro alto, que se eleva al Sur de la quebrada, se puede estudiar con mas facilidad los conglomerados i areniscas bayas. Los conglomerados contienen aquí fragmentos de pórfido cuarcífero blanco que pasa a pegmatita, i de piedra calcárea azuleja con conchas imperfectas.

Las areniscas bayas con algunas capas calcáreas bajan al frente de Juntas con fuerte inclinacion al Este hasta el fondo de la quebrada, para subir luego otra vez i no volver a bajar hasta el Peñon, donde

hai capas calcáreas bastante gruesas con numerosas gryfeas i pec-tenes.

Entre Juntas i Peñon se ven solamente las capas inferiores compuestas de cuarcita i areniscas cuarcíferas oscuras, en una parte atravesada por el pórfido de La Altamira i por diorita porfídica.

Al Este del Peñon se ocultan las capas calcáreas debajo de traquitas, que forman la cuesta de Maricunga i los cerros inmediatos la Sur i al Norte.

Al lado Este de la laguna de Maricunga, en el cerro de Los Colorados aparece pórfido cuarcífero colorado, atravesando cuarcitas. Desde la mitad de la falda hasta la cumbre es todo traquita, que tambien forma todos los cerros que he reconocido desde aquí hasta la Laguna Verde.

CAPITULO III

Perfil de la Quebrada de Cerrillos i de Paredones

El perfil de la quebrada de Cerrillos principia con la formacion calcárea, que ya hemos visto en el perfil del rio Copiapó. Siguen despues las mismas fajas de Copiapó, los conglomerados i areniscas rojas, el pórfido eurítico, el diorita, el pórfido atravesado por diques bayos. La cumbre (¿traquítica?) del cerro de Carrizalillo corresponde a las cumbres de Lomas Bayas. Hasta aquí no mas sigue la semejanza. La formacion calcárea de Amolanas no existe con areniscas rojas encima; en su lugar encontramos pórfidos felspáticos oscuros atravesados por numerosos diques de eurita baya.

Mas al Este sigue diorita, que corresponde al diorita de Jorquera, aunque éste no llega hasta aquí sin interrupcion.

La formacion estratificada i las euritas i brechas euríticas, que en el rio Jorquera siguen al Este del diorita, no existen tampoco en el perfil de Cerrillos. Despues del diorita sigue en la falda Oeste de la cuesta del Gato, pórfido negro. En la cumbre del Gato aparece otra vez diorita de poca estension.

En la falda Este del Gato aparecen las areniscas rojas, pero faltan las capas calcáreas de La Guardia.

Entre el diorita de la cumbre i las areniscas se ve en la quebrada de Ponchitos un pórfido oscuro con grandes cristales de anfíbola en una masa azuleja con pocos o ningun cristal de felspato.

Continuando el perfil por la quebrada de Paredones se ven primero los conglomerados i areniscas, que corresponden a las del rio Turbio; siguen despues rocas negras homojéneas, cuya naturaleza todavía no está bien determinada, aunque es probable que sean euríticas i alternan a veces con conglomerados rojos; cerca del portezuelo

aparecen pórfidos cuarcíferos colorados, que a su vez se cubren por traquitas.

CAPÍTULO IV

Perfil de la Quebrada San Miguel

El perfil de esta quebrada principia en la estacion de Garin, con pórfidos feldspáticos oscuros al lado Norte de la quebrada i rocas feldspáticas bayas al lado Sur.

Al Este siguen los conglomerados i areniscas rojas con manto al Este. Entre ellos aparecen algunas capas calcáreas de poco espesor.

Al Este atravesamos la zona de los pórfidos de Buenos Aires, La Plata i Checo, aunque el pórfido es aquí algo distinto i mas bien se parece a ciertos pórfidos en Cabeza de Vaca.

En esta zona está el mineral de Garin Viejo i Garin Nuevo.

Sigue al Este la segunda zona diorítica. Despues viene una zona de euritas coloradas, seguida de otra compuesta de pórfidos feldspáticos oscuros, en bancos, que mantean al Este. Están atravesados por numerosos diques euríticos bayos.

Sigue la tercera zona diorítica, encerrando una faja de conglomerados de pórfidos cuarcíferos oscuros, parecidos a los de la cumbre de La Ternera.

En estos conglomerados me han dicho que está la antigua mina abandonada de oro de San Miguel, que mas abajo ha tenido un injeño para beneficiar los metales.

Al Este del diorita se encuentra una formacion estratificada mui metamorfoseada. Unas capas contienen listas alternantes de carbonato de cal blanco i cristalino con otro mineral; otras capas parecen areniscas i arcillas endurecidas. Se parecen a las capas metamorfoseadas en el cerro de La Encantada. Corresponde a la continuacion de la formacion calcárea de La Guardia.

Al fin, el cerro de San Miguel, que no alcancé a visitar, parece compuesto de pórfido feldspático oscuro.

CAPÍTULO V

Perfil de La Ternera

En este perfil incluyo la quebrada de Púquios, los minerales del Chimbero i Tres Puntas i los cerros que he reconocido mas al Oeste. Como ya he descrito esta parte, no volveré a tratar de ella.

En la entrada de la quebrada de La Ternera continúa todavía el pórfido oscuro de Púquios.

Sigue despues la formacion de areniscas bayas cuarcíferas, que

hemos visto en la quebrada de Paipote, con sus capas calcáreas encima. En una parte están éstas atravesadas por diorita i en el contacto trasformadas en mármol blanco mezclado con arena i fragmentos de cuarzo. El manteo es primero al Oeste i despues al Este.

En El Salto hai una roca felspática azuleja con cristales blancos de feldspato. Sigue una faja angosta de cuarcitas para volver la roca felspática otra vez.

Viene despues una zona de diorita i granito con direccion Este-Oeste.

Mas arriba se ven cuarcitas i margas i en la misma cumbre de La Ternera hai areniscas i conglomerados oscuros con fragmentos de pórfido cuarcífero.

En la falda Este se ven principalmente capas calcáreas mas arriba i areniscas bayas con turritella andia mas abajo.

A media falda atraviesa una roca eruptiva azuleja, algo distinta de la de la falda Oeste; tambien una faja del pórfido de La Altamira, rhombica con almendrillas.

Este, alternando con otros pórfidos oscuros, ocupa el fondo de las quebradas de La Cortadera i de Potrerillos.

Siguiendo la última quebrada para adentro, vuelven a aparecer areniscas bayas con fragmentos de amonites.

Vienen despues algunas capas de conglomerados i areniscas rojas i en seguida capas calcáreas con numerosas terebrátulas i pectenés.

El rumbo de las areniscas bayas es Norte 20°-30° Oeste; el manteo difícil de conocer por lo encapado de los cerros. Las capas calcáreas con terebrátulas están contorcidas en alto grado; luego están verticales, luego manteando al Oeste, luego al Este, cambiando varias veces.

En el contacto con la faja eurítica que sigue, está metamorfoseada la formacion estratificada de la misma manera que en San Miguel.

Subiendo la quebrada de Potrerillos se encuentra despues de la formacion estratificada primera una roca eruptiva compacta de color azul (¿eurita?); despues el pórfido de Altamira con almendrillas de calcedonia, despues diorita i granito hasta muy cerca del portezuelo.

La cumbre del cerro de Potrerillos es pórfido felspático oscuro.

La falda Este se compone de areniscas rojas con manteo al Oeste i atravesados por pórfidos oscuros.

Atravesando el llano de Monarde, hasta la desembocadura de la quebrada del mismo nombre, continúan las areniscas con manteo variable i siempre atravesadas por pórfidos oscuros, entre ellos el de Altamira i rocas felspáticas bayas.

En la falda Este de la quebrada de Monarde se encuentran capas calcáreas con numerosos pectenés i que con manteo al Oeste se hunden debajo de las areniscas rojas. Del cerro alto de Paredones no co-

nozco la falda Oeste. La falda Este se compone de pórfido cuarcífero colorado.

Al Este de la laguna del Negro Francisco se encuentra otra vez pórfido cuarcífero en una cadena de cerros que pasa al Este del Azufre. En la falda Este hai euritas bayas, a veces medio caolinizadas.

Al Este de la quebrada de Astaburuaga se eleva el cerro de Patos, cerro alto cuya altura no bajará de 20.000 piés. Entrando por la quebrada de Las Lajas hai primero fonolita esquitosa con cristales de anfíbola. La estructura en lajas ha dado el nombre a la quebrada.

Mas adentro siguen traquitas, despues una roca felspática, probablemente mas antigua; despues otra vez traquita, ceniza traquítica i perlita mui característica.

Cerca del portezuelo que tiene 15.000 piés sobre el nivel del mar, revientan pórfidos cuarcíferos colorados en un pequeño trecho. Se cubren luego por traquita porfídica con cristales de sanidina i anfíbola, que he visto en la altura de 16.000 piés.

La cumbre de Los Patos es probablemente traquítica.

BIBLIOTECA NACIONAL
BIBLIOTECA AMERICANA
"JOSÉ TORIBIO MEDINA"

ESTENSION HORIZONTAL DE LAS DISTINTAS ROCAS

Como fué observado ya por Pissis, se encuentran los distintos terrenos jeológicos en Chile distribuidos en fajas, mas o ménos paralelas entre sí i tambien con la direccion jeneral de la cordillera de la costa, en fin de todo el pais.

Para dar una idea jeneral de la jeolojía de la parte del desierto, que he recorrido, sin tratar de entrar en todos los detalles, que solamente cansarian i que mejor se ven en el plano jeológico,—mencionaré las principales fajas del terreno i seguiré su estension horizontal. Ya los hemos visto en los perfiles i lo que resta hacer aquí, es identificar los en las distintas partes donde aparecen.

Tomaré por punto de partida el perfil del valle de Copiapó.

La faja masal Oeste aquí es la diorita i labradorita, panizo de cobre, de oro (i de plata en Chancoquin). Al Sur pasa por los minerales de cobre de Rosario, Odres (oro), Jesus María (oro) Ojancos, i Lirios (cobre), se pierde en el llano de la travesía, donde sin embargo revienta en la mina Restauradora.

Hácia el Norte no he tenido ocasion de seguirla con continuidad, así que no puedo decir con seguridad si la serranía diorítica i labradorítica de Cachiyuyo pertenece a esta faja o nó.

En Chañaral de Las Animas están todas las minas de cobre situadas en diorita; por su distancia de la costa puede ser la misma faja de Copiapó.

El diorita de Chañaral pasa al Oeste del Salado.

En la mina Carrizalillo, quebrada Pan de Azúcar, revienta otra vez.

Las rocas dioríticas, labradoríticas i graníticas del cerro número 117 parecen estar mas al Este.

Volviendo al valle de Copiapó tenemos en seguida la roca oscura de composicion todavía no bien determinada. Es tambien eminentemente metalífera, cobriza. Encierra los minerales de Tierra Amarilla, Punta de Cobre i Ladrillos. Cruza la quebrada de Paipote ocu-

pando todo el lugar que debia corresponder a la formacion calcárea. No conozco el terreno al Norte de Paipote, hasta llegar a Tres Puntas. Aquí se encuentra la roca negra en la falda Oeste de los cerros del Medio i de la Juana del Norte, forma el mineral del Inca (oro, cobre i plata) i pasa por la serranía de La Finca, sin vetas. La faja de la misma roca, que pasa por Pueblo Hundido, Cerro Negro i Cerro del Cármen es una ramificacion que hace una curva mas al Oeste.

En todos estos puntos hai rocas negras eruptivas, a veces con cristales de felpato, a veces no. Queda para un estudio mas detenido, químico i microscópico, el decidir si todas estas rocas pertenecen a la misma especie, solamente distintas en el grado de cristalización, o si habrá que distinguir entre varias especies.

La tercera faja en el valle de Copiapó es la formacion calcárea cretáceo-oolítica, que pasa por Punta del Cobre, Nantoco, Cerrillos, Totalillo i Pabellon. Al Sur pasa por el mineral de Chañarcillo, estendiéndose hasta el cerro de La Jaula, donde se pierde debajo de las arenas de la travesía. Al Norte pasa por el cerro de Ladrillos, pero no alcanza a llegar hasta la quebrada de Paipote donde ha desaparecido por la erosion de las aguas i cubierta por cascajo terciario. Aparece otra vez por pequeños trechos al Oeste del cerro de Cachiyuyo, en el camino del Inca. Vuelve a aparecer en Tres Puntas i El Chimbero con un espesor considerable. Mas al Norte desaparece otra vez, en el llano que se estiende hasta la serranía de La Finca de Chañaral.

Hemos visto ya que al Este del portezuelo de La Finca, donde debia pasar la formacion calcárea, se encuentra un cerro compuesto de cuarcitas con manteo al Este i rumbo N. 25° O.

Tanto por su diferencia en rumbo, que en Tres Puntas es Norte con grados al Este, como por su distinto carácter petrográfico, habia considerado estas cuarcitas como pertenecientes a la formacion paleozoica de la costa. Pero despues de haber conocido la poca constancia en el carácter petrográfico, como en Amolanas i Manflas, donde margas i capas calcáreas en poca distancia horizontal se trasforman en cuarcitas i areniscas cuarzosas, que tambien aparecen en La Ternera i el cerro de Fraga, su poca constancia en el rumbo, que en la quebrada de Púquios varía de N. 45 O, a N. 20 E., i ademas, el hecho que la formacion de Tres Puntas no tiene otra continuacion, me inducen a creer que las cuarcitas al Este del Portezuelo de La Finca sean las equivalentes de la formacion cretáceo-oolítica de Tres Puntas i del valle de Copiapó.

Hacia el Norte se pierde de nuevo esta faja en los llanos i debajo del cascajo terciario. Al Norte de la quebrada de Chañaral Alto debia pasar en el llano entre el Caballo Muerto i La Vicuña, o al pié del último. No he visitado estos lugares.

A otra faja de la misma formacion pertenecen los terrenos calcáreos, que he descrito en el primer viaje en Pueblo Hundido, La Flori-

da, Cerro Negro, mineral de Alvarez i el cerro de la Cármen; i a otra faja mas al Oeste todavía los terrenos calcáreos, al Oeste de Las Bombas, del mineral de Esmeralda (que tiene impresiones de amonites) i en algunos puntos de la costa entre Esmeralda i Taltal, al Este del Coloso (Sur de Antofagasta) i al Norte de Paposo.

Al Este de la formacion calcárea tenemos en el rio de Copiapó, entre Pabellon i Potrero Seco, el pórfido negro con vetas de cobalto. Tiene poca estension al Norte i al Sur.

Sigue al Este del pórfido negro la formacion de areniscas rojas i conglomerados compuestos de fragmentos de pórfidos oscuros, jeneralmente sin cuarzo. Son atravesados por bancos eruptivos de la misma clase de pórfidos, que forman los conglomerados, muchas veces paralelos a la estratificacion.

Voi a mencionar primero la parte de mas al Oeste, que con manteo jeneral al Este se estrella contra el cerro de Buenos Aires. Se estiende al Norte limitado al lado Este por los cerros de Buenos Aires, La Plata, Checo, Garin i Alcota. Al lado Oeste está limitada por el pórfido negro de Potrero Seco, i mas al Norte por la formacion calcárea i el terreno terciario, que la cubre. Llega a la quebrada de Paipote, ocupando toda la estension, desde la estacion de Chulo hasta mas allá de la estacion del Venado, esceptuando unos pórfidos bayos al pié del Cinchado i un pórfido felspático oscuro, que pasa por la estacion de Garin. Continúa al Norte de la quebrada de Paipote, en parte cubierto por el cascajo terciario, hasta estrellarse contra el cerro de Cachiyuyo, donde desaparece.

En la parte superior de esta formacion se encuentran las capas de arcilla, yeso i cal de Los Bordos; desaparecen luego al Norte; talvez corresponden a ellas unas capas calcáreas, que pasan al Este de la estacion de Garin.

En la formacion de los conglomerados i areniscas rojas, o mas bien dicho, en bancos porfídicos eruptivos, que los atraviesan, están los minerales de Los Bordos i Pampa Larga.

Como ya he mencionado, estrella la formacion anterior contra los cerros de Buenos Aires, La Plata i Checo. Se componen éstos de eurita porfídicas. Rocas algo parecidas se ven en los cerros de Garin Viejo.

El eurita del Chimbero tiene, mas o ménos, la misma posicion relativa a las demas formaciones jeológicas de los cerros mencionados.

He visto, ademas, eurita porfídica en cerros, que se estienden al Noroeste de la aguada de la Buena Esperanza.

En la falda Noreste de los cerros mencionados de Buenos Aires, La Plata i Checo i paralela a ellos se estiende una faja diorítica i granítica. Sigue sin interrupcion hasta la quebrada de San Miguel i mas al Norte. Talvez sea la misma faja, que he reconocido en la parte Oeste i Norte de La Ternera, a pesar de que aquí tiene rumbo mas o ménos

Este-Oeste, en lugar de la direccion Norte-Sur, que lleva la faja de que estamos tratando.

En esta faja están las minas de cobre i oro de Remolinos.

Se ramifica en el pórfido negro que sigue, i es, por consiguiente, mas moderno.

He seguido el pórfido negro desde Los Loros hasta la quebrada de Cerrillos. La parte Oeste del cerro de Alcota, está formada por un pórfido mui parecido, que lo mismo que en Los Loros, tiene una estratificación aparente. Pasa por el pié Oeste de La Ternera i por la estacion de Púquios.

Entre Los Loros i Amolanas encontramos de nuevo la formacion de areniscas rojas i conglomerados de material de pórfidos oscuros, jeneralmente sin cuarzo, atravesada por pórfidos oscuros. Tiene aquí, en jeneral, manteo al Oeste. Es atravesada a menudo por diques bayos euríticos, a veces con hojas de mica.

Son esos diques a veces mui numerosos i poderosos i es probable, que tengan cierta relacion con los depósitos arjentíferos.

Encierra esta faja los minerales de San Antonio, Lomas Bayas, Cabeza de Vaca, Romero i Zapallar. He seguido la faja hasta la quebrada de San Miguel, siempre con los diques bayos.

Aquí no se han descubierto todavía minas de importancia; parece un campo bastante vírjen para los cateadores.

En los minerales de Garin, Alcota i Púquios desaparece esa faja de los conglomerados i es reemplazada por pórfidos eruptivos. Tambien se encuentran aquí los diques euríticos. En la quebrada de Púquios forma el eurita un macizo, de donde los diques salen atravesando el pórfido oscuro. En ese maciso está la mina de cobre «La Descubridora».

Al Norte de Púquios debía esta faja de conglomerados pasar por el llano de Varas, pero desaparece debajo del llano. Mas al Norte vuelve a aparecer en el Pingo, que está en la mayor parte formado por conglomerados porfídicos con manteo al Oeste.

Al Este de la formacion de conglomerados i areniscas, viene la gran formacion calcárea de Amolanas, Manflas i Vizcachas. Al Norte se estrella contra el cerro de Los Leones i desaparece. Mas al Norte no la he podido encontrar hasta en la falda Oeste de La Ternera, donde se halla representada por areniscas i conglomerados bayos con fragmentos de cuarzo i pórfido cuarcífero. Solamente en la parte superior aparecen algunas capas calcáreas con fósiles secundarios.

En los puntos intermediarios, que he podido visitar, se halla en parte cubierta por la formacion anterior, en parte reemplazada por diorita i granito. Sospecho, sin embargo, que en las cabeceras de la quebrada de Romero de San Miguel exista alguna parte metamorfoseada de esta formacion.

En La Ternera ocupan las areniscas i conglomerados bayos una gran parte de la falda Norte i Noroeste, manteando primero al Oeste i despues al Este i están atravesados, como tambien las capas calcáreas, por diorita, que ha cambiado las calcáreas en mármol.

Tienen primero un rumbo mui cargado al Oeste hasta 60°; atraviesan la quebrada de Paipote, cargándose el rumbo mas al Norte i forman un gran arco al pasar por el cerro de Fraga, con rumbo Nor-este.

Toda la base i falda de este cerro, hasta cerca de la cumbre, está formada por los conglomerados i areniscas bayas con manteo al Oeste. Solamente cerca de la cumbre aparecen capas calcáreas con belemnites, turritella i otros fósiles. En la cumbre hai pórfidos felspáticos.

Los conglomerados i areniscas bayas del cerro de Fraga forman la continuacion de las capas calcáreas de Tres Puntas i Chimbero, que despues de haberse hundido debajo del llano de Varas, salen en el cerro de Fraga con distinta composicion petrográfica, lo mismo que sucede a la formacion de Chañarcillo al salir a luz en Amolanas i Manflas.

No he tenido ocasion para seguir esta formacion mas al Norte, pero en el perfil de la quebrada de Chañaral Alto, presumo que el lugar que le corresponde, es un poco al Oeste de la vega de Chañaral, donde, sin embargo, están ocultas por las areniscas rojas i conglomerados de pórfidos felspáticos oscuros.

Volviendo al rio de Copiapó, tenemos al Este de la formacion calcárea de Manflas una faja diorítica que se estiende por el rio Jorquera, desde Tres Chañares hasta El Quemado.

Esta faja se estrella primero contra la brecha felsítica de Los Leones i aparece despues al otro lado de la Línea de los Chilenos (o la cordillera que se estiende al Oeste del rio Jorquera i su prolongacion el rio Figueroa) en la quebrada de Carrizalillo. Desde aquí forma el pié i falda Oeste de la Línea de los Chilenos hasta el portezuelo de Potrerillos, donde sube hasta la cumbre. Mas al Norte continúa formando las cumbres hasta ser reemplazado por pórfido cuarcífero, no sé si antes o despues de Los Tronquitos del Bolo, punto culminante a las cabeceras Noroeste del rio Figueroa.

La cumbre del Potrerillo está formada por pórfido oscuro felspático; a juzgar desde léjos por el color, sucede lo mismo con las demas cumbres hácia el Sur hasta El Gato, que en su cumbre tiene un terreno diorítico de poca estension. Sigue el pórfido oscuro hácia el Sur formando la cumbre del cerro de Cárdenas. La cumbre del cerro de Los Leones forma una brecha baya porfídica, con eurita baya en la punta mas culminante.

La formacion estratificada, al frente de las casas de Jorquera, está limitada al Este por las sienitas, dioritas, euritas i pórfidos oscuros del cerro de Las Mulas; al Oeste por las felsitas i brechas euríticas del

cerro de Los Leones i su continuacion al Norte. No he visto esta formacion en otra parte.

Las euritas i brechas euríticas, entre las casas de Jorquera i El Resguardo, forman la prolongacion de la zona eurítica del cerro de Los Leones. Otra ramificacion de la misma zona se estiende hácia la quebrada de Carrizalillo.

La formacion calcárea, entre El Resguardo i La Guardia, deben pasar al Este del cerro de Las Mulas. Al Norte se estrellan contra los pórfidos oscuros de la cumbre de la Línea de los Chilenos. Aparece otra vez al Oeste de esta cordillera en la quebrada de San Miguel; está aquí al Este del diorita i mui metamorfoseada, cerca del contacto (véase la descripcion del perfil de San Miguel). Mas al Norte pasa al pié del cerro de Potrerillos; está aquí al Oeste de la faja diorítica i separada de ésta por euritas azules, que en el contacto han metamorfoseado las capas calcáreas. Luego despues de pasar la quebrada de Potrerillos se esconde debajo del terreno terciario i no vuelve a aparecer al Sur de la quebrada de Paipote. Al Norte tambien va oculta no sé hasta donde, puesto que no conozco esta parte. Presumo que es la misma faja calcárea, que pasa al Este de los nacimientos del Cajoncito, al pié Oeste de Valientes i al Este de La Vicuña, i despues, hácia el Norte por toda la falda de la Cordillera de los Chilenos, probablemente hasta Caracoles.

Volviendo a la quebrada de Potrerillos, toma aquí el terreno secundario una anchura extraordinaria; i cubierta por algunas areniscas rojas i atravesado por pórfidos oscuros, ocupa todo el bajo entre el pié de Potrerillos i La Ternera, con cuya formacion calcárea se une. Se compone, en su mayor parte, de areniscas bayas i margas de poca consistencia, no mui halagadoras para los cateadores. Entre las margas hai capas calcáreas, casi en su totalidad compuestas de gryfeas, de varios metros de grueso. En las areniscas bayas he encontrado turrítella andia i fragmentos de amonites; al pié de Potrerillos innumerables terebrátulas inca i pectenés. No dudo que el número de especies fósiles aquí es mucho mayor de los pocos, que en algunas partes yo he podido encontrar en una lijera pasada.

Esta faja calcárea entre el pié Oeste de Potrerillos i hasta la falda Oeste de La Ternera, falta en el perfil de Copiapó. Es la que debia unir la formacion calcárea de Manflas con la del Resguardo i que en el rio Jorquera está reemplazada por el diorita, eurita i la formacion estratificada oscura de Jorquera.

Las capas calcáreas, que ocupan el bajo entre Potrerillos i La Ternera, no aparecen en la quebrada de Paipote. Están cubiertas por la formacion de las areniscas rojas o interrumpidas por pórfidos oscuros felspáticos i diorita porfídica.

Las capas calcáreas, que en el perfil de Paipote hemos visto en la Vega Redonda corresponden, a capas, que pasan al pié Este de La

Tenera. Las he seguido al Norte, en parte interrumpidas por diorita porfídica i por el pórfido de Altamira, hasta cerca de la quebrada de San Andres.

Todas estas capas entre Potrerillos i La Tenera tienen rumbo Norte con 20-30 Oeste i manteo variable.

La formacion de conglomerados i areniscas rojas, que en el perfil del rio de Copiapó hemos visto en La Guardia i el rio Turbio, pasa al Norte ocupando los dos lados del rio Figueroa i del llano de Monarde hasta El Paton i Tronquitos del Bolo. El rumbo es, mas o ménos, paralelo a la quebrada. Con manteo al Oeste estrellan contra los eruptivos de la Línea de los Chilenos. Al Oeste de esta cordillera aparecen algunas capas entre la quebrada de Potrerillos i la de Paipote.

Al Norte de esta quebrada se estienden, desde Juntas al Este, hasta La Huanaca al Oeste. Mas al Oeste están cubiertas del terreno terciario o cuaternario. Aparecen otra vez, como hemos visto en El Obispo, con manteo al Oeste i siguen de allá hasta la Puerta de Paipote, interrumpidos por dioritas porfídicas i el pórfido de La Altamira. Un poco al Oeste de La Puerta descansan sobre capas calcáreas con turritella andü. No conozco el terreno comprendido entre la quebrada de Paipote i la de Chañaral Alto; pero por lo que he podido divisar desde léjos, ocupan aquí los conglomerados i areniscas, atravesados por eruptivos, una gran estension. Al Oeste de Valiente descansan sobre la formacion calcárea i pasan por el cerro de Vicuña. Mas al Norte se pierden en los llanos, pero se ven en las barrancas de las quebradas, así en el rio Salado i las quebradas de Carrizo, Juncal i Chaco, siempre al Oeste de la formacion calcárea.

Intercaladas entre las areniscas rojas del rio Figueroa aparecen, entre Pasto Largo y la Puerta de Higuerita, capas calcáreas de poco espesor, que, a veces no alcanzan a 20 metros, pero aumentan su espesor hácia el Norte. Mantean como las areniscas rojas al Oeste. Cruzan de un lado a otro del rio Figueroa, pero le acompañan constantemente hasta la quebrada de Monarde. En Las Cuevas se hallan numerosos pectenés de una especie mui grande i al Sur de La Higuerita numerosas conchas mal conservadas.

Al Norte de Monarde aparecen otra vez en el cerro del Paton, con manteo al Sureste. Hai aquí una formacion mui gruesa de cuarcitas i areniscas bayas con algunas capas calcáreas. Contienen pectenés grandes i otra bivalva bien conservada.

Al pié Sur del cerro de las Cuevas del rio Azufre se ven descansar sobre las capas calcáreas las areniscas rojas, con un espesor de 500 metros por lo ménos.

Interrumpidas por pórfido cuarcífero, en el portezuelo al Norte del Paton, siguen cuarcitas i areniscas bayas con algunas pizarras y capas calcáreas hasta la quebrada de Paipote, donde se estienden desde Juntas al Oeste, i predominan las cuarcitas, hasta el Peñon al Este, donde

tienen bastante espesor las capas calcáreas, conteniendo numerosos gryfeas i fragmentos de pectenés.

Al Norte del Peñon he divisado esta formacion al pié de los cerros Codecido i Toro. Del último cerro me trajo el ingeniero señor Carabantes numerosos terebrátulas i un amonites.

Estrella al fin contra el Cerro Bravo, cerro alto i macizo, cuya composicion no conozco.

Al Este del Rio Jorquera i Figueroa se levanta otra cordillera con cumbres mui altas. El Cadillal tiene, segun el aneroide, 18.000 piés i El Nevado no debe bajar de 20.000 piés. La falda Oeste de esta cordillera se compone de conglomerados i areniscas rojas atravesadas por eurita azul i pórfidos oscuros. Las cumbres del Cadillal i del Nevado no conozco, pero por su aspecto presumo que tengan la composicion jeneral de esta cordillera, es decir, de pórfido cuarcífero.

Hácia el Norte se estiende esta cordillera al Oeste de las lagunas del Negro Francisco, Maricunga, Pedernal, en fin, de la serie de lagunas, que se estiende hasta la planicie de Bolivia i lago Titicaca.

El pórfido cuarcífero es el principal componente en todos los puntos, donde le he reconocido; le he visto al Oeste de la laguna del Negro Francisco, de Maricunga, en Potrerillo del rio Salado, en Vaquillas, Ossandon i Profetas. A veces le acampaña eurita azuleja i pórfidos oscuros; en el cerro de Codecido se forma la cumbre por el pórfido de La Altamira. Desde la laguna del Negro Francisco le cubre a menudo masas traquíticas, que desde Doña Ines hasta El Chaco forma todas las cumbres.

La existencia de las lagunas, al Este de la cordillera mencionada, coincide con la de las traquitas i se debe, sin duda, a las barreras traquíticas, que han tapado todas las salidas naturales que ántes han tenido. Así tiene la laguna del Negro Francisco una barrera que le impide la salida por la quebrada de Padrones; la de Maricunga tiene barrera traquítica, tanto al lado de Paipote (la cuesta), como al lado de Figueroa, portezuelo de Santa Rosa; la laguna del Pedernal tendria su salida por el rio Salado, etc.

Cascajo.—A las traquitas se debe, por consiguiente, que la mayor parte de las aguas de la cordillera queden estancadas en las lagunas, donde se pierden por la evaporacion, sin alcanzar a desbordarse hácia la costa.

Sin la traquita estaria ménos árido el desierto de Atacama.

Seria, sin embargo, completamente falso creer, que los cauces secos, que abundan en el desierto i que tienen hasta 800 piés de hondura (Carrizo), hayan sido cavados ántes de las erupciones traquíticas. Al contrario, son mas modernos, puesto que la escavacion ha tenido que principiar por las capas traquíticas, que forman el borde superior.

Tanto las euritas i pórfidos cuarcíferos como las traquitas, se estienden tambien al Este de las lagunas, donde forman las rocas mas

comunes i casi únicas en la alta cordillera central, cuyas cumbres a menudo pasan de 20.000 piés. Las euritas i pórfidos colorados cuarcíferos forman la base i faldas, sobre las cuales se han elevado las cumbres traquíticas. He visto el pórfido cuarcífero colorado pasando a pegmatita en el cerro del Pan i en el portezuelo de Pircas Negras, cubierto solamente en parte por delgadas capas de traquita i retinita; en la quebrada de La Gallina i el portezuelo de la Quebrada Seca, sin traquita, en un cordón de cerros, que se estiende al Este de la laguna del Negro Francisco, del cerro de Azufre i de la laguna de Maricunga, en esta última parte llamado Los Colorados. La cumbre de Los Colorados es traquítica.

En la base Este del cerro de Azufre se ve mucha eurita baya, muy caolinizada i teñida de varios colores. Encima de ésta descansan gruesos bancos de traquita baya, casi horizontales; la cumbre, probablemente volcánica, tiene color mas oscuro.

El cerro de los Dos Hermanos es traquítico desde su base hasta la cumbre, que, segun mi aneroides, se eleva 17.300 piés sobre el mar.

La composición del alto cerro de Los Patos ya la he mencionado en el perfil núm. 15.

En la base del gran macizo Tres Cruces, se ve traquita, retinita i piedra pómez. Estas i otras rocas volcánicas forman probablemente toda esta serranía, como las demas, que se estienden al Este hasta Laguna Verde, i portezuelo de San Francisco.

La continuación de esta cordillera hácia el Norte no la conozco, (solo la he conocido despues, en viajes posteriores, descritos mas adelante.)

Areniscas con fragmentos de traquita e inclinacion 45° al Este encontré en la vega del rio Lamas, al pié de Tres Cruces. Es la única vez que he visto, que rocas tan modernas han sido trastornadas de su posición horizontal.

Mas al Sur, en la Quebrada Seca, Gallina i rio Turbio hai areniscas de un aspecto muy moderno e igualmente inclinadas al Este; pero no tienen fragmentos de traquitas.

Las areniscas del rio Lamas están cubiertas por capas calcáreas, casi horizontales, sin duda formadas por la vega, con espesor de 30 hasta 50 metros.

ASIENTOS MINEROS

Paso a dar unos lijeros apuntes sobre los panizos i criaderos de algunos minerales que he visitado.

Chancoquin.—El cerro de Chancoquin está al lado Norte del rio de Copiapó, dando vista a la ciudad. Las minas están en la falda Norte del cerro, un par de leguas distantes de Copiapó. El cerro pertenece a la línea diorítica, sienítica i labradorítica, que pasa por Copiapó. El estudio de las muestras traídas, i particularmente de sus felspatos, decidirá la verdadera clasificacion de la roca, en que están las minas. Las minas son mui antiguas, desde el tiempo de los españoles, i están ahora casi abandonadas. Se han trabajado dos vetas-mantos, con manteo 30 a 40° Este i rumbo Norte 10 Este; ademas he visto una veta vertical con rumbo Este-Oeste. El criadero es cuarzo; el metal, carbonato de plomo i galena; i segun la tradicion, han dado tambien bastante negrillos.

Jesus Maria.—Es el nombre de un cerro alto, un par de leguas al Sur de Copiapó. Su composicion es diorita. Se distingue desde léjos de los cerros vecinos por su color claro, que proviene del color de su felspato. Antiguamente se han trabajado varias vetas de oro tanto aquí como mas al Oeste en el mineral de Los Odres. Las vetas son de mucha corrida i han sido trabajadas superficialmente en una gran extension. El metal parece haber sido pobre; pero constante. El criadero de las vetas es cuarzo; el metal, bronce blanco i amarillo con su correspondiente rejion de color. He visto vetas con rumbo Oeste-Este; otras Noroeste, manteo Oeste. Un socavon ha sido iniciado para cortar las vetas en hondura, pero no se ha concluido i todo el mineral está abandonado.

Ladrillos.—El cerro de Ladrillos dista un par de leguas al Este

de Copiapó, desde donde se divisa. El perfil núm. 10 indica su composición. La falda Oeste se compone de la roca negra eruptiva, que hemos visto en los perfiles del río de Copiapó i de Paipote. En este panizo hai algunas minas de plata, todas abandonadas. La Descubridora dió plata en barra en forma de ladrillos, de donde proviene el nombre del cerro. La cumbre del cerro pertenece a la formación calcárea de Chañarcillo con las capas fuertemente inclinadas hácia el Oeste. En esta parte del cerro no hai minas. Mas al Este aparece otra vez la roca eruptiva, parecida, mas o ménos, a la de la falda Oeste. Aquí hai algunas minas de cobre, que han sido abundantes, pero que ahora han decaído mucho. El rumbo de las vetas es, mas o ménos, Norte a Sur i el manto al Este. Se encuentran cerca del contacto con la formación calcárea, sobrepuesta al Este. Los metales contienen además de bronce amarillo un poco de cobre gris, galena i blenda i una pequeña lei de plata, que, segun los mineros, aumenta a medida que se acercan las vetas a la formación calcárea, adonde al fin entran para brocearse.

Punta del Cobre.—Este mineral está al Sur de Ladrillos, dando vista al río de Copiapó. Forma la continuación natural del mineral de Ladrillos, tanto por la clase de roca como por su posición. Sin embargo se diferencian por la ausencia de cobre gris, galena, blenda i plata. El único criadero de las vetas es la misma roca, en que vienen encajadas. Las minas son numerosas i han sido abundantes tanto en metal de color como en bronce. He apuntado los siguientes rumbos:

Veta Esmeralda, rumbo Oeste 10-20 Norte, manto 20° Sur-Oeste.

Manto Jeraldo, rumbo Oeste 10-20 Norte, manto Noreste (rebosadero mantedo).

Veta Durazno, rumbo Norte 25 Oeste, manto Oeste.

» Bateas, rumbo Norte 15-25 Oeste, manto Oeste.

La mina Alcaparrosa se encuentra al Noroeste de Tierra Amarilla, como media legua distante i cerca del plan del río Copiapó. Su panizo es parecido al de Punta de Cobre. El rumbo es Norte 20 Oeste con manto 35° al Oeste. La veta tiene como 4 metros de ancho. Es mui notable por los varios sulfatos de fierro, bien cristalizados i nuevos para la ciencia, que contiene en su parte superior. El señor Domeyko menciona en su mineralojía varias nuevas especies.

Al medio de los sulfatos va una lista de azufre de medio metro de grueso, tan puro que se enciende con un fósforo.

Pocos metros debajo de la superficie se reemplazan los sulfatos por pirita de fierro mezclado de pirita de cobre. Da metales de 4 a 6% con un poco de bronce amarillo de 16 a 18%.

Las Pintadas.—Este mineral de cobre está unas 2 o 3 leguas al Suroeste de Nantoco en la parte inferior de la gran formación calcárea. Alternan capas casi horizontales de granate, cuarzo i fierro magnético. En la cumbre del cerro están atravesados por diorita compacta i eurita azuleja. Diques de pórfidos aujíticos atraviesan las capas i la

gran corrida de rocas dioríticas i labradoríticas dista poco al Oeste.

Hai vetas con rumbo Norte-Sur i otras con rumbo Este-Oeste; algunas acompañan los diques aujíticos i llenan las rajaduras con atacamita. El criadero es yeso i carbonatos de fierro. Hai mantos que hacen beneficio a los dos lados de la veta hasta la distancia de 20 metros. Las minas han sido ricas en metales de color, pobres en bronce. Estos se han tomado en algunas en la hondura de 20 metros; una mina ha profundizado segun me dicen cerca de 200 metros en broncees pobres i aferrados. Me dijeron que hai mantos con metal de color debajo de mantos con bronce. En las minas Cármen Bajo i Farola se ha descubierto una nueva especie de mineral; se compone de sub-cloruro de cobre i se le ha dado el nombre de Nantoquita.

Garin Viejo.—La roca que compone este mineral, es una roca eruptiva, cuya clasificacion dejaré hasta despues de revisar las muestras traídas. Está atravesado por diques de diorita porfídica i rocas felspáticas bayas, i a poca distancia al Este del mineral pasa la gran faja diorítica que hemos visto al Este de los cerros Buenos Aires, La Plata i Chaco. Las vetas tienen en la parte superior metal de color de cobre con lei de plata; en hondura bronce amarillo con un poco de galena i blenda i lei de plata. Hai tambien minas con mucho manganeso en la rejion de color. Algunas vetas son de cobre sin plata. El criadero es cuarzo. He notado una veta vertical con rumbo Oeste Este; otra con rumbo Norte 40 Oeste i manteo Oeste.

Garin Nuevo.—Está una legua o dos al Oeste de Garin Viejo. La roca se diferencia poco de la de Garin Viejo, pero las vetas son completamente distintas tanto por su rumbo como por su criadero. Este es laumonia, un poco de carbonato de cal i la misma roca. Los metales son plata blanca i plomos cálidos. El rumbo he visto Oeste con 20° hasta 35° Sur i con manteo desde 90° hasta 30 Este. Son los cruceros i mantos, que hacen pintar las vetas. En la mina Japonesa, por ejemplo, tuvo beneficio la veta al cruzar un manto de tofo; la veta, plata blanca, i el manto, cloruros.

La Santa Rosa dió una fortuna al sol, donde la veta cruzó un manto; se ha profundizado la mina despues unos 200 metros en broceo.

Los Bordos.—Trabaja una veta de contacto entre dos pórfidos. El de la patilla tiene cristales blancos de felpato en una masa cenicienta oscuro con manchas de óxido de fierro. El de la caja superior es de color claro con escasos cristales de felpato amarillento i fragmentos de pórfido oscuro. Esta roca forma un dique mas o ménos paralelo a la estratificacion de los conglomerados i areniscas rojas, que atraviesa i es conocida con el nombre de «Manto Cantera», por haberse sacado de aquí piedras para las veredas de Copiapó. El criadero de la veta es esta roca descompuesta, ajaboncillada. Contiene un poco de plata córnea i plata blanca a la vista i da comunes de 8 a 16 diez milésimos.

San Antonio.—Este mineral está situado en la formación de los conglomerados i areniscas rojas, encima de un dique, parecido al de Los Bordos i que el señor Pissis considera por traquítico. El depósito metalífero es una red de guías i venitas, que en hondura se brocean al acercarse al dique. Los metales son plata blanca i arseniuros. Se han encontrado en este mineral dos nuevas especies minerales, plata bismutal i un arseniuro de cobre llamado Domeykita.

BIBLIOTECA NACIONAL
BIBLIOTECA AMERICANA
"JOSÉ TORIBIO MEDINA"

OBSERVACIONES JENERALES

Panizos pintadores i bronceadores.—En una descripcion jeológica como ésta no debe esperarse una indicacion de la estension de los panizos broceadores i pintadores de los cateadores. La clasificacion, que hace el cateador de sus panizos, no coincide con la que hace el jeólogo de sus rocas i formaciones. Cada uno de los panizos del cateador corresponde a varias rocas del jeólogo, así como cada una de las rocas del jeólogo pueden corresponder a varias de los panizos del cateador. El cateador se fija solamente en ciertos caractéres exteriores de las rocas, especialmente en el color; ademas en las formas, si el cerro es farellonado i escarpado o si tiene formas suaves i onduladas, si hai «descanso de cerro»; en la consistencia de la roca, es decir, si es dura o nó; i en el buen desarrollo de una formacion, si es bien «hecha» o «deshecha»; si tiene mantería a nó.

Pero ninguno de esos caractéres se puede indicar en un mapa jeológico. Para el cateador tienen sin duda mucho valor práctico, i estoi convencido, de que seria interesante i provechoso para la ciencia someterlos a una crítica concienzuda.

Lo que puede hacer el jeólogo es indicar las rocas, que la experiencia ha probado ser metalíferas o nó, e indicar su estension. Una distincion exacta i completa entre rocas metalíferas, pobres o estériles, seria sin duda de gran interes tanto para la práctica como para la ciencia. Pero es este un trabajo, que necesita años enteros de estudio i la cooperacion de muchas personas. En una sola mina puede ser trabajo de mucho tiempo, i al fin siempre habria que recibir los resultados con mucha reserva, puesto que siempre quedaria la posibilidad, de que nuevos descubrimientos echaran por tierra los resultados obtenidos. Es, sin embargo, un estudio que debe hacerse i siempre continuarse con el fin de siempre acercarse mas a la verdad i para el cual la coleccion de rocas traídas por la comision va a servir de base.

Miéntras no se haga este estudio detallado i minucioso, habrá que conformarse con una idea jeneral de la ubicacion i estension de las rocas i formaciones, que han probado ser ricas, pobres o completamente estériles.

Es esto exactamente lo que se puede ver en un mapa jeológico. Una mirada al mapa dirá luego, en qué rocas o formaciones se encuentran con preferencia las minas i la estension de estas rocas o formaciones. Un mapa jeológico del desierto de Atacama dirá luego, que mui pocos cerros hai, donde no se puede catear.

Como panizo completamente estéril me atreveria a mencionar las traquitas i rhetinitas de la alta cordillera. Una zona de las mismas rocas se estiende tambien entre la quebrada de Juncal al Sur i la de Taltal al Norte, desde los cerros del Guanaco i La Pólvara hasta el cerro de Las Pailas, i talvez mas allá.

Las capas de traquita i rhetinita, que cubren el llano, son naturalmente ya por su poco espesor estériles.

Otra formacion, que probablemente siempre será estéril, es la de los conglomerados i areniscas cuarcíferas bayas, que hemos visto en Amolanas i Manflas, al Oeste i Este de La Ternera i en el cerro de Fraga. Sin embargo, en rocas parecidas se encuentran las minas de cobre nativo en Corocoro, Bolivia.

En toda la cordillera alta notamos una suma pobreza de minas. Hai, sin embargo, allá bastante variedad de las mismas rocas, que mas al Oeste contienen minas en abundancia. Se encuentran varias fajas calcáreas de gran estension i de bastante variacion en su composicion. Hai de los mismos conglomerados i areniscas rojas que en el rio de Copiapó. Hai bastante variedad de rocas eruptivas, dioritas, euritas, pórfidos felpáticos i ante todo pórfido cuarcífero, que forma, si se me permite la palabra, la espina dorsal de la alta cordillera, roca que en Bolivia encierra varios de los principales centros mineros, por ejemplo Oruro, i en el desierto de Atacama la mina Arturo Prat. No faltan tampoco derroteros en la cordillera. No seria estraño, que la falta de minas en la cordillera se debe a falta de cateo; por lo ménos me han asegurado, que allá se ha cateado poco, por tener los cateadores la preocupacion de, que en la cordillera no puede haber plata. Pero la misma preocupacion tuvieron hasta poco ha con respecto a la costa, i sin embargo allá se conocen ahora los minerales de Esmeralda, Griton, Argolla, Sifuncho, Pingo i Coronel Vergara.

Las fajas, que he mencionado en el perfil del rio de Copiapó, contienen todas minas.

De panizos, que son casi exclusivamente para cobre i oro, hai las tres zonas dioríticas-graníticas-labradoríticas. Solamente en Chanchoquin i El Plomo contiene este panizo plata.

Para cobre son ademas las rocas oscuras, a veces compactas, a veces porfídicas, que contienen los minerales de Punta de Cobre, Ladri-

llos, Manto California i anexos entre Huamanga i el Salado, el Salado mismo, Cerro Negro i otros, i mas al Norte el mineral del Inca. Solamente en Ladrillos contiene minas de plata.

Por lo demas, se puede buscar tanto el cobre como la plata en todas las fajas, que hemos visto en el rio de Copiapó.

El panizo favorito para plata de los cateadores de Copiapó es la formacion calcárea de Chañarcillo. Hasta parece, que hai muchos que creen, que mantería calcárea i criaderos de carbonato de cal son necesarios para una buena veta de plata. Esto es, sin embargo, mui léjos de ser así. En el mismo Chimbero está la riqueza de La Buena Esperanza en una roca eruptiva, eurita, sin entrar en la formacion calcárea que la rodea. En Tres Puntas lo mismo. Mas al Norte, en La Encantada, Incahuasi, Chaco, vemos tambien, que las minas se encuentran con preferencia en pórfido eruptivo, felspático oscuro i no en la formacion calcárea vecina. El criadero mas comun de las vetas de plata en pórfidos es cuarzo i carbonato de plomo con galena i otros metales frios. Así, por ejemplo, en la Arturo Prat. En Garin Viejo contienen las vetas ademas mucho bronce.

Como un hecho interesante, tanto para la práctica como para la ciencia, puedo mencionar la relacion, que indudablemente existe entre los depósitos metalíferos i la zona de eurita baya i diques euríticos bayos, que con rumbo mas o ménos Sur-Norte se estiende desde el Sur del rio de Copiapó por los minerales de Lomas Bayas, San Antonio, Cabeza de Vaca, Zapallar, Garin Viejo i Nuevo, Púquios, Indio Muerto, Carrizo, Juncal, Incahuasi i Chaco.

Descripcion de rocas—Existen en Chile una gran variedad de rocas eruptivas, en cuya clasificacion todavía queda mucho que hacer. El principal componente, el felspato, está todavía mui poco estudiado, segun lo declara Domeyko en su Mineralojía. Lo mismo se puede decir, i con mas razon, de los demas componentes. El poderoso ausiliar moderno del mineralojista, el microscopio, que en los últimos decenios ha producido una verdadera revolucion en la mineralojía i petrografía, no ha sido aplicada todavía a las rocas de Chile, exceptuando los estudios sobre dioritas chilenas, hechos por el doctor Schneider durante su estadía en Alemania i publicados por Domeyko. Posteriormente han sido estudiadas varias rocas chilenas por el doctor Pölmann i por el doctor Otto Nordenskjöld.

Estos son estudios de laboratorio, que necesitan mucho tiempo, i no pertenecen a los quehaceres de esta comision; pero la coleccion de rocas traídas por la comision será en lo futuro de la mayor importancia, no solo para los estudiantes de la mineralojía sino tambien para los que quieran dedicarse al adelanto de la ciencia petrográfica.

Este informe está léjos de dar una clasificacion, ni siquiera descripcion exacta de las distintas rocas. Ademas de las dificultades jenerales mencionadas, he tenido al escribirlo la desventaja de no haber tenido a la mano las muestras colectadas, que muchas veces han sido

encajonadas inmediatamente despues de recojerlas, sin dar lugar a un estudio detallado. Especialmente entre los pórfidos felspáticos oscuros es probable, que habrá que distinguir varias clases.

Traquita i rhetinita.—Ademas de las grandes masas traquíticas en la cordillera, hemos visto que se hallan capas de traquita porfídica i de rhetinita de un par de metros hasta 30-50 metros de espesor. Tienen jeneralmente el aspecto de rocas fundidas, sin estratificacion, a veces contienen fragmentos de piedra pómez; otras veces, por ejemplo, un par de leguas al Este de la finca de Chañaral parecen cenizas endurecidas.

Forman, jeneralmente, la capa superior del terreno terciario de los llanos del desierto i aparecen en las barrancas de las quebradas, inclinándose suavemente hácia la costa. He seguido esta capa sin interrupcion desde la quebrada de La Encantada hasta la de Vaquillas en direccion Sur-Norte i no tengo motivos para creer que se concluya aquí. De Oeste a Este se estiende desde los llanos hasta unirse con la traquita de las cumbres de la cordillera.

A veces sube en las faldas de cerros aislados hasta cerca de la cumbre, cubriéndolos como con una manta a todos lados. Parece que hubiera salido de algun cráter de la cumbre, lo que sin embargo no es el caso, siendo la cumbre, por ejemplo, terreno calcáreo estratificado.

No puede caber duda, de que ha llegado de los centros traquíticos en la alta cordillera, pero ¿cómo esplicarse que traquitas i rhetinitas, que por su aspecto se parecen a lava corrida, se encuentran en posiciones, que solamente pueden atribuirse a lluvias de ceniza? ¿Será que las cenizas traquíticas, despues de tomar su posicion actual, han cambiado tan completamente su estructura?

En las quebradas del desierto se ven a menudo los peñascos traquíticos, que han caido de arriba, cubiertos de una costra delgada de sales. Tiene a veces un aspecto como si una solucion saturada de sales hubiesen corrido desde la parte mas alta de la piedra, secándose en el camino. Proviene esto probablemente de que la traquita es porosa. La fuerza capilar chupa la humedad de la tierra con las sales, que contiene, la lleva hasta la superficie i allá, libre de la fuerza capilar, corre otra vez por su peso, se evapORIZA i deja las sales.

A la misma capilaridad se debe el hecho, de que los peñascos traquíticos jeneralmente se están desmoronando en su base, quedando de esta manera mas anchas arriba que abajo. A veces toman la forma de una mesa que descansa en el centro sobre un pié delgado. Esto proviene probablemente, de que la humedad en los poros se conjela durante la noche i por su expansion hace reventar la piedra. De esta manera se desmorona poco a poco i cae en cáscaras delgadas, que se ven alrededor.

En las cabeceras de la quebrada de La Encantada, unas 6 leguas

al Este de la aguada del mismo nombre i a 15,000 piés de altura, he visto la traquita carcomida de una manera especial. El suelo estaba cubierto de miles de piedras del tamaño de un centímetro hasta de un metro de diámetro; creo que no me equivoco mucho al decir que 50% de éstas eran perforadas de una parte a otra, algunas en varias partes.

Terreno terciario.—Las capas traquíticas del desierto descansan, como ya he dicho, sobre una formacion terciaria estratificada. Se compone ésta de capas alternantes de cascajo, de arcilla i de arena, suavemente inclinadas hácia la costa. No hai que confundir estas capas con la capa de ripio que jeneralmente cubre la traquita i que se compone de piedras angulares, evidentemente acarreado por las lluvias, miéntras que me parece fuera de duda, que la formacion de que estamos tratando con su estratificacion i sus fragmentos redondeados, han sido depositados debajo de la mar. Como de oríjen marino ya la menciona Darwin, i como la continuacion inmediata de los terrenos terciarios de la costa, que contiene numerosos fósiles, desde las especies de la época actual en las capas superiores hasta especies, todas estintas, en las capas inferiores.

El señor Philippi menciona fósiles miocenos en su viaje al desierto de Atacama, obra que siento no tener a la mano en este momento.

En favor de la opinion que esta formacion sea terciaria i no cuaternaria, habla tambien el espesor, que en el rio Salado he visto llegar hasta 200 metros, i la profundidad de las quebradas, que han sido cavadas en ella hasta 200 metros. Este último hecho prueba tambien, que las fuerzas que obraban al tiempo de depositarse las capas de que tratamos, eran mui distintas de las de ahora, acumuladores entónces, escavadores ahora.

Algunas veces cubren grandes estensiones en el desierto, otras veces se ven solamente restos aislados, que parecen puestos allí por un capricho de la naturaleza con sus formas estrañas de fortalezas, torres, etc., i sus colores claros, que forman contraste con la base oscura, sobre que descansan. Casi siempre están cortados encima por un plan casi horizontal, que indica su oríjen.

Suben hasta la altura de por lo ménos 11.000 piés i bajan suavemente hácia la costa, formando de este modo el gran plan inclinado del desierto. Se ve en casi todas las quebradas, donde forman la parte superior de los barrancos.

A veces se encuentran en el fondo de las quebradas i en las faldas sin alcanzar hasta el borde superior. Así se ven, por ejemplo, en el rio de Copiapó i Punta del Cobre i Nantoco. Prueba esto que las quebradas actuales ya existian en parte al formarse las capas terciarias. Pero las quebradas han sido formadas encima del nivel del mar por las aguas corrientes. Para que se pudieran formar las capas terciarias de oríjen marino, ha tenido que sumerjirse debajo de la mar, para levan-

tarse otra vez a su altura actual. Podemos trasladarnos a otro tiempo mas remoto todavía para probar otra oscilacion mas del departamento de Copiapó. El rio de Copiapó está cortado en capas calcáreas, en conglomerados i areniscas de oríjen marino i perteneciente a la época cretácea. Tenemos pues, que desde la época jurásica cretácea, el lugar que ocupa el rio de Copiapó hasta Nantoco i probablemente todo el desierto de Atacama, ha estado cubierto dos veces por el mar.

Despues de levantarse la tierra por la última vez, ha sucedido, en algunas partes, que los rios han encontrado sus antiguos lechos completamente tapados por el terreno terciario i que se han cavado lechos completamente nuevos. Creo que puede tener interes mencionar un ejemplo de esto aunque el lugar no pertenece exactamente a la zona, de que ahora estamos tratando. Es en Casuto, departamento de Petorca, donde ántes se han trabajado mui ricos lavaderos de oro. El lecho aurífero es el fondo de un antiguo rio, que ahora está cubierto con 60 metros de cascajo i tan emparejado con el llano de encima de unos 600 piés sobre el mar que no se sospecharia su existencia, si no se le hubiera llevado en mano con un continuo laboreo subterráneo de media legua de largo desde la cabecera de la actual quebrada, donde ámbos se juntan. El rio o el estero actual no coincide en ninguna parte sino en las cabeceras con el antiguo rio; lo cruza varias veces i su fondo tiene en partes, por lo ménos, mas hondura que el antiguo.

He mencionado este ejemplo para demostrar que este lavadero de oro, i probablemente muchos otros lavaderos profundos en Chile, deben su oríjen a una época, en que la costa todavía no se habia sumerjido por última vez, formando el terreno terciario. Esta época entre las dos sumersiones mencionadas, en la cual se cavaron la mayor parte de los rios de Chile i se formaron los lavaderos profundos de oro, podria llamarse la «edad del oro».

Cerros encapados.—Mucho me ha llamado la atencion en la parte central del desierto, donde mui rara vez llueve, la costra de terreno suelto, que cubre muchos cerros en su totalidad desde la base hasta la misma cumbre. A estos cerros los llaman los cateadores cerros encapados. Respecto al oríjen de la costra no puede haber duda de que proviene de la descomposicion de la misma roca, sobre que descansa.

Acompaño dos perfiles de la costra. El primero es de un picado sobre una veta en la mina Colmos, quebrada de Pan de Azúcar, unas 16 leguas de la costa. En la parte inferior se ve la roca, felspática oscura atravesado por venitas horizontales de caliche (sulfato de cal) o caolina. Estas aumentan en número hácia arriba; poco a poco quedan las venitas de caolina las predominantes i se reunen entre sí, dejando numerosos fragmentos de la roca de pocos centímetros de largo como nadando en la caolina. Sigue aumentando el caolina hácia arriba i disminuyendo el número de piedras. Encima, en

fin, queda la caolina casi puro, cubierto de una capa delgada de piedras angulares de la misma clase que la roca firme. El conjunto hace la impresion de que las piedras poco a poco vienen atravesando la caolina de abajo para arriba. Recuerda involuntariamente de un líquido en que borbotones de gas suben hasta la superficie, representando aquí la caolina, el líquido, i las piedras, los borbotones de gas. Pero en realidad es la descomposicion, que poco a poco penetra desde la superficie hacia abajo, quedando arriba solamente una que otra piedra sin descomponer i aumentando el número de éstas hacia abajo hasta unirse con la roca firme.

El otro perfil es de la cumbre del cerro de La Peineta del Hornilla al Oeste de la oficina Catalina del Sur. Demuestra una capa de piedras fonolíticas de pocos decímetros de grueso encima; abajo hai otra capa de arena sin piedra ninguna, de pocas pulgadas de espesor, i debajo de ésta una capa de sulfato de soda i cal, blanco i puro sin mezcla de piedra i arena en las pocas pulgadas, que pude entrar con el martillo. La cumbre del cerro es una capa horizontal de fonolita; la base i falda, pórfido cuarcífero i se eleva varios centenares de piés sobre el llano.

Este fenómeno de encontrarse las piedras encima de una capa de arena mezcladas con pocas i ningunas piedras, i abajo de ésta sulfato de cal i soda, he visto tambien en las cumbres del Guanaco de Altamira, cerro traquítico que se eleva 2.000 piés sobre el llano, en la de La Ballena, traquítico, i de La Isla, traquítico, ademas en las faldas i llanos, en innumerables partes.

Cuando entre las piedras de encima hai rodados de vetas, se encuentra muchas veces la veta en el mismo vertical debajo de las capas de arena i caliche. Sucede esto particularmente en los terrenos planos, donde la inclinacion del terreno no ha podido contribuir a un movimiento lateral. En faldas buscan los cateadores los rodados cuesta arriba hasta el último, que se encuentra; allá hacen su escarpe i he visto en Colmos, picados que de esta manera han tomado la veta sin errar una pulgada i debajo de un metro de arena i caliche.

Queda, pues, establecido el hecho que en el desierto, en la parte donde no llueve, los productos de la descomposicion de las rocas quedan separados segun su tamaño i su naturaleza, quedando los fragmentos gruesos, las piedras encima i las de grano fino abajo, i mas abajo todavía una capa de caliche, sulfato de cal i sulfato de soda o mezcla de los dos con caolina. Que el caliche tambien es un producto de la descomposicion no puedo tener duda, puesto que se encuentra en cumbres altas, donde es imposible que haya sido acarreado de otra parte o precipitado del agua del mar. El señor Pissis tambien lo considera así i atribuye la presencia de cal i soda a la descomposicion de los felspatos i el ácido sulfúrico a la de pirita contenida en la roca. Sin embargo, las rocas traquíticas en cuyas cumbres a menudo se encuentra la capa de

caliche, no contienen pirita, pero con frecuencia sí en otros países (en Chile no se sabe) un silicato, el *nosean*, que contiene ácido sulfúrico como parte integrante de su composición i en suficiente cantidad para que algunas traquitas de Europa ensayadas han dado uno hasta dos décimos por ciento. Tiene también indicios de cloro. De esta manera se puede explicar la formación del caliche i de la sal.

Pero ¿cómo explicarse la separación de la arena i de las piedras en capas, en la cumbre de los cerros, donde ninguna corriente de agua ha podido poner en movimiento la masa? ¿I además con la particularidad de que la parte más pesada, la piedra, ha quedado encima?

Podemos producir un fenómeno análogo, sacudiendo sobre un plato una mezcla de piedra i arena, la piedra entonces sube para arriba.

Pero en la cumbre de los cerros, ¿qué movimiento ha habido?

Se me ha ocurrido la siguiente explicación. Para que la pequeña cantidad de ácido sulfúrico contenido en la traquita haya podido formar una capa de caliche, por ejemplo de seis pulgadas de grueso (en la cumbre del Huanaco), es necesario que la parte del cerro, que ha sido descompuesto, haya tenido un grosor algunos centenares de veces mayor. Las delgadas capas de piedra i arena, que quedan, son por consiguiente solamente restos insignificantes. Todos los demás productos de la descomposición han desaparecido; las partes solubles, por ejemplo, los silicatos i carbonatos de potasa i soda, han sido disueltos por la lluvia; las partes insolubles han sido arrastradas parte por las lluvias, parte por el viento. Las partes poco solubles, el sulfato de cal, han sido transportadas a la parte inferior de la masa. Lo poco de piedra i arena, que queda, ha estado distribuido en toda la masa algunos centenares de pies de grosor i han llegado, a medida que haya disminuido la masa i en el trascurso de largos tiempos, al lugar que actualmente ocupamos.

Tenemos aquí un movimiento, que aunque lento ha dado lugar a la arena para que llene los intervalos entre las piedras producidos por la disolución de las sales, dando por resultado final que toda la piedra queda arriba.

Naturalmente no hai que figurarse que toda esta masa de centenares de pies de grueso haya existido a un mismo tiempo; al contrario, a medida que el cerro se ha ido descomponiendo, se han ido también desapareciendo los productos de la descomposición, un proceso que probablemente continúa hoy mismo. La costra talvez nunca ha tenido más grosor que ahora.

La tendencia de las piedras a quedar en la superficie facilita algo el cateo, que de otra manera sería casi imposible en los cerros encapados.

Explica también la frecuencia, con que se encuentran aerolitos en el desierto, al contrario de lo que sucede en el resto del país, i a pesar de que al caer deben haberse entrado bastante.

Morainas o aquellos valles de piedra i arena mezclados sin estra-

tificacion, que han dejado los antiguos ventisqueros en aquella época terciaria, en que la nieve eterna tenia mucho mas estension que ahora, he visto en el rio Jorquera, como una legua mas abajo de las casas en ménos de 6.000 piés sobre el mar i en el rio Turbio, como una legua mas abajo de la afluencia del rio Cachito.

Morainas están probablemente muchas veces ocultas debajo de las vegas, que mui a menudo se presentan con un plan horizontal que termina en alguna angostura con una gradiente mui rápida.

Las quebradas al Norte de Copiapó se han prestado ménos a la existencia de grandes ventisqueros, puesto que todos tienen su nacimiento en la falda Oeste de la primera cordillera sin estar en comunicacion con la cordillera central i principal.

La cordillera de oríjen mui moderno.—La mayor parte del desierto de Atacama, que he tenido ocasion de conocer en mis dos viajes, pertenece al último período de la época secundaria. Así lo prueban los fósiles, que se encuentran en las capas calcáreas, que están intercaladas entre los conglomerados i areniscas rojas. Una gran parte, si no todas las rocas eruptivas atraviesan las mencionadas formaciones estratificadas i son, por consiguiente, mas modernos todavía. Esto sucede con los pórfidos felspáticos oscuros, de varias clases, con las dioritas i granitos que atraviesan los anteriores, con los pórfidos cuarcíferos i en fin con las traquitas i todas las rocas volcánicas.

De casi todos los pórfidos, que atraviesan las formaciones estratificadas, se encuentran tambien fragmentos redondeados en los conglomerados.

Esto prueba, que pórfidos semejantes ya existian ántes de formarse los conglomerados i hasta pudiera ser, que algunos de los cerros porfídicos del desierto sean verdaderamente mas antiguos que las formaciones estratificadas i sirven de base a ellas, pero no hai motivo para creer que sean mas antiguos que la época secundaria.

A una época mas antigua pertenecen probablemente las cuarcitas i esquitas lustrosas al pié Oeste de los cerros de Tres Puntas i del mineral del Inca; pero éstas tienen mui poca estension.

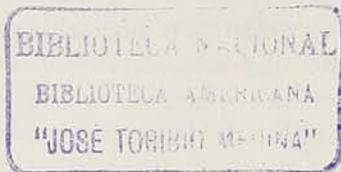
El gneiss del rio de Copiapó i de Figueroa se halla en las dos partes pegado a dioritas i granitos andesíticos, i se necesita probablemente un estudio mas detenido para decidir si este gneiss sea mas que una modificacion del diorita i granito. De todas maneras tienen mui poca estension.

No ha habido ocasion de ver si los pórfidos cuarcíferos lacres atraviesan algunas de las rocas colindantes o si son mas antiguos. queda esto una cuestion abierta. La analogía con otros pórfidos cuarcíferos, que atraviesan la formacion secundaria inclina, sin embargo, a creer que las de la cordillera tambien sean mas modernas. Apoya esta opinion el hecho, que las rocas traquíticas jeneralmente han buscado su salida por intermedio de los pórfidos cuarcíferos.

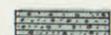
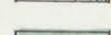
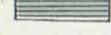
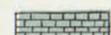
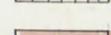
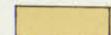
Rocas magnéticas.—Llama la atencion el magnetismo de varias

rocas colectadas. Hai un considerable magnetismo en ciertas muestras del cerro felspático de Púquios (la cumbre), en los pórfidos del cerro de Alcota, del cerro de Carrizo i de un cerrito al Este de la laguna del Negro Francisco. Es probable que al revisar la coleccion traida, muchas otras muestras se mostrarán magnéticas.

AÑOS 1885 - 1886



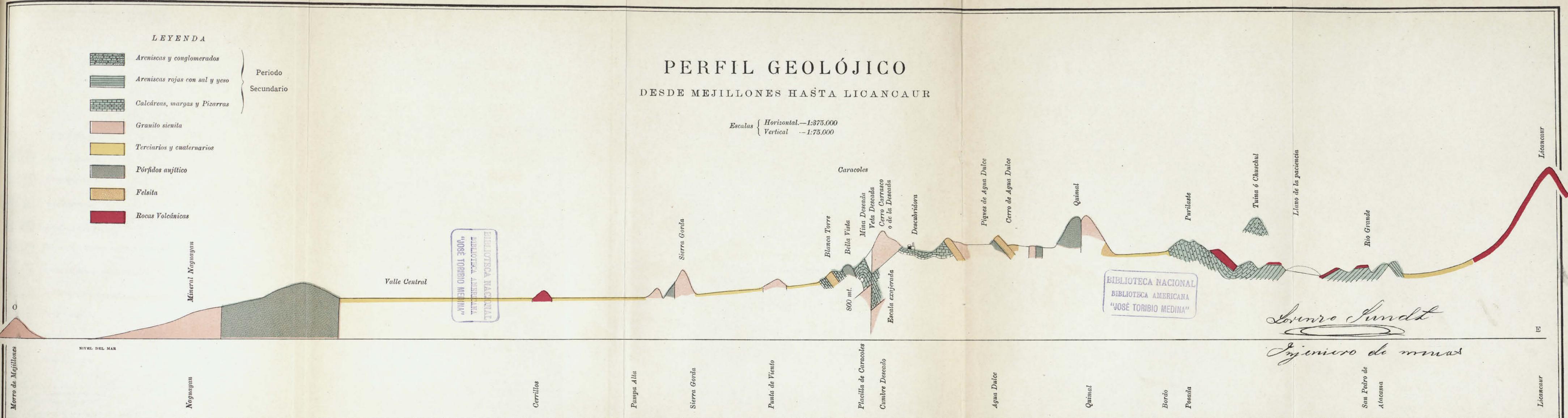
LEYENDA

-  Areniscas y conglomerados
 -  Areniscas rojas con sal y yeso
 -  Calcáreas, margas y Pizarras
 -  Granito sienita
 -  Terciarios y cuaternarios
 -  Pófidos aujítico
 -  Felsita
 -  Rocas Volcánicas
- } Periodo Secundario

PERFIL GEOLÓGICO

DESDE MEJILLONES HASTA LICANCAUR

Escala { Horizontal.—1:375.000
Vertical --1:75.000



BIBLIOTECA NACIONAL
BIBLIOTECA AMERICANA
"JOSÉ TORIBIO MEDINA"

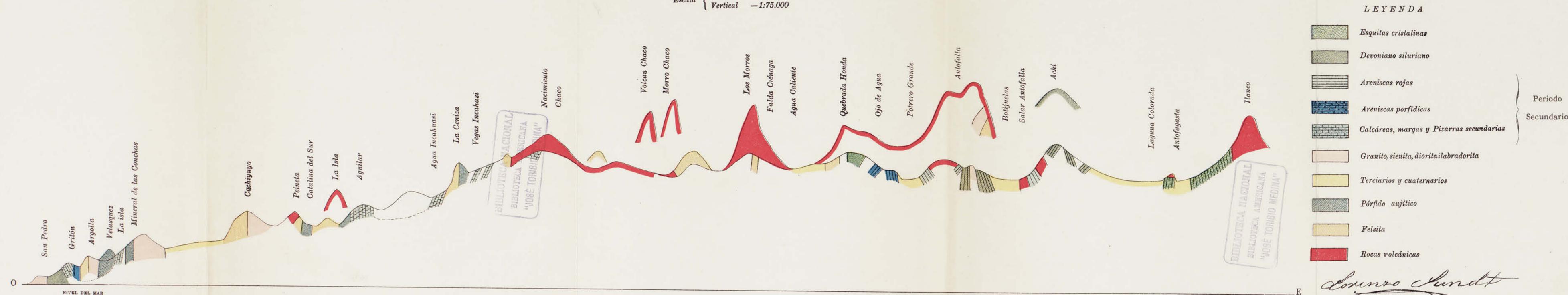
BIBLIOTECA NACIONAL
BIBLIOTECA AMERICANA
"JOSÉ TORIBIO MEDINA"

Lorenzo Sureda
Ingeniero de minas

PERFIL GEOLÓGICO

SIGUIENDO EL GRADO 25½ DEL MAR A LA CORDILLERA DOMEYKO Y DESPUES ATRAVESANDO LA PUNA DE ATACAMA CON DIRECCION E. S. E.

Escala { Horizontal.—1:750.000
Vertical —1:75.000

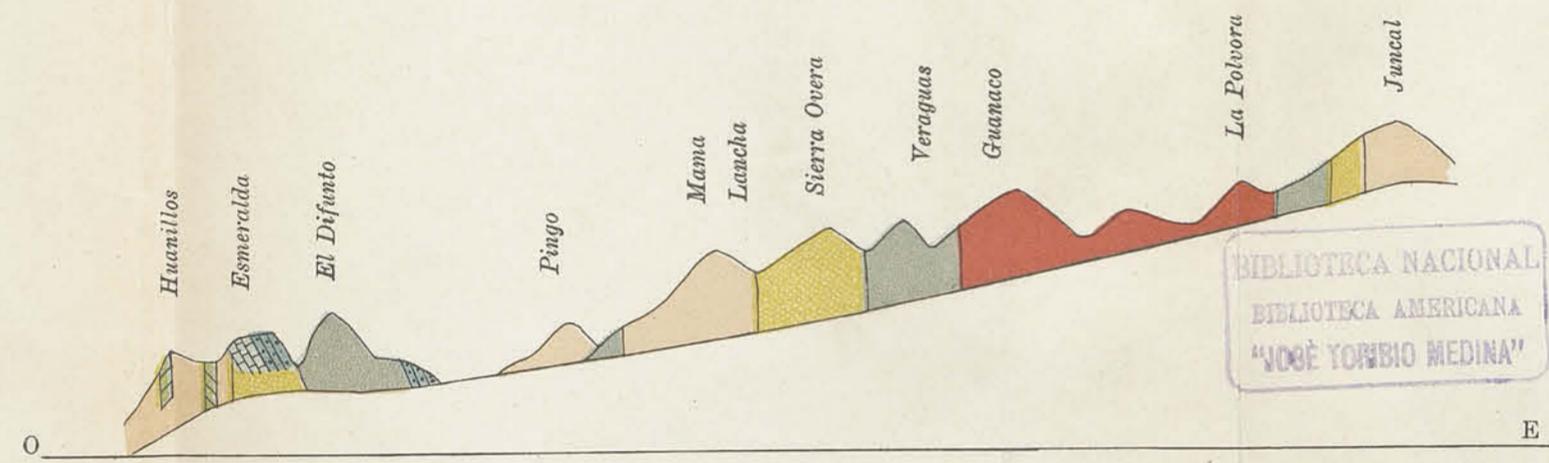


Leonardo Sandoz
Ingeniero de minas

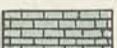
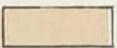
PERFIL GEOLÓGICO

DE LA QUEBRADA DE CACHINA O ESMERALDA

Escalas { Horizontal:—1:750.000
Vertical —1:75.000



LEYENDA

-  Esquitas cristalinas
 -  Areniscas porfídicas
 -  Calcáreas, y pizarras con amonitas
 -  Granito, diorita, labradorita
 -  Porfido auzítico
 -  Felsita
 -  Rocas volcánicas
- } Periodo Secundario

Nivel del mar
El Salto
Placilla

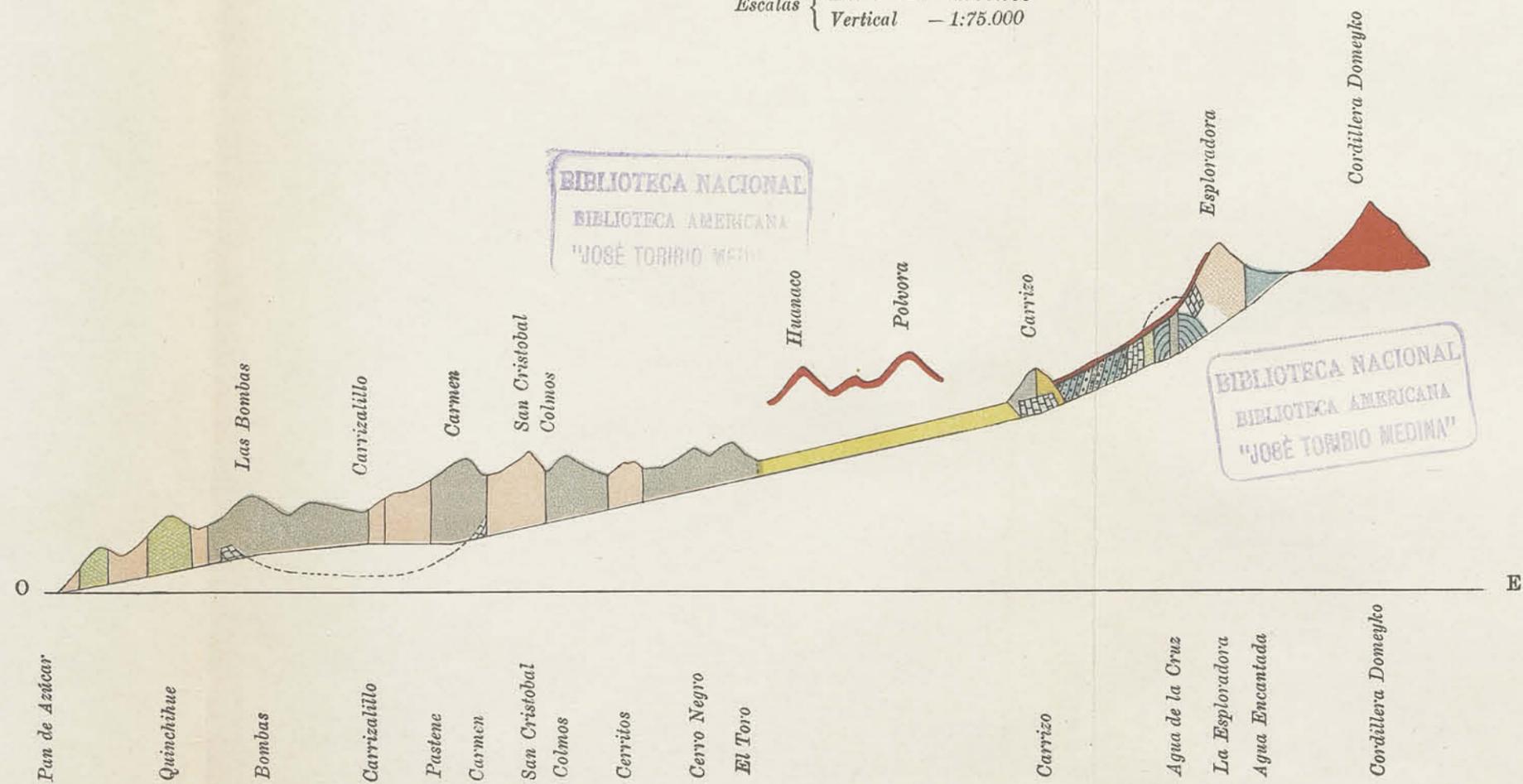
BIBLIOTECA NACIONAL
BIBLIOTECA AMERICANA
"JOSE TORIBIO MEDINA"

Lucrecio Suwolt
Ingeniero de minas

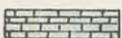
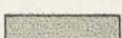
PERFIL GEOLÓGICO

QUEBRADA PAN DE AZÚCAR Y CARRIZO

Escalas { Horizontal.—1:750.000
Vertical —1:75.000



LEYENDA

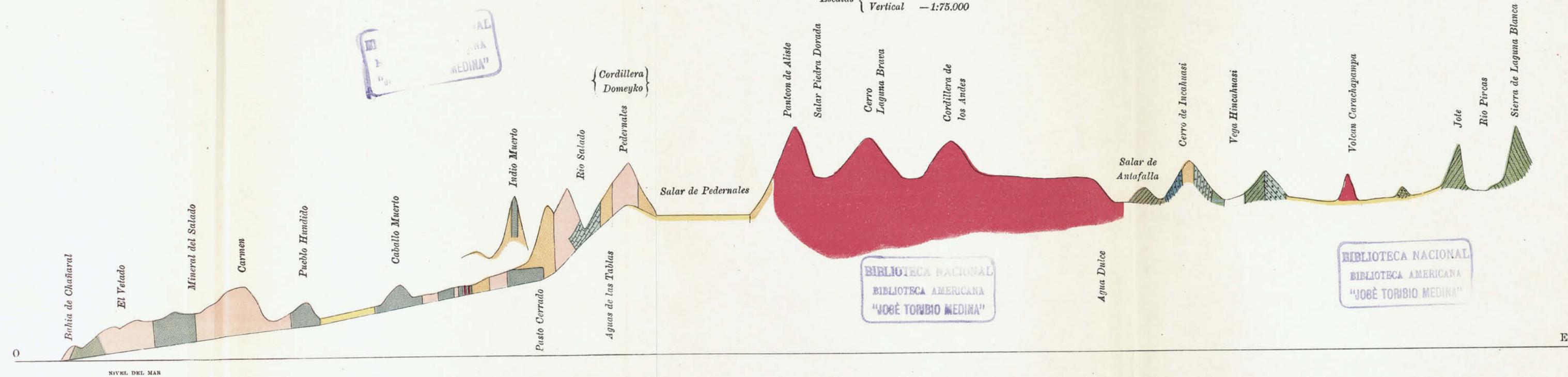
-  Esquitas azoicas
 -  Areniscas porfídicas
 -  Calcáreas, margas y pizarras
 -  Granito y sienita
 -  Terciarios y cuaternarios
 -  Pórfido aujítico
 -  Felsita
 -  Rocas volcánicas
- } Período Secundario

José Toribio Medina
Ingeniero de minas

PERFIL GEOLÓGICO

DEL RIO SALADO Y PROLONGADO A TRAVÉS DE LA PUNA DE ATACAMA

Escalas { Horizontal.—1:750.000
Vertical —1:75.000



LEYENDA

-  Esquitas cristalinas
 -  Devoniano siluriano
 -  Areniscas y conglomerados, felsticos y cuarzosos
 -  Areniscas porfídicas
 -  Calcáreas, margas
 -  Granito sienita
 -  Terciarios y cuaternarios
 -  Pórfidos aujítico
 -  Felsita
 -  Rocas Volcánicas
- } Periodo Secundario

BIBLIOTECA NACIONAL
BIBLIOTECA AMERICANA
"VOSE TORIBIO MEDINA"

BIBLIOTECA NACIONAL
BIBLIOTECA AMERICANA
"VOSE TORIBIO MEDINA"

Donato Junot
Ingeniero de minas

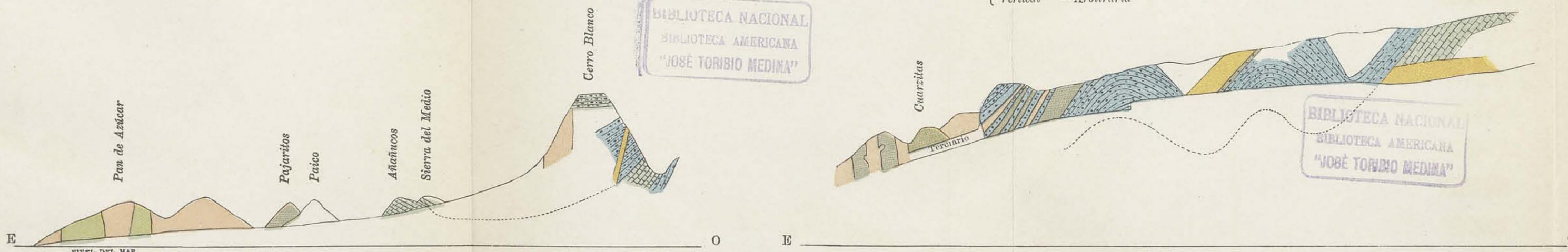
PERFIL GEOLÓGICO

QUEBRADA CARRIZAL

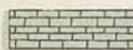
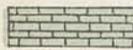
QUEBRADA DE CHAÑARAL ALTO

Escalas { Horizontal.—1:750.000
Vertical —1:75.000

Escalas { Horizontal.—1:250.000
Vertical —Arbitraria



LEYENDA

-  Esquitas azoicas
 -  Devoniano y siluriano
 -  Areniscas y conglomerados cuarzosos
 -  Areniscas porfíricas
 -  Calcareas, margas
 -  Granito
 -  Pórfidos aujítico
 -  Felsita
- } Secundario

Carrizal Bajo
Barranquillos Chañarquito
Pan de Azúcar Carrizal Alto
Algarrobal
Paico
Punta de Diaz Galena
Rosilla
Yerba Buena
Mina Amarilla
Cerro Blanco
Amolanas
Juntas
Finca Chañaral
Mina Providencia
Chañaral Alto
El Salto
Mostazal
Vegas de Valiente
Portezuelo Valiente

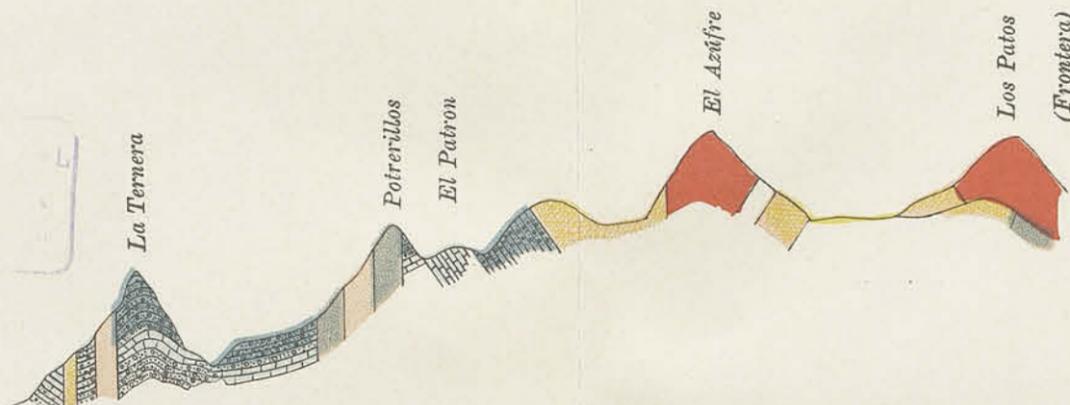
Lorenzo Fundt
Ingeniero de minas

PERFIL GEOLÓGICO

DESDE PUERTO DE FLAMENCO A LOS PATOS (Frontera)

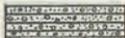
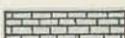
Escalas { Horizontal.—1:750.000
Vertical —1:75.000

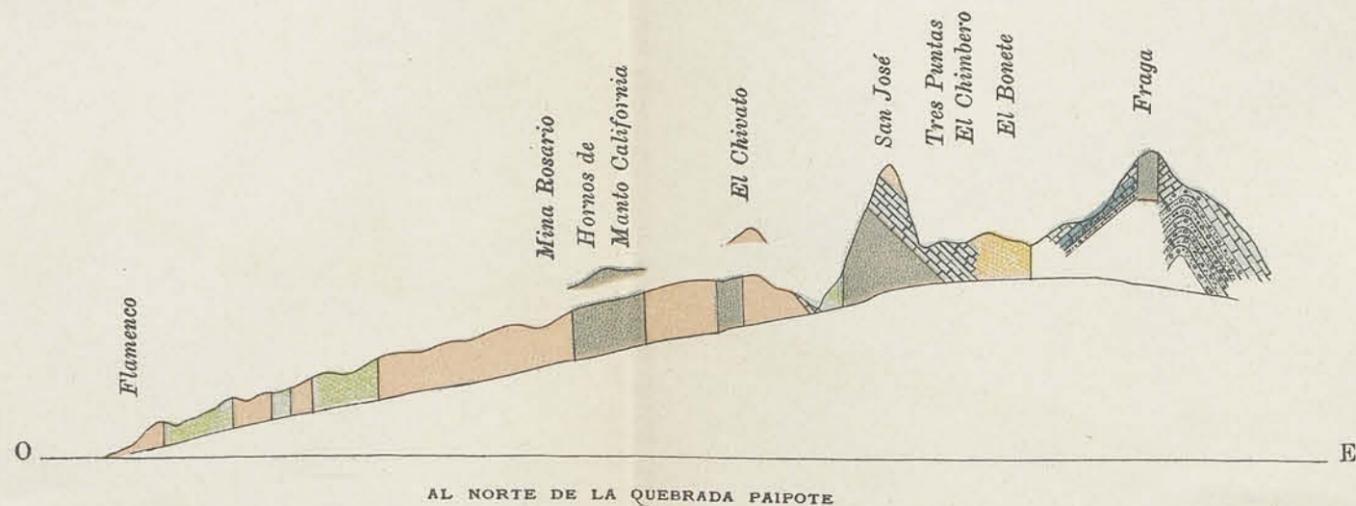
BIBLIOTECA
BIBLIOTECA A
"JOSÉ TORIBIO"



BIBLIOTECA NACIONAL
BIBLIOTECA AMERICANA
"JOSÉ TORIBIO MEDINA"

LEYENDA

-  Esquitas azoicas
 -  Areniscas y conglomerados
 -  Areniscas porfídicas
 -  Calcáreas, margas y pizarras
 -  Granito sienita diorita
 -  Terciarios y cuaternarios
 -  Pórfido oscuros sin cuarzo
 -  Felsita
 -  Rocas volcánicas
- } Periodo Secundario

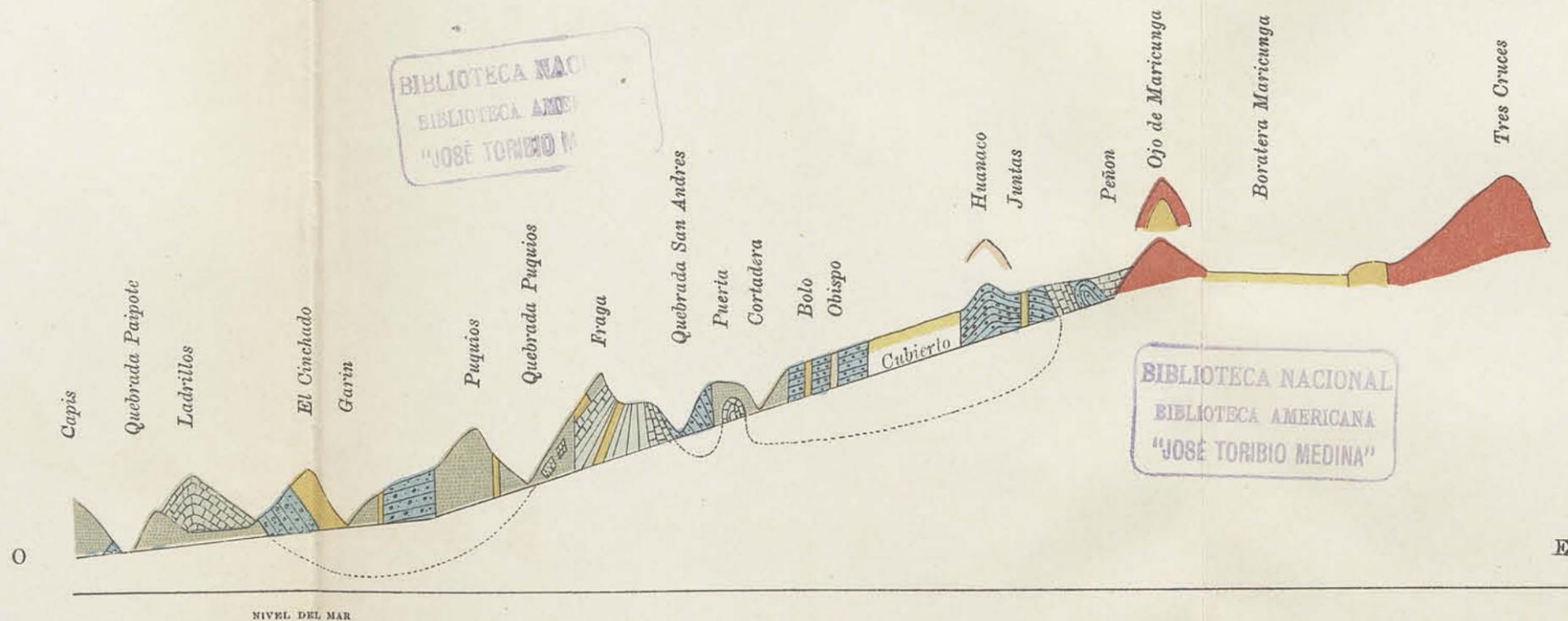


Lorenzo Jandt
Ingeniero de minas

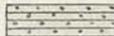
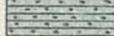
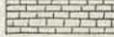
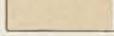
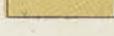
PERFIL GEOLÓGICO

QUEBRADA "PAIPOTE" A "MARICUNGA" Y "TRES CRUCES"

Escalas { Horizontal.—1:750.000
Vertical —1:75.000



LEYENDA

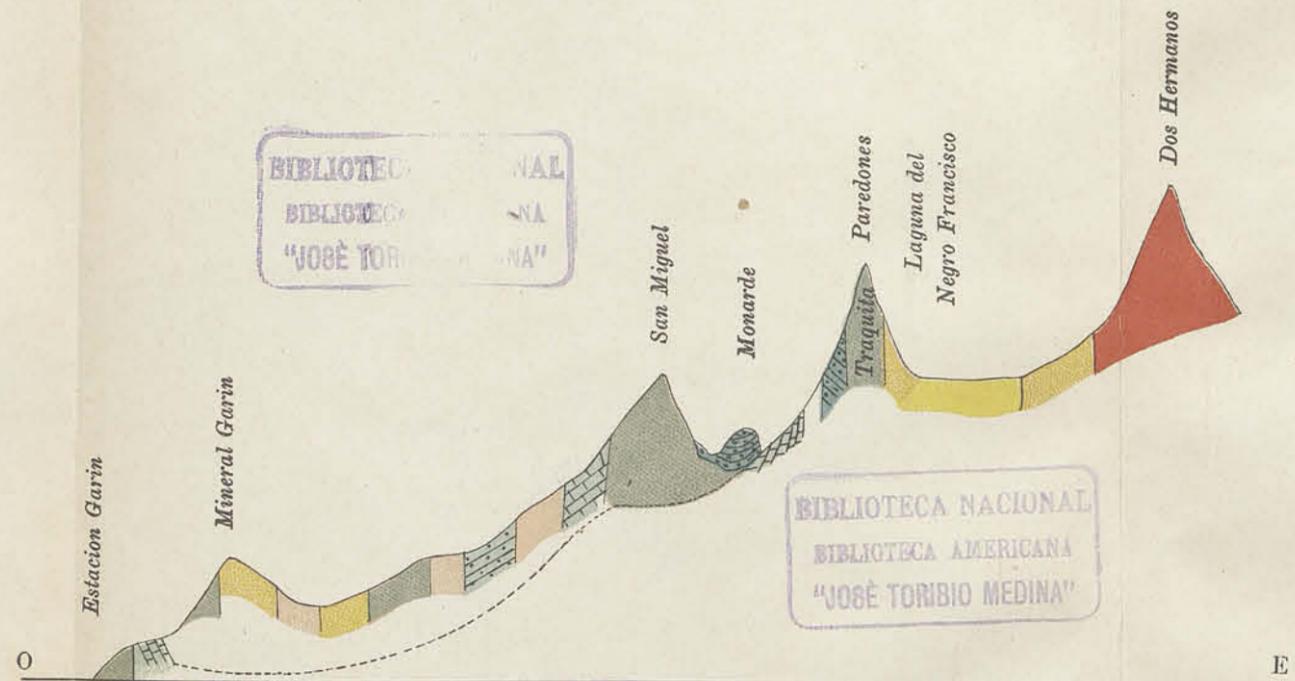
-  Areniscas y conglomerados
 -  Areniscas porfíricas
 -  Calcáreas y margas
 -  Granito sienita
 -  Terciarios y cuaternarios
 -  Pórfido aujítico
 -  Felsita
 -  Roca Volcánica
- } Periodo Secundario

Lorenzo Sandoz
Ingeniero de minas

PERFIL GEOLÓGICO

QUEBRADA GARIN HASTA LA FRONTERA

Escalas { Horizontal.—1:750.000
Vertical —1:75.000



LEYENDA

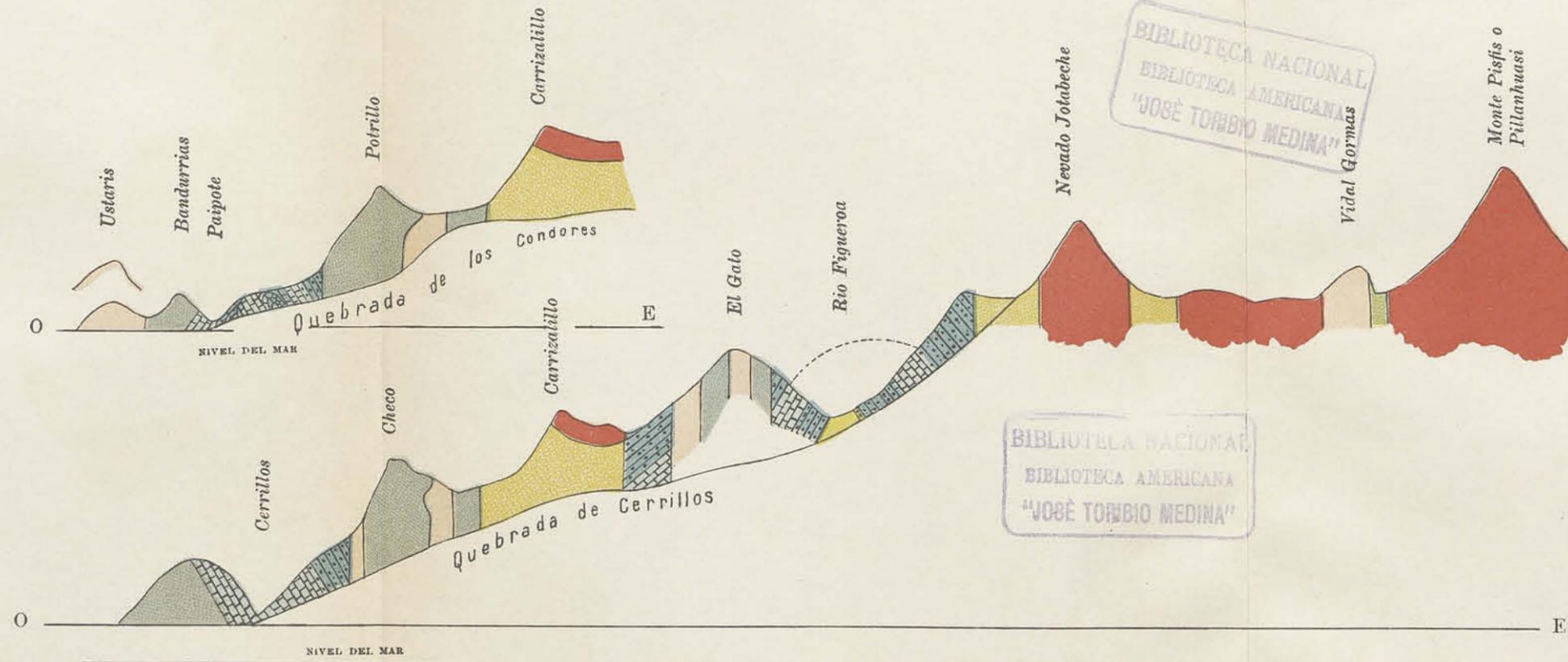
- | | | |
|--|---------------------------|----------------------|
| | Areniscas, conglomerados | } Periodo Secundario |
| | Areniscas porfídicas | |
| | Calcáreas, margas | |
| | Granito | |
| | Terciarios y cuaternarios | |
| | Pórfido aujítico | |
| | Felsita | |
| | Rocas volcánicas | |

Lorenzo Sureda
Ingeniero de mina

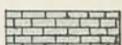
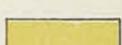
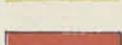
PERFIL GEOLÓGICO

DE LAS QUEBRADAS LOS CONDORES Y CERRILLOS HASTA EL GATO Y PROLONGADA HASTA LA FRONTERA

Escalas { Horizontal. — 1:750.000
Vertical — 1:75.000



L E Y E N D A

-  Esquitas cristalinas
 -  Areniscas porfídicas
 -  Calcáreas, márgas
 -  Granito, sienita
 -  Terciarios y cuaternarios
 -  Pórfito aujítico
 -  Felsita
 -  Rocas volcánicas
- } Periodo Secundario

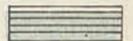
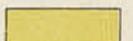
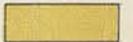
Lorenzo Jundt
Ingeniero de minas

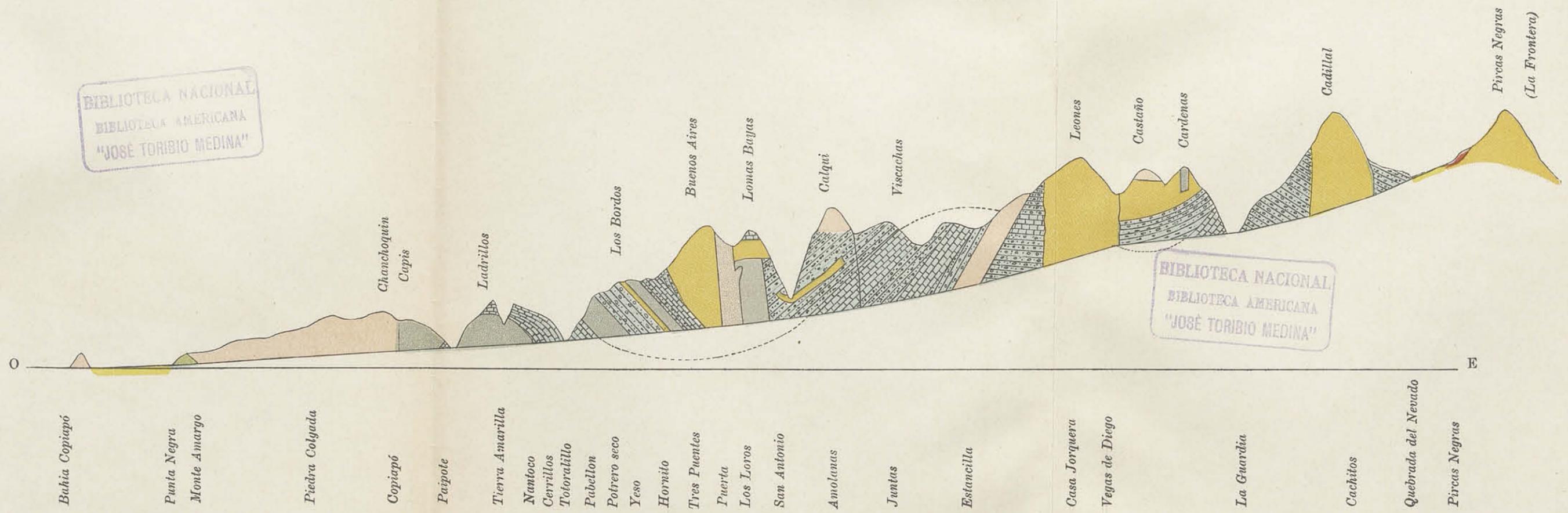
PERFIL GEOLÓGICO

DEL RIO COPIAPO, JORQUERA Y TURBIO DESDE LA MAR HASTA LA FRONTERA

Escalas { Horizontal.—1:750.000
Vertical —1:75.000

LEYENDA

-  Esquitas azoicas y paleozóicas
 -  Areniscas rojas
 -  Calcareas y Pizarras
 -  Granito y sienita
 -  Terciarios y cuaternarios
 -  Pórfido sin cuarzo
 -  Felsita
 -  Roca volcánica
- } Periodo Secundario



BIBLIOTECA NACIONAL
BIBLIOTECA AMERICANA
"JOSÉ TORIBIO MEDINA"

BIBLIOTECA NACIONAL
BIBLIOTECA AMERICANA
"JOSÉ TORIBIO MEDINA"

Ernesto Sanclit
Provisorio de minas

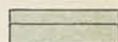
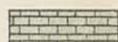
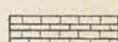
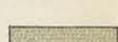
PERFIL GEOLÓGICO

MINERAL DE TRES PUNTAS Y MINERAL DEL CHIMBERO

Escalas { Horizontal.—1:750.000
Vertical —1:75.000



LEYENDA

-  Esquitas cristalinas
 -  Areniscas con ostras
 -  Calcareas y Pizarras
 -  Cal y granate
 -  Granito y diorita
 -  Pórfido aujítico
 -  Felsita
- } Periodo Secundario

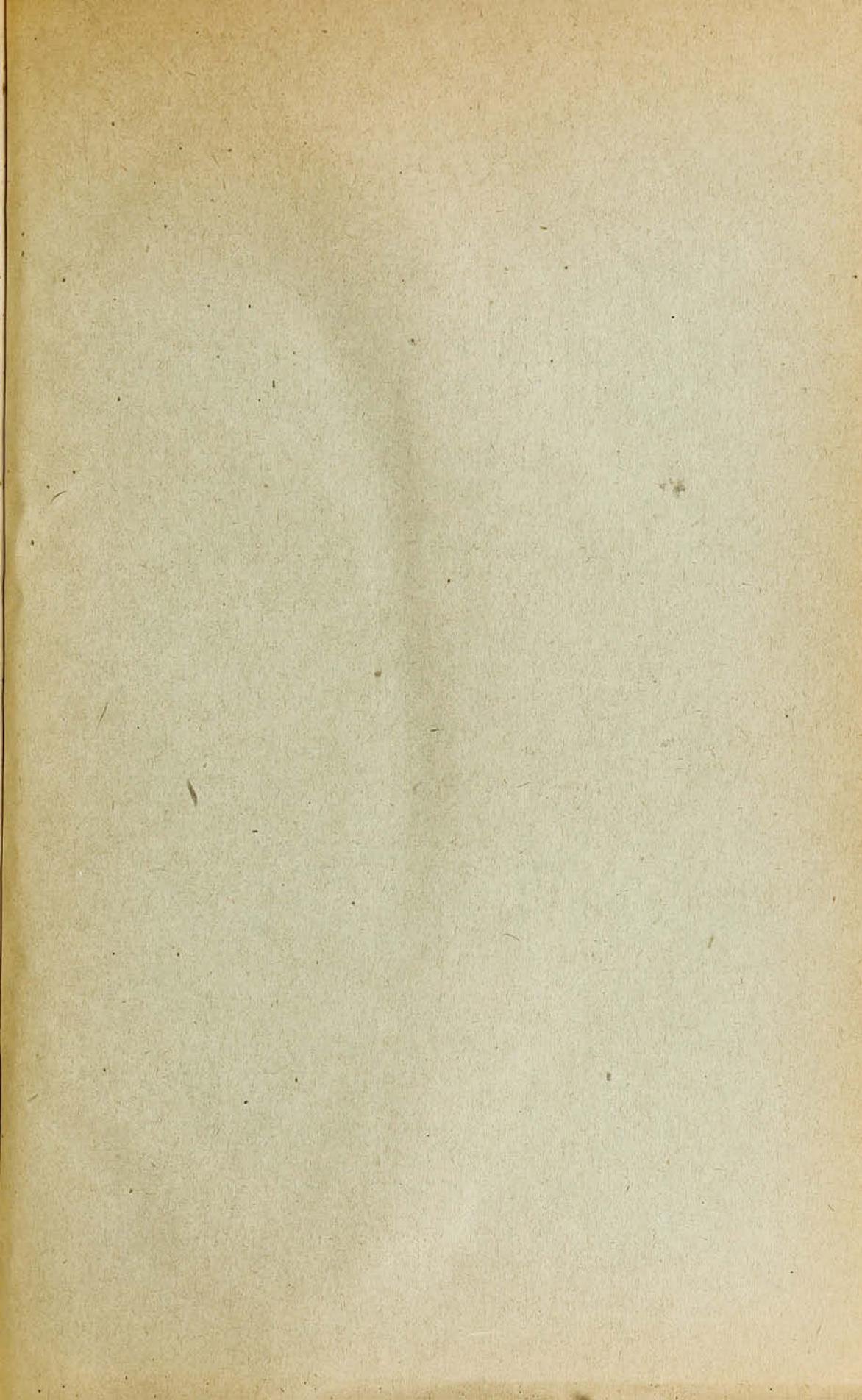
BIBLIOTECA NACIONAL
BIBLIOTECA AMERICANA
"JOSÉ TORIBIO MEDINA"

BIBLIOTECA NACIONAL
BIBLIOTECA AMERICANA
"JOSÉ TORIBIO MEDINA"

Lorenzo Sundt
Ingeniero de minas

"JOSE TORIBIO MEDINA"

BIBLIOTECA NACIONAL
28 JUN. 1958
Secc. Control y Cat.



BIBLIOTECA NACIONAL



463785