

JEOLÓJIA

POR

IGNACIO DOMEYKO

PROFESOR DE QUÍMICA I MINERALOJÍA DE LA UNIVERSIDAD

DE

SANTIAGO DE CHILE



EDICION OFICIAL

TOMO QUINTO

J.B.

SANTIAGO DE CHILE
IMPRENTA CERVANTES
BANDERA, 50
—
1903

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION CHILENA

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION CONTROL

JEOLIJÁ

I

ESCURSION JEOLÓJICA A HUASCO

I COPIAPÓ

(Febrero i Marzo de 1840)

Hai dos caminos principales que conducen a Huasco i Copiapó: uno de ellos, el de la costa, pasa mui cerca de las minas de San Juan i del Carrizal; el otro, el del interior, se acerca a las minas de plata de Huasco Alto i de Copiapó i pasa a unas quince leguas del mar. Para hallarme en situacion de examinar toda la estension de la rejion comprendida entre Coquimbo i Copiapó, me dirijí por el camino de la costa i volví por el del interior.

Partimos por la quebrada de Romero que se bifurca en otras dos: la una que es la quebrada de la Diaguítá, se dirige hácia el NE, la otra por donde pasa el camino, conduce a Agua de Mula-to (a 7 leguas de Coquimbo) i media legua mas allá bajamos a otro valle que desemboca en la Quebrada Honda. Es el primer valle transversal que desde Coquimbo se encuentra en el espacio de 8 a 9 leguas. En este valle, a una legua del mar, se ven algunas casas habitadas, cerca de un arroyo cuyas aguas se pierden en la arena i no llegan al mar. En la embocadura de éste no se ve sino un valle doble i un llano arenoso con margas concrecionadas en la superficie. Otro llano mas elevado que corresponde a las llanuras de aluviones superiores del valle de Coquimbo se presenta solo en porciones al pié de los cerros léjos del mar, miéntras que el borde de éste no tiene sino 40 a 50 pies de altu-

ra i el escarpe presenta un corte vertical de los mantos de pudingas i de arenas que contienen conchas mui trituradas. En jeneral esos mantos indican dislocaciones mui notables que ha sufrido la costa del mar desde su formacion. Se ven ahí fallas i ondulaciones de los mantos; pero siempre un yacimiento de bloques i rodados cerca de la superficie, como terminando la época que ha precedido o acompañado al solevantamiento del llano.

A cuatro leguas mas léjos (13 a 14 de Coquimbo) se ve otro valle, un arroyito cuyas aguas apénas bastan para regar algunos prados artificiales i un pequeño jardin de la hacienda de Totoralillo.

La bahía de Totoralillo forma un puerto bien abrigado donde se embarcan los minerales provenientes de las minas de la Higuera que estan sólo a 6 o 7 leguas (?) de aquí.

Toda la costa desde Coquimbo, está formada de rocas dioríticas que pasan ya a los pórfidos verdes anfibólicos, ya a las rocas compactas euríticas. Es el terreno con el cual se relaciona el yacimiento de las minas de cobre de la Higuera. Algunas quebradas profundas como la de la Cruz Alta presentan escarpes con pliegues provenientes de las grietas formadas en épocas recientes.

A diez leguas de la Quebrada Honda (18 a 19 de Coquimbo) se halla el valle de los Choros que tiene mas de 5 leguas de ancho en su embocadura en el mar. Este valle es mui moderno i ha sido disecado en la última época de solevantamiento, al mismo tiempo que la Vega de Coquimbo: no se ven ahí antiguos valles formando llanos elevados sino mui cerca de las rocas encajantes i en la parte alta del valle. Este siempre carece de agua excepto en la estacion de las lluvias. Algunas corrientes de agua cargadas de sal que se pierden a mas de dos leguas de la costa, apénas bastan para mantener una pequeña colonia en los Choros Bajos i otra que dista 8 leguas (?) de la primera en los Choros Altos.

La cadena de rocas dioríticas que cierran el valle por el norte i que forman cerros redondeados i mas bajos que los de la parte sur, se prolonga aquí mui al oeste, formando un promontorio en el mar i termina por dos islas alargadas en el mismo sentido, llamadas islas de los Choros.

Una vez que se pasa esa cadena de rocas se ven empezar llanos

elevados, áridos, arenosos, cuyo oríjen no parece provenir de la desagregacion del granito. En ciertos lugares no se ve en la superficie ningun indicio de conchas ni de la estadía del mar, i la arena se compone de elementos de rocas granitoideas. Pero se ven tambien algunas localidades, como por ejemplo, cerca de Carrizal, a 2 leguas al sur de Chañaral, concreciones margosas en la superficie i restos de conchas. (1)

A 4 o 5 leguas del valle de los Choros se encuentra el hermoso valle de Chañaral. Es mui estrecho i está situado en los aluviones de los que se ven las principales capas como en Coquimbo. El llano alto se estiende a mas de 3 leguas de la costa i se prolonga al norte hasta cerca de la Quebrada Honda (5 a 6 leguas de Chañaral). Nunca falta agua en la quebrada de Chañaral para regar algunos prados artificiales i las hermosas higueras del pueblo. En la embocadura del valle hai un puerto para el embarque de los minerales.

La Quebrada Honda está formada de rocas granitoideas dioríticas. Hai algunas vertientes que no se secan nunca i no faltan bosques en la parte alta de este valle. Este desemboca en una bahía donde hai un puerto para la esportacion de minerales de cobre de las minas de San Juan.

Para llegar a esas minas se atraviesa el valle; a una legua mas allá se baja a otro valle llamado Quebrada del Sauce que conduce a San Juan. En esta última quebrada se ve el verdadero gneis en partículas mui onduladas que pasan a una especie de esquista que se halla atravesada por vetas mui irregulares de cuarzo blanco. Esta roca pasa en seguida (remontando el valle) a las dioritas que se ven atravesadas por dos sistemas de vetas: las mas son negras, compactas, homogéneas, las otras, blancas feldespáticas. Estas últimas se hallan cortadas por las negras i se notan en ciertos puntos verdaderas fallas. Estos fenómenos de cruzamientos de los sistemas de vetas se ven tambien en la Quebrada Honda.

(1) Al este de Chañaral (a 7 u 8 leguas ?) se hallan las minas de cobre El Morado i mas léjos San Antonio. Todo el terreno desde el valle de los Choros hasta el de Huasco es diorítico i mui rico en minas de cobre. (N. del A.)

I. Minas del departamento de Huasco Bajo

MINAS DE SAN JUAN

Estas minas fueron explotadas en tiempo de los españoles; tienen mas de media legua de longitud i media legua de ancho; estan vecinas a las minas *del Labrar* que se hallan situadas a 2 leguas mas abajo en la quebrada del Sauce. Todo este distrito minero forma uno de los principales *minerales de cobre* de Chile: despues de los de Tamaya, del Carrizal i de la Higuera es talvez el que produce mas minerales en toda la República. Sin embargo las minas, no producen ni la tercera parte de lo que daban en su tiempo: pues los minerales que se estraian eran oxijenados i por eso la mayor parte de los filones fueron agotados a poca profundidad desde sus afloramientos. Algunos años despues de haber producido tantos óxidos han cambiado en seguida de mineral i a una cierta profundidad se vuelven a producir las piritas cuprosas; por otra parte están completamente estériles.

Hai gran número de filones cuya mayor parte corren de N. a S. Su yacimiento está en las dioritas. La roca en la proximidad de esos filones se desagrega; pero tambien en medio de filones metalíferos se la ve a veces hacerse granitoidea, micácea, ya cambiarse en una roca verdosa compacta, esquistoidea. La ganga de los filones es jeneralmente arcillosa; la salbanda es grasosa al tacto (magnesiana) lo que se llama *jaboncillo*. La pirita va acompañada de cuarzo.

Veamos ahora alguna de las minas que tuve ocasion de examinar mas particularmente.

Mina de la Quebradita (perteneciente a los señores Aguirre i José María Montes).—Es una de las minas mas antiguas de Chile; se la trabaja desde hace mas de 60 años i pertenece al descendiente del fundador de Coquimbo, Aguirre, uno de los caballeros mas eminentes de la Conquista. Se sacan de esa mina todos los años mas de 5,000 (?) quintales de minerales de mas de 20 por ciento.

El filon corre de N a S. i mantea al oeste, formando un ángu-

lo de 40 a 45° con el horizonte. Está cortado por una quebrada profunda que se dirige hacia el N. N. O. Aflora a ámbos lados de ésta; pero su riqueza principal ha estado en los afloramientos del lado norte. Ahí es donde se encuentran los antiguos trabajos; estan en la parte alta del filon: pues, como en aquel tiempo no se conocia el tratamiento de los sulfuros no se buscaba mas que los óxidos. También este filon ha sido rico en óxidos en su parte superior i ahora es rico en piritas (1) a mas de 200 pies (?) de profundidad bajo los precedentes. Es un filon mui regular; con una anchura a lo ménos de 2 a 3 piés, una verdadera *veta real*. Va acompañado de dos vetas principales que producen casi siempre óxidos i que a menudo se reunen con los filones i se separan de ellos.

Los sulfuros empiezan ya cerca del fondo del valle i aquí el filon aumenta de anchura, de suerte que, a menudo, se le ve alcanzar 10 piés de ancho en pirita amarilla casi maciza, i como este mineral es blando, quebradizo, un barretero puede en tal caso, botar mas de medio cajon de mineral diariamente.

Allí donde concluye esta pirita amarilla (a mas de 50 estados de profundidad) empieza otro mineral piritoso negruzco, que contiene mucha pirita blanca i al mismo tiempo se ven las primeras filtraciones de agua. Las dos cajas son casi igualmente sólidas; sin embargo se ve que en ciertos lugares, en la caja de la cabeza, se halla sujeta a derrumbamientos. Todo el mineral que se saca de esta mina se le vende a los ingleses i es esportado, escepto el que contiene ménos de 20 por ciento. Los sulfuros son todos amarillos piritosos i dan 12, 13 i hasta 25 por ciento. Se arrojan en los desmontes las piritas que contienen, probablemente mas de 8 por ciento.

El Rosario.—El rumbo i la inclinacion de éste son las mismas que los del filon precedente que corre a una distancia de 300 a 400 metros.

Este filon produjo en su época muchos minerales de color, despues el mineral desapareció, dando abajo algunas vetas de oxisulfuros (metal acerado). Despues de esto el filon continuó sin presentar el menor indicio de sustancia metálica i fué solo a 60 o

(1) El manuscrito dice *piritas*, lo mas probable es que sean *bronces* o bien bronces en criaderos de piritas. (N. del E.)

70 estados debajo de los oxisúlfuros donde se encontró pirita de cobre amarilla como la del Rincon. Se veía, por consiguiente, una correspondencia perfecta en esos dos filones, en cuanto a la disposición de los minerales. En una de las vetas que se separa del filon, se ve la roca de la veta arcillosa, rojiza, presentando manchas de carbonato verde, i en medio de esto, papas de un mineral pardo, silicatado mui rico. (A)

El Manto.—Entre los dos filones precedentes se ven correr vetas i principalmente un filon con la misma inclinacion i el mismo rumbo que aquellos, llamado *El Manto*. Este filon ha producido tambien óxidos, i debajo, un mineral análogo al mineral pardo. (A)

Este grupo de filones que acabo de describir está a la distancia de legua i media de las principales minas de San Juan. Estas últimas estan abandonadas en su mayor parte, i se ve una inmensa cantidad de labores antiguas. Hai dos filones que tienen mas de 10 estacas de largo (500 a 600 piés).—Así el filon de la Quebrada Seca es de ese largo i produjo en un tiempo muchos óxidos i carbonatos; ahora se estan encontrando algunas oquedades i papas de metales sulfurados a una profundidad de 50 (?) estados, pero el agua no permite proseguir los trabajos. Por lo demas estas minas no me han ofrecido nada de particular que las distinga del grupo precedente: escepto que casi no se estraen esas piritas amarillas que se hallan en abundancia en la Quebradita.

El mineral de San Juan está situado a 8 leguas de Freirina, a 10 de Chañaral i a 7 u 8 del mar. El mineral se embarca en el puerto que está en la desembocadura de la Quebrada Seca. El mineral de 24 a 27 por ciento se paga de 100 a 130 pesos puesto en el puerto. Los minerales pobres no son utilizados por falta de un establecimiento; sin embargo, no falta madera en los alrededores, (a 3 o 4 leguas del mineral) sobre todo en lo alto de la Quebrada Honda. Actualmente solo hai 2 hornos de fundicion en los alrededores de Freirina.

A los alrededores del mineral hai algunos filones auríferos en la misma roca diorítica que al mismo pié del cerro de San Juan, bajando al Sauce, en el camino de Freirina, contienen grandes cristales de anfíbola.

FREIRINA I LAS MINAS DE COBRE DE LOS ALREDEDORES

Freirina es la capital del departamento de Huasco Bajo que no tiene mas que 5,000 habitantes. La ciudad está situada en un valle estrecho en medio de llanos elevados cuyos tres gradas principales corresponden a los que se dejan ver en el valle de Los Choros, en el de Coquimbo i en el de Limarí. De aquí al puerto hai 5 leguas i toda esta parte baja del valle, cubierta de sauces, contiene una poblacion de mas de 3,000 almas. La ciudad por sí sola cuenta con 800 a 900 habitantes. El agua del rio se recoge en un canal que sigue a lo largo del valle i distribuye esta agua con mucha economía dando a cada propietario por turno solo algunas pulgadas cuadradas de toma en el canal, para regar los huertos i los potreros que dan a este valle un aspecto mui agradable. Se ve ahí una iglesia, una casa de gobernacion i una escuela primaria, muchos almacenes, etc.

En un tiempo se trabajaron muchas minas de oro i cobre en esta ciudad; ahora solo se explotan minas de cobre. Hai varias de ellas a 3 o 4 leguas de Freirina por la parte del sur. Hé aquí algunas que he visitado.

El Rincon. — Mina situada a 3 leguas de la ciudad por la parte S. E. Se ve ahí un filon mui regular de varias estacas de longitud corriendo del N. 20° O al S. 20° E. i manteando hácia el oeste. Desde la parte alta de ese filon se ve separarse una veta que baja casi verticalmente i se dirige hácia el N. 40° O. La roca que lo contiene es diorítica i en el contacto con el filon se ve una roca compacta verdosa que contiene anfíbola rayada. El mineral contiene carbonatos i silicatos de cobre, óxido i algunas partes oxisulfuradas. Se ve tambien ahí mucho fierro micáceo, pero no se encuentran piritas ni cobre empavonado.

El Espejuelo — A media legua de distancia i al sur del filon precedente, se ve otro mas largo que corre tambien del N. 20° O al S. 20° E i que mantea hácia el oeste. Este filon es mui ancho, o mas bien, es un doble filon compuesto de dos vetas que corren paralelamente la una a la otra, a una distancia de 10 a 12 piés i se reunen por cruceros que son casi horizontales, mientras que

todo el sistema que constituye el filon mantea formando un ángulo de 50 a 60° con el horizonte. En medio de esas dos vetas i los cruceros que los reunen hai masas disformes, en jeneral mas duras que las rocas de las cajas i que los mineros llaman *farellones*. El mineral que jeneralmente consiste en óxidos, carbonatos i silicatos se halla dispuesto mui irregularmente. Se ven ahí especies de jeodas alrededor de las cuales el mineral se halla agrupado en papas concrecionadas, acompañadas de cuarzo hialino prismático. Se estraen tambien minerales negros, parduzcos que a primera vista parecen ser oxisulfuro, pero que solo contiene protóxido mezclado con peróxido de fierro, silicato i carbonato de cobre; el mismo mineral que tuve la ocasion de examinar en San Juan (A). El mineral se halla a veces mezclado con piritas de cobre sin producir oxisulfuro.

Por lo demas este mineral que es la mejor especie que produce la mina no se halla en vetas, sino que siempre en oquedades i papas completamente irregulares.

Se trabaja a mas de 400 piés de profundidad debajo de la boca-mina i el filon se eleva mucho en el cerro, aflorando en una lonjitud de mas de media legua. Está cortado por una quebrada por la parte sur i por un valle por la parte norte, i del otro lado de este valle se ve su afloramiento en una mina abandonada que dió muchos minerales. Como esta mina está bien descubierta en su afloramiento (disfrutada) se está en situacion de reconocer que este ancho filon se compone de dos vetas paralelas unidas por una infinidad de cruceros, i que esos farellones no son mas que masas cuarzosas en medio de la salbanda. Esta es una arcilla o caolina blanca (tofo blanco) terrosa. Tambien se encuentra ahí anfíbola verde i negra rayada como en todas las minas de cobre de Chile. No he encontrado cloruro sino en algunos fragmentos de protóxido en el afloramiento de esta última mina. La capa que lo contiene es diorítica.

Cerca de estas tres minas se ve aun otra, *La Arenilla* a una legua de aquí cerca del valle de Huasco, i algunos filones abandonados en el Cerro de la Gloria.

Un barretero está obligado a sacar 2½ capachos (5 quintales) de saca por la mañana, otro tanto despues de almuerzo i lo mismo

despues de comida; en suma, debe proporcionar 15 quintales de saca por dia. Cuando la roca es blanda suministra mas para compensar lo que no ha podido hacer cuando era dura. El apir no tiene mas que subir el mineral estraido en el dia por el barretero. Los mineros reciben alimentos tres veces al dia: por la mañana tienen una racion de pan (telera) i algunas manos de higos; para el almuerzo *frangollo* i frejoles; para la comida *punche*. Una barrera (compuesta de un barretero i un apir) cuesta, en todo, comprendido el salario i los víveres, 40 a 50 pesos al mes.

Casi todos los minerales de estas minas se esportan a Inglaterra: pues solo hai dos hornos de fundicion en los alrededores, i no se piensa en establecer otros nuevos por falta de combustible.

MINAS DE CARRIZAL

Este mineral es uno de los mas antiguos i probablemente el mas considerable de todos los de cobre de Chile. Está situado a 15 leguas de Freirina cerca del camino que conduce de esta ciudad a Copiapó; está a 7 u 8 leguas (?), en línea recta, del mar i a (?) (1) leguas del puerto por donde sale la mayor parte del mineral que se embarca para Inglaterra.

Hai dos caminos que conducen a este mineral de Freirina; uno, el mas corto (cortadera) es malo, mui pedregoso; el otro (camino real) remonta primeramente el valle i despues a $1\frac{1}{2}$ legua de aquí vuelve hácia el norte por un valle longitudinal. Pasa por el mismo terreno que hemos notado, llegando de San Juan, es decir un terreno diorítico atravesado por pórfidos verdes, etc.

Acercándose a Carrizal mas o ménos a 10 leguas de Freirina se ve un llano de tres a cuatro leguas de largo, de superficie bien unida, cubierta con una arena fina i que conserva algunas trazas de vejatacion a pesar de la sequedad del año. Este llano ha debido ser de formacion lacustre; se notan ahí algunos mantos de margas de agua dulce cerca de la Yerba Buena i de los Chorrillos.

Todas las minas de Carrizal se hallan en un solo cerro diorítico

(1) En los orijinales existen omisiones de cifras i datos, imposibles a veces de llenar i que marcamos con (?) (N. del E.)

que mucho se asemeja, tanto por su forma como por la disposicion de sus filones, al de Tamaya. Como éste, el de que tratamos se halla cortado tambien por todos lados, uniéndose solo por el norte a las cadenas adyacentes; el filon principal aflora cerca de la cumbre; otros secundarios, afloran mas abajo por la parte este, i por la parte occidental corre una veta; en fin, la direccion del cerro corresponde exactamente a la de los filones. Solo que aquí los filones son mas numerosos, mas largos, comprendidos en una especie que no es mayor que el cerro de Tamaya, pero en cambio los filones de Tamaya dan masas de minerales mas ricos que los de Carrizal.

Pasemos ahora a la descripcion de los filones. Se cuentan cuatro, de los cuales el principal i mas importante se llama la *Veta real de Carrizal*.

1.—*Veta real de Carrizal*.—Aflora cerca de la línea de las cumbres i en la pendiente de la parte oeste. Su direccion es de N. 45° E. a S. 45° O. Mantea al N. O., formando un ángulo de 45 a 50° con el horizonte. Hai 5 estacas (1,000 varas o sea 830 metros) en trabajo en toda su estension. La mina principal es la *Mondaca* que produjo mucho mineral oxijenado cerca de los afloramientos, i a 40 metros de profundidad se empezó a encontrar pirita cuprífera. Ahora se trabaja a 100 metros bajo los afloramientos i el filon va ensanchándose, de modo que en el fondo se ven masas de mineral con un ancho de 4 a 5 metros i en gran parte puros, mezclados con un poco de cuarzo conteniendo (?) por ciento. El mineral no varia de naturaleza; únicamente, a veces se presenta mas o ménos irisado, lo que denota aumento de riqueza; a veces se vuelve negruzco por la descomposicion de los sulfuros.

La anchura del filon varia continuamente i lo he visto en una galería a mas de 70 u 80 metros tomar tal importancia, que tenia cerca de 12 a 13 metros de ancho, todo atravesado por masas de pirita cuprífera que tiene un color anarillo de oro, es mui dura, sólida, i tiene como ganga, cuarzo amorfo, blanco. En jeneral la ganga de los óxidos es arcillosa anfibólica i la de los sulfuros es cuarzosa; las salbandas son terrosas, arcillosas; en ciertos puntos el mineral está adherido inmediatamente a la roca que lo contie-

ne, i la que no parece variar de naturaleza en profundidad i al pasar de los óxidos a los sulfuros.

Cosa notable, a continuacion de esta mina, en el mismo filon hai una estaca perteneciente a don Santiago Prado, que no da absolutamente nada i casi no contiene ni trazas de pirita, mientras que la que viene despues de ella, perteneciente a una compañía inglesa, produce aun los mismos minerales que la Mondaca i dispuestos de igual modo, solo que ménos abundante.

En otra mina del mismo filon se ha hallado cobre nativo donde desaparecen los óxidos i empiezan los sulfuros.

2. — *Corrida del Agua*. — El segundo filon de este mineral, denominado así, aflora en la falda occidental del Cerro. Está a mas de 100 metros mas abajo que el precedente i por eso en una de las minas de este filon, en la faena de *Santa Rita*, las piritas amarillas empiezan mas o ménos a 16 metros de profundidad. Se encuentran ahí gran variedad de minerales: entre otros se nota, entre los minerales oxijenados, una variedad amarilla rica en cobre; i entre los sulfuros, minerales negros provenientes probablemente de la descomposicion de piritas; las labores antiguas i los derrumbamientos producen mucho sulfato del cual se quiere estraer el cobre por la via húmeda. Tambien se quiere ensayar la concentracion de la lei de las piritas amarillas calcinándolas al aire, a fin de hacerlas esportables a Inglaterra.

En una mina, *La Contadora*, situada a continuacion de la primera, se da en agua ya a los 15 metros de profundidad, mientras que en ninguna de las minas del filon precedente se ha encontrado.

Este filon es mas o ménos del mismo largo i de anchura tan variable como el precedente: tiene próximamente 1 metro cerca del afloramiento i despues se ensancha hasta tomar 2, 3 i 4 metros de anchura. Su rumbo e inclinacion son los mismos.

3. — El tercer i cuarto filon aflora en la falda oriental debajo de la *veta real*. El que aflora a media falda del cerro, llamado *veta gruesa* corre en la misma direccion que los precedentes (N. 45° E.) i mantea al N. O. bajo el mismo ángulo de 45 a 50°. Produce, fuera de los mismos minerales que los filones precedentes, un mi-

neral mui rico: *bronce plateado*, que no es el mismo que los oxisúlfuros de Andacollo i que contiene partes piritosas. Se ven tres minas mui considerables en este filon: una que pertenece al gobernador i que produce mas de cien (?) cajones anualmente, otra perteneciente a los González, i una tercera llamada *el Rincon*.

4. — Por fin, el cuarto filon o *Veta de los Lachos* aflora casi al pié del cerro i es rico en piritas amarillas i arcillas piritosas, etc. Su direccion, i el manto i todos los caracteres son iguales a los de los filones anteriores.

Estos cuatro filones se hallan cerca los unos de los otros i ocupan un espacio de tres a cuatrocientos (?) metros de ancho i tienen talvez media legua de largo. Las rocas que rodean el mineral son dioríticas, pero se ha notado que esas dioritas, al acercarse a los filones i entre los filones mismos, se cambian en rocas homojéneas, compactas, verdosas, dividiéndose en estratas i romboedros i a veces la diorita se hace micácea i forma verdadero granito. En jeneral, la masa que llena los filones es arcillosa, ya terrosa (cerca de los afloramientos) ya verde; pero acercándose a los afloramientos se hace cuarzosa, i las piritas amarillas no van jeneralmente acompañadas sino de cuarzo i de espato de cal. Se ve tambien en esa misma pirita blanca que se descompone al aire i produce afflorescencias en las gangas i los minerales. Como minerales extraños no se halla sino anfíbola asbestiforme, fibrosa i que se encuentra en todas las minas de cobre de Chile.

A una legua de aquí, casi en la prolongacion de dichos filones, se tiene hácia el S. O. las minas de cobre de *Pan de Azúcar*, recientemente descubiertas, que dan minerales oxijenados i oxisulfurados.

Un temblor que sobrevino hace un mes derrumbó algunos ranchos i produjo derrumbamientos en la entrada de las minas. Preguntando a los mineros por qué el mismo temblor no produjo ningun efecto en el interior de las minas, me respondieron que los temblores apénas se sienten en el interior de ellas. He oido sostener la misma opinion a muchos mineros, sin embargo, esto no es jeneralmente admitido en el pais.

A 8 leguas de aquí, dirijiéndose hácia el norte, se baja a un valle ancho donde se ve un fundito, el Totoral, casi el único lugar

habitable en toda la rejion comprendida entre Huasco i Copiapó. Se ven algunos ranchos i algunos árboles frutales; el terreno es pantanoso i el agua cargada de sales. El puerto de *Pajonales* está a 6 leguas de este lugar i, en la embocadura del valle i cerca de la costa, hai una mina de cobre llamada *mina de los Pajonales*, que produjo en su tiempo muchos minerales oxidados que se exportaban a Inglaterra por el puerto mencionado. Esta mina está actualmente abandonada; se ven siempre algunos pirquineros que siguen los trabajos.

De Totoral a Copiapó hai 24 leguas i el camino pasa por llanos situados en medio de cerros bajos redondeados, granitoídeos o dioríticos, en los cuales se ve aun aquí i allá algunas vetas cupríferas i auríferas actualmente abandonadas. En todo este trayecto o travesía no hai agua ni ningun rancho, escepto a dos leguas de Totoral saliendo de ese valle de los *Pasos*, donde se ve una vertiente de agua salada i los restos de un antiguo horno de manga (cuyas escorias contienen mucha granalla de cobre).

Los cerros de la parte oriente son aplanados, bajos, i no se ven cordilleras tan altas como frente a Coquimbo. Entre esos cerros se distingue uno rojizo, en forma de cúpula, algo alargado, que es el cerro de Chañarcillo.

Todo el camino de Freirina a Copiapó pasa por un terreno granitoídeo, diorítico, cuprífero i aurífero i se descende a Copiapó por un valle longitudinal socavado en la misma diorita.

Es cosa notable que, a pesar de que este terreno contiene muchas vetas auríferas, de las cuales algunas han sido trabajadas a los alrededores de Freirina i de Copiapó, i a pesar que los cerros, por sus formas redondeadas anuncian las modificaciones que han experimentado, a consecuencia de la desagregacion de las rocas, no se han encontrado nunca *lavaderos* (arenas auríferas) en esos terrenos de aluviones que constituyen los llanos de *la travesía*. Debo suponer que esos llanos provienen primeramente de la desagregacion de los granitos, en medio de los cuales las dioritas forman una especie de dique i en seguida de la accion del agua que nivelaba los detritus. Es probable que ántes de los últimos sollevamientos de la costa haya sido un archipiélago de islas dioríticas, o bien que hubo algunos lagos separados del mar, i en

los cuales se formaban lentamente depósitos, etc. En la superficie no se ve mas que arena fina que se redondea continuamente por la accion de las aguas que la remueven i algunos pequeños fragmentos de rocas adyacentes.

II.—Minas del departamento de Copiapó

COPIAPÓ

La ciudad de Copiapó debe su importancia i toda su riqueza a las minas que se explotan en este departamento. Es la única rama de industria i la única fuente de riqueza que se conoce aquí, pues en jeneral el suelo es completamente árido, i el valle que presenta algunas fuentes para la agricultura es mui estrecho. Por eso es necesario traer los víveres para la mantencion de los mineros i de la poblacion de la ciudad, ya de las provincias del sur de Chile, de Concepcion i de Chiloé, ya del otro lado de la cordillera, de las provincias de San Juan, La Rioja i Tucuman con las cuales actualmente hai mucho comercio.

Parece que la ciudad ha sido construida poco despues de la conquista, cerca del lugar donde se ha encontrado una colonia de indios bastante considerable (Pueblo de los Indios); pero la ciudad i su poblacion no han tomado incremento sino en los últimos tiempos de la dominacion española i despues de la guerra de la independencia.

Se notan tres épocas en el progreso que ha hecho Copiapó: la primera corresponde al descubrimiento de las principales minas de oro, en que no se explotaba aun ni la plata ni el cobre; la segunda empieza en tiempo del descubrimiento de las minas de cobre i de algunas de plata de poca importancia; i la tercera data del descubrimiento de las minas de Chañarcillo.

Efectivamente, durante la dominacion española, el deseo que habia de buscar oro por todas partes, la facilidad con que se extraia este metal i el modo tan barato con que se trabajaba las minas con los esclavos, no dándoles sino los víveres necesarios, todo esto contribuia a hacer prosperar la explotacion de las minas de oro a pesar de la baja lei de los minerales, la dureza de las

rocas i la pobreza del país. No se conocia aun el tratamiento de los minerales sulfurados de cobre.

Viene en seguida la época en que la estraccion del cobre en las otras provincias de Chile habia llamado la atencion hácia las minas de este metal i se iniciaban los trabajos mas o ménos a principios de este siglo. Con las minas de cobre se descubrieron algunas de plata en Cerro Blanco, en San Félix, etc., i a medida que la esplotacion de estas minas progresaba, la de las minas de oro disminuia hasta que, por fin, el descubrimiento de las de plata de Ladrillos, de San Antonio i, sobre todo, de las de Chañarcillo, hizo decaer completamente la esplotacion de las minas de oro i paralizó la de las minas de cobre. Ahora no hai una sola mina de oro en trabajo, i de 958 mineros que trabajaban en este departamento en 1839 mas de los nueve décimos estaban ocupados en las minas de plata. El principal mineral, que constituye la riqueza de Copiapó i que ocupa mas de 700 obreros, es Chañarcillo situado a 18 leguas de Copiapó. Las otras minas de menor importancia son San Antonio (a 22 leguas de Copiapó), Pajonales cerca de Chañarcillo, Punta Brava (a 15 o 16 leguas de Copiapó) i Ladrillos (a 4 leguas de la misma ciudad). Las dos últimas i San Antonio se hallan en el mismo valle de Copiapó, mientras que Chañarcillo con las minas de Pajonales i otras recién descubiertas, *las Bandurrias*, se hallan mas o ménos a 5 leguas al sur del valle.

En cuanto a las minas de cobre, se trabajan varias en Cerro Blanco (a 30 leguas de Copiapó i a 7 del valle), en *Punta del Cobre* (a 7 leguas de la ciudad, en el valle mismo), en Checo i Púquios.

Casi todos los minerales de plata los bajan a la ciudad de Copiapó para ser beneficiados en máquinas de amalgamacion que ahí están establecidas. Fuera de estas máquinas hai establecimientos nacionales o *huitrones*, i molinos para moler el mineral llamado *trapiches*, en varios lugares en la parte del valle que está sobre la ciudad.

La mayor parte de los minerales de cobre se vende en bruto i se esporta a Inglaterra, pues actualmente solo hai dos malos hornos para el beneficio del cobre en todo el departamento.

El principal mercado para los minerales i metales está en el mismo Copiapó. La ciudad está situada a 18 leguas del puerto, pero hai un buen camino carretero que sube desde el puerto hasta mas de 9 leguas mas arriba de la ciudad. Este camino facilita mucho el transporte i las comunicaciones con el puerto.

Distribucion jeneral de los filones relativamente al sistema de la cordillera.—No he tenido el tiempo ni los medios necesarios para determinar de qué manera se hallan dispuestas esas diferentes minas de cobre, de plata i de oro, con respecto a las diferentes especies de rocas que constituyen el sistema de los Andes de Chile. He constatado únicamente que a cierta distancia de la costa, mas o ménos a 12 o 14 leguas, hai un terreno estratificado que mantea al este i que, por consiguiente, se apoya en todo este sistema de masas dioríticas que hemos seguido desde Coquimbo hasta Copiapó i en el cual hemos visto las principales minas de cobre de Huasco Bajo.

Este terreno en su contacto con el otro que es estratificado se hace porfiróideo i todo el sistema de mantos que lo recubre ya es calcáreo, conteniendo restos orgánicos. Pero este sistema pasa luego a otro porfiróideo que se esparce sobre el terreno estratificado o que talvez no es mas que una modificacion de este último. Ademas, las principales minas de plata (Ladrillos, Chañarcillo, Pajonales) se hallan situadas cerca del contacto de las rocas solevantantes con el terreno estratificado i en una línea de escarpes que forma un terreno de estratificacion por la parte oeste, miéntras que los filones de cobre i sus asociados, los filones auríferos, tienen sus yacimientos, ya en la rejion baja, debajo de dichos escarpes en las dioritas mismas, ya en la rejion alta donde el terreno estratificado pasa de nuevo a las rocas porfiróideas.

De todas maneras, el valle de Copiapó parece corresponder a una falla que hace aflorar en la orilla derecha las rocas porfiróideas solevantadas, miéntras que estas mismas rocas se encapan bajo el terreno estratificado, en la orilla izquierda; se ve internarse los filones por la parte occidental de este valle, siendo ya de cobre que afloran en la masa solevantante (Punta del Cobre, ya de plata que atraviesan el sistema estratificado cerca de su contacto con las masas porfiróideas Punta Brava i San Antonio).

He hecho dos escursiones desde Copiapó para examinar estas minas i su yacimiento: una de ellas, a Ladrillos i Chañarcillo, con el objeto de examinar los filones que afloran cerca de la línea de los escarpes; la otra a Cerro Blanco, a mas de 30 leguas al interior para ver los filones por el otro lado del llamado terreno de estratificacion.

III.—Escursion a Ladrillos i Chañarcillo

LADRILLOS

La ciudad de Copiapó se halla situada, como hemos dicho, en un valle rodeado de cerros dioríticos (diabácicos) conteniendo algunos filones de oro recientemente abandonados. Partiendo de la ciudad se ve ensancharse este valle, pero a dos leguas de aquí se estrecha formando un desfiladero o angostura, que está formada por la misma roca solevantante a cuya entrada se ven masas de pórfidos verdes, los mismos en los cuales reposa el terreno de estratificacion. Tambien se le ve desde aquí, formando escarpes en las cumbres de cerros mui elevados que van de norte a sur i que empiezan en esta primera angostura del valle. Otro valle ancho, completamente desnudo de vejetacion, viene desde el norte para reunirse aquí con el de Copiapó i la direccion de este otro valle corresponde a la de las masas solevantantes.

El mineral de Ladrillos está situado cerca de la misma angostura en medio de éste, por la parte NE. De léjos se ven masas negruzcas no estratificadas, formando cerros que se hallan coronados por los escarpes del terreno estratificado. Las minas se hallan casi en la cumbre de las masas negruzcas, cerca de su contacto con este terreno listado con diferentes colores, i cuyas estratas son mui onduladas i mantean al este.

La roca solevantante, la que se halla cerca del terreno estratificado, es una roca compacta, homogénea, verdosa, que se divide en prismas a menudo mui cuarzosos, dando chispas con el acero; se la ve asociada con un pórfido verde, con cristales de feldespato

muy pequeños, o bien con otro pórfido anfibólico de pasta verde homogénea i con grandes cristales de anfíbola.

Debajo de estos pórfidos, todavía en la parte baja del cerro, se encuentra la misma roca diorítica que la de los alrededores de la ciudad de Copiapó. La roca homogénea compacta es la que contiene los filones de plata, mientras que abajo, en el mismo cerro, solo en la transición a la roca diorítica, se ve aflorar un filon que se explotó por oro i cobre.

Los afloramientos de los filones de plata remontan hasta los mantos del terreno estratificado. Los dos filones mas considerables, son: 1.º el de la *Descubridora* que corre de S. 47º E. a N. 47º O. i miente al oeste, inclinándose mucho mas hacia el horizonte, que los filones de Chañarcillo; tiene mas de una legua de largo i se le ve entrecortado por quebradas; el otro filon mas importante, llamado *Guia*, corre de N. a S. (como los filones de Chañarcillo), pero miente de la misma manera que el precedente al oeste. Fuera de estos dos filones hai muchas vetas que se cruzan en todos sentidos i acompañan a los filones mismos.

Estos filones han producido, primeramente, mucho mineral análogo al que veremos en Chañarcillo; es decir, una mezcla de cloruro de plata i de plata nativa; pero aquí no se encontró cloruros sino cerca de los mismos afloramientos i apenas alcanzaba hasta los 8 o 10 metros de profundidad. Mas abajo la ganga cambiaba un poco de aspecto, se hacia cuarzosa i no se encontraba mas que plata nativa, muy dividida, a menudo, en hojas muy delgadas como si provinieran de la reducción de los cloruros; en lo cual difieren de la plata nativa de Arqueros que es gruesa, maciza, que contiene mercurio i no está asociado al cloruro.

Este mineral de plata nativa pasa en seguida a minerales que contienen azufre, arsénico i antimonio; se encuentra en él, aunque en corta cantidad, sulfuro de plata, plata roja i arsénico nativo. En fin, mas abajo se llega a las piritas cupríferas que anuncian la vecindad de los filones cupríferos. Cerca del filon de la *Descubridora* hai un filon que da mucho arsénico nativo i piritas arsenicales.

Segun el conjunto de caracteres de estos minerales, veremos

que su yacimiento corresponde a la parte inferior de las minas de Chañarcillo.

La roca encajante es, como acabo de decir, mui silicosa; la ganga de los filones es arcillosa (masacote), conteniendo algunas partes calcáreas espáticas, sin fierro ni nada de sulfato de barita. El filon está adherido inmediatamente al muro i al cielo sin presentar esas salbandas blandas, arcillosas, que los mineros del pais designan con el nombre de *yanca* o *circa*.

Se sigue el filon, dejando el metal en el cielo i se corren las galerías circando, mitad en las cajas, mitad en el filon mismo, a fin de reconocer la mina. Cuando de esta manera se ha reconocido i dejado en descubierto una cierta cantidad de mineral, entónces se redobra la atencion, se vijilan de cerca a los barreteros i en un solo dia se echan abajo (lo que se llama quebrar) todo el mineral. Sucede que despues de uno o dos años de trabajo en un filon estéril, sin ningun provecho i sin encontrar la menor huella de mineral, se encuentra de repente una veta de algunos pies de largo i en un solo dia se sacan mas de mil marcos de plata, lo que precisamente, acaba de sucederle al dueño de la Guia, en cuya mina se ha encontrado a unos ocho metros debajo de los afloramientos una veta de plata nativa i clorurada que no duró mucho tiempo, dejando completamente estéril al filon.

Este mineral de Ladrillos fué descubierto poco tiempo ántes que el de Chañarcillo (hácia 1830) i parece que su principal riqueza estuvo en los afloramientos de los filones. Por eso solo la mina de la *Descubridora* dió pronto mas de un millon de francos de beneficio. Pero esto no ha durado mucho i luego, el descubrimiento de Chañarcillo, la carestía de los víveres, la dureza de la roca i, sobre todo, la desaparicion de esas masas de minerales ricos que al principio se encontraron cerca de la superficie; todo esto hizo que se abandonara casi completamente el mineral i solo hace dos años que se denunciaron las minas abandonadas i se reanudaron los trabajos. Ahora no hai mas que tres minas en explotacion: la Guia, la Descubridora i una tercera en el mismo filon que esta última. Solo hai en una galería de la Descubridora, a 15 metros debajo de los afloramientos, en que mui próxima-

mente se empezará a extraer minerales conteniendo plata nativa. El resto del mineral no produce casi nada.

Las vetas de mineral seguidas en estas minas nunca han sido constantes; han formado siempre masas alargadas, encerradas en la ganga del filon. Esta es casi tan dura como la roca misma i hai que pagar a los barreteros 7 a 8 pesos por vara dándoles de comer i pagando aparte el apir. En una de estas galerías de la Descubridora dos barreteros, trabajando por turno, dia i noche, no han avanzado mas que 3 a 4 varas en un mes. Por lo demas, cuando se paga por mes una barreta cuesta 50 a 60 pesos mensuales, algo mas barato que en Chañarcillo i el agua no es tan cara como en este último mineral.

Pasando por un portezuelo que se halla en este mismo mineral entre *la Guía* i *la Descubridora* se ve al sur el cerro de Chañarcillo i toda la série de dislocaciones que sufrió el terreno estratificado por las masas porfíricas i las dioritas que se estienden desde aquí a la costa. Se ve perfectamente que esta línea de escarpes del terreno estratificado va de norte a sur en una direccion que corresponde a la de los Andes i que las minas que acabamos de ver, como las de Chañarcillo, Pajonales, las Bandurrias, se hallan en la misma línea cerca del contacto con las masas solevantantes.

Esta línea de escarpes estratificados se prolonga tambien por la parte norte, i me han mostrado, en la misma direccion, los cerros donde se hallan las antiguas minas de oro de Cachiyuyo i un poco mas al este, una mina de cobre llamada *Checo* (a 14 leguas de Copiapó) que da cobres empavonados tan ricos como los mejores minerales de los Sapos i Tamaya, i de la misma naturaleza que ellos.

CAMINO QUE CONDUCE DE LADRILLOS A CHAÑARCILLO

Hemos dicho que la angostura del valle a dos leguas de Copiapó corresponde a la aparicion del terreno estratificado i a su contacto con las masas solevantantes. Una cadena de estas últimas, que corre de norte a sur, ocasiona esa misma angostura; pero una vez que se pasa las rocas dioríticas que se ven a la entrada

de ella, se ve a ámbos lados el terreno estratificado cuyos mantos mantean debajo de la cordillera.

El valle se dirige hácia el S. SE. miéntras que la direccion de los mantos es de norte a sur. Se nota bien el manteo de los mantos sobre los escarpes a ámbos lados del valle, pero los mantos del lado derecho no corresponden perfectamente a los de la orilla izquierda. Además en esta última se ve a las masas solevantantes, atravesar el terreno en diferentes lugares, i esas masas se componen aun del mismo pórfido de pasta verde con pequeños cristales feldespáticos, blancos, mui irregulares, que hemos visto en Ladrillos. Se diria que estas masas que constantemente se ven recubiertas por el terreno estratificado, han ocasionado esta falla que dió lugar al valle mismo. Al otro lado del valle, en la orilla izquierda, la estratificacion descende casi hasta abajo i no se halla desarreglada sino por filones estériles, pedregosos, que la atraviesan.

Entre estos últimos se ve en el escarpe de la orilla izquierda, en Tierra Amarilla (a 4 leguas de Copiapó) un filon o talvez una masa mui irregular de una arcilla amarilla que contiene mucho sulfato de fierro, de cobre i de zinc. Estos tres sulfatos se presentan cristalizados cada uno separadamente, de lo que resulta hermosas reuniones de cristales azules, amarillos i blancos con hermosos cristales de *carstenitas* en prismas de 6 caras, ribeteados en las bases i de un hermoso color violeta pálido es el sulfato neutro de fierro analizado por Mr. Rose. Los centros de esas agregaciones de cristales se hallan, a menudo ocupadas por la pinta blanca, efflorescente i mui fácil de descomponerse al aire. Esta descomposicion i la oxidacion del azufre, se efectúan continuamente, aun en la mina, pues se siente desde léjos el olor a ácido sulfuroso, lo que incomodaba mucho a los mineros i fué una de las causas que hicieron abandonar la mina. Los bancos mui densos de que se compone el terreno en el contacto de este filon, consta de rocas compactas mui silicosas que contienen *estratas esquistóideas* negruzcas de fractura desigual angulosa, semejante a la fractura que presenta a veces la idocrasa.

A dos leguas de ahí, al otro lado del rio, la masa no estratificada, porfiróidea que sale de la tierra i sostiene el terreno estra-

tificado, contiene filones de cobre i masas de fierro oxidulado. Aquí es donde se hallan las minas de la Punta del Cobre. Estas minas producen minerales de cobre oxijenados i algunas trazas de oxisúlfuros.

Al pié de esas masas porfiroídeas se ven fragmentos de antiguos aluviones de arenas i pudingas a mas de 50 pies de altura sobre el valle actual. Esos aluviones no pueden corresponder por su gran elevacion a los llanos de aluviones de la costa, i todo me hace creer que estas masas de aluviones se han depositado ántes de la ruptura de la angostura en un lago que allí se hallaba. Es uno de los casos que nos proporcionan la ocasion de distinguir los llanos de aluviones debidos al solevantamiento de la costa, de los llanos i valles dobles ocasionados por la ruptura de los diques i el escurrimiento de las aguas lacustres.

A 7 leguas de la angostura, es decir, en el lugar donde empieza el terreno de estratificacion, los bancos i mantos se hacen tan potentes que la separacion de los mantos se confunde con el quebramiento de la roca. Algunos yacimientos se hacen porfiroídeos, (?) i toda la masa atravesada por filones mas o ménos cuarzosos. (?)

Aquí se deja el valle de Copiapó i se penetra en una quebrada que se dirige al sur i conduce directamente a las minas de Chañarcillo.

En este trayecto se atraviesa todo el terreno de estratificacion, compuesto en su mayor parte de los mismos yacimientos compactos silicosos, en cuyo interior se ve concentrarse la sílice en diversos puntos, produciendo una roca almendrilla verdosa.

A 3 leguas de las minas ya se ven rocas esquistoídeas, dando un poco de efervescencia con los ácidos, áspero al tacto, semejantes a las piedras lidias. Estos yacimientos duros alternan con otros grises, delgados i hojosos, margosos. Subiendo mas arriba se ven bancos de fierro olijisto intercalados en el terreno mismo aun cuando están en estratificacion concordante (fig. 1. Lám. I) solo que a menudo se ven esos filones rotos i sufriendo fallas sin que se aperciban los filones que han producido esas dislocaciones, pues los mantos guardan su paralelismo i su continuidad arriba i abajo de sus yacimientos ferríferos. Estos tienen frecuente-

mente mas de una legua (?) de largo i cerca de 0 m. 30 de espesor.

Ahí se encuentran ya, entre los rodados de lo alto de los escarpes, fragmentos de ammonitas i terebrátulas que prueban la identidad de este terreno con el de las Tres Cruces, del Portezuelo, de doña Ana, etc.

En Molle (a 3 leguas de aquí) se ven esas conchas dentro de una roca caliza gris semejante a la de Tres Cruces. Lllaman la atencion muchas conchas en espiral: ammonitas de cerca de dos piés de diámetro, terebrátulas, etc.

CHAÑARCILLO

Situacion.—Las minas de Chañarcillo se hallan a 14 o 16 leguas de distancia del mar, en línea recta; pero siguiendo el camino por el cual hemos venido i atravesando el valle de Coquimbo, cuya direccion principal es de NO. a SE. la distancia de aquí al puerto es de 28 leguas. Las minas están a 23 leguas del Huasco i a 7 del valle de Copiapó, que es el único habitable i cultivado (1) en toda esta rejion litoral, desde Huasco hasta mas allá del desierto de Atacama, en una estension de 200 leguas. Por lo demas, no se encuentra a mas de tres leguas a la redonda, minerales, agua, ni ningun vestijio de pastos i apénas algunos abrigos cavados en algunas quebradas lejanas.

Hace 7 años que no ha llovido aquí; pero casi siempre por las mañanas se levanta una espesa neblina en la costa, atraviesa los llanos arenosos de la travesia i es atraída por el cerro de Chañarcillo que domina a los otros. Hacia el mediodía la neblina desaparece sin dejar ninguna nube. El clima es suave, semejante al de Copiapó i de Coquimbo; el termómetro nunca sube a mas de 20° R. a la sombra, i no baja en invierno de + 9° R.

Topografía.—El cerro de Chañarcillo domina todos los cerros situados al oeste, al norte i al sur i los que lo sobrepasan en altura por la parte este se levantan mas o ménos a 8 o 10 leguas (?)

(1) A mas de 80 leguas de aquí hacia el N. i en la costa misma hai una pequeña colonia de indios en el lugar llamado Paposo.

de aquí. Este cerro es algo alargado en una direccion que no se desvia mucho de la de norte a sur; tiene la forma de un prisma triangular apoyado sobre uno de sus lados; la arista de la cumbre es mas corta que los dos lados mayores de la base rectangular, de suerte que el cerro parece el techo de un palacio con las trunca-duras en los ángulos de la cumbre.

Como todo el terreno del cerro es estratificado i su superficie es completamente árida i desnuda, se ven las separaciones i divi-siones de los mantos en todas las pendientes i se nota una regu-laridad sorprendente en la estratificacion del terreno. Agregue-mos que aquí, como este terreno mantea ménos que los mantos de estratas que forman la rejion baja del terreno, se diria que todo este cerro se halla solevantado independientemente del terreno que lo rodea.

El mineral de Chañarcillo no está situado en el cerro que aca-bo de describir sino en las cadenas del mismo terreno que se des-prenden de la base de la pirámide i forman un grupo de cerros al suroeste del de Chañarcillo pero mucho mas bajos que éste.

Hé aquí la configuracion que tiene este grupo de cerros bajos que contienen el mineral. Primeramente hai un promontorio elevado, que contiene la parte esencial de las minas, se prolonga i abriga el resto del mineral por la parte norte i oeste. Este pro-montorio tiene dos pisos: su parte superior, situada al norte, es la parte dominante i al mismo tiempo, como veremos, la en que se encontró concentradas las mayores masas de plata; llamaremos a esta seccion *meseta del manto* (como habitualmente se la deno-mina). La otra seccion, o la parte de la meseta del mismo pro-montorio que mira al sur, es mucho mas baja (de 100 a 150 pies) que la meseta del manto; su superficie es mas unida i plana. La del manto está erizada de montones de desmontes i presenta el aspecto de un pueblo incendiado en que no quedan sino mura-llas medio derrumbadas i sin techos. La otra parte de la meseta es completamente desierta i se ve que nunca se ha trabajado en su superficie.

Todo este promontorio está cortado por todos lados i presenta escarpes cuyas pendientes son mucho mas rápidas por la parte del oeste i del sur que por la del este. Las del oeste son tan rápi-

das que solo se pueden subir por unas especies de escaleras hechas en los mantos i estratas que salen al sol i que ponen en evidencia todo el sistema de estratificacion del cerro.

Remontando ahora la meseta del manto i dando una mirada a la parte situada al este se ve que, del mismo promontorio que acabo de describir, se separa i desciende una masa oblonga que se reune al este por un lado con un cerro disforme (Carpas) (1) mas o ménos de la misma altura que la meseta de la parte sur del promontorio, i por el otro lado, al sur, con tres cerros cónicos bajos, de los cuales el último es el mas lejano i tambien el mas bajo de todo el sistema.

Como estos tres cerros cónicos se componen de una estratificacion casi horizontal, i los mantos salen al sol por todos lados se ven, observando desde lo alto, círculos i elipses que disminuyen mas i mas de perímetro hasta las cumbres, que son aplanadas o redondeadas, donde esas líneas curvas son cerradas i de poco diámetro. Esta forma singular i estas líneas de estratificacion que se dibujan sobre pendientes suaves esferoidales, hacen decir a las jentes del lugar que esos cerros tienen forma de caracol.

El último de estos conos en forma de caracol, el que avanza mas al sur, baja al valle que se halla cerca de los llanos de aluviones que se llaman *travesías*, i las primeras rocas que salen del medio de esos aluviones, al oeste, son masas redondeadas disformes que no presentan trazas de estratificacion.

Rocas componentes (jeognosia).—Todo el terreno de este mineral que acabamos de describir es estratificado i compuesto de capas de estratas, cuyo espesor varia desde algunas pulgadas hasta mas de 8 a 10 metros. Todo el sistema mantea al este i al nor-este (?) escepto las últimas cadenas (que componen dichos conos en caracol) cuyos mantos se acercan a la horizontal o bien toman diferentes posiciones que varían de rumbo e inclinacion. No se ve el contacto inmediato de este terreno con las masas solevantes no estratificadas; su contacto está cubierto por los aluviones.

(1) Se llama *Carpas* una parte del mineral situado al este i como este cerro no tiene un nombre especial, aquí la llamamos así aunque su nombre se relacione con ciertas minas situadas en uno de los tres cerros esféricos.

Hé aquí las rocas que entran en la composicion del terreno de Chañarcillo i cuyo conjunto se halla caracterizado por la presencia de carbonato de cal.

1.º) La caliza mas comun en el mineral es una caliza silicosa gris, que presenta guías, manchas i puntos amarillos ocreos. Su estructura es compacta i su fractura desigual e imperfectamente concoídea.

2.º) La caliza pasa a otra astillosa que presenta en los planos de fractura dibujos dendríticos en una superficie parda arcillosa.

3.º) Otra variedad de caliza que es una caliza sacaróidea de un color gris claro, con incrustaciones i concavidades que, ora se hallan llenas de un ocre amarillo o rojizo, ora tapizada de cristales romboédricos mui agudos.

4.º) En medio de los bancos calizos se ven tambien estratas delgadas e irregulares de una marga blanca desmenuzable, que mancha los dedos, i amenudo llena de fragmentos de la misma caliza en que se hallan contenidas.

5.º) Se encuentran tambien aquí calizas fragmentarias, teniendo grietas tapizadas con una cristalización mui brillante, pero en cristales escesivamente finos.

6.º) Esas calizas se hallan en estratificación concordante con diferentes rocas esquitosas mui cargadas de sílice que, ya constituyen una esquita semejante a la piedra lidia, negra, áspera al tacto i de granos escesivamente finos; ya forman bancos esquitoídeos algo calizos, de fractura concoídea que al mismo tiempo que se dividen en fragmentos de 1 a 2 pulgadas de espesor, paralelamente a los planos de estratificación, se fracturan aun en dos sentidos perpendicularmente a esos planos, presentando prismas con ángulos entrantes, en los escarpes.

Nada hai de estable i de bien pronunciado en la posicion que guardan las esquitas con respecto a los mantos i estratas calizas. Al remontar este sistema desde el antiguo establecimiento de Chañarcillo (a 4 leguas de las minas) en la direccion del SO. (?) se ve que la parte inferior del sistema está mucho mas cargada de sílice i es ménos caliza que los yacimientos superiores; pero tambien en las granzas hácia la parte superior del promontorio se ven esquitas mui duras i mui secas, despues en la meseta del *manto*

se ven esas esquitas recubiertas por las margas blancas i verdosas i por mantos calizos grises; luego vienen aun yacimientos silíceos esquitóideos. Se ve solamente, que todas estas rocas i mui diferentes variedades pertenecen al mismo sistema i forman un solo terreno jeológico.

No se ve el contacto de este terreno con las rocas solevantantes, por los aluviones que se encuentran abajo del mineral; pero las primeras masas que salen al otro lado de los valles i quebradas al oeste del *mineral* son masas dioríticas i porfiroideas que se prolongan hasta la orilla del mar.

Me falta decir que los mismos mantos calizos del terreno contienen restos orgánicos, entre los cuales los mas abundantes son las ammonitas, conchas de turritelas i terebrátulas. No los he encontrado en el mineral mismo, sino a 3 leguas al sureste (?) de aquí, en Molle, i se han encontrado rodados en las quebradas cerca de Chañarcillo. Me han asegurado que aun en las minas de Chañarcillo se han encontrado ammonitas con cloruro de plata en la superficie.

Estension del terreno en que se hallan comprendidos todos los filones metalíferos de Chañarcillo. — Todos los filones metalíferos de Chañarcillo que han producido hasta el presente por valor de mas de (?) (1) se hallan comprendidos en un espacio de poca estension que no tiene sino 2,000 a 2,200 metros de largo i 1,000 a 1,200 metros de ancho: o sean 2.200,000 a 2.400,000 metros cuadrados.

Distribucion de los filones metalíferos. — Hai gran número de filones i vetas en este mineral; pero se distinguen principalmente, dos filones que por su largo, su potencia i la cantidad de minerales que han dado, han merecido el calificativo de filones de primer orden (vetas reales); miéntras que a los otros se acostumbra llamarlos guías. De estos dos filones principales el uno se llama corrida de San Francisco i el otro corrida de la Descubridora. Fuera de estos dos filones, que han dado la mayor parte de la plata que

(1) La produccion de Chañarcillo desde 1830 hasta 1839 inclusive, se estimó, en informes oficiales en 550,000 marcos avaluada en 5.000,000 de pesos oro. (N. del E.)

se ha sacado de Chañarcillo, se han encontrado grandes riquezas en *el Manto*; que es un filon-manto situado en la parte superior del promontorio, i en varias guías que afloran, ya en la parte SO. del sistema, ya en lo alto del promontorio.

Para abarcar con una mirada la disposicion jeneral de estas vetas i filones subamos a la planicie del Manto i examinemos atentamente la composicion de esta parte del cerro, pues es aquí donde nacen los dos principales filones: el Manto i las guías de la parte superior del sistema, formando el todo un conjunto escesivamente curioso e interesante.

1.º *El Manto*.—Tomemos, primeramente, como punto de partida el *Manto* mismo. Es un manto blanco, margoso, que parece cortar el cerro horizontalmente, mas o ménos a 200 pies debajo de la cumbre i que sale al sol en los escarpes meridionales del promontorio. Este manto no sale al otro lado del mismo cerro, i por consiguiente no está en estratificacion concordante con el resto del sistema. Es completamente irregular en su forma i espesor i no parece pasar de 2 metros de potencia. Está todo lleno de fragmentos angulosos de las rocas que lo contienen i esos fragmentos varían de tamaño desde el de un grano de arena gruesa hasta mas de un metro cúbico de volúmen.

En algunas partes del pretendido manto-filon se ven masas de la roca caliza sólida fracturadas i los fragmentos se hallan casi en la situacion en que estaban ántes de que fueran rotas i quebradas. La marga llena entónces todos los intersticios i los huecos que han resultado de ese desarreglo local del terreno. En fin, todo el interior de este manto me indica que es el resultado de la accion de una poderosa fuerza que dislocó i desgarró esta parte del cerro, dejando una grieta mas o ménos horizontal. En medio de estas margas entre los bloques mismos es donde se han encontrado bloques, oquedades i papas de un mineral sumamente rico que no contenia sino cloruro de plata i plata nativa.

Una de las minas que se esplotó en este manto i que pertenecia a dos hombres pobres llamados Bolados produjo mas de un millon de pesos de plata i en un lugar en el afloramiento mismo del manto se encontró un bloque que contenia 60 quintales de plata i cuyo núcleo que consistia en plata nativa pura, tenia mas

de 33 quintales de peso. Parece tambien que la principal riqueza se halla concentrada en los mismos afloramientos, i como el manto no tenia mucha estension i su explotacion era mui fácil, lo agotaron luego i ahora no queda sino un laberinto de galerías horizontales que serpentean en todos sentidos i cuyas galerías siguen todos los caprichos del mineral; actualmente no se hace otra cosa que repasar los desmontes de esta antigua mina de Bolados. El primero que hizo este negocio ganó mas de 20,000 pesos, como beneficio neto, i revendió a otro que por segunda vez pallaquea en los mismos desmontes.

Tal es la composicion de ese filon-manto denominado el *Manto* que, no hace mucho tiempo, comprendia tres hermosas pertenencias de minas (mas o ménos 3 estacas = $600^v \times 100$) i que se perfora en todos sentidos sin encontrar beneficio.

2.º *Guías*.— Debajo de ese manto vienen mantos calizos, sólidos, pero siempre fracturados, agrietados i penetrados de inscrustaciones i cavidades que a menudo se hallan llenas de fragmentos de la misma roca cimentada por caliza concrecionada, dejando huecos que están tapizados con una cristalización caliza, brillante; pero en cristales casi microscópicos. Estos mantos sólidos se hallan atravesados por un gran número de vetas metalíferas que ya corren de norte a sur, ya de éste a oeste i nada tienen de regular en su estructura. Se les llama *guías* i de ellas se han sacado cantidades considerables de cloruro de plata i plata nativa. Este sistema de guías no parece salir al sol i está recubierto por rocas de la misma naturaleza, esquitosas, mas regularmente dispuestas que las que contienen las guías.

3.º *Dos filones principales*.— Si ahora examinamos lo que pasa debajo del manto veremos que en las cajas de este filon-manto nacen (mas o ménos a 400 metros el uno del otro) dos principales filones: el de San Francisco i el de la Descubridora. Estos dos filones corren paralelamente el uno al otro en la direccion de norte a sur i descienden casi verticalmente con un ligero manteo al oeste. El filon de la Descubridora comprende en su longitud:

	Estacas
1. La mina de la Descubridora (perteneciente a los señores Gallo, Ossa i Goyenechea) es la mina mas importante.....	3
2. Carlota.....	1
3. Santa Rita.....	1
4. San Félix.....	2
5. Carpas N.º 1.....	1
6. Puerto de Cama.....	1
7. Carmen Bajo.....	1
Estension en estacas	10

El otro filon, el de San Francisco, comprende:

	Estacas
La mina mas importante, la Colorada (perteneciente a los señores Vega, Valdes i compañía).....	1
San Francisco i San José	1
Bocona, Loreto, Desempeño, Valenciana, etc. 6 a	7
Estension en estacas.....	8 a 9

La principal riqueza en estos dos filones no está igualmente distribuida. Se nota que a partir del lugar en que tocan al manto i donde habian dado algunos cajones de buen mineral pierden casi enteramente su buen mineral hasta a mas de 100 metros de profundidad (?). Es algo extraño que los filones guarden siempre su ancho: (de 0,50 m. a 0,83) son mui regulares, contienen las mismas gangas que los de buen mineral i los mantos que cortan son mui regulares, sólidos, no fracturados. Ahora, despues de esa especie de tregua en la produccion de la plata, los filones vuelven a adquirir su riqueza con una fuerza asombrosa. Mas o ménos es a este nivel donde se encuentran grandes masas de *pacos* i de plata nativa en la Descubridora del primer filon i en la Colorada

del segundo. Aquí aparecen de nuevo en medio de la estratificación lechos delgados de caliza margosa i la roca que la contiene presenta nuevos indicios de dislocación, grietas i fracturas (cerro desbaratado). Los mineros creen que en jeneral hai ciertas especies de mantos que enriquecen a los filones (son los mantos que hacen *pintar* la veta) i a esos mantos los llaman mantos *pintadores*. He examinado la naturaleza de esos mantos i no he encontrado ninguna diferencia en su aspecto: a menudo una simple división de estratificación i algunas grietas en la roca ocasionan la aparición del mineral; otras veces hai, efectivamente, variación en la contestura de la roca o ésta se hace margosa desmenuzable; pero yo no he podido observar nada de fijo ni de regular en esto.

El hecho es que esta riqueza mui variable i mui irregularmente dispuesta corresponde a una cierta rejion en todo el mineral i va disminuyendo de suerte que, por ejemplo, en la *Descubridora* del primer filon mas o ménos a 80 metros debajo de la entrada principal (a partir del sitio en que los filones recobran su riqueza) no se encuentran sino minerales pobres, poco continuados. Mientras que en las minas situadas mucho mas abajo que la Descubridora, como por ejemplo, en las de San José i San Francisco situadas en la estremidad sur del segundo filon (corrida de San Francisco) los minerales ricos, los de cloruros de plata i de plata nativa bajan solo hasta 25 o 30 metros de la superficie de la tierra i despues la ganga cambia, el mineral desaparece i no retorna sino despues de haber cambiado enteramente de naturaleza i de composición, como cuidaremos de consignarlo en el párrafo de los minerales.

En resúmen, todo el sistema de estas vetas i filones metálicos nos presenta dos filones principales que crecen como dos largas raíces de un filon-manto, situado hácia la parte superior del terreno i coronado por gran número de guías. Ahora ni los filones atraviesan el manto que los recubre i que forma como un derrame i ensanche de los filones mismos, ni las guías penetran en el manto. En ningun caso este manto puede ser considerado verdadero como tal, tanto a causa de su forma completamente irregular, como por la posición que ocupa entre los filones i la veta, siendo completamente imposible creer que en un manto se hayan

depositado las mismas sustancias metálicas, que las que en seguida han venido a llenar las grietas perpendiculares del terreno. Es mas natural concebir que la misma fuerza que arrastró el vapor metálico hácia lo alto de los filones, solevantó una parte del cerro, desgarrándolo segun un plano de estratificacion, i repartió en seguida la misma sustancia metálica en grietas que provenian del quebrajamiento de la parte superior del sistema. Muchos mineros de la rejion consideran al manto tomado con las guías superiores, como una ramificacion (rameo) de dos filones, i creen que esta inmensa riqueza que se halla concentrada en la garganta de las vetas, se dispersa en forma de guías cerca de su cumbre i ha ocasionado la pobreza de los filones inmediatamente arriba del manto.

De allí resulta que cortando el cerro de la planicie del manto en la direccion de los filones, es decir, de norte a sur, se tiene este corte del terreno (fig. 2, Lám. I).

- A. Yacimientos esquistóideos regulares.
- B. Rejion de las guías: la misma roca agrietada (desbaratada).
- C. Manto, filon-manto mui rico en plata.
- D. Escarpes de la *masa de piedra* que es casi estéril.
- E. Rejion en que empiezan los mantos pintadores, la parte rica de los filones de la Colorada i de la Descubridora.
- F. Otro manto estéril o mesa de piedra.
- G. Rejion de los sulfuros i arseniuros.

El mismo terreno visto de frente nos presenta el sistema de filon de la figura.

Ahora fuera de este grupo de vetas i filones que comprénden la mayor parte de la riqueza de este *mineral* se ve gran número de guías i filones secundarios cuya mayor parte corren de la misma manera que los filones principales, de norte a sur, i son verticales con un leve manteo al oeste; pero su aspecto no es tan regular i continuado como el de los filones. Hai algunos que han dado mucha plata; pero, estando el mineral irregularmente dispuesto en esas guías, desaparece mas luego i cambia de aspecto i naturaleza. Un grupo mui rico de estas vetas se halla situado al oeste del filon de San Francisco en la parte suroeste del promon-

torio. Aquí es donde se ven: *la guía de Carvallo* cuya producción de plata en 3 o 4 años de explotación se avalúa en mas de 600,000 pesos; el *Rosario*, no ménos rica que la precedente; el *Reventon Colorado*; los *Cuatro Amigos*; i un poco mas al norte en el mismo cerro, *Bolaco Nuevo* i *Bolaco Viejo*, etc.

Se ha notado que en estas vetas irregulares el mineral es aun mas rico, mas puro i mas macizo que en los filones. Filones hai entre los secundarios, cuya dirección se aparta mucho de la dirección jeneral de las vetas i filones del mineral (N. S.) Así el filon del *Bolaco Viejo* corre de S. 45° E. a N. 45° O., formando un ángulo de 45° con el filon de *Bolaco Nuevo*.

Hai tambien filones en el centro mismo del mineral que son completamente estériles, o que a lo ménos hasta el presente no han dado a sus explotadores la menor traza de mineral. Así, entre los dos filones principales, cerca de la Plazuela, se ven minas trabajadas en un filon estremadamente duro, cuarzoso, en que se han invertido ya muchos miles de pesos sin haber dado un solo grano de mineral de plata de ninguna clase.

Minerales i sustancias que llenan los filones.—El mineral mas abundante i que constituye casi la totalidad de la riqueza de estas minas es el cloruro de plata. A menudo es macizo, formando concreciones estalactiformes o bien vetas cristalinas en medio de gangas. No lo he visto cristalizado. Se distinguen cuatro variedades principales de cloruros puros: la mas comun es verde parduzco, ennegreciéndose al aire; viene en seguida *el negro* que acompaña particularmente a la plata nativa; los mas raros son *el blanco*, de un color blanco perfecto, que se ennegrece a la luz, i *el amarillo verdoso* claro.

El cloruro de plata está acompañado por la plata metálica que forma casi siempre el centro de las grandes masas arjentíferas i en jeneral se encuentra en granos i partículas finas. Todo anuncia que esta plata proviene de la reducción del cloruro con el cual se halla íntimamente mezclado. Nunca es tan blanco i macizo como el de las minas de Arqueros, que nunca está en contacto con el cloruro i que se encuentra aleado con el mercurio. Se ven vetas (el Rosario, el Reventon Colorado) de 3 a 8 pulgadas de ancho, cuyo centro está en una masa en la cual se ve diseminada la plata

en granos mas o ménos finos i cuyas paredes estan guarnecidas de capas delgadas de cloruro.

Ahora, fuera del cloruro i de la plata nativa, se encuentra, aunque en mui corta cantidad, sulfuro de plata (plomo ronco), plata roja (rosicler), plata antimoniada (?) (barra negra), algunas oquedades de galena i de carbonato de plomo i arsénico arjentífero. Este último no se presenta mas que a una cierta profundidad acompañado de plata nativa.

Estas especies puras componen los minerales cuyas principales variedades son:

- 1.) *Los pacos: rojos, amarillos, parduzcos.*
- 2.) *El metal ceniciento o cenicio.*
- 3.) *Negrillo i barra negra.*
- 4.) *Mineral gris de la Descubridora.*

Las sustancias que constituyen las gangas de este mineral i que llenan las vetas i los filones son: arcilla amarilla o roja cargada de hidrato de fierro, la cal espática i la cal margosa, el sulfato de barita. La arcilla es ya endurecida, fragmentada, componiendo las salbandas, ya terrosa, pasando al hidrato i al óxido rojo de fierro i constituyendo las gangas de los pacos, ya blanca, caliza, produciendo efervescencia con los ácidos, a veces verdosa. El carbonato de cal se halla a menudo, íntimamente mezclado con el cloruro; i mas a menudo es espático o cristaliza en romboedros agudos; he visto una muestra en que se hallan los romboedros primitivos en una masa de cloruro de plata. El sulfato de barita está en láminas anchas i no forma nunca cristales regulares.

Las mayores masas de cloruro de plata i de plata nativa se hallan en los afloramientos de las principales minas i particularmente:

- 1.) En el *manto de los Bolados*, donde hubo un bloque de mas de 60 quintales, ya citado.
- 2.) A la entrada de la Descubridora, un crestón de un mineral parduzco de fractura sacaroídea, atravesado por vetas de cloruro puro i cuyas partes mas pobres contenian 23 por ciento de plata; de un solo tiro se estraian mas de cien marcos de plata.
- 3.) Un crestón parecido se ha encontrado en el afloramiento del *Bolaco Viejo*, etc.

Estas masas de plata tan puras i tan considerables no se hallan en el interior de los filones, cuyo mineral mas comun es un *paco* rojo o amarillento. Se distinguen dos especies segun la lei que contienen:

1.) El que se llama *despinte* es un mineral que contiene desde 60 i 70 hasta 200 marcos por cajon.

2.) El buen mineral llamado *pinta* contiene a menudo hasta mas de 800 marcos por cajon.

Los gastos de explotacion i de estraccion del metal son tan considerables que no hace cuenta extraer los minerales que dan de 50 marcos para abajo. Efectivamente, no se tratan en los establecimientos de amalgamacion en Copiapó i los alrededores de esta ciudad, minerales que contienen ménos de 60 marcos de plata por cajon.

Parece tambien positivo que todas las veces que se reconcentra el mineral de plata en estas minas de Chañarcillo se está seguro de encontrar ahí una lei considerable i se le reconoce en seguida chancando el mineral i haciéndolo moler i pulverizar entre dos piedras i despues lavando el polvo en la *poruña* que se hace de asta de buei (fig. 3). Tambien es raro que un mineral que empieza a tener una lei regular no contenga algunas partículas de cloruros visibles: a menudo un mineral que se halla enteramente atravesado por vetas de cloruros verdes, conteniendo solo 700 a 800 marcos. Se reconoce, ademas, el mineral por un color que es siempre mas o ménos rojizo o amarillento, por su estructura terrosa, conteniendo a menudo partes calizas sacaroideas, por su tendencia a desmenuzarse, etc. Un buen mineral es poco homogéneo i se encuentran en él granos calizos diseminados en medio del hidrato de fierro i de partes negruzcas terrosas. Es siempre blando i a menudo se pule con el filo del cuchillo. Las aguas de lavado que salen de los molinos para moler minerales son rojas, cargadas de ocre i partes calizas.

Solo me resta agregar que este mineral ordinario i las gangas que lo acompañan, cambian de naturaleza a cierta profundidad. El óxido rojo, o mas bien el ocre rojo de fierro, desaparece, i al mismo tiempo desaparece el sulfato de barita i talvez la cal espática i la ganga se hace parduzca silicosa (?) o bien pasa a una ca-

liza sacaroídea. Al mismo tiempo desaparece el cloruro i se encuentra plata nativa acompañada de arsénico i de sulfuros.

Citemos ahora como ejemplos algunas minas principales de Chañarcillo.

La Descubridora. —Es la mina principal de este mineral. Aquí el filon tiene mas de tres cuartos de vara de ancho i en ciertos lugares cerca de la superficie toma un ancho doble i triple de su potencia ordinaria. No es un filon simple, sino compuesto de dos filones que corren paralelamente el uno al otro i ora se reunen, i ora se apartan a $\frac{3}{4}$ de varas de distancia el uno del otro. Hai, ademas, una veta que los acompaña i que ora se esconde en la roca que la contiene, ora se mete en los filones. Jeneralmente en los nudos que forman esas tres vetas o filones es donde se encuentran masas considerables de mineral. La gran riqueza de esta mina ha estado, como hemos dicho, en los afloramientos o cerca de la superficie de la tierra.

Las masas metalíferas nunca han pasado mas allá de algunos metros de largo por un metro de profundidad i algunos decímetros de ancho; i despues desaparecian, etc. Actualmente se llega a cerca de 80 metros de profundidad desde la entrada principal de la mina i no se encuentra ahí mas que cloruros; la ganga es de una caliza gris sacaroídea, el filon se ha vuelto estéril. Se ha notado que en muchos lugares los mantos que corresponden a la veta rica, no tienen nada de particular en su estructura que los pueda distinguir de los mantos estériles; pero jeneralmente se les ve salir del mismo lugar en que se separan los mantos de las cajas blanquizcas margosas en el contacto del mineral i la roca que lo contiene se halla fracturado i agrietado. Tambien he notado que las vetas ricas tocaban inmediatamente a la roca encajante i que casi no habia salbandas arcillosas que aquí se llaman *yauca*, circa o masacote.

En los primeros años del descubrimiento trabajaban siempre mas de 15 barretas en esta mina; no se hacia otra cosa que botar el mineral una vez cada 3 o 4 meses i a cada *quiebra* se sacaban 20 a 25 cajones de mineral, cuya lei media era de 300 a 400 marcos, de suerte que la mina producía alrededor de 30,000 marcos anuales.

Ahora la riqueza del filon ha disminuido i en la última quiebra solo se sacaron 14 cajones de despinte, cuya lei solo era de 100 marcos, lo que corresponde aproximadamente a 5,000 marcos anuales. Actualmente no hai mas que 11 barretas en la mina i para ellas hai 4 mayordomos, un corrector i un aguador.

San Felix.— Esta mina se halla mas abajo que la precedente, pero en el mismo filon. Como las vetas metalíferas corresponden a los mantos enriquecedores i estos mantos son casi horizontales, se trabaja la mina por galerías horizontales que terminan en otra inclinada por donde bajan los mineros. Fuera de esta galería inclinada, hai otra de ventilacion situada cerca del límite meridional de la mina. Esas galerías horizontales estan mas o ménos a 10 metros las mas encima de las otras, i se ha notado que uno de esos mantos pintadores que corre al nivel de la primera galería i al nivel de una veta metalífera rica que se ha extendido en el mismo filon, horizontalmente como el manto que lo contiene; este manto, digo, no tiene sino 1 i media a 2 pulgadas de largo i casi no contiene caliza, pero es silicosa, compacto, fracturado, mui regular. Se diria, por consiguiente, que estas vetas ricas se hallan en el filon mas bien en relacion con ciertas rasgaduras i grietas que sufrió el terreno, que con la naturaleza química de las sustancias que constituyen los susodichos mantos pintadores. Hai un lecho margoso blanquizco mas o ménos a 30 metros sobre el afloramiento del filon, por donde se infiltra un poco de agua, i debajo de esta marga no se encuentra sino bancos como es todo el mineral que hasta el presente no ha recibido los perjuicios del agua. La galería de ventilacion, que tiene mas o ménos 18 metros perpendiculares i que descende en el filon mismo, pero en una rejion superior a los mantos pintadores, no ha dado la menor traza de mineral.

La Valenciana Cobriza.— Esta mina está situada en la cumbre del segundo filon (de San Francisco) en su mismo contacto con el manto. El filon tiene aquí mas de tres cuartos de vara de potencia, es mui regular, baja casi perpendicularmente i se desvia 15° del meridiano magnético al este. (N. 15° E. — S. 15° O.). Cosa singular; todo el filon se halla lleno de la misma ganga que la de los buenos minerales *pacos*, el mismo color, el mismo aspecto, la

misma masa compuesta de óxido de fierro, de sulfato de barita, de carbonato de cal, i de arcilla, solo que no se encuentra plata en él. El mayordomo de la mina que me conducia por las galerías viéndome asombrado de que un filon tan ancho, tan regular i con la misma ganga que la de las partes ricas de los filones, no produjera nada, me dijo que la falta de plata proviene de que el cerro es aquí entero, no agrietado, los mantos son mui regulares, no fracturados i faltan las salbandas margosas que acompañan a los buenos minerales. Cuando este filon, me dijo, empiece a dividirse i la roca que lo contiene, a presentar grietas i fracturas, entónces estaremos seguros de alcanzar la plata. Se cree tambien que la plata no aparecerá sino cuando se haya descendido al nivel de los mantos pintadores de la mina la Colorada que está todavía mui abajo del fondo de la Valenciana aunque aquí se llega ya a mas de 32 metros de profundidad.

Como el filon de la Valenciana toca al manto mismo, hai comunicacion entre los trabajos de éste i los del filon i uno se siente mui asombrado cuando, sin saber que las dos minas se comunican, despues de haber visitado las galerías de la Valenciana que son mui inclinadas i siguen siempre la misma direccion, se entra de repente en un vasto laberinto de galerías horizontales que corren en todas direcciones i van serpenteando, de suerte que no se dan seis pasos en una línea recta. Efectivamente, todo este manto ha sido trabajado de una manera mui irregular: se tomaba una veta i se la seguía en todos sus caprichos i sinuosidades; despues, habiéndola perdido se buscaba otra, etc. I segun las grutas i toda clase de cavidades que quedan, se ve que el mineral estaba mui irregularmente dispuesto en bloques i papas reunidas a veces por especies de vetas mui curvas e irregulares.

La Colorada.—Esta mina está debajo de la precedente. Durante muchos años ha sido trabajada sin ningun beneficio para los propietarios i concluyó por empobrecerlos completamente.

Desesperados en su empresa se vieron obligados a abandonarla, cuando algunos meses despues algunos especuladores llegaron i descubrieron una riqueza inmensa casi al primer golpe de barreno. Ahora es la mina que da mas metales en todo el mineral i se ha encontrado, no hace mucho tiempo, a 17 metros de profundidad

debajo del afloramiento, una masa de mineral macizo que tenia 2,m.50 de ancho, 1,m.66 de alto i mas de 5 metros de largo; el mineral contenia 300, 400 i hasta 800 márcos por cajon. Esta masa de mineral no corresponde a un manto pintador, sino a un cruce-ro que se reunió al filon en el mismo lugar. Los minerales son *pacos* rojos con mucho sulfato de barita.

San José.—Esta pertenencia que no tiene mas que 60 varas (49,m80) de largo, formaba parte de la mina San Francisco que está al lado, i ámbas se hallan en la parte meridional, en la parte mas baja de este filon de San Francisco que acabamos de examinar en la mina la Colorada, i en la Valenciana. La mina San José ha producido mucha riqueza; pero todo su mineral que era de la misma naturaleza que los de todo el mineral, es decir, compuesto de cloruro i de plata nativa, no siguió sino hasta 35 a 36 metros de profundidad desde la superficie. Los mantos que corresponden a esta parte rica del filon presentan efectivamente, algunos lechos margosos, algunos cruceros, fracturas i agrietamientos como las rejiones ricas de otras minas.

Abajo los *pacos* desaparecen enteramente, el filon se vuelve estéril, arcilloso, i luego se llega a su manto sólido de color oscuro mas compacto i mas silicoso que los otros, que los mineros llaman *mesa de piedra* i que denota la rejion pobre del filon.

II

Cateo de las minas de las cordilleras de Cauquenes, de la Compañía, de Penco, Pilai, Tollo, San Pedro Nolasco, San Lorenzo, etc.

(Eскурiones hechas en 1842)

Conforme al deseo que hace un año me habian manifestado varias personas, en Santiago, relativo a costear los gastos que demandara una espedicion que tuviera por objeto reconocer las cordilleras de los alrededores de la capital de la República, el 1.º de Enero despaché de Coquimbo 5 mineros i 2 mayordomos, i fuí a reunirlos el 10 del mismo mes en un pequeño fundo a 2 leguas de Santiago, de donde partimos el 16 de Enero para Rancagua i de ahí salimos el 22 para los cerros de Cauquenes. Mi caravana se componia de cinco mineros de Coquimbo, dos mayordomos, dos guías (que cambiaba al pasar de un lugar a otro) i un soldado que me dió el Presidente para comisiones especiales; llevábamos, ademas, 3 cargas de víveres que consistian en charqui, galletas, pan, harina, pimienta, cebollas, etc., una carga de equipajes i varios animales de repuesto.

Era mucho mas de lo que necesitábamos: teníamos demasiados víveres, demasiada jente, i como la mayor parte de los caballos no estaban herrados, era necesario cambiarlos cada 7 u 8 dias

todo lo cual aumentaba demasiado los gastos de la expedicion. La esperiencia me ha enseñado que, para un viaje de esta naturaleza, emprendido con el objeto de hacer cateos de minas, lo principal es tener un buen mayordomo, hombre de esperiencia i capaz de dominar a los mineros, un cateador envejecido i que haya pasado una parte de su vida buscando minas, dos barreteros i tener, ademas, caballos herrados completamente. Basta tener dos o tres caballos de repuesto i cuando mas dos cargas lijeras con una o dos mulas de muda. No se debe llevar mas que charqui, galletas, ají, cebollas i una olla. Un hombre encargado de abastecer la expedicion, debe apostarse en las principales entradas de los valles o en las últimas habitaciones, si las hai, en el interior de las montañas, i tener siempre a su disposicion víveres para dos semanas, o sea quintal i medio de charqui, una fanega de harina amasada en pan, algunos reales de ají, cebollas, etc. Debe esperar en los lugares que se le indique i tener, en caso de necesidad, dos o tres caballos o mulas para cambiar los que no esten en estado de seguir. El mismo individuo debe encargarse de procurar los guías, que buscará en los lugares habitados miéntras que la expedicion continúa haciendo reconocimientos en lo alto de los cerros, en rejiones enteramente desiertas i deshabitadas.

PLAN JENERAL DE LA ESCURSION

El gran valle de Santiago que empieza al pié de la cuesta de Chacabuco i corre de norte a sur en una estension próximamente de 300 leguas, divide todo el sistema de cordilleras en dos cadenas de montañas distintas. La de la costa es granítica, baja, con cerros redondeados i contiene una cantidad inmensa de filones auríferos i minas de cobre, (sin plata) análogas a las de la Higuera, Tamaya, etc. Frente a Santiago ella tiene cerca de treinta leguas de ancho. La otra, que se llama cordillera central o de los Andes, propiamente dicho, se eleva rápidamente i tiene mas o ménos unas veinte leguas de estension de este a oeste desde el valle de Santiago hasta la línea de las cumbres, i no es mas que la prolongacion de la gran cadena de cordillera que corre desde el Cabo de Hornos hasta el golfo de California.

Habiendo reconocido en una escursion que hice a San Pedro Nolasco, hace un año, que esta segunda cadena se compone principalmente de un terreno secundario estratificado, solevantado e interrumpido en varias partes por rocas graníticas i habiendo visto que, al mismo tiempo, este terreno contiene un yacimiento mui interesante de minerales de cobre platosos, me propuse en esa ocasion examinar especialmente esta *segunda cadena central* de los Andes i seguirla en su prolongacion sea por el lado sur, sea por la parte norte de San Pedro Nolasco. Por esta razon he dejado para otra vez el estudio de la *cadena de las cordilleras de la costa* i me he propuesto dirijir toda mi atencion hácia dicho terreno secundario, teniendo por objeto *examinar todos sus detalles i elementos; reconocer los caracteres mineralógicos i jeológicos; ver, sobre todo, las modificaciones que experimenta en el contacto con la roca solevantante i buscar depósitos minerales en ese mismo contacto i en los lugares mas accidentados del terreno.*

El terreno que he recorrido en dos meses de escursion, solo tiene unas treinta leguas de estension i se halla comprendido entre el valle de Tinguiririca, que está en la latitud de San Fernando i el del rio Colorado cuyas aguas se vacian en el Maipo. Este terreno está cortado trasversalmente a la cadena de las cordilleras por dos grandes rios: el Cachapoal i el Maipo, i por otros dos torrentes de ménos importancia que son: el estero de Codegua i el de Pilai. Se compone de montañas que se conocen en esta rejion bajo el nombre de Cerros de Cauquenes, de la Compañía, de Penco i Pilai, de San Pedro Nolasco, del Volcan, de San Lorenzo, etc.

He empezado por los de Cauquenes que se hallan al sur de Rancagua, i he seguido hácia el norte.

1.º CERROS DE CAUQUENES, SITUADOS ENTRE EL RIO TINGUIRIRICA I EL RIO CACHAPOAL

Tomemos como punto de partida la ciudad de Rancagua que es la capital del departamento de este nombre i que se halla situada en el gran valle longitudinal. Este valle, como acabo de

decir, forma la separacion topográfica de dos sistemas: tiene en este lugar 465,5 metros de altura sobre el nivel del mar (altura barométrica: 723,8 a la temperatura de 22,3°).

Minas de oro de Rancagua.— Hai en este valle, a 3 leguas de la ciudad, hácia el oeste, casi al pié de la cuesta, varias minas de oro de las cuales las mas considerables son La Leona, perteneciente a don Manuel Portales i C.^a, i la Leoncilla perteneciente a don José Silva. Sus minerales se componen de cuarzo mezclado con piritas de fierro i blenda: los mas ricos dan media libra en cada 64 quintales; los comunes, 25 a 30 castellanos por cajon, i los despintes, que se hallan en abundancia, 14 pesos (6 castellanos) por cajon. Los filones afloran a una altura aproximada de 200 a 300 metros sobre el valle i nó en la cresta de los cerros, que pueden tener, por este lado, mas de 1800 pies sobre el valle. Es notable que alguno de esos filones pasan en su parte inferior a las galenas i hai algunos que dan carbonatos de plomo. Se ha notado tambien el paso de las piritas auríferas a las piritas cobrizas que hacen disminuir, i a menudo desaparecer, el oro. La misma asociacion de minerales ha sido observada por los señores Seger i Sacy, en las minas de oro situadas mas al sur i siempre en el mismo sistema de las cordilleras de la costa, en el departamento de San Fernando i Talca.

22 de Enero. Aguas termales de Cauquenes.— Pasamos el rio Cachapoal cerca de Rancagua i llegamos el mismo dia, subiendo por la orilla izquierda del Cachapoal, hasta los Baños de Cauquenes, donde se encuentran aguas termales.

Se ven aquí tres vertientes con aguas de diferente temperatura; la mas caliente puede tener 50 a 60° (1). Salen de una roca porfírica a una altura de 665,8 metros sobre el nivel del mar (B. 707,5 m.m. T. 23°).

Las rocas que se ven a ámbos lados del Cachapoal, desde que se entra en los cerros hasta los Baños de Cauquenes, son rocas graníticas i pórfidos granitoídeos, en masas redondeadas no estratificadas que se desagregan fácilmente, al aire, i no presentan

(1) No he examinado bien estas vertientes, creyendo que aquí podria hacer algunas experiencias a mi vuelta.

ningun filon metalífero. Es el terreno que forma la base del terreno estratificado, secundario i que lo solevanta; son masas intermedias entre el sistema granítico de la costa i el de los Andes, perteneciendo mas bien a aquél. Contienen masas de inyeccion que han solevantado el terreno de estratificacion de los Andes, o talvez, constituyen rocas metamórficas que provienen de la modificacion de esas mismas rocas secundarias (que vamos a volver a encontrar mas arriba) por su contacto o su proximidad a los granitos. Es la parte del terreno mas difícil de determinar.

23 de Enero.—Partimos de los Baños i remontando siempre por el valle de Cachapoal, llegamos a *La Destacada*, el último lugar habitado de este lado de la cordillera. Un pobre i miserable rancho de un vaquero, una docena de perros i un pequenísimu huerto sembrado de cebollas i un árbol medio seco en el que se veian suspendidas diez cabezas de leones, formaban el cuadro de este puesto avanzado de la humanidad, donde el viajero debe despedirse de los hombres i de los placeres de la vida social para vivir con las piedras.

Rocas: pórfidos granitoídeos con cristales feldespáticos que tienen a menudo una estructura terrosa; a veces mica o anfíbola. Las rocas se desagregan i los cerros se redondean, formando mesetas cubiertas de detritus. No se nota ninguna vejetacion, excepto en el valle a orillas del rio.

Dejé en *La Destacada* 3 mineros i un mayordomo con orden de recorrer los cerros de los alrededores, que se hallan ya cerca del contacto de los primeros escarpes del terreno estratificado, i partí en seguida con otros 3 mineros, un guía i el soldado para Los Andes.

Desde *La Destacada* el valle del rio Cachapoal vuelve un poco al sur i cede su direccion al rio Porugal, que desagua en aquel, a una legua mas abajo de *La Destacada*.

Tambien a una legua de *La Destacada* (a unas 10 o 12 leguas del valle de Rancagua) aparece ya el terreno estratificado, cuyos últimos encadenamientos bajan a la meseta granitoídea, formando especie de escalones, semejantes a los que presentan los valles terciarios dobles i triples de la costa.

Las primeras estratas de pórfidos, que conservan ya sus planos

de estratificación bien netos i visibles, estan formadas por un pórfido arcilloso semejante a las estratas inferiores del terreno de San Pedro Nolasco. Este pórfido contiene núcleos i guías mui irregulares de cuarzo i de calcedonia blanca, azuleja, lechosa, etc. Encima de este pórfido se ven bancos mui densos de brechas de grandes fragmentos porfíricos. No se ven filones de ninguna especie.

Sabiendo que gran número de filones metalíferos se presentan en el norte, cerca del primer contacto de las rocas estratificadas con las masas granitoideas que las soleantan, resolví examinar este terreno i con este objeto ordené al guia que nos condujera a la primera meseta que domina el valle en este lugar i sobre la cual se elevan otras cadenas de rocas estratificadas.

Excursion a los alrededores de la Casa Pintada. Terreno de pórfidos estratificados.—Por la tarde llegamos a la meseta llamada *Llano de los Montecillos* i pasamos la noche sobre unos bloques porfíricos que conservan aun algunas huellas de antiguas inscripciones jeroglíficas pintadas de rojo, o talvez de signos mui imperfectos de los indios. Bajo estos bloques denominados *Casa Pintada*, nos abrigamos de la nieve i la lluvia que nos sorprendió, haciéndonos encontrar al dia siguiente todos los cerros cubiertos de nieve.

24 de Enero.—Este dia he recorrido con los mineros todos los cerros que se levantan sobre la meseta.

Dichos cerros se hallan en gran parte compuestos de pórfidos con núcleos i vetas de calcedonia, que se encuentran, ya desprendidos de la roca, en la superficie del terreno, ya en su lugar en los mantos mismos. El mismo pórfido contiene una cantidad de papas de jaspe verdes, azulejos i rojos que adhieren a la roca, son frágiles, quebradizas, i engañan continuamente a los mineros que los toman como minerales de cobre. Sin embargo, el mas hábil de ellos, por cierto presentimiento, advirtió a sus compañeros que ese verde no era verde de cobre.

En la cumbre del cerro de Licanes se halla un manto de greda intercalado en los de pórfidos i la roca de la cumbre se parece a una traquita. En otro cerro, al sur del precedente i mucho mas bajo que la cumbre de los Licanes, se encuentran rocas compac-

tas, esquistas, que parecen formar el piso inferior del terreno. Volvimos por el portezuelo de Agua Amarga i llegamos por la tarde a Casa Pintada sin haber visto este dia un solo filon metalífero ni pedregoso i los mineros repiten que es imposible que hayan filones metalíferos, puesto que no hai filones estériles i los cerros son mui regulares, poco accidentados.

Observaciones

El 24—a las 6 P. M.—T. 13,4° R.—B. 623,0

El 25—a las 6 A. M.—T. 11,0° » — 620,3

Término medio: T. 12,2° » —B. 621,6

Altura en la Casa Pintada, 1,710 metros.

A esta altura se ve tambien mesetas al otro lado del valle del Cachapoal.

25 de Enero.—Bajamos al valle del Cachapoal i lo remontamos durante dos horas, al paso, para llegar a los Maitenes: vallecito triangular en la confluencia del rio de los Cipreses con el Cachapoal. Por todos lados se ven escarpes a pico i estratificaciones regulares, cerritos horizontales, compuestas de las mismas masas porfíricas que las de arriba, alternando con rocas compactas esquistoideas.

Entramos en seguida en el valle de Los Cipreses para reconocer los cerros en la direccion S.E. El rio vuelve con direccion al sur.

Se perciben bancos de brechas porfíricas estratificadas, en medio de los cuales se encuentran rocas amigdaloides que no parecen formar mantos aparte. El rio arrastra bloques graníticos.

Despues de 6 horas de marcha, al paso, llegamos al lugar en que la vejetacion cambia. Los cipreses i los olivillos reemplazan a los peumos, los mirtos i los laureles; la nieve permanece todo el dia al pié de la falda N.E. i en las quebradas. Una preciosa roca llamada *chapa verde*, de cuya cima cae una hermosa cascada desde una altura de mas de 800 metros, presenta en sus muros cortados a pico, filones estériles asi verticales, de los cuales una

parte, conserva aun huecos que no ha llenado la masa de inyeccion.

A lo largo del valle i en su parte occidental se ve aparecer un banco de tofos coloreados con mil matices: verdes, blancos, azulejos, negros, etc. No se ve la division de estratas de este banco que, por lo demas, no es ancho i parece estar adherido al terreno estratificado cortado a pico, o como si todos los mantos de este último estuviesen esparcidos en una masa de tofo, cuya presencia anuncia la proximidad del granito.

Me detengo en la embocadura del torrente del Baul, que cae como cascada por el occidente, a tres leguas de la vertiente del rio de los Cipreses.

OBSERVACIONES:

El 25.—A las $6\frac{1}{2}$ P. M.—T. $18\frac{1}{2}^{\circ}$ —B. 636,2.

El 26.—A las $5\frac{1}{2}$ A. M.—T. $13,1^{\circ}$ —B. 635,3.

Término medio—T. $15,8^{\circ}$ —B. 635,7.

Altura: 1,507,8 metros.

Se ve por consiguiente, que este lugar es un poco ménos elevado que la Casa Pintada i la nieve se conserva aquí solo porque las rocas le dan sombra durante la mayor parte del dia.

Encuentro aquí una masa de pórfido con feldespato vidrioso i el tofo es cuarzoso, cavernoso; me ha sido imposible determinar la situacion de este último con respecto a los pórfidos.

26 de Enero.—Despues de hora i media de marcha se cierra el valle por el lado sur; el rio forma un codo i viene del este, de donde sale de debajo de enormes ventisqueros que tienen talvez mas de un cuarto de legua de largo, 200 a 300 metros de ancho i mas de 100 metros de espesor, en su parte superior. Estos ventisqueros se conservan aquí años enteros, aunque todavia se encuentran léjos de la rejion de las nieves eternas, de esta parte de la cordillera. Por esto, se debe atribuir su conservacion, nó a la altura sino a circunstancias locales. Efectivamente, un enorme cerro de unos 3,000 metros sobre el mar, da sombra a estos ventisqueros por el norte i otras cadenas casi de la misma altura, los abrigan por el este i el oeste.

La altura a la cual sale el río debajo de los ventisqueros, apenas pasa de 1,600 metros.

Excursion al Rincon de los Mineros.—Encontramos cerca de este lugar un monton de mineral que ha sido depositado aquí desde no se sabe cuanto tiempo. Este mineral se compone de cuarzo, fierro olivisto, un poco de carbonato de cobre i pirita cobriza. Se parece mucho a los minerales de oro. Esto nos ha determinado a examinar atentamente los cerros de los alrededores i con este objeto he hecho dejar nuestros bagajes en un bosquecillo de cipreses i hemos vuelto a partir para el Cerro de los Mineros, donde se supone que existen antiguas minas descubiertas por los españoles.

Pasamos el río i remontamos la cuesta, que encontramos cubierta de enormes bloques graníticos angulosos i agrietados, con paredes unidas, que no presentan huellas de la acción del agua. Los bloques parecen provenir de la destrucción, en su lugar, de algunos diques que existieron en medio de un granito quebradizo, fácil de desagregar i cuyos restos constituyen la cuesta misma. Mas lejos se encuentran los mismos bloques al borde de los ventisqueros i en estos mismos a diferentes alturas i siempre, tan angulosos en su fractura fresca, que no permiten dudar de que estos bloques deben su origen a la destrucción de los cerros que se hallan al lado.

Los cerros de los alrededores, cortados a pique, son de pórfidos de estratificación ligeramente ondulada i cortados por filones de piedra; solo por la parte noreste se ven tofos en el Cerro Colorado.

Nos desmontamos del caballo i atravesamos a pié los ventisqueros que ocupan, como acabo de decir, todo el ancho de la quebrada. En ciertos lugares los ventisqueros se hallan agrietados en todo su espesor, i en su interior, se ven bloques de granito de una fractura tan fresca i de ángulos intactos, como si alguien los hubiera depositado cuidadosamente despues de haberlos tallado. Exitaron la admiración i el asombro de los mineros que se preguntaban de donde han podido prevenir, pues no se ven cerros de la misma roca, en los contornos.

Pero el vaqueano los tranquilizó, diciéndoles que esos bloques

los traen las tempestades que son terribles en esta parte de la cordillera.

Empleamos cerca de una hora para pasar esos ventisqueros i no sin algunos peligros; despues subimos por el Cerro de los Mineros del cual cae una hermosa cascada.

Como a las 2 de la tarde llegamos al Rincon de los Mineros donde se supone que existia la antigua mina. Casi todas las faldas de las rocas estaban cubiertas de nieve; los ventisqueros yacian a mas de 1,000 metros debajo de nuestros piés i masas de nieve subian hasta la cumbre de un cerro mui alto que veíamos sobre nuestras cabezas. De lo alto de este cerro caian avalanchas de tiempo en tiempo, i producian ruidos sordos semejantes a los que acompañan a los temblores.

El barómetro descendió a 554 ^{mm} miéntras el termómetro centígrado marcaba 23°, lo que corresponde a una altura de 2,805 metros sobre el nivel del mar. Eran las 4 P. M.

En este momento empecé a sentir cierta debilidad, acompañada de una sed insaciable que no eran sino los síntomas de la enfermedad que el vulgo llama *puna*, i que me impidió subir mas arriba para buscar filones. Los mineros, al contrario, trepaban i corrian sobre las rocas como los niños lo harian en cerrillos o llanos. A las 6 de la tarde nos vimos obligados a descender sin haber encontrado ningun filon metalífero. Tampoco habíamos encontrado vestijios de minerales metálicos entre los rodados, escepto algunos trozos de fierro olijisto i pirita de fierro en cuarzo.

Volvimos a pasar, ántes de anochecer, los ventisqueros i vivaqueamos bajo los cipreces en la misma cuesta donde, por primera vez, observamos los bloques graníticos ántes mencionados. No pudimos pasar la noche en el Rincon de los Mineros a causa del frio que se deja sentir a la puesta del sol. La vejetacion falta completamente en la rejion donde empiezan los ventisqueros, a escepcion de algunas hierbas silvestres que crecen cerca de los arroyos.

27 de Enero. — Bajé una vez mas a los ventisqueros, al lugar en que el rio sale de una gruta enorme formada en el hielo, que, donde se abre el canal, consta de un solo bloque, miéntras que mas arriba se distinguen en estos ventisqueros capas bastante

regulares. Cerca de esta abertura, en los flancos de la cuesta i en la orilla derecha del rio, se ven bloques graníticos, de los cuales algunos tienen hasta 100 metros cúbicos de volúmen, teniendo siempre aristas agudas i una fractura fresca i plana. No se ven bloques tan grandes en el interior de los ventisqueros ni en el lecho, a no ser a gran distancia de aquí (6 a 7 leguas). Esto prueba la antigüedad de estos bloques i la de los ventisqueros; pues no se puede explicar de otro modo tal fenómeno, sino admitiendo que los grandes diques que han sobreexistido a la desagregacion de la roca encajante, se derrumbaron poco a poco, durante los grandes temblores, i cayeron al valle donde los recibian los ventisqueros i los encerraban; que, en seguida, despues de siglos de acumulacion de estos ventisqueros, hubo época de grandes cataclismos en que las masas de ventisqueros arrasaban los bloques i los depositaban léjos de su orijen.

Subimos en seguida la misma cuesta donde pasamos la noche i fuimos al Cerro Colorado donde las masas de tofos anuncian el contacto o la proximidad de la roca solevantante.

Los tofos son aquí, cevernosos blancos, coloreados de rojo, cuarzosos. Subimos al Potrerillo del Cerro Colorado, mui arriba de la region de los cipreces i nos encontramos a la altura en que nuevamente salen al sol los pórfidos zeolíticos alternando con rocas compactas esquistoideas.

En este lugar el barómetro marcaba a medio dia: 584,15 mm.,

El termómetro a la sombra: 20°,

Id. id. al sol: 35°,

Altura: 2,326 metros.

El pórfido comun contiene feldespato blanco en cristales de tamaño mediano, de pasta negra i mui oscura. Este pórfido alterna con otros que tienen por base la estilbita, la mesotipa, prehenita, cuarzo hialino i epidota. Tambien se encuentra en él espato calizo i rara vez fierro olivisto.

He aquí mas o ménos el corte de este cerro (lám. II, fig. I):

A. La cumbre cubierta de nieve se compone de rocas casi compactas.

B. Brechas que parecen estar arrimadas al terreno estratificado en su contacto con los tofos.

C. Pórfido feldespático i con base de zeolitas que alternan con rocas compactas, porfiroídeas, euríticas, esquistas.

D. Tofos que, cosa singular, se parecen mucho a los de Andacollo i a otros que no se presentan sino en la proximidad del granito o de la roca solevantante.

E. Cuesta cubierta de bloques graníticos i de restos de diferentes rocas i detritus que no dejan ver en qué consiste el cuerpo del cerro.

Bajamos el mismo día al valle del río de los Cipreces, en el lugar donde habíamos dejado nuestros equipajes.

28 de Enero.—Por la mañana envié a los mineros a los cerros situados al oeste i seguí por la quebrada de los Panguis.

Aquí, a la entrada de la quebrada, es donde he hallado confirmadas todas mis suposiciones sobre el origen de los bloques graníticos i la situación respectiva del granito i de los tofos, relativamente al terreno estratificado.

Efectivamente he encontrado en este punto granito (el mismo de los bloques que he visto al otro lado del río i cerca de los ventisqueros) *en su lugar de formación, recubierto por bloques graníticos angulosos desplomados; en el contacto del granito masas de tofos i detras de los tofos, cerros cortados a pico de mas de 1,000 metros de altura, compuestos de pórfidos estratificados, coronados por enormes bancos de brechas porfíricas.*

El granito contiene feldespato blanco o rojizo, cuarzo, mica negra i anfíbola verde o negra. Los tofos son mas o ménos silicosos i se prolongan por el valle, formando masas mui irregulares, interrumpidas por los pórfidos.

A un cuarto de legua del sitio en que el granito se presenta en su lugar de formación, bajando por el valle de los Cipreces, se ve un banco enorme de este tofo cuarzoso semejante al Lornstein de Alemania. Bloques graníticos quedan a los lados i una vertiente de aguas minerales brota debajo del tofo. Esta agua es fría, limpia i deposita azufre en una pequeña laguna formada por ella. No contiene, sin embargo, sino mui poco hidrógeno sulfurado i solo he podido reconocer su olor, tomando agua en una botella, tapándola, i, después de haberla agitado fuertemente, acercándola

a las narices al momento de abrirla. Es un excelente medio de reconocer la presencia de las aguas sulfurosas. (1)

El mismo día, no habiendo encontrado vestigios de depósitos metalíferos en estos cerros, volví a bajar por el valle de los Cipreces. Encontré en los Maitenes, algunos rodados que contenían partículas de cobre sulfurado, pero no se ven filones. También se hallan aquí algunos bloques angulosos de granito, que vienen de lo alto del río de los Cipreces, lo que prueba que se han producido en un tiempo grandes derrumbamientos en los ventisqueros acumulados en las fuentes de este río.

Pasando de Los Maitenes por caminos impracticables, cubiertos de zarzas i sobre precipicios, quebré mi barómetro de un modo extraordinario. En el momento en que mi caballo tenía que franquear una ladera muy escarpada, topó el extremo de mi barómetro en una rama que salía del zarzal, se rompió el cordón de cobre en que se hallaba suspendido i el instrumento cayó al abismo. Este accidente me ha entristecido mucho i los mineros se mostraron desesperados de haber perdido la máquina, como ellos lo llamaban creyéndola excelente para reconocer las minas.

A la tarde, cerca del lugar llamado Ranchillo, encontré una veta de cobre en la cuesta occidental. Esta veta se presenta cerca del camino en una extensión de 15 a 20 metros i parece correr en la dirección S. 10° — 20° E. a N. 10° — 20° O.

A una distancia de 200 a 300 metros debajo del primer afloramiento, se ve salir al sol, sobre un escarpe cortado a pico, una segunda veta del mismo mineral, i mas abajo se ve una gruta tapizada de sulfato de cobre en una roca de caolina. El mineral de estas vetas es muy pobre en cobre i no contiene mas que algunas pintas de silicato i de carbonato de cobre.

El 29 de Enero volví a pasar el río Cachapoal en los Baños de Cauquenes, i el 30 me ví obligado a partir al valle de Rancagua para buscar los guías i los caballos.

(1) Véase la carta jeológica de los cerros situados en las fuentes del río de los Cipreces: fig. 2, lám. II.

Segunda parte del cateo

MONTAÑAS SITUADAS ENTRE EL VALLE DE CACHAPOAL I EL
ESTERC DE CODEGUA.—CERRO DE LA COMPAÑÍA

Los propietarios de los terrenos en esta parte de la cordillera son hombres egoistas, oscuros i llenos de prejuicios. Hacen cuanto pueden para no permitir que los mineros vengan a trabajar en sus cerros.

Un señor Correa, hombre rico, arrojó hace un año a un frances que, despues de haber encontrado una mina i obtenido su concesion, empezaba a explotarla. En vano el minero pidió justicia al rico. Este, desprovisto de toda nobleza de sentimientos, lleno de orgullo i de impudicia, hizo saber al frances que, si lo deseaba, podia iniciar un pleito; pero que debia estar seguro de que nunca se terminaria. En cambio le propuso explotar la mina en compañía, a condicion de que el pobre frances le regalara la mitad de su pertenencia.

Se concibe que, un hombre tan indigno de llevar un nombre español, no dejara de molestarme; i la desgracia quiso que en el seno de la compañía que yo representaba se hallara un ingles, Mr. Caldeleugh, que traicionó los intereses de esta sociedad, se alió con Correa i me hizo algunas jugadas que seria inútil consignar en este diario.

Vale mas hablar de las rocas que de tales hombres desprovistos de todo sentimiento de justicia i de honradez.

Aunque los inquilinos del señor Correa habian recibido orden de su patron de no servirme como guías, pude encontrar dos hombres, uno en Machalí i el otro en Rancagua, que conocian bien estos cerros, i el 2 de Febrero partí con ellos i todos los mineros hácia la llamada cordillera de la Compañía.

El pueblo de Machalí se halla al pié de la cuesta, en el valle de Rancagua. Desde este pueblo, hasta a mas de 8 leguas al este, se estiende un terreno análogo al de la cuesta i el mismo que hemos visto desde Cauquenes hasta mas allá de La Destacada, al otro lado del Cachapoal. Este terreno, que probablemente es au-

rífero, consiste en pórfidos granitoídeos que se desagregan mui fácilmente i no presentan el menor vestijio de estratificación. Falta el cuarzo, o no se presenta sino mui rara vez; la mica, al contrario, es bastante comun. La variedad de pórfido mas abundante contiene cristales de feldespato blancos, terrosos en una parte terrosa i con mica negra, o de color de tumbaga. En medio de masas de este pórfido se ven filones i diques de pórfidos arcillosos i de pórfidos euríticos, duros, mas o ménos homogéneos, compactos.

El único camino un poco frecuentado que existe en estos cerros de la Compañía i por el cual pasan los ganados i los pastores de la hacienda, va directamente de Machalí a los Perales (5 a 6 leguas) donde se hallan las últimas habitaciones de este lado de la Cordillera, en la orilla derecha del Cachapoal.

Excursion a la mina de los Puquios.—El 2 de Febrero a las 7½ de la mañana partí de los Perales donde dejé una parte de los bagajes, víveres i caballos de repuesto. A media legua de este lugar dejamos el valle del Cachapoal a la derecha i nos dirijimos hácia el N.E. Dos leguas mas adelante encontramos los primeros encadenamientos de terrenos porfiricos estratificados que bajan a la meseta del terreno pórfido granitoídeo precedente, i a la 1 de la tarde subimos sobre este terreno para llegar a la cumbre del cerro de Matancilla cerca del rio Blanco.

Una tempestad con truenos, granizo i nieve nos sorprendió i obligó a detenernos hasta la mañana siguiente.

Febrero 3.—El pórfido que predomina en el terreno estratificado de estos cerros es un pórfido arcilloso, sin anfíbola, semejante a los de San Pedro Nolasco, Catemu, Combarbalá, Andacollo, etc. Se ve una variedad de él que se divide en bolas irregulares con manchas rojas, azulejas, negras, etc., i que tiene el aspecto de una brecha porfírica. Sin embargo, examinando mas esta roca, se ve que estas bolas i manchas que imitan a los fragmentos de una brecha, provienen de la desagregacion de la roca i de su descomposicion al aire. La parte impregnada de óxido de fierro pasa a diferentes grados de peroxidacion de este último, i se ve que los pequeños cristales blancos pasan de una mancha a otra sin ser cortados ni interrumpidos.

Este pórfido contiene oquedades i papas de calcedonia, como en los cerros de Cauquenes, i cuando se llega al Portezuelo de Matancilla se encuentra una meseta, en medio de la cual se ve una laguna i yacimientos de pórfidos zeolíticos, que contienen en abundancia, estilbita, mesotipa, etc.

Luego se descubre en los cerros de la Matancilla, un filon metálico de cobre que corre mas o ménos de norte a sur i que aflora cerca de la cresta de este cerro. El filon tiene mas de media vara de ancho; está lleno de una arcilla jabonosa i de cuarzo compacto, que sirven de ganga a vetas mui delgadas de cobre oxidulado, nativo i oxisulfurado.

Las vetas no tienen mas de 3 a 6 líneas de espesor i se hallan acompañadas por guardas mui delgadas de silicatos verdes o azules; así es como se encuentra en la naturaleza la mayoría de los minerales oxisulfurados de cobre. Se encuentra tambien en la prolongacion de este filon, en la parte norte, mas o ménos a 1,000 metros de distancia del filon precedente, algunas vetas i un filon ancho de cal espática con pintas de cobre nativo. El cerro que los contiene toca ya al rio Blanco i se halla en la vecindad de la mina llamada de los Franceses de que hablaremos en seguida.

De lo alto del cerro de la Matancilla se abraza con una mirada, primero, los cerros redondeados, graníticos, de la costa, con sus minas de oro i de cobre; luego, el gran valle longitudinal de Rancagua; en seguida toda la meseta pórfiro-granitoídea que hemos atravesado, yendo de Machalí a los Perales, hasta el pié del terreno estratificado al cual sirve de base. Las principales cadenas del terreno estratificado que bajan a esa meseta son: 1.º al norte, el cordon de la Polcura terminado por el cerro del Convento; 2.º el cordon del Manzanal, situado entre el rio Pangal i el rio Cachapoal, terminado por el cerro Agujereado; 3.º, mas al sur, la cadena de cerros de Cauquenes, detras de la cual bajan ramas de las cordilleras de San Fernando. La mayor parte de estas cadenas terminan en pendientes a diferentes pisos que imitan los pisos de los valles terciarios dobles i triples.

14 de Febrero.—Bajamos este dia al rio Blanco, i 2 o 3 leguas de su confluencia con el rio Pangal i fuimos a visitar los cerros de

los Puquios, en los cuales, hace algunos años, se explotaban las minas de plata i de cobre.

El rio Blanco baja del N. N. E. i es un torrente mui rápido i peligroso para pasar.

Despues de 3 horas de marcha desde el cerro de la Matancilla, nos detuvimos en la desembocadura de la quebrada de los Puquios (Puerta de los Puquios), i en lugar de dirigirme directamente a las antiguas minas de los Puquios, tuve idea de visitar un cerro alto llamado Cerro de los Vargas, situado mas al norte que el precedente i que nadie, segun me lo advirtieron los guías, ha examinado todavía.

El camino que conduce al Rincon de los Vargas es pésimo i mui peligroso. Despues de 2 horas de subida llegamos a la rejion donde la nieve no se derrite sino a fines del verano i solo en los años mui calurosos. No se encuentra ahí mas que una gran variedad de pórfidos estratificados en medio de los cuales, los tofos forman enormes diques o filones gruesos i cortos. Algunas partes de esos tofos conservan aun algunos vestijios de estructura porfiroídea, otros contienen alumbre i se hallan cargados de sulfatos. Hacia la parte superior de los cerros, en el contacto con las nieves, los mineros encontraron una esquista escesivamente fria, amarillenta (piedra de amolar) i pórfidos que se dividen en láminas delgadas en la direccion de las estratas.

Por lo demas, no se encuentra en estos cerros la menor huella de filones metalíferos.

Febrero 5.—En la desembocadura de la quebrada de los Vargas, en el rio Blanco, hai algunos bloques graníticos, angulosos, semejantes a los del rio de los Cipreses. Los bloques, que probablemente provienen de algunos cerros que tocan al de los Vargas, me demuestran que los tofos de este último, provienen tambien de la proximidad de la roca solevantante, que no está atravesada por el terreno estratificado.

Bajamos al rio Blanco a las 10 de la mañana i una hora despues subimos por la quebrada de los Puquios para llegar al cerro de este nombre, cerca de la rejion de las nieves eternas, donde nos detuvimos tres dias para examinar los filones i los cerros de los alrededores.

Las pendientes de estos cerros son mui rápidas, duras en la superficie, i sin embargo, cubiertas de detritus porfíricos menudos que las hacen resbalosas i mui difíciles para subir, i aun mas, para bajar. Las pendientes áridas, completamente desprovistas de vejetacion i coronadas de nieves, se hallan erizadas de rocas porfíricas salientes e interrumpidas, formando bloques casi rectangulares pegados al cerro (farellones). Se los ve estenderse a veces de norte a sur, en el sentido de la estratificacion, formando evidentemente restos de mantos que por su dureza han resistido a los agentes que desagregaron el resto del terreno, parecen otras veces cruzar el sistema jeneral de estratificacion i provenir de las dislocaciones que ha experimentado ese terreno.

Esos farellones tienen ordinariamente 2 a 3 metros de espesor en sentido vertical, llevan en su parte superior algunas estratas de pórfidos duros, tabulares, i debajo, pórfidos brechiformes. Los primeros son los que los preservan de la destruccion.

En jeneral, todo el terreno se compone de mantos de esos pórfidos duros tabulares que alternan con mantos mui densos de pórfidos fáciles de desagregar; con otros cuyo modo de descomposicion les da un aspecto brechoídeo, i, en fin, con verdaderas brechas porfíricas. Se encuentran en ellos oquedades i papas de calcedonia i cuarzo como en los pórfidos de Cauquenes; ademas, un silicato negro en pequeños cristales que parece ser mas bien piroxena que anfíbola; no he visto zeolitas ni jaspes.

El cerro de los Puquios i el que se halla al lado, el cerro Fragoso, son los únicos en que se presentan en descubierto filones metalíferos.

Difieren de los otros que los rodean, i que parecen ser estériles, en que los primeros son mui accidentados en su sistema de estratificacion, miéntras que éstos presentan, en jeneral, estratas ligeramente onduladas o casi horizontales. La fisonomía estraña de aquellos se parece al aspecto exterior del cerro situado al lado de la Matancilla, i en el cual, como acabo de decir, se ha descubierto cobre nativo.

Se ven tres filones distintos en el cerro de los Puquios i el cerro Fragoso: 1.º La antigua mina de plata *Veta de los Puquios* se halla cerca de la cumbre del cerro de los Puquios. El filon corre

de S. O. a N. E. i mantea al norte; parece oprimida por un farellon i ha sido reconocido solo en una estension de cerca de 50 varas. Consiste en un haz de vetas arcillosas, blancas, cuya mayor parte llevan láminas delgadas de cobre nativo acompañado ya de silicato, ya de cal espática. Este cobre lleva a veces en la superficie, pintas de plata nativa dendritiformes, semejante al depósito que se forma en una lámina de cobre que sumerje en la solución de una sal de plata.

Hace mas de 30 años se trabajó esta mina por plata, despues, hace 12 años, se reanudó la explotacion para estraer el cobre. Desde este tiempo el filon está abandonado i las antiguas labores llenas de agua. Por lo demas, los desmontes no anuncian la presencia de minerales ricos de cobre ni de plata.

La otra mina, conocida con el nombre de *Guia de la Plata*, se halla casi a la misma altura que la precedente, pero a mas de 20 cuadras de distancia al sudeste de ella, en el cerro Fragoso. El filon solo tiene 1 a 2 pulgadas de ancho i corre de S. E. a N. O. i mantea al S. O. Su mineral se compone de oxídulo de cobre i de plata nativa diseminada en pequeños granos i pajitas; la ganga es silicosa.

Esta mina fué explotada al mismo tiempo que la precedente i aunque hayan estado abandonadas desde hace mas de 12 años, eran las únicas que gozaban en los alrededores de un renombre mui popular entre los mineros.

Ámbas me han parecido mezquinas i de poca importancia; pero, en cambio, recorriendo los cerros de los alrededores, encontramos casi al pié del cerro de los Puquios, en el valle del mismo nombre, un filon de cobre que creo es uno de los mas hermosos de Chile. Ha sido picado en cinco puntos i abandonado desde tiempo inmemorial; habian profundizado apenas 5 o 6 metros desde la superficie, i todo permite creer que fué explotado en tiempos en que no se conocian en el pais los minerales sulfurados de cobre.

Efectivamente, encontré en los antiguos desmontes de esta mina, grandes trozos de sulfato de cobre puro i, trabajando durante dos dias con mis mineros, reconocí que el filon contiene mineral de esta clase, (de 60 a 70 por ciento de cobre) en una es-

tension de mas de 200 varas (166 metros). El sulfuro forma vetas de 0,1 m. a 0,5 m. de mineral macizo i se halla acompañado por silicatos i carbonatos de cobre; pero lo estraño es que casi no contiene plata, aunque el terreno es arjentífero.

La direccion del filon es de N. 20°-25° E. a S. 20° 25° O.; mantea al oeste i su ancho es de cerca de 1 vara cuyas tres cuartas partes se hallan en mineral. El plan jeneral de los afloramientos de este filon, (lám. II, fig. 3) es el siguiente:

De A a B se encuentra blenda i galena.

En C un farellon de tofo.

En D se desprende del filon una guia de mineral mui rico.

Entre E i F hai 5 picados sobre el filon, con mineral a la vista.

De F. hácia adelante, el filon se pierde bajo los detritus, pero se ha reconocido su gran riqueza, escarpándolo en diferentes puntos.

7 de Febrero.—A las 4 de la tarde partimos, i al dia siguiente a medio dia, tornamos a los Perales donde me esperaba un ajente de la compañía para proveerme de guias i caballos.

En el camino noté que las cadenas de cerros de los Puquios i de la Polcura se desprenden de la cadena principal de la cordillera, en la direccion sudeste.

En la mañana del 10 nos detuvo en los Perales una lluvia torrencial, i el 11 partimos para el valle de Pangal con el fin de examinar los cerros próximos al del Castillo i al cerro Agujereado.

11 de Febrero. Escursion a la confluencia del rio Blanco i Pangal.—A 6 leguas al noroeste de los Perales se halla la confluencia del rio Pangal con el rio Blanco. Los dos torrentes son aquí mui rápidos; un ancho valle sombreado por hermosos peumos i quillayes, baja en medio de las mas altas montañas, de raras formas i mui accidentadas. En el lugar en que se unen los dos rios, una masa de granito diorítico con anfibola verde, levanta i atraviesa todo el terreno de pórfidos estratificados i, como testigo de las grandes revoluciones que ha ocasionado su aparicion, se ven enormes rocas. El cerro del Castillo, al oeste i el cerro Agujereado, al sureste, se levantan verticalmente a mas de

2,000 metros sobre el valle i dominan a los cerros de los contornos.

Esas masas de granito se extienden en la orilla izquierda del Pangal donde se ven acompañadas de cerros de tofos i atravesadas por filones de fierro olijisto. Miéntas tanto, en la orilla derecha del rio Blanco, se pierden bajo estratas de pórfido i contrastan singularmente, por sus divisiones irregulares i la falta de estratificacion, con los mantos regulares del terreno que solevanta.

Mina de los Franceses.—Casi en el contacto de esta roca solevantante i de los pórfidos estratificados, se encuentra, en la orilla derecha del rio Blanco i al borde de un precipicio, la mina de cobre denominada mina de los Franceses; la misma donde a fuerza de trabajo i desembolsos, dos hombres laboriosos empezaron hace un año a esplotar un filon siendo espulsados arbitrariamente por un rico.

La mina está abandonada, un pobre rancho, un fuelle de fragua que trajeron en hombros (pues el camino es impracticable para los animales) i algunos útiles dispersos, recuerdan la injusticia de los hombres.

El yacimiento de cobre de esta mina no deja de ofrecer algun interes para el naturalista. En la pared de una roca negra, cortada a pico, i dividida en estratas regulares, casi horizontales, se ve un ancho filon blanco con tintes verdes i azules, i casi vertical.

El barreno del minero casi nada ha reconocido en este filon.

En los lugares donde pasa, algunos mantos de pórfidos se vuelven metalíferos i al mismo tiempo amigdalóideos. El mineral de cobre, que es un sulfuro empavonado, se disemina en la roca i se pierde a 1 o 2 varas del filon. Este último en tal caso, no ha servido sino de conductor del vapor metálico que penetró en la roca encajante. Las estratas i mantos no sufrieron ninguna dislocacion ni fractura a causa de este filon i solo a ciertos picos se ha esparcido la materia metalífera i encontrado su yacimiento.

El mineral de esta mina es pobre; contiene 10 a 12 por ciento de cobre; pero es abundante. Es mui parecida a la de los *Mantos* de don Santos García en Catemu donde el mineral se encuentra tambien diseminado en mantos porfiroídeos i el terreno es idénticamente el mismo.

12 de Febrero.—Volví a los Perales i en el camino encontré cerca de la Quebrada del Quillai en la orilla derecha del Pangal un filon cobrizo semejante al del Ranchillo de los cerros de Cauquenes. El terreno que atraviesa el filon se compone de pórfidos zeolíticos estratificados. El mineral es mui pobre i solo contiene algunas vetas de silicato de cobre con trazas de carbonato. Me fué imposible determinar la direccion del filon pues se halla recubierto de una gruesa capa de detritus i no aflora sino en un solo punto.

El cerro que contiene este filon está frente al cerro Agujereado que se ve al otro lado del Pangal, en la confluencia de este rio con el Cachapoal. Observando de aquí el encadenamiento del terreno estratificado que baja en forma de escalones a partir de este cerro i descansa en la meseta pórfido-granitoídea, se nota que las pendientes se encuentran talladas en la forma de las de los valles terciarios dobles i triples de la costa, cuyo oríjen ha sido atribuido al sollevamiento progresivo del terreno. Por consiguiente, se debe admitir que, tambien este terreno antiguo formó, en un tiempo, la costa de antiguos mares i que, ademas de las dislocaciones bruscas que él esperimentó, hubo un sollevamiento lento, continuo, interrumpido por épocas de reposo (segun Darwin) o por sacudimientos violentos.

Véase fig. 4, lám. II el dibujo que he hecho del natural, para conservar en la memoria la forma de ese encadenamiento.

14 de Febrero.—Dejé el valle de Cachapoal para dirijirme al norte i seguimos por esta meseta pórfido-granitoídea sobre la cual bajan, como acabo de decirlo, los encadenamientos de pórfidos estratificados. Marchábamos en direccion al nordeste casi al pié de estos últimos.

A dos leguas del valle de Cachapoal pasamos el Estero de las Leñas que baja de la cadena de la Polcura i se vacia en el estero de Colla. Dicha meseta está enteramente cubierta de detritus granitoídeos i de tierra vegetal. La superficie es lijeramente ondulada cubierta de colinas aplanadas que forman contraste con los escarpes listados, erizados de rocas en forma de castillos, que se desprenden de la cadena principal de los Andes i reposan sobre la meseta.

La cadena principal, la de la Polcura, es la misma que la de los Puquios que hemos visto i la del Teniente que vamos a ver. Esta cadena está terminada al oeste por un hermoso cerro llamado Cerro del Convento, compuesto de mantos regulares, casi horizontales, del mismo pórvido arcilloso abigarrado que tantas veces hemos mencionado. Este pórvido forma efectivamente, en jeneral, la parte baja del sistema. Es el mismo que a menudo toma un aspecto pseudo-brechiforme. Encuentro en él hermosos cristales de estilbita i de mesotipa, núcleos de calcedonia, i algunas estratas de pórvido con cristales de baicalita (?).

Pasamos la noche al pié del Cerro del Convento i bajamos al día siguiente al valle de Colla para ir al nacimiento del torrente de este nombre, donde se halla el cerro del Teniente, en el cual hace mas o ménos 30 años se explotaron las minas de cobre.

Excursion al cerro del Teniente. 15 de Febrero.— Llegamos al medio día a este cerro por caminos pésimos, i permanecimos allí dos días para examinar las antiguas minas i los cerros de los alrededores.

El Cerro del Teniente, como acabo de mencionar, se halla en la misma cadena que los Puquios, sólo en la otra vertiente de la cadena. Los guías me han asegurado que cuando el año no es mui frío, se pasa en 2 o 3 horas desde los Puquios al Teniente; pero actualmente la cresta de esta cadena estaba cubierta de inmensas cantidades de nieves i el paso era impracticable.

Las antiguas minas de cobre estan situadas a media falda del cerro i a mas de 400 metros encima del fondo del valle, mui cerca del lugar en que éste se cierra, dando oríjen al estero de Colla. Todavía habia nieve en las fuentes de este torrente mucho mas abajo de las minas; pero el Cerro del Teniente que está espuesto al Norte permanece sin nieve la mayor parte del año.

El yacimiento de las minas de el Teniente es uno de los mas interesantes que he visto en el país.

Figurémonos en medio de un terreno estratificado porfírico negruzco, accidentado de mil i mil maneras, una masa enorme de tofo que deslumbra la vista por sus colores blancos i rojizos sin presentar vestijios de estratificación. La roca solevantante es granitoídea con feldespato lamelar i anfíbola verde i no se pre-

senta sino en el fondo del valle; mientras que los tofos se elevan a mas de mil metros encima i parecen rivalizar en formas estrañas con las ondulaciones de los pórfidos estratificados que los tocan i los acompañan.

En medio de esos tofos i pórfidos singularmente accidentados, se ve un monton de brechas porfíricas, encerrando trozos angulosos de caolina, de hornstein, de diferentes pórfidos i rocas compactas. Este monton se eleva casi perpendicularmente en medio de las rocas de los alrededores i en su cumbre es metalífero. Empieza por presentar en su interior pintas de cobre i pequeñas guias, pintas, trozos angulosos del mismo pórfido coloreados de verde i azul. Esas pintas i guias se hacen mas i mas considerables i despues se ven vetas bien formadas que ya pueden ser objeto de explotacion. Estas vetas no pasan nunca de $1\frac{1}{2}$ pulgada de espesor; son ya de protóxido de cobre puro ya de oxisulfuro; pero todas sin escepcion se hallan encajadas en el silicato verde azulejo que forma salbandas mui delgadas a ámbos lados de las vetas. La mayor parte de estas son inclinadas o casi horizontales; otras son verticales i se cruzan en todos sentidos sin ningun orden ni regularidad. La roca que las contiene es siempre la misma brecha impregnada de partes metalíferas i a veces una especie de caolina impregnada de partículas de oxisulfuro en medio del cual pasan vetas del mismo mineral.

Se ve en todo esto una asombrosa analogía, sinó una identidad con el yacimiento de vetas oxisulfuradas de Andacollo. Las mismas especies minerales, las mismas gangas, los mismos minerales asociados e igual disposicion del depósito metalífero. Efectivamente, no se encuentra pirita, ni sulfuros empavonados, ni fierro olijisto, ni minerales ferrujinosos como en Andacollo; i como en este lugar, se ve la misma inconstancia en la direccion de las vetas i la misma roca brechoidea en la proximidad de las masas granitoideas solevantantes. Esta analogía se observa hasta en la disposicion de los elementos de algunas vetas mas complicadas, que se encuentran en los dos yacimientos mui aligados el uno del otro, como por ejemplo en la veta cuyo dibujo se ve en fig. 5. Esto me confirma en la suposicion de que los pórfidos estratificados del terreno de Andacollo han sido atravesados por segunda vez

por la roca granítica de la circa. Por eso los pórfidos de Maitencillo i de Caldera pertenecen al terreno estratificado, i las caolinas del yacimiento cuprífero, como los que rodean el pueblo, deben su oríjen a la proximidad del granito.

Este yacimiento del Teniente tiene unos 40 a 50 metros de espesor i parece prolongarse en la direccion del valle. No se conoce su profundidad. Las antiguas labores se hallan en la cumbre. Al rededor de esas labores abandonadas, los mineros descubrieron gran número de vetas nuevas. A una distancia de mas de 300 metros, por la parte del valle i a mas de 150 metros debajo de esas labores se encuentran vetas mas anchas que parecen cambiar de naturaleza, i contienen cuarzo i una ganga ocreosa, vetas semejantes se hallan en los cerros que están al lado.

Las ventajas que promete la explotacion de estas minas son inmensas: se podrian poner a la vez 20 a 30 barretas sobre mineral cuya lei no baja nunca de 50 por ciento. Pero tambien serian considerables los gastos de explotacion: primero, a causa del camino que es escesivamente malo i que seria menester abrir, haciendo un desembolso, talvez de 2 a 3,000 pesos; en seguida, a causa de la gran altura en que se encuentran las minas, lo que no permitiria trabajarlas en el invierno; i en fin, a causa de que las vetas no se ensanchan nunca.

Entre las rocas que rodean este yacimiento o que se hallan en contacto, he visto fuera de diferentes especies de caolinas (tofos) i de pórfidos estratificados: 1.º, una roca cuarzosa, compacta, semejante a la de Andacollo, que se divide en láminas i prismas i en cuyo interior se ve pirita de fierro diseminada en partículas escesivamente finas. Oxidándose ese fierro i el azufre, la roca se vuelve aluminífera i toma diferentes matices rojos i negros; 2.º, un pórfido verdoso o azulejo que es imposible decir a qué terreno pertenece; si a los pórfidos estratificados o a la masa solevantante; 3.º, un pórfido gris con base de zeolita i de pasta algo porosa, semejante a las traquitas.

En jeneral, es difícil decidir si todas estas masas de tofos pertenecen a la roca solevantante, o al terreno secundario retocado por éste (refundido?), rocas metamórficas.

Esta última suposicion me parece mas aceptable, pues tuve

la ocasion de observar en el mismo lugar, que ciertos pórfidos pasan insensiblemente a los tofos i algunos tofos conservan aun algunos vestijios de la estructura de los pórfidos o brechas porfíricas, de los cuales derivan su oríjen.

17 de Febrero.—Despues de haber terminado nuestros trabajos de reconocimiento en el cerro del Teniente nos pusimos en marcha; primero bajamos por la quebrada de Colla, i luego pasamos el rio de este nombre i bajamos a la meseta pórfido-granitoídea, dejando a nuestras espaldas las cadenas del terreno estratificado.

Despues de 3 horas de marcha en direccion al noroeste llegamos al lugar llamado Varona. La rejion es llana, cubierta de detritus de rocas descompuestas i no presenta sino colinas bajas i redondeadas. Colocándonos en una de estas colinas cerca del Corral de Varona i mirando el grupo de cerros que acabábamos de recorrer desde el valle de Cachapoal, se observa mejor que en ninguna parte, la composicion jeneral del sistema i el grupo superior estratificado cuyos encadenamientos se destacan de la cadena principal de los Andes. Viendo una diferencia tan notable en la configuracion exterior de estos dos grupos, es imposible no admitir que todos estos pórfidos de la meseta no son de una naturaleza jeológica completamente distinta de las cadenas mas elevadas, i que las masas de tofo que se perciben de léjos, no marcan el contacto del terreno solevantado con las masas solevantantes.

Ahora, si se dirige la vista hácia el norte, se ve una masa de cerros de cresta mui unida, mui altos, cubiertos de nieve, i que bajan desde las mas altas cordilleras hasta el borde del valle de Rancagua. Tampoco se ve esta separacion neta de la meseta granitoídea i del escarpe al principio del terreno estratificado. Esta larga masa de cresta unida pertenece ya a los Cerros de Pencó, Pilai, etc.; uno espera encontrar ya con una composicion mas complicada que los cerros de la Compañía, pero tambien se espera ver allí, al terreno estratificado mas cerca del valle que en estos últimos.

Tercera parte

CERROS SITUADOS ENTRE EL ESTERO DE CODEGUA I EL VALLE DE MAIPO. CORDILLERAS DE PENCO, PILAI, TOLLO I SAN PEDRO NOLASCO.

17 de Febrero.—Este día a la 1 de la tarde pasamos el estero de Colla i nos detuvimos en un hermoso bosquecillo de maitenes en el cerro del Arbol. La roca es un pórfido de pasta gris, feldespática, blanca, con pequeños cristales de anfíbola, sin ningun vestijio de estratificacion. Es una de las rocas que componen la meseta al otro lado del estero.

18 de Febrero.—Nos dirigimos hácia el este sin separarnos del valle de Codegua.

A medio día llegamos al cerro Colorado que es un cerro de tofo. Su presencia indica que mui luego el terreno de rocas levantantes, sobre las cuales marchamos desde el Árbol, debe terminar i tocar a los pórfidos estratificados. Efectivamente, esos tofos del cerro Colorado se prolongan mas o ménos en la direccion de norte a sur, bajan por el cajon de la Madera, pasan al otro lado del Codegua e inmediatamente detras, esta masa de tofos alargada, empieza la cadena de escarpes del terreno estratificado.

Uno de los cerros mas accidentados de esta cadena, de formas mui pintorescas, es el cerro llamado el Alto de los Juncos. Caminamos directamente hácia el pié de este cerro i pronto trepaban ya mis mineros por las rocas escarpadas corriendo en busca de vetas i filones que estaban seguros de encontrar ahí.

Todo el sistema de estratificacion de este cerro mantea lijera-mente al este i se compone de diferentes pórfidos zeolíticos atravesados por vetas i filones de cuarzo i de carbonato de cal. Entre esos filones de cuarzo he notado uno que estaba vacío en el interior i cuyas paredes estaban tapizadas de concreciones silicosas mui hermosas, blancas i amarillentas.

Una de las variedades de pórfido mas abundante en estos cerros es de un color claro salpicado de pintas blancas i conteniendo

huecos llenos de una zeolita fibrosa, blanca, que se desagrega mui fácilmente en el aire i se vuelve polvo. Se ven en estas rocas cavidades llenas de un polvo tan fino i suave al tacto como la harina. Las partículas de este polvo son filamentosas; es mui fusible i atacable por los ácidos, aun en frio, con formacion de jelatina. Un poco de este polvo que he recojido i analizado ha dado una composicion idénticamente igual a la de la lanmonita i sus caracteres mineralójicos son tambien los mismos que los de este mineral.

Este pórfido forma mantos de 3 a 4 metros de espesor, i como se desagrega fácilmente a causa de su base zeolítica, resultan rocas de formas mui pintorescas, columnas i masas aisladas agujereadas i agrietadas, cuyo color gris ceniciento hace contraste con las estratas negras, verdosas o pardas de pórfidos duros, feldespáticos, que alternan con los precedentes. Las brechas se presentan en la cumbre del cerro.

19 de Febrero.—Nos acercamos mas a la cordillera sin haber encontrado ni vestijios de filones metalíferos en este cerro. Los mineros se asombran de que, miéntras en los cerros del norte se encuentran aun en los terrenos estériles, filones de *hierrillo* (fierro olijisto, fierro micáceo, etc.), en éstos no se ven ni vestijios.

Despues de habernos internado 2 leguas mas al este i viendo solamente que el terreno cambiaba de naturaleza, o que indicaba la presencia de filones ménos pedregosos, volvimos al nordoeste i ordené a los guías que nos condujeran de modo que pudiésemos atravesar todo el sistema de este a oeste hasta el borde del *valle*.

Bajando en esta direccion dejábamos atras pórfidos zeolíticos i volvíamos hácia los mismos tofos que los del cerro Colorado, despues a las rocas solevantantes no estratificadas, i en fin, ántes de anochecer encontramos a una legua del borde del valle, el mismo terreno de pórfido estratificado que el que dejamos al este, solo que un poco accidentado, inclinado i manteando al oeste.

La cumbre del cerro llamado de los Farellones, ya tiene escarpes que dan al valle de Rancagua. Este cerro se apoya sobre las masas granitoídeas del valle; pero su parte superior se compone de pórfidos estratificados i tambien se ven al otro lado del valle, a 4 o 5 leguas de aquí, algunos vestijios de estratificacion en la

cumbre del cerro que se halla frente al de los Farellones. De manera, pues, que el corte jeneral del terreno desde el Alto de los Juncos podria representarse como se ve en fig. 6, lám. II. El cerro de los Farellones es digno de una atencion particular de parte del jeólogo.

Este cerro se compone, como acabo de decir, de dos partes: la base o la parte inferior de rocas levantantes granitoideas, i la parte superior el de terreno estratificado.

Este último consiste en diversos pórfidos que alternan con enormes bancos de brechas porfíricas i se encuentran tambien algunos yacimientos de esquistas i de gredas esquistosas. Entre los pórfidos hai algunos que contienen núcleos de cuarzo i tienen como base a las zeolitas; la mayor parte de estas brechas se desagregan fácilmente i pasan a los tofos i arcillófitas; las esquistas i sobre todo las gredas, son mui raras.

En un banco de cerca de dos metros de espesor de una toba porfiroidea, parduzca, que pasa a una especie de arcillofira, mis mineros encontraron madera fósil. Esos bancos, como todo el sistema de este lugar, que es escesivamente accidentado, mantea al este bajo un ángulo de 30° mas o ménos. Se ven troncos de árboles en parte petrificados (siliciosos), en parte trasformados en carbon i tendidos en la direccion de las estratas. En jeneral, la contestura leñosa de estos vejetales fósiles está silicificada i la médula trasformada en azabache. He encontrado trozos de carbon escesivamente livianos i tambien madera que no estaba bien carbonizada ni silicificada, pegada en la roca.

La causa que hace, en jeneral, mui complicada e irregular la estructura de estos terrenos, proviene, segun me parece, de que en medio de los mantos pertenecientes al sistema estratificado se ven algunos pórfidos de inyeccion pertenecientes al sistema inferior. Así, hácia la cresta del cerro se ve salir al sol un pórfido gris, azulejo, duro, feldespático, con cristales de la misma naturaleza que la pasta i completamente semejantes a los pórfidos no estratificados del Arbol i de los alrededores del cerro Colorado.

Este pórfido se halla encajado en bancos de brechas i en el contacto de estas rocas se ve una amigdalóidea zeolítica cuyo núcleo se alarga en el sentido de la superficie de contacto.

23 de Febrero.—Obligado a bajar a Penco para cambiar los caballos i buscar guías, no pude reanudar la marcha hasta el 23 de Febrero. Esta vez me propuse dirigirme directamente a los cerros de San Pedro Nolasco, siguiendo la segunda línea de escarpes del terreno estratificado, la que corresponde al Alto de los Juncos, i como los caminos debian ser abominables, me deshice de todas las cargas, que envié a Tollo por el camino del valle, i me reservé solo los víveres indispensables para unos quince dias.

24 de Febrero.—Despues de dos dias de escursiones infructuosas bajamos al valle de Pilai, cerca del lugar llamado Los Lúnes.

En el fondo de este valle encontré granito diorítico que pasa ya al feldespató lamelar, ya a las dioritas propiamente dichas, a veces se hace porfiróideo, conteniendo dos especies de feldespató i a veces contiene al mismo tiempo mica i feldespató. Todas estas rocas pasan insensiblemente las unas sobre las otras, agrietándose i dividiéndose en todos sentidos i no presentan ningun vestijio de estratificacion.

25 de Febrero.—Partiendo de este valle i remontando la cresta para dirijirnos al este, hácia la cordillera de las Ollas, donde nacen diversos torrentes que alimentan al estero de Pilai, observamos la misma sucesion de rocas que hemos visto al remontar el valle de Codegua hácia el Alto de los Juncos. Primero es un granito que dejamos abajo, este granito se vuelve completamente diorítico arriba; despues pasa a los tofos cuyas masas son completamente irregulares; en fin, llegamos a los pórfidos zeolíticos, brechas i tobas porfíricas, dispuestas en mantos regulares.

Este terreno estratificado se dirige de norte a sur i mantea al este. Forma aquí tres altos cerros, llamados las Ollas, que todo el año estan cubiertos de nieve. Cada uno de ellos contiene cerca de su cumbre una ancha taza semicircular, a cuyo alrededor los mantos del terreno que forman las paredes de esta taza se elevan en forma de gradas de un anfiteatro romano. Del borde mas elevado de cada taza descienden hermosos arroyos, formando cascadas i se reunen en lagunas de donde vierten los tres torrentes que alimentan al estero de Pilai.

Esas tres tazas me parecieron a primera vista que eran cráteres

de antiguos volcanes, pero despues de haber examinado el terreno, no encontré nada que pueda dar motivo a tal suposicion. Efectivamente, las rocas son idénticamente las mismas que hemos visto en toda la estension de este terreno desde el nacimiento del rio de los Cipreses hasta aquí. Los cajones i valles que bajan de ellas son formados, evidentemente, por erosion i el fondo de los cajones se compone de rocas de la misma naturaleza, solo que mas duras que el resto del sistema.

En uno de estos cajones vi jaspes rojos i verdes listados, completamente parecidos a los de los cerros de Cauquenes; i en el mismo cajon pórfidos con base de lomonita, de mesotipa, de estilbita; tobas porfíricas i brechas de pequeños fragmentos, etc.

Sobre la Olla se notan masas de tofos i en seguida se ve la cresta inaccesible de la alta cordillera. De suerte que la roca levantante atraviesa por segunda vez el terreno, detras de las Ollas. Recorriendo las rocas en el contacto de este segundo penetramiento, uno de los mineros encontró en pórfidos esquistoídeos (lajas), algunas vetas de cobre nativo; pero en jeneral los cerros, a esta altura, estan cubiertos de nieves casi todo el año.

26 de Febrero.—Partiendo de la primera Olla hácia la segunda, i echando una mirada sobre el conjunto del sistema i el modo como baja al valle de Pilai, este terreno estratificado, se ve mejor que en ninguna otra localidad, que realmente todo el terreno de pórfido estratificado, ántes de tocar a las rocas graníticas de dicho valle, (en los Lúnes) pierde su estratificacion i se halla separado de estas últimas por masas de tofos. En la fig. 7, lám. II, se ve la representacion de esta sucesion de terrenos.

Desde que se pasa la tercera Olla el camino baja sobre los cerros de tofos. Dejamos el terreno de pórfidos estratificados al este; nos dirijimos hácia el norte i llegamos a la Lagunilla (una legua en el terreno de tofo) i de aquí en tres horas de marcha arribamos a las Casas de Piedra de Tollo donde se ve una gruta en una roca de tofo, habitada por los pastores.

Durante estas tres horas de marcha nos deslumbraba la blancura de los tofos que, en muchos lugares, no son sino masas que conservan aun su estructura porfírica, estas masas estan agrietadas en todos sentidos; los cristales de feldespatos se han vuelto terro-

so; la pasta descolorida o bien se ha puesto roja por la peroxidacion del fierro.

Solo se percibe el terreno estratificado en la parte oriental i norte, donde se ven cerros escarpados, negros, con sus cimas cubiertas de hielo formando un hermoso contraste con las masas redondeadas, aplanadas, terrosas i blancas sobre los cuales caminamos.

En este trayecto dejamos al oeste los cerros de Pilai i del Principal que se componen enteramente de rocas granitoideas i de tofos, i se prolongan, sin cambiar de naturaleza, hasta San Juan a la entrada del valle de Maipo.

27 de Febrero.—Desde el valle de Codegua al de Pilai hai cerca de 3 a 4 leguas; de este valle a las Casas de Piedra del Tollo, en línea recta, hai 5 a 6 leguas, i de aquí, bajando por el estero del Tollo, que corre mas o ménos de sur a norte, se llega a Tollo en una jornada de marcha.

En lugar de tomar este último camino, nos dirijimos directamente hácia los cerros de San Pedro Nolasco al noroeste por caminos que en toda otra estacion del año, serian impracticables.

A medio dia llegamos al cerro i valle cubiertos de nieve, compuestos de pórfidos estratificados, arcillosos i brechas idénticamente iguales a las rocas de San Pedro Nolasco. Nos detuvimos aquí, recorrimos i examinamos los cerros cercanos; pero no encontramos ningun rodado que contuviera sulfato de barita i carbonato azul de cobre que anuncian siempre la presencia de la plata. Antes de llegar a este cerro, se ve que el sistema de estratificacion está desordenado i trastornado en muchos lugares, i he observado un cerro cuyas estratas se hallan en la situacion que representa la fig. I, lám. III, sin que se pueda percibir ningun cambio o diferencia en la naturaleza de las rocas.

A la tarde bajamos por el estero del Injenio i pernoctamos ya al pié del grupo de cerros de San Pedro Nolasco, cerca de la meseta llamada *Placeta del Juego de Chueca*.

28 de Febrero.—Examiné el corte casi vertical del cerro que lleva el nombre de Los Farellones i que toca al de San Pedro Nolasco. He aquí la sucesion de las principales rocas que tocan a este terreno.

Bancos de brechas de grandes fragmentos i de fragmentos de tamaño mediano, predominando en la parte superior.

A media falda se ven tobas porfíricas (reunion de fragmentos mui pequeños i de parte pulverulentas como ceniza) que casi pasan a las gredas. He notado que en algunas partes de esas tobas, hai fragmentos angulosos de la misma naturaleza, que forman lechos paralelos a los planos de estratificacion.

Debajo se ven mantos de pórfidos arcillosos que, en jeneral, son los mas abundantes en este terreno.

Vienen en seguida brechas que contienen fragmentos con pórfidos anfibólicos, cuyas rocas no se hallan en un lugar de formacion, sino mucho mas abajo.

En seguida se encuentran los mismos pórfidos arcillosos con núcleos i guías de sílice, etc.

Noto que es completamente inútil enumerar todas estas variedades de rocas finas, no solo, no presentan nada de fijo i regular en la manera como se suceden las unas a las otras, sino que tambien unos mismos mantos varian continuamente de aspecto i de elementos en su estension.

Así, examinando el mismo cerro un poco mas al este, por la parte del Juego de Chueca, encuentro entre los pórfidos estratificados, los mismos pórfidos con núcleos de jaspes rojos i verdes que en la Olla; los mismos pórfidos con base de estilbita i de mesotipa que en el cerro de la Matancilla i en el del Convento; los mismos pórfidos con anchos cristales negros de anfíbola (bairdita ?) que en Combarbalá, Catemu, Cerro del Convento; en fin las mismas rocas esquistosas i amigdalóideas que se ven en una infinidad de localidades del mismo terreno estratificado que he visitado.

1.º de Marzo.—Permanecimos dos dias en las minas de San Pedro Nolasco, en medio de un frio insoportable.

Ya he visitado este cerro el año último; por consiguiente poco tendria que decir sobre el mismo punto. Mi objetivo ha sido, esta vez, visitar con mis mayordomos i mineros las antiguas minas abandonadas i esto me ha dado ocasion de conocer mejor los filones de este cerro.

Dos filones principales o vetas reales, lo atraviesan en la direc-

cion E 20-25° N a 0.10°-25° S (véase fig. 2, lám. III). Son paralelos el uno al otro i la distancia que los separa es de 300 a 400 metros, mas o ménos. Afloran en la falda oriental del cerro, empezando cerca de su cumbre i los afloramientos superiores estan mas o ménos 200 varas mas elevados que sus estremidades inferiores. Los dos filones son: 1.º la corrida de San Simon; 2.º la corrida de San Pedro.

1. *Corrida de San Simon*.—El filon parece empezar en una punta donde se halla la antigua mina la Zorra. Es una roca mui agrietada i atravesada por diversas vetas i un filon que corre de norte a sur. Este filon i las vetas produjeron en un tiempo, i contienen todavía, mucha galena de grano mui fino, cuya ganga se compone de espato pesado i espato perlado.

A algunas cuadras de aquí hácia el este se halla la mina principal de San Simon, abandonada desde hace mas de 30 años. Estos minerales son de la misma naturaleza que los de la Zorra. Mucha galena queda en las antiguas labores. Algunos trozos sacados por el mayordomo me han dado 45 a 47 marcos de plata por cajon. Estas galenas son de grano fino i su fractura se oscurece mui pronto al aire. En los afloramientos este filon ha dado minerales cupríferos i se han encontrado en algunas galerías del interior minerales que contenian sulfuro doble de cobre i plata i cobre gris.

El filon es casi vertical i su espesor, aunque variable, pasa a veces de un metro de caja a caja. En la corrida de este filon se ve una roca porfírica, casi compacta, dura (farellon) que estrecha al filon. Al otro lado de este farellon, yendo al este, se descende a la Vega donde este filon no da sino galenas de grandes facetas, pobres en plata.

En fin, acercándonos al valle de Maipo, el filon se divide en dos o tres ramas, dando todos galenas de la misma especie, i despues desaparecen.

2. *Corrida de San Pedro*.—El segundo filon es mucho mas importante que el precedente; constituye la principal riqueza de estas minas, i miéntras que en el precedente las galenas predominan i llenan casi esclusivamente el filon, aquí son los sulfuros

dobles de cobre i de plata; los cobres grises i las blendas los que componen el mineral.

Este filon empieza casi a la misma altura que la Zorra, i hácia su estremidad superior (del oeste) es donde ha dado hasta el presente los mejores minerales, los mas arjentíferos.

A partir de la Palma, que es la mina mas alta de la parte oriental, i bajando hácia el oeste se ven 11 estacas o pertenencias que son minas distintas de este mismo filon, i de estas 11 minas no hai mas que tres que se siguen explotando. Esas minas, siendo de occidente a oriente son: la Palma, la Cruz, el Risco, el Castillo, la Campana, la Palmita, los Guzmanes, Santa Elena, la Estaca de Mena, la Carlota, Los Rajos de los Franceses.

Todas estas minas han producido sulfuros de cobre platosos i cobres grises, i como cada pertenencia tiene a lo ménos 100 varas de largo, la parte productiva del filon tiene a lo ménos 900 a 1,000 metros de longitud. Actualmente solo se estraen minerales de la mina de la Palma i de la Palmita; las otras se encuentran llenas de agua i nieve. Hace tres años se formó una compañía para desaguar todas estas minas i empezó a trabajar una galería de desagüe en la mina mas baja, que es la de Los Rajos de los Franceses. Esta compañía, bajo el pretesto de que podia ejecutar esta obra larga i costosa, se apoderó de pertenencias del mismo filon i no permitió a nadie renovar la explotacion. En tres años de trabajo no se han corrido aun ni 40 varas de galería i se han encontrado antiguas labores debajo de la galería.

Ya he dicho que este filon de San Pedro Nolasco, da en las minas superiores, sulfuros de cobre mezclados con blendas i galenas. Ademas, a medida que se baja por la falda del cerro, parece que estas últimas aumentan i los sulfuros de cobre desaparecen. En la mina de los Rajos de los Franceses no se ven ya mas que galenas mezcladas con una pequeña proporcion de sulfuros de cobre i aun mas abajo, en la vega, no se encuentra en el filon sino galena de grandes facetas. Aquí como a la misma altura en el filon precedente de San Simon, el filon principal se bifurca i despues se divide en diversas ramas, que afloran todavia con sus galenas de grandes facetas en una elevacion del terreno, al otro

lado de la vega, i desaparecen enteramente ántes de llegar al valle de Maipo.

En fin, en la cuesta que domina este valle se ven otros filones cuya direccion difiere totalmente de la de los filones principales (San Simon i San Pedro) i que, sin embargo, producen los mismos minerales que estos dos últimos. Así, en la cumbre de esta cuesta, i en la falda oriental del valle mismo, se explota el filon llamado Veta del Cristo que corre de N 20° E a S 20 O, i mas abajo aflora otro filon de la mina llamada Copacabana, que dió en su tiempo, segun he oido decir, mucha plata nativa; pero el mineral siempre ha sido poco abundante i el filon irregular.

2 de Marzo.—Bajamos este dia el valle de Maipo i en el camino notamos cerca de la meseta del Juego de Chueca, como a media falda de la cuesta, un filon de galena semejante a los de arriba. Despues, llegando abajo encontramos en el valle mismo, al pié de dicha cuesta, frente a la hacienda llamada el Injenio, otro filon que corre de este a oeste i aflora cerca del lugar donde el estero del Injenio salta al valle. Este filon no contiene los minerales de plata ni de plomo de San Pedro Nolasco; da cobres empavonados i oxisulfurados (1). Se parece mas bien, a los filones de la costa que a los del terreno estratificado. La mina fué trabajada en un tiempo bajo el nombre de Mina del Socabon i actualmente se halla abandonada i llena de agua.

CUARTA PARTE

CERROS SITUADOS AL NORTE DEL VALLE DE MAIPO.—SAN JOSÉ, EL ALFALFAL, CERROS DE ANCAYES, SAN LORENZO I LAS MINAS DEL VOLCAN.

5 de Marzo.—Despues de un dia de reposo en la hacienda del Tollo perteneciente a los señores Subercaseaux, partimos para visitar los cerros situados al norte del valle del Maipo.

Bajamos primero por el valle de Maipo i a legua i media del

(1) Los minerales contienen arsénico.

Tollo entramos en el valle del Rio Colorado. Subimos por este último, primero en la direccion de norte a sur. A una legua mas allá el valle vuelve al noroeste i sube hasta el pico del Tupungato, uno de los cerros mas altos de esta cadena. En la proximidad de ese cerro se encuentra otra cordillera de una forma esférica como la cúpula de una iglesia, cubierto de nieves eternas i llamado el Tiempo. Todavía mas al sur se encuentra el Portillo.

6 de Marzo.—A 8 o 9 leguas de la embocadura del Rio Colorado el valle se estrecha i se ve por un lado al oeste, un cerro alto de pórfidos estratificados cerca de cuya cumbre se halla la mina de plata de los Llaques, i al otro lado al este el cerro del Alfalfal. Los pórfidos que componen a este último tienen algo de particular que es difícil de definir. Aunque se parecen a los pórfidos arcillosos del mismo terreno, no contienen ni papas de calcedonia, ni zeolitas. Se encuentra en él un pórfido con grandes cristales de feldespato, conteniendo, al mismo tiempo, núcleos, como las rocas amigdalóideas, etc.

En este cerro, a una altura de 300 a 400 metros sobre el fondo del valle, se hallan 2 anchos filones de fierro oxidulado, mezclado con piritá cobriza, cuarzo i algunos minerales oxijenados de cobre. Estos filones fueron explotados por cobre durante varios años i han sido reconocidos hasta una hondura de 20 a 30 metros. Actualmente estan abandonados i en realidad sus minerales son mui pobres en cobre.

Estos filones no se parecen a los que siempre he visto en este terreno.

7 de Marzo.—Subimos en direccion al sudeste i despues de 2 horas de camino desde el valle nos encontramos en un lugar llamado el Potrerillo del Bronce, al pié de un cerro que, por su forma estraña, i las tradiciones de haberse encontrado en su falda trozos de mineral, nos inspira el deseo de visitarlo.

Hice detener la caravana i mandé a catear a los mineros.

Este cerro se compone de mantos de brechas porfíricas que alternan con mantos de rocas compactas esquistosas. Las esquistas son grises, amarillentas, de estructura terrosa, fractura desigual o concoídea. No se dividen en hojitas delgadas i se parece, a veces, a una greda esquistosa. Sus mantos tienen 1 a 2 metros de

espesor, mientras que los de brechas son 3, 4 o 5 veces mas densos que los precedentes. Los pórfidos se hallan hacia la parte superior del cerro donde se encuentran pórfidos con grandes cristales de baicalita (?) i con anchos cristales feldespáticos semejantes a los del Alfalfal.

En los bancos de brechas se encuentran fósiles vegetales completamente parecidos a los de los Farellones. Los mineros me han traído trozos en parte silicificados i en parte carbonizados. En un gran bloque de brechas caído de lo alto de un escarpe inaccesible, he encontrado impresiones de troncos de palmeras de 4 a 6 pulgadas de ancho como se ve en la fig. 3, lám. III.

Se halla tambien ahí carbon liviano mui poroso que nunca he visto en los terrenos de Europa. La brecha es de pequeños fragmentos que pasan a la toba porfírica; la pasta es porfírica. Los troncos se encuentran aplanados pero conservan diferentes posiciones.

He oído decir que el mismo depósito de vegetales fósiles fué encontrado mas al oeste cerca del valle.

A 2 leguas mas al sudeste llegamos al cerro de Ancayes donde se hallan las minas de plata del mismo nombre, que estan abandonadas. Allí se ve un ancho filon que corre de este a oeste, otro de N. 60° E. a S. 60° O. i algunas vetas de ménos importancia. El mineral se parece al del Alfalfal; es siempre óxido de fierro mezclado con algunos minerales de cobre, i segun lo que he oído decir, se ha extraído mineral que contenia mucha plata nativa a la vista.

Este día nos detuvimos al otro lado del cerro de Ancayes en un lugar llamado la Casilla, al pié de un hermoso cerro estratificado como toda la cadena que recorrimos, pero cuyas rocas difieren mucho de aquellas en que hemos encontrado vegetales fósiles.

Aquí no se ven sino grandes bancos de pórfidos arcillosos, a menudo brechoídeos, alternando con pórfidos rojos o rojizos i no existen pórfidos zeolíticos. He encontrado entre algunas piedras que han rodado de lo alto de una roca sumamente escarpada, trozos bastante raros de una especie de retinita u obsidiana negra; conteniendo feldespato vidrioso. Los trozos tienen formas prismáticas, sin las aristas embotadas.

No me ha sucedido encontrar la misma roca en ningun otro lugar de la cordillera; su presencia se halla probablemente en relacion con la proximidad del volcan de San José que está mas o ménos, a 7 u 8 leguas de aquí en la línea de las cumbres.

8 de Marzo.—Seguimos siempre la misma cadena de cerros, dejando a la derecha una planicie compuesta del mismo terreno i que domina el valle de Maipo. Un senderito que conduce a las minas i por donde pasan las tropas de un lugar a otro, corre por los flancos de dicha cadena a la altura en que empiezan las nieves.

En 3 horas de marcha llegamos al pié del cerro de los Pequenillos i, aunque no habíamos ascendido sobre el nivel de la Caci-lla, encontramos rocas diferentes a las de este lugar. Los pórfidos tienen como los de San Pedro Nolasco, núcleos de cuarzó i de calcedonia. Los hai tambien con base de zeolitas.

Al pié de este cerro i en la planicie compuesta del mismo terreno, se ve un dique porfírico que corre de nordeste a sudoeste; i en medio de él vimos un filon de barita sulfatada, mezclada con minerales de fierro, semejante al de las Ancayes que dió motivo a los mineros para buscar ahí vetas de plata. Aquí es donde la célebre compañía inglesa por 2 o 3 millones de pesos, dirigida por Mr. Caldeleugh, perdió una parte de sus fondos.

Esta mina abandonada, que nunca ha dado plata, se llama el Pedernal.

De aquí hai solo 3 a 4 leguas, en línea recta, al cerro de San Lorenzo, i el camino pasa al pié del cerro de los Monos; pero siendo este camino mui incómodo i peligroso bajamos en el lugar llamado Los Tres Esteros donde, efectivamente, se reunen tres torrentes para formar el estero de San José.

Por el camino, he notado en los flancos del cerro de los Monos un hermoso corte del terreno de pórfidos estratificados. Los mantos de este terreno, mui regulares, fuertemente inclinados i paralelos los unos a los otros, se hallan completamente desordenados i cortados por una especie de manto filon, casi horizontal, de una roca de inyeccion que se percibe de léjos i que es imposible confundir con las rocas estratificadas. Estas en jeneral, tienen colores mui oscuros; son brechas, pórfidos arcillosos o zeolíticos, i sus pla-

nos de estratificacion son mui marcados i visibles; no presentan casi nunca divisiones prismáticas. La otra roca que constituye este filon-manto, es un pórfido feldespático de un color gris claro que contiene al mismo tiempo, anfíbola i mica; semejante a los pórfidos granitoideos del terreno de la costa. Forma contraste con las rocas del terreno estratificado, sea por su color mas claro, blanquizco, sea por las divisiones columnarias, verticales, semejante a las de un chorro basáltico. Las estratas interrumpidas del terreno se vuelven a encontrar debajo de esta roca de inyeccion; pero nó en su prolongacion: los mantos estratificados guardan siempre su paralelismo, su espesor i su situacion respectiva. De suerte que, mirando este corte del terreno se diria que la mitad del cerro se desprendió de su base i dejó pasar un chorro de roca de inyeccion que es la misma que todas las masas solevantantes de este terreno.

Pasamos la noche en la confluencia de los tres esteros, en cuyos alrededores encontramos enormes mantos de pórfidos zeolíticos arcillosos, con papas de calcedonia, etc.; terreno idénticamente igual al que he visto desde el principio del cateo.

9 de Marzo.—Como a las 10 de la mañana llegamos a las minas de San Lorenzo. El cerro permanece cubierto de nieves durante la mayor parte del año; las rocas son idénticas a las de San Pedro Nolasco, pero las minas presentan algo de particular. No se ven filones ni vetas. Algunas rocas salientes, semejantes a las de los Puquios, se hallan impregnadas de partes metalíferas diseminadas de un modo completamente irregular como en una aglomeracion metalífera. El mineral es análogo al de San Pedro Nolasco: consta de sulfuros cupríferos mui arjentíferos.

Dos minas de plata han sido explotadas en este cerro, ámbas a rajo abierto. Se hallan actualmente, casi abandonadas, a causa de los grandes gastos de explotacion i a la falta de capital. No han sido reconocidas mas que hasta unos 10 metros de hondura.

Al lado de este cerro se ve en su lugar de formacion, la misma roca de inyeccion del cerro de los Monos; pero aquí forma ya un cerro entero, no estratificado, i luego pasa a los granitos de San Gabriel. Detras de San Lorenzo se ven, de léjos, enormes ma-

sas de tofos que denotan, como he dicho, la proximidad de la roca solevantante.

Bajando de San Lorenzo al valle de Maipo pasamos por el pié del cerro de San Gabriel que se compone de una roca granítica que solevanta el terreno de pórfidos estratificados. En uno de los flancos de este cerro se ve un hermoso corte del contacto de estos terrenos donde se ve bien la manera como los mantos de pórfidos se levantan i se apoyan sobre las masas de dioritas.

Se ve, por consiguiente, que todo este terreno estratificado que hemos recorrido desde el Rio Colorado i del cual el encadenamiento que hemos seguido desde el Alfalfal, forma una segunda grada de escarpes; que este terreno, digo, se halla aquí, casi atravesado por la roca solevantante, i desaparece enteramente.

Bajando por el cajon de San Gabriel encontramos una cantera de calizas concrecionadas que atestiguan que, en este lugar, en el contacto de dos terrenos hubo en otro tiempo vertientes minerales. Esta caliza la esplotan i la calcinan en hornos situados al pié del cerro: constituye la verdadera riqueza de esta region donde en jeneral, las rocas calcáreas son sumamente raras.

Al anoecer llegamos a la hacienda de San Gabriel en el valle de Maipo i volvimos a partir al dia siguiente para los cerros del Volcan situados entre el rio de este nombre i el rio Maipo.

10 de Marzo.—A una legua de San Gabriel pasamos el rio del Yeso i mas allá el del Volcan: ámbos tan grandes como el Maipo. De la reunion de estos tres torrentes se forma el rio Maipo, uno de los mayores de Chile.

Todo el terreno en la union de estos tres torrentes es granítico, no estratificado, i el primer cerro que se encuentra en la union del Volcan con el Maipo, frente al cerro de San Pedro Nolasco, es el cerro llamado San Francisco del Volcan, compuesto de masas dioríticas.

Este, que es granítico, tiene una cumbre redondeada; su superficie se halla cubierta de cascajo i sus pendientes son suaves; miéntras que el cerro de San Pedro presenta escarpes casi verticales, estratificados i su cumbre se halla cubierta de nieve. Abajo se encuentran las minas de plata porque el yacimiento pertenece al terreno estratificado; miéntras que aquí, como el

terreno es de la misma naturaleza que el de la costa, las minas que en él se encuentran son tambien análogas a las minas de cobre de la costa.

Estas minas de cobre, llamadas minas del Volcan, estan en explotacion solo desde hace pocos años. Una de ellas solamente perteneciente a don Silvestre Lazo ha sido reconocida i profundizada hasta mas de 30 metros debajo de la superficie, i de ella se saca buen mineral de cobre de 14 a 15 quintales por cajon, 22 a 23 %. Otras minas apénas han sido tocadas i se hallan abandonadas actualmente.

El terreno, como acabo de decir, es granítico, completamente desprovisto de pórfidos estratificados que, en un tiempo han podido cubirlo i que la accion de los dos rios ha destruido i arrastrado; pero apénas se sube una legua desde la union de los rios hácia el este, se encuentra que este granito se vuelve a perder bajo esos mismos pórfidos que ha solevantado.

Dichas minas de cobre se encuentran, por consiguiente, situadas en una faja de terreno granítico, comprendida entre dos rios i la línea de contacto de los granitos con el terreno estratificado. Se ven en él varios filones, bastante regulares, de un ancho de una a una i media vara i todos producen minerales de la misma clase. El filon que explota don Silvestre Lazo parece ser el principal del cerro i se llama corrida del Volcan; corre de S 75° O a N 75°. E; por consiguiente tiene la misma direccion que los filones situados al otro lado del Maipo en el cerro de San Pedro Nolasco. Este filon tiene mas de 1000 varas de largo i su estructura es notable por su regularidad.

Otro filon paralelo a éste, aflora mas arriba, ya en el contacto del terreno estratificado, i en parte, en este último. Lo explotan bajo el nombre de Corrida de San Simon. La mina se halla en un escarpe terrible, frente a las minas de Copacabana, del Cristo, de Santa Rita, etc., que se ve del otro lado del Maipo, en los flancos del cerro de San Pedro Nolasco. Un tercer filon corre mas abajo que el de la corrida del Volcan; es decir, al occidente que éste; fué explotado bajo el nombre de *Almacena Vieja* i reconocido hasta unas 10 varas de hondura. Otros se presentan mas abajo, en masas graníticas.

La roca encajante varía continuamente de un lugar a otro i el paso de la masa solevantante a los pórfidos estratificados es insensible, por lo cual se puede decir que el filon mas perfecto, la Corrida del Volcan, corre mas o ménos hácia el límite o hácia el contacto de los dos terrenos: el de San Simon, con filones secundarios, ya en los pórfidos estratificados, i los otros situados al oeste, en los granitos propiamente dichos.

Los minerales que predominan son cobres piritosos, mezclados con cobres oxijenados, piritas i óxidos de fierro. Estos últimos i particularmente el fierro lenticular, el fierro espejado, el fierro olijisto, predominan sobre todo en los filones que estan en los granitos, miéntras que los de arriba contienen algunos vestijios de minerales arseniurados; i, segun lo que me han dicho los mineros, se han encontrado minas de plata mas altas, hácia el este, en los pórfidos estratificados que son de la misma naturaleza que los de San Pedro Nolasco.

Aquí se ve, pues, el caso, en que los filones, pasando de un terreno a otro, cambian de minerales sin cambiar de direccion; i para hacer mas visible la influencia de la naturaleza del terreno, sobre las producciones minerales, voi a poner en paralelo los filones de las minas de cobre ferrujinosas del Volcan con los de las minas de cobre platosas i plumbíferas de San Pedro Nolasco. Los dos grupos estan separados por el profundo cajon del Maipo.

	FILONES DE SAN PEDRO NOLASCO	FILONES DEL VOLCAN
Direccion	N. 75-80°E, S. 75-80°O.	N. 75°E, S. 75°O.
Terreno	Pórfidos dioríticos.	Granitos dioríticos.
Estructura	Regular.	Regular.
Minerales	Súlfuros de cobre i plata, cobres grises, blandas, galenas.	Cobres piritosos, óxi- dos rojos i negros, co- bre nativo disemina- do, fierro olijisto, espejado, micáceo, lenticular; carbonato i silicato de cobre.
Ganga	Barita sulfatada, es- pato perlado, carbo- nato de fierro i mag- nesia, cuarzo.	Arcillas ocreosas.

Ya he dicho que el terreno granítico en que se encuentran estas minas de cobre del Volcan luego se pierde nuevamente bajo el mismo terreno secundario estratificado, que hemos visto penetrado en los flancos del cerro de San Gabriel. Además, colocándose en la cresta del cerro de San Francisco, por el lado de la mina de San Simon, i volviéndose hácia las rocas situadas al otro lado del rio del Volcan, cerca de la confluencia de este rio con el del Yeso, se ve bien la manera como esta masa granítica surge de debajo de los pórfidos estratificados. Se ve lo que se observa, en gran número de casos; en las cordilleras: 1.º que la masa solevantante se levanta verticalmente i las estratas del terreno solevantado se encuentran como apoyadas sobre esta masa; 2.º que los planos de division del terreno estratificado desaparecen ántes de tocar a la masa solevantante i que las rocas se funden, por decirlo así, las unas con las otras; 3.º que la masa solevantante, cualquiera que sea la naturaleza mineralógica de la roca, presenta

divisiones prismáticas verticales, mientras que las rocas estratificadas se dividen paralelamente, sin planos de estratificación.

Todo esto esclarece bien las dificultades que se presentan al jeólogo para reconocer la naturaleza del terreno. Sucede, por ejemplo, que atravesando una planicie evidentemente formada de rocas estratificadas tratamos de reconocerla en hondura. Habiendo llegado al extremo de la planicie; al borde de un profundo valle, cuando creíamos que bajando podríamos examinar libremente, toda la serie de mantos de arriba abajo, no vemos ninguno; no apercibimos sino rocas que se dividen verticalmente i al otro lado del valle encontramos mas granito. Evidentemente que en los últimos tiempos la planicie se ha solevantado i el valle se ha formado en la parte de la masa granítica que era mas blanda i mas fácil de desagregar.

Así mismo, cuando se encuentran rocas mui difíciles de determinar i que cambian continuamente de aspecto, no hai mas que ir al este o al oeste i se llegará luego, por un lado a los granitos i por el otro a los pórfidos estratificados.

En definitiva, este terreno de la confluencia de los tres rios es mui interesante bajo todos sus aspectos, para el jeólogo.

Aquí terminé mi cateo; dejé a los mineros i al mayordomo para trabajar las minas de cobre que encontré abandonadas en el cerro de San Francisco del Volcan i al dia siguiente regresé a Santiago, el 13 de Marzo de 1841.



Excursion a las Cordilleras de Copiapó

(Enero i Febrero de 1843)

Desde que llegué a Chile, me propuse pasar los dias de descanso que me proporcionaban las vacaciones de cada año, viajando por los diferentes puntos de la República, con el objeto de estudiar la formacion de los cerros i la naturaleza de las sustancias minerales de que abundan; i las observaciones que hacia en cada uno de estos períodos, aunque incompletas i parciales, me facilitaban sucesivamente los medios de jeneralizarlas i familiarizarme en el estudio de la jeología del pais: estudio difícil i apénas tocado por los muchos viajeros que visitaron estas comarcas. Las muestras que por otra parte recojia, i los minerales que me obsequiaban los mineros, ocupaban despues la mayor parte de mi tiempo durante los meses del año escolar, en ensayarlos i analizarlos con el auxilio de mis alumnos; cuyas manipulaciones me han hecho descubrir varias sustancias desconocidas i reconocer las que son comunes a este i demas paises de ámbos hemisferios. En fin, un *cateo* de dos meses en las elevadas cordilleras del sud de la República, me proporcionó tambien a principio del año pasado, los medios de internarme i elevarme hasta los puntos mas remotos i eminentes del sistema de aquellas inmensas serranías, en donde examiné detenidamente las diferentes especies de rocas i demas minerales de que se componen.

Comparando luego los resultados de mis observaciones jeolóji-

cas con los de las operaciones químicas, que por espacio de cuatro años interrumpidos han ocupado toda mi atencion, noté, que el conjunto de todos estos datos podria recapitularse en un sistema llano i sencillo, capaz de constituir los principios fundamentales de la jeología chilena, sin faltar a las reglas mejor establecidas de esta ciencia; i en efecto, los primeros apuntes que formé sobre esta idea, fueron comunicados a la Academia de Ciencias de Paris, en una memoria que presenté hace dos años a aquella corporacion científica, *Sobre las minas de amalgama nativa de Arque-ros*; (1) i posteriormente di mayor estension a mis conceptos en dos memorias mas que he escrito i confiado al señor Gay, para que las sometiera al juicio de los señores Catedráticos del Colejio de Minas de Paris, socios de la dicha Academia de Ciencias, lo que espero habrá hecho aquel señor a su llegada allí.

Para coronar mis trabajos anteriores con aquel grado de perfeccion a que estoi léjos de aspirar, me faltaba rectificar algunas ideas que carecian de comparaciones prácticas. Para esto, elejé la parte setentrional i confines de Chile, principalmente los cerros de Copiapó, como el punto mas interesante de la República, tanto por su fecundo ramo de industria minera, cuanto por la parte científica de esta i demas ciencias naturales. Allí tuve que recorrer los terrenos de aquel departamento, desde la mar hasta la cumbre de los majestuosos Andes; que cortar estos terrenos trasversalmente a la direccion del cordon principal; que compararlos con los de las cordilleras de Santiago i Rancagua, i en fin, que examinar la situacion que guardan las principales minas de Copiapó con respecto a la composicion jeneral de los Andes.

Estos fueron los objetos principales de mi último viaje, sobre el cual voi a dar una breve noticia. Creo, que para hacerla mas clara i para dar a conocer bajo qué aspecto hice yo mis observaciones en este viaje, es de necesidad esponer, aunque de un modo suscinto, el sistema jeneral de la jeología de Chile, el cual servirá de base a todo estudio de esta clase.

(1) Publicado en los *Anales de Minas* de Paris en 1841.—Tomo XX. i en el tomo IV de estas obras páginas 226 i siguientes. (N del E.)

JEOLojÍA DE CHILE

Tres son los principales *terrenos* (1) que constituyen todo el declive occidental de las cordilleras de Chile desde la *línea* que demarca la cumbre hasta la mar; i estos tres terrenos corresponden a tres distintas épocas, relativamente a la edad jeológica de los Andes.

El mas moderno, posterior al solevantamiento de los Andes, es *terciario*: consiste en capas o mantos horizontales de arena, cascajo, guijarro, greda i losa que forman los llanos de tres o cuatro altos en las embocaduras de los rios:—fenómeno, que ha llamado la atencion de todos los naturalistas que arribaron a estas costas. Marquemos este terreno con el signo (III).

El segundo terreno es anterior a la aparicion de las cordilleras mismas; es estratificado como el anterior, es decir, se divide en capas las mas veces paralelas, bien arregladas; pero estas capas se hallan casi siempre inclinadas, a veces casi perpendiculares. Este terreno contiene restos orgánicos animales i vejetales como el anterior; pero mientras que aquel los contiene de las mismas especies (con poca escepcion) que las que existen todavia, los de este terreno pertenecen a las especies que han desaparecido del globo terrestre, i que corresponden a las de la época de los terrenos de *Jura* i de *Creta* del antiguo continente. Por esto es que este terreno pertenece a la clase de los *terrenos secundarios* i lo marcaremos con el signo (II).

En fin, el terreno que es de una misma edad jeológica que la de los cerros, es decir, el que se formó i apareció en la superficie de la tierra en el mismo tiempo en que se solevantaron estos cerros, consta de masas, que no se dividen en capas ni en mantos: de masas graníticas de oríjen ígneo, las que saliendo del interior de la tierra, levantaron el terreno secundario que habia existido (2).

(1) Se hace uso aquí de esta palabra *terreno*, en el sentido que le da la jeología, para notar un cierto grupo o conjunto de rocas que se han formado en una cierta época relativamente a otras. (N del E.)

(2) Para mejor intelijencia, supongamos que los inmensos llanos de las Pampas de Buenos Aires, que se hallan por ahora en mantos horizontales

Por esto es que estas masas se llaman *rocas de solevantamiento* i todo el terreno de esta clase es de naturaleza análoga a lo que los jeólogos suelen llamar terreno *primitivo*, porque sobre él descansan los demas terrenos (I).

Los *terrenos terciarios* no presentan ninguna dificultad al estudio, i se distinguen de los otros, tanto por su situacion horizontal, i su proximidad a la costa, cuanto por la naturaleza de sus rocas i los restos orgánicos que contienen.

Los *terrenos secundarios*, los que mas interesan al naturalista, porque por sus restos orgánicos le dan a conocer la época de la formacion de los Andes, constan esencialmente de dos grupos de rocas.

a) Rocas *calcáreas*, esquitosas, de contestura compacta o terrea; son las que contienen toda clase de conchas i mariscos de la época secundaria.

b) Rocas *porfíricas*, que son pórfidos, brechas, tofos, porfiricos, etc.

Las primeras tienen mucha estension en las provincias del norte: parecen formar la parte alta o meseta superior (étage supérieur) del terreno secundario; luego van desapareciendo, o alejándose mas i mas de la costa, a medida que nos acercamos al sud: de modo, que a la latitud de Santiago, apénas se ven en lo mas alto de la Cordillera, i mas al sud no existen.

La segunda (b), forman la parte esencial del terreno secundario, son en todas latitudes de la misma naturaleza, constituyen mas

en la misma situacion en que se habian depositado por las aguas, se rompan por la accion de algunas fuerzas subterráneas, las que haciendo salir de debajo de estos llanos alguna masa de oríjen ígneo, como p. ej. son las lavas volcánicas, levantan aquel conjunto de mantos horizontales; i supongamos, que despues venga otra época de reposo, en la cual empiecen a formarse al pié de los recién elevados cerros, nuevos depósitos de tierras i de rocas, por la accion del agua:—¿qué resultará de esto? Los llanos anteriores al solevantamiento se hallarán inclinados, trastornados, en una situacion análoga a la que tiene el terreno secundario de los Andes: las masas de oríjen ígneo recién salidas se hallarán como los granitos de la Cordillera, i los depósitos posteriores como el terreno terciario de la costa. Estas masas formarán lo mas alto del nuevo cordon i se encontrarán en mayor abundancia de aquel lado, donde se ha hecho la obra para darle salida. (N del E)

de la mitad de las Cordilleras de Chile, i por esto, merecen un estudio particular de parte del naturalista. Estas rocas son de tres especies: pórfidos, brechas, rocas compactas.

Pórfidos. El pórfido mas abundante es un pórfido arcilloso (porphyre argilleux, thon-porphyr); es de color ceniciento o rojizo, con manchas verdes, azuladas, pardas, etc. i con pequeños cristallitos o solo puntos blancos feldespáticos. Este pórfido, que por su diversidad de colores puede llamarse *pórfido abigarrado*, contiene muchas veces manchas o riñones de jaspe, de ágata, de calcedonia; otras veces se halla en él gran número de sustancias minerales, conocidas entre los naturalistas bajo el nombre de *zeolitas*, como son la estilbita, la mesotipa, la escolesita, la lomonita, la prehnita, la leucita, etc. El mismo pórfido aparece algunas veces con unos hermosos cristales de anfíbola (hornblenda) i sucede encontrarse en él madera fósil, lignita i carbon fósil. (1)

Brechas.—Son unas rocas compuestas de unos fragmentos esquinados de toda clase de pórfidos i rocas compactas, unidas por una masa o pasta porfirica parecida al pórfido anterior. Estos fragmentos a veces son tan pequeños i la masa que los une tan desmoronadiza, que toda la roca se trasforma en un *tofo porfírico*, parecido a algunas rocas volcánicas. — Las brechas alternan las mas veces con los pórfidos abigarrados o zeolíticos o anfibólicos; a veces con unos mantos de fonolita u otras rocas compactas, poco conocidas.

Rocas compactas.—Bajo este nombre quiero poner las rocas que aparecen a veces en mantos i fajas considerables en medio de las brechas i los pórfidos anteriores, de las cuales la composicion es todavía desconocida. Se dividen casi siempre en lajas de diverso espesor, son de contestura térrea, rara vez arenosa, frecuentemente granuda, de grano fino o compacto.

Las rocas que constituyen la última clase de terrenos (I), tienen tambien caracteres fijos, fáciles de conocer. La roca prin-

(1) Se han hallado estos fósiles en varios puntos de la Cordillera de Pen-co, de San José i de las Condes;—no seria extraño que algun dia se hallase en el mismo terreno una buena mina de carbon fósil de la clase de las verdaderas hullas secundarias;—el de Concepcion se halla en un terreno secundario. (N. del E.)

cial es un granito de cuatro elementos, que son: el feldespato, el cuarzo, la anfíbola i la mica. Segun que uno de ellos predomina, o hace desaparecer los otros, la roca pasa a diversas especies de granito, que se llaman la pegmatita, la diorita, la sienita, la piedra verde, etc. Cada una de ellas pasa tambien al pórfido que le corresponde i a las masas homogéneas, euríticas, en las cuales no se pueden distinguir los elementos que las constituyen. De esto resulta un sin número de especies de rocas, que seria tan difícil como inútil el describirlas; pero, en jeneral, todas ellas forman masas que no se dividen en capas o fajas paralelas i las mas tienen una contestura de grano cristalino, mui distinto al de las que tienen las rocas de oríjen ácueo, o rocas de sedimento (roches de sédiment).

Esto es lo que se puede decir en jeneral, de los caracteres mas esenciales de las rocas que constituyen cada una de las tres clases de terrenos. Pasemos ahora a ver el modo en que las dos últimas concurren para formar todo el sistema de estos cerros.

El solevantamiento de los Andes se habrá hecho de tal modo, que las masas del oríjen ígneo que habiendo salido por el lado del poniente, constituyeron la costa actual del océano, levantaron la mesa de terrenos secundarios que existian anteriormente, i rompiéndolas en una línea que hoi corresponde a los cordones mas elevados de las cordilleras, sobresalieron encima de los restos i los escombros del terreno dislocado. De esto resulta, que los declives del otro lado son mas suaves i los cerros ménos desbaratados; los de acá, mas parados, confusos i variables en sus formas i colores. Es regular, que por esto mismo hayan aparecido de este lado las innumerables vetas metálicas, cuyo oríjen se atribuye a la emanacion de los vapores minerales que salieron del interior de la tierra, por las abras i rajaduras que el mismo solevantamiento ha ocasionado. En fin, puede ser que sea un resultado del mismo fenómeno, que esta costa granítica siga todavía levantándose i atemorizando con sus temblores tan frecuentes a sus pacíficos habitantes.

El hecho es, que las rocas de las cimas mas altas de la Cordillera son de la misma naturaleza i de la misma composicion que las de la costa; miéntras que los costados, principiando desde una

altura de 600 a 800 varas sobre el nivel del mar, constan de cerros *estratificados* secundarios.

Esta composicion o estructura jeneral de todo el sistema de cerros, se complica por varias causas: primero, porque la masa sollevante rompe dos, tres i en algunas partes cuatro veces el mismo terreno secundario estratificado, ántes de llegar a lo mas alto de la Cordillera; segundo, porque llegando a esta altura, se halla ella misma atravesada por los volcanes modernos i sus cráteres. Creo tambien que aquí se puede aplicar la misma observacion que los jeólogos modernos han hecho acerca de los otros cordones de cerros, que despues del sollevamiento del terreno, sucedieron hundimientos (*affaissements*) en consecuencia de los huecos inmensos que se habian formado en el interior de los cerros. Solo de este modo podemos esplicar, porque en todo el largo de la cadena de estos cerros, las capas i los mantos del terreno secundario que principian, como acabo de decir, a una altura considerable i a cierta distancia de la costa, se inclinan primero al poniente i van como sumerjiéndose debajo los Andes i despues acercándose a la línea, varían de ángulo, mantean al oriente, i con su declive marcan el declive jeneral de los mismos cerros.

Sucede, que la diferencia entre las rocas secundarias (II) i las del sublevamiento (I) se hace poco sensible, i a veces mui difícil de establecer, cuando estas últimas se modifican, estando en contacto con un terreno porfírico estratificado de tal modo, que ellas mismas toman una contestura porfírica; o bien, cuando rompen la estratificacion en la direccion de las divisiones mismas del terreno secundario i salen a la luz en forma de unos mantos, como *rocas de inyeccion*. Dos cosas pueden guiar al naturalista en estos casos: — en primer lugar, la composicion mineralógica de las rocas de sublevacion, que contienen casi siempre hojitas de mica i de anfíbola i se dividen mui a menudo en prismas verticales o pasan a las dioritas o sienitas. En segundo lugar, sucede, que en lo alto de las Cordilleras, adonde la composicion de los terrenos se complica mucho i aparece una confusion de *panizos*, esta confusion proviene de que las capas estratificadas secundarias acercándose a las masas del orijen ígneo, pierden sus divisiones i se trasforman en rocas llamadas vulgarmente *tofós*, que son de color blanco,

rojizo i de diversos otros colores, de contestura térrea o compacta, muchas veces porosa. Estos tofos son unas veces de verdadera *caolina* o arcilla refractaria, otras veces de pedernal, piedra córnea, etc.; en estos parajes las aguas se ponen vitriólicas i abunda el alumbre, o sal llamada comunmente *polcura*.

Veamos ahora, de qué modo influye la naturaleza tan diversa de las tres clases de terrenos (I, II i III) que acabo de distinguir, 1.º en la configuracion exterior o la topografia de Chile; 2.º en la distribucion de sus diversos productos minerales i su riqueza:— principiaremos por la parte topográfica.

El terreno terciario forma llanos que solo se esplotan por los agricultores, i en los cuales se hallan la mayor parte de las haciendas de la República; forma tambien las *travesías* o unos llanos desiertos en las provincias del norte:—de modo que esta clase de terrenos comprende lo mas feraz i lo mas estéril de Chile. Aquellos llanos son probablemente de la misma naturaleza jeológica que las pampas de Buenos Aires.

El terreno de sublevamiento (I) forma cerros chatos, redondados, o mesetas altas, elevadas, cubiertas comunmente de guijarro menudo, compuesto de pedacitos de feldspato, cuarzo i mica, restos de la descomposicion del granito. Dos cordones de Cordilleras que se distinguen de un modo tan visible desde la cuesta de Chacabuco hácia el sud, i que llevan el nombre de Cordillera baja o Cordillera de la Costa i de Cordillera alta o Cordon de los Andes, estos dos cordones constan, el primero casi esclusivamente de masas pertenecientes al terreno no estratificado (I) i el otro de terrenos secundarios (II). Un llano fértil, ancho, hermoso, en que se halla la capital, tantas ciudades departamentales i talvez la mitad de la poblacion de Chile, hace la separacion de estos dos inmensos grupos de terrenos. Limitado por un lado por los escarpados cerros de los Andes, en cuyos declives se divisan las divisiones de los mantos, como cintas de diversos colores, de diversas formas i ondulaciones; este mismo llano, no deja ver al poniente otra cosa mas, que unas masas graníticas, en jeneral sin ningun indicio de estratificacion, cerros de declives suaves, mesetas estensas i poca variedad en las rocas.

Esta separacion de los dos terrenos, tan visible i tan bien mar-

cada en las provincias del sud, no lo es del mismo modo en las del norte; a donde las rocas de ámbas clases se tocan, se penetran, se funden unas con otras i los valles se hallan con frecuencia interrumpidos por unos cordones trasversales, que se apartan del cordon principal i bajan hasta la costa. Sin embargo, instruido el naturalista en esta clase de fenómenos tan patentes en las provincias del sud, observará sin dificultad, que aun en la parte setentrional de Chile, estos arenales que tanto incomodan al viajero entre el Huasco i Copiapó, estos llanos eriazos sin la menor vejetacion, que se conocen bajo el nombre de travesías, corresponde en la topografía del pais a esta separacion de las dos clases de terrenos: corresponden por su situacion jeolójica, aunque tristes i áridos, a los llanos mas feraces i encantadores del sud de la República.

Pero la misma diversidad de la naturaleza de los terrenos que se notan en lo exterior del pais, influye todavia mas poderosamente en la distribucion jeneral de las diversas vetas metálicas, que constituyen la verdadera riqueza de Chile. Lo que un minero, un *cateador* del pais llama *panizo*, i lo que le hace distinguir los panizos de oro i de cobre de los de plata, tiene su significacion tan importante, tan positiva para la jeología del pais, como infinitas otras observaciones de aquella jente laboriosa, para la mineralojía i la metalurjia.

Las vetas de oro i cobre pertenecen esencialmente al terreno primitivo o terreno de sublevacion (I); i las de plata, de cobre arjentífero, de plomo, de minerales sulfo-antimoniales i sulfo-arsenicales, a la segunda clase de terrenos (II).

Entre las primeras, las de oro aparecen mui amenudo en medio de los granitos propiamente dichos, i las de cobre en las dioritas euritas, i en los pórfidos verdes, que se hallan comunmente mas cerca del contacto de los terrenos secundarios que el granito. En gran número de casos, el mismo cerro contiene vetas de uno i de otro metal i la misma veta cambia de metales.

Habiendo tambien una subdivision en los terrenos secundarios, se observa, que los minerales de plata blanca, plata córnea i amalgama nativa, se hallan particularmente cerca de la línea de separacion de los dos terrenos (I i II) i sobre todo en el grupo de

rocas calcáreas (a);—mientras que mas al oriente aparecen los sulfuros de cobre arjentíferos, minerales antimoniales i arsenicales, i todavia mas a la Cordillera las galenas i blendas, llamadas comunmente *soroche*s, *plomo de bala*.

Es tambien digno de notar, que cuando todos estos minerales se hallan en una misma veta, se suceden unos a otros en el mismo orden en que suelen aparecer en vetas distintas yendo del mar a la Cordillera:—es decir, principian por la plata córnea (cloruro i cloro-bromuro de plata), i despues en hondura, aparecen plata sulfúrea i antimonial (rosicler), vienen despues algunos minerales arsenicales, el cobre sulfúreo, el cobre gris; despues la galena, la blenda i las piritas.

Estas reglas parecen ser jenerales, a lo ménos no sufren ninguna escepcion en su aplicacion a aquellas vetas, que por su anchura o su largo, por el arreglo de sus corridas, por la lei o la abundancia de sus minerales, han merecido el nombre de *vetas reales*.

Pero tambien se encuentran casos, que a primera vista parecen en contradiccion con lo espuesto i que sin embargo lo comprueban luego que se examinan la naturaleza de las rocas i su situacion respectiva. Estos casos de anomalía aparente provienen de dos causas: primero, de que en algunos puntos los cordones de terreno secundario avanzan tanto hácia el mar, que propasando la dicha línea del contacto de los dos terrenos (I) i (II) forman como unas penínsulas rodeadas del terreno de sublevacion; segundo, que siendo los mantos de terreno secundario dislocados i atravesados repetidas veces por las masas sublevantes de la clase (I), estas últimas, con sus respectivas vetas i guías aparecen en medio de los anteriores. De esto resulta, que se hallan en lo alto de las Cordilleras, léjos del mar i tras de los terrenos secundarios, minas de oro i de cobre enteramente parecidas a las de la costa, i que se hallan tambien vetas de plata en algunos cerros rodeados por los panizos de cobre i de oro.

A esto voi a limitar la esposicion de los fundamentos principales de la jeolojía del pais, i pasaré a mi escursion a los cerros de Copiapó.

EXCURSION A LOS CERROS

La bahía de Copiapó se halla en una roca granítica, sobre la cual un inmenso llano de terrenos terciarios, compuesto de capas de arena calcárea, de cascajo, guijarro i mantos de losa, se extiende hasta el pié de los primeros cerros, que en jeneral son bajos, redondos o achatados i que no presentan ningun indicio de estratificación. La superficie de este llano es plana, árida, en algunas partes cubierta de grandes lajas de una piedra calcárea silíceá, que contiene conchas i mariscos, parecidos a las especies que la mar arroja en la playa. Sobre esta superficie se levantan de trecho en trecho unos cerritos graníticos redondos, que formaban otras tantas isletas, cuando todo este llano estaba todavía sumergido en las aguas. Las capas terciarias son perfectamente horizontales o con poca ondulacion en algunas partes.

Los cerros que aparecen tras de llanos, son todos de granito, en algunas partes de feldspato compacto (eurita) o de pórfido feldspático. En estos cerros se explotan las minas de cobre de la Quebrada Seca, de las Lechuzas, i mas al norte las de las Ánimas, etc. El terreno es idénticamente de la misma naturaleza que todo este cordon de cerros dioríticos de la costa, en que se hallan los cuatro mas importantes *minerales* de cobre: los de Carrizal, de San Juan, de la Higuera i de Tamaya.

El valle del rio que hoy dia sirve solo de recuerdo a las aguas que corrieron por esta parte en las épocas pasadas, se dirige hácia el noreste; de donde parte un camino ancho i parejo, formado de tierra fina *salitrosa*, que no contiene verdadero salitre, pero sí otras sales, unos sulfatos, yeso, un poco de sal marina, etc.; todo de poca utilidad para las artes.

En todo el trecho de este camino hasta la villa, se notan pocos objetos de observacion para un minero o un naturalista i casi ninguno para un agricultor. Las masas de cerros que encajan aquel valle no varían de naturaleza; los mas son de diorita compuesta de feldspato blanco i anfíbola: todos pertenecen a la clase de terrenos (I). La única diferencia que se observa en ellas, es que, acercándose a la villa, el granito se halla en algunas partes

de un grano mui fino, a veces enteramente compacto, eurítico, rajado en todos sentidos. Las innumerables minas de oro que se hallan en este terreno, desamparadas actualmente i despreciadas, esperan que algun dia, con el aumento de la poblacion i de recursos, aparezca un espíritu positivo i emprendedor para los beneficios auríferos.

La villa de Copiapó (situada a 18 leguas del puerto i como a 13 o 14 en línea recta del mar) se halla todavia en el mismo terreno (I); sus cerros por el lado sud, con sus antiguos minerales de oro, constan de masas graníticas de diorita; pero del otro lado por la parte noreste, se divisan ya algunos indicios de estratificación, a lo ménos en lo alto de la cuesta.

En efecto, caminando al este, apénas pasamos el Pueblo de Indios i nos acercamos a la Angostura, que aparecen por el lado de noreste cerros de otra forma i de otra naturaleza que los de la costa: un terreno de fajas o de mantos, sostenido por masas no estratificadas. Tocamos aquí a la línea del contacto de los dos terrenos (I i II), tras del cual, principian cerros secundarios con sus vetas de plata.

Realmente, en el primer cerro de esta clase, que se ve a la izquierda, se halla el mineral de Ladrillos, un conjunto de vetas, que a la parte superior dieron plata córnea, plata blanca, i en hondura pasan a los *metales* arsenicales, al rosicler i plata antimonial. I como en este primer cordon de cerros secundarios, se hallan todavia descubiertas en la parte inferior las rocas de sublevación, a las cuales corresponden vetas de oro i de cobre, resulta de esto, que en estos mismos cerros, por el lado sud-oeste, i a poca altura, se habian trabajado minas de oro i de cobre en unas masas euríticas i dioríticas no estratificadas, miéntras que mas arriba se esplotan las vetas de plata, en medio de unos mantos gruesos, cubiertos por un sin número de fajas que constituyen la cima de los cerros.

El lugar donde aparecen las primeras vetas de plata en ladrillos i al mismo tiempo los primeros mantos del terreno secundario, se halla segun mis observaciones barométricas, a una altura de 740 a 750 metros (como de 900 varas) sobre el nivel del mar.

Partiendo de este punto i dirijiéndonos hácia el sud, vemos que

aquella línea de contacto con los dos terrenos, pasa al otro lado del valle de Copiapó cerca de la Tierra Amarilla, i de allá se dirige hácia el cerro de Chañarcillo; dejando a la derecha todo este terreno de cerros graníticos, en una anchura de 13 a 14 leguas hasta el mar, i limitando los terrenos secundarios a la izquierda.

La estratificación de estos últimos empieza por inclinarse hácia el poniente, i los mantos van cayendo debajo de las cordilleras. Al mismo tiempo, cambia de rumbo el cajon del rio, se dirige como al sud; i aunque desde la Tierra Amarilla, todos los altos de cerros se dividen por mantos i listas de diversos colores, que se encorvan i ondean como las olas del mar que los habia formado; se ven todavia en la parte inferior de los mismos cerros, en algunos puntos, como por ejemplo, enfrente de Nantoco, en el Cerro del Cobre, masas de sublevacion (I) en medio de las rocas estratificadas. En este cerro se esplotan minas de cobre, miéntras que todo el terreno que lo rodea, es terreno de vetas de plata.

Caminando siempre por el rio principal de Copiapó, dejamos a la izquierda, la quebrada de Nantoco que conduce a las minas de plata de Pampa Larga i San Félix; a la derecha, el camino para el mineral de Chañarcillo; i luego el cajon del rio se angosta, de vuelta hácia el sud-este, i aunque los cerros siguen todavia con sus divisiones en mantos, sus rocas sin embargo empiezan a variar en sus caracteres mineralójicos. En efecto, los mantos que al principio eran de piedra compacta, calcárea, con capa de yeso, de margas, etc. (II) (a); adquieren una estructura porfírica i se transforman en pórfidos abigarrados (II) (6).

Estos pórfidos se hallan ya en toda su estension en Potrero Seco, i de aquí, como a 3 leguas mas al sureste, el cajon se angosta todavia mas: pasamos al pié del escarpado cerro Punta-Brava, en cuya cima ha habido minas de plata de mucha riqueza. Cerca de allí, un poco mas a la Cordillera, nos hallamos otra vez en medio del granito que rompe por la primera vez los mantos secundarios i aparece en masas inmensas, rajadas verticalmente i en todos sentidos, de formas i colores enteramente diferentes del terreno secundario. En estas masas de sublevamiento (I) cerca de La-Puerta, existen minas antiguas de oro abandonadas.

El camino en esta parte pasa por una quebrada mui honda i

angosta, de paredes casi verticales; pero apenas caminamos una legua mas al oriente, el valle se ancha, desaparecen los granitos, i se descubre una campaña verde, risueña, rodeada por unos cerros escarpados negros i rojizos, en los cuales vuelve a aparecer el terreno secundario con todos sus caracteres, i en él, vetas de plata del rico *mineral* de San Antonio.

Las vetas de este mineral corren de manifiesto a una altura de mas de 1,200 metros (como de 1,500 varas) sobre el nivel del mar; i como se hallan mas a la Cordillera que las de Chañarcillo, no producen tanta plata córnea como estas últimas, pero bastante plata nativa, plata antimonial, plata sulfúrea mezclada con arseniuros; i lo que caracteriza mas estas minas, son el sulfuro i el arseniuro de cobre, que abundan en este cerro, miéntras que casi no se ven en Chañarcillo.

El fértil i hermoso valle del Potrero Grande tiene como cinco leguas de largo i se dirige de S.SE. al N.NO; es sin duda la parte mas linda i mas pintoresca del rio de Copiapó: su temperamento es tan ardiente que a esta época (el 20 de Marzo) ya se habian cosechado los higos en todas partes i el termómetro en la sombra señalaba a medio dia 25° cent. A donde se estrecha i parece terminar este valle, tres rios se juntan para formar uno solo, el de Copiapó: estos rios son el Jorquera, el Pulido i el Manflas, cuya confluencia se llama Las-Juntas.

Este punto mui importante en la jeografía del pais, tiene sus análogos en todo el largo de la República: así en el rio del Huasco, casi a la misma distancia de la costa, se unen dos rios principales, el de los Naturales i el de los Españoles, que forman el rio Huasco; a igual distancia en el rio de Coquimbo, dos rios, el Turbio i el Claro se juntan para formar el rio de Elqui o de Coquimbo; lo mismo sucede, aunque un poco mas léjos de la costa, en el rio Maipo, a donde tres rios principales, el Yeso, el Volcan, i el Maipo se unen para alimentar el Maipo; i así de seguida. En todos estos puntos aparecen comunmente nuevas rocas, nuevos terrenos, i algun trastorno estraordinario llama la atencion del naturalista.

El lugar donde se unen los tres rios de Copiapó, se halla a 1,203 metros (1,570 varas) sobre el nivel del mar; i de aquí van

tres caminos para las provincias argentinas: uno por el río Manflas pasa las Cordilleras cerca del camino del Huasco, el segundo i el tercero los que suben por el río Pulido i el río Jorquera se unen cerca de la línea misma. El del río Pulido es mas corto, i mas áspero, el de Jorquera mas blando i pastoso: los tres casi igualmente transitables en cualquiera estacion del año.

Para examinar los terrenos de estos parajes, entré por el río Manflas, cuya direccion es de S E. a N O. A dos leguas de camino hallé otra vez el granito, que volvió a romper los mantos secundarios que se habian estendido hasta aquí sin interrupcion desde la Puerta. Este granito luego desaparece, se esconde debajo el terreno secundario, i a una legua mas a la Cordillera, en El Fuerte, donde angosta el cajon del río i da vuelta hácia el sud, se hallan unos mantos secundarios dislocados i desbaratados, con una diversidad de rocas i sustancias minerales sin ejemplo.

En este mismo lugar, por el lado del Norte, se halla la Cuesta de Manflas que separa el río Manflas del Pulido: es uno de los cerros mas interesantes para un naturalista. Su altura es de 1,992 metros (2,400 v.) sobre el nivel del mar. Consta de mantos calizos, que habiendo sido sublevados por el último granito, descansan sobre unas capas gruesas de pórfido i conservan millares de millones de conchas i mariscos tan bien conservados, como si hubiesen sido depositados mui recientemente por el océano. Las especies sin embargo de estos restos orgánicos no se encuentran ahora en los mares, i pertenecen a la clase de las especies estinguidas del globo. Son de la época secundaria i la determinacion de ellas va a echar una nueva luz sobre la época de la formacion de estos cerros.

Por aquella cuesta bajé al río Pulido, i el día siguiente recorrí el cajon de este río desde la Punta Ulpeadora hasta Mulaneco, adonde se hallan las últimas habitaciones i los últimos campos cultivados de este lado de la Cordillera. En este trecho de 13 a 14 leguas no faltan agua ni pastos; los innumerables troncos cortados de algarrobos atestiguan lo que fué este valle en tiempos pasados; i nnos escoriales con escombros de algunos malos hornos de manga, verdaderos destruidores de la vejetacion, presentan la causa del estado actual de sus inmediaciones. En efecto, no tiene

combustible con que contar el fundidor por ahora en los rios principales de Copiapó, i solo en las quebradas de segundo orden i en las de adentro hai todavia leña en algunas partes.

El rio Pulido, que al juntarse con los otros dos rios, tiene direccion del este al oeste, se tuerce luego al S.SE; i a pocas leguas de las Juntas, en un lugar llamado Iglesia Colorada, donde las masas de sublevacion rompen por la tercera vez el terreno secundario, este cajon angosta mucho con sus paredes casi verticales, i da vuelta primero al Este i despues al Noreste. En este trecho recibe primero de S.SE, las aguas del rio Mostaza, i despues a una legua mas arriba, las del rio del Potro, bastante provisto de leña i de pasto.

Los últimos campos cultivados en el rio Pulido se hallan como a 3,000 vs. de altura sobre el nivel del mar. El 23 de Marzo, en el citado lugar Mulaneco el barómetro ascendió a 578 milim., el termómetro marcaba 8.º cent. a las 7 de la mañana; lo que corresponde a una altura de 2,450 metros sobre el nivel del mar: altura, a la cual casi principia la rejion de la nieve perpétua en los Alpes i Pirineos. Aquí, sin embargo, se da todavia mui bien el trigo i no faltan arbustos, aunque pálidos, i en esta estacion mui secos. Una pequeña chacra cerca del rancho del vaquero estaba ya helada, al paso que a pocas leguas de distancia, en la Punta Ulpeadora, donde pasé la última noche, cosecharon el mismo dia los higos i habia riquísima fruta de toda clase.

De Mulaneco, el camino sube por el rio Pulido primero hácia el norte, i despues dá vuelta al este. Los cerros conservan su carácter secundario con sus divisiones en mantos; i sus rocas de pórfido abigarrado, sus brechas de toda clase i sus almendrillas zeolíticas se parecen mucho a las de las altas cordilleras de Cauquenes, de la Compañía i de San Pedro Nolasco; solo aquí no se ven las vetas metálicas i son pocas las vetas *bobas* que se hallan.

En las Pircas, cerca de una *tambería* o ruinas de las antiguas habitaciones de los indios, se levanta por la cuarta vez el granito de debajo de los pórfidos estratificados; i en este granito se hallan las *pedras pintadas* con unos jeroglíficos, de los que nadie hasta ahora ha podido descifrar el sentido. Este granito, rojo, hermoso, parecido al de los famosos obeliscos de Ejipto, se estiende

casi hasta la Cuesta del Portezuelo Pulido, el mas alto de los cerros que lo rodean, mui conocido de los viajeros por los vientos terribles que reinan en su alto.

Desde este portezuelo hasta la línea, que se halla como a 405 leguas de aquí, todo es confusion en rocas, cerros i terrenos. Los escombros del terreno secundario yacen al lado de los que lo habian vencido; las fajas negras, verdes i azules al lado de unos inmensos cerros de tofo blanco como la nieve i de color rojo como la sangre, e igualmente de iris.

Solo como a una legua de distancia de la línea, cesan estas señales de las revoluciones del globo, se allanan los caminos i los declives de los cerros, i se levantan con toda su grandeza las inmensas masas graníticas, redondas, secas, cubiertas de guijarro del granito descompuesto, que constituyen las lomas mas altas de la Cordillera.

El dia 25 de Marzo a las 9 de la mañana, estuve en la cumbre del cordon mas alto de los Andes, en la línea divisoria, en el lugar que llaman Portezuelo de Mata Caballos. El barómetro marcaba 442,8 milim. el termómetro centígrado 0°,5: lo que corresponde a una altura de 4,503 m. (5,430 vs.) sobre el nivel del mar (como de 400 vs. mas bajo que el cerro de Potosí i de 200 vs. mas elevado que el Cerro-Pasco). Un viento fuerte i frio principiaba a soplar del poniente; el cielo estaba despejado, hermoso; algunas manchas de nieve quedaban de una nevada recién caída en algunas puntas mas elevadas de los cerros vecinos que estarán como a unas 200 o 300 vs. sobre el Portezuelo. Lo demas de la línea, toda la cumbre de las Cordilleras, se hallaba sin nieve; aunque sus altos casi igualan a los del Monte-Blanco en los Alpes i pasan de mas de mil varas la del Pico de Tenerife (1).

Echando la vista sobre los cerros situados de ámbos lados de la línea se ve, que mientras que de este lado todo anuncia violentos trastornos, abras que se comunicarian con el centro de la tie-

(1) Es de observar, que mientras que a esta latitud se derriten los hielos en verano a la altura de mas de 5,500 vs. sobre el nivel del mar sucede que en las provincias del sur de Chile, en algunas partes, como en el nacimiento del rio de los Cipreses, existen bancos de hielo perpétuo a la altura de 2,800 vs.

rra, por aquel lado se divisan unos declives suaves, cerros parejos, iguales, i que se terminan en el horizonte, por unas líneas de pocas interrupciones.

El camino para la Otra Banda, baja de aquel lado por el cajon de las Barrancas Blancas, i por lo que he oido decir es un camino ancho, uniforme, llano, i a unas dos jornadas principian las habitaciones. De este lado, baja por el estero del Pan, i como a tres leguas de la cumbre, se divide en dos, uno, como ya hemos dicho, pasa por el rio Pulido i el otro por el rio Jorquera.

Por este último camino tuve que bajar volviendo de mis escursiones. El rio del Pan, que desde su nacimiento corre en la direccion noroeste, entra, como a una distancia de 7 leguas de la línea en un valle ancho, cubierto de vegas, en donde se junta con el estero del Cachito i toma desde allí el nombre del rio Cachito. En este valle ancho, existen las habitaciones de un pueblo entero de indíjenas. Una hilera de pircas redondas de 3 a 4 varas de diámetro se estiende al pié de la cuesta, i a una de sus estremidades por el lado de la cordillera, se ven murallas de unas casas rectángulas, espaciosas, que habrán sido habitaciones de algun cacique. Las inmediaciones no ofrecen ningun recurso para el alimento del hombre; el llano, desprovisto de toda clase de árboles i arbustos, se halla a 2,600 varas sobre el nivel del mar; el termómetro, aun en verano, baja por la mañana hasta cero i se hielan las aguas en la estacion mas templada. Todo nos indica, que el pueblo que habitaba estos parajes helados, tan desiertos i solitarios, no era pueblo de agricultores, sino pueblo de cazadores, pueblo guerrero, de una robustez i construccion física admirable, i si no hubiesen quedado otros restos i monumentos de su civilizacion, la proximidad de las casas unas de otras, i un cierto orden i arreglo en la colocacion de ellas, nos darian una idea del estado social i de la civilizacion de sus habitantes.

A cinco leguas mas abajo de aquella tambería, se une con este rio, otro que baja del este i se llama rio Turbio; i desde la confluencia de ellos, el rio principal lleva el nombre del rio Turbio, hasta que a seis leguas de camino, en la direccion noroeste, se junta con el rio Figueroa, que es uno de los mas importantes, rios de esta cordillera.

El rio de Figueroa viene del noreste i toma su orijen cerca del Cerro de Azufre i de las célebres lagunas de sal que distan de allí, por lo que he oido decir, como de dos a tres dias de camino. De allí tambien el rio principal cambia de nombre i lo suelen llamar rio Figueroa, hasta las casas de la Jorquera, que se hallan como a 7 leguas del punto donde se unen los dos rios i que dan comunmente su nombre a todo el cajon por donde pasa el camino, desde el Pan hasta las Juntas.

En todo este cajon se ven los mismos terrenos que los del rio Pulido. Las innumerables capas del terreno secundario, que se estienden sobre todo este declive de las cordilleras, se hallan tres veces cortadas i atravesadas por el terreno de solevantado: la primera vez cerca de la Quebrada del Cachito, la segunda en las inmediaciones de las casas de Jorquera, i por la tercera vez entre Jorquera i las Juntas. Las rocas secundarias son en jeneral casi del mismo aspecto i de la misma naturaleza que las de la alta cordillera de Santiago; solo en medio de los mantos porfiricos se ven, como a 5 leguas de Jorquera mas al oriente, en un cerro llamado Carrizito, unos mantos calizos bien arreglados, inclinados al oriente, i contienen gran número de restos orgánicos, sobre todo unas conchas hermosas de la especie de *pecten*. Estos mantos se hallan a una altura de mas de 2,400 varas i noté otros de la misma clase, con las mismas petrificaciones, a unas 10 leguas mas abajo en el mismo cajon, a 2 leguas de las Juntas. Estos últimos se hallan en la prolongacion de los que he observado en la Cuesta de Manflas.

En fin, en todo este camino de Jorquera, tan interesante para un naturalista, tan útil i cómodo para las comunicaciones con la otra banda, la única impresion triste que se recibe, proviene de la falta casi absoluta de poblacion. Las casas de la hacienda son las únicas que se hallan en una distancia como de 40 leguas desde la línea hasta las Juntas: ningun rancho, ninguna habitacion de inquilinos ni de propietarios aparece en esta soledad; en donde casi a cada legua se ven las antiguas habitaciones de los indijenas, i por todas partes agua. ¿De cuánto se hubiera aumentado desde la conquista la poblacion de estos rios, si con la introduccion de la agricultura i de tantos recursos que la nueva civiliza-

cion suministra, se hubiese introducido una division de propiedades i un espíritu emprendedor, espíritu de caridad i de industria?

Volviendo de mi espedicion, dejé el rio Copiapó frente del Hornito i tomé el camino de Chañarcillo que pasa por el Molle. A pocas cuadras del rio principia un terreno de mantos calcáreos que descansa sobre el pórfido abigarrado i es enteramente parecido a los de la cuesta de Manflas. El mismo terreno constituye los cerros que se estienden desde el rio hasta Chañarcillo, i que forman una meseta alta de 5 a 6 leguas de largo. En lo alto de esta mesa, aparecen todavía de cuando en cuando pórfidos estratificados, pero desde el Molle hasta el mineral, (3 leguas) no se ve otra cosa mas que mantos de diverso grueso, calizos, que contienen en algunas partes conchas i mariscos. Las minas de Chañarcillo se hallan precisamente en un lugar donde se termina este terreno, al pié del cual principian los llanos de la travesía i los terrenos graníticos.

Es digno de observar, que todo este terreno secundario de mantos ya sea calcáreos, ya porfíricos, el cual, como hemos dicho, se inclina al oriente en la parte alta de la cordillera, i que mantiene en el sentido contrario en la media falda o en la parte baja de estos cerros, queda casi horizontal en aquella parte del cerro de Chañarcillo i de sus inmediaciones, que se halla cortada i atravesada por las numerosas vetas i guías de plata.

Me reservo para otra ocasion dar una descripcion detallada de la situacion jeológica del cerro i de las minas de Chañarcillo; por ahora voi a agregar, que partiendo de este cerro i dirijiéndome hácia el sur, pasé por el mineral del Algarrobito, que se halla todavía en el mismo terreno secundario (II) (a) i cerca de su límite occidental; pero a unas 6 leguas mas al sur, se pierden de vista aquellos mantos calizos, cambia el terreno, i aparecen masas graníticas, que en esta parte forman como una bahía en medio de los terrenos estratificados. Vuelven mui pronto a aparecer estos últimos, pero no como rocas calcáreas, compactas, sino como pórfidos abigarrados, que siguen formando todo este cordon de cerros que corren al oriente de la travesía hasta el rio Huasco.

Los mismos mantos porfíricos cortan este rio i aparecen del otro lado con los mismos colores i caracteres. Pero recorriendo

siempre el mismo meridiano desde Chañarcillo, damos con los cerros del Carrizo, de Agua Amarga i de Tunas, que constan de rocas del mismo aspecto i de los mismos caracteres mineralójicos i jeolójicos que las de Chañarcillo. En estos cerros i en estas rocas es donde se hallan las minas de plata del Huasco-Alto.

Las que deben particularmente llamar la atencion de los mineros i de los naturalistas, son las de Agua Amarga. Es un cerro que se halla en la línea del contacto entre los granitos i los terrenos estratificados, i que se estiende casi en la direccion de la citada línea, teniendo sus declives mucho mas parados de este lado que por el lado del oriente; sus fajas son casi horizontales, con una pequeña inclinacion hácia el poniente. Las vetas que las atraviesan son innumerables; las mas corren del norte al sur, i sus minerales son de la misma naturaleza i casi de la misma composicion que los de Chañarcillo. Pero frente a este cerro i solo al otro lado de las quebradas, al poniente, tenemos cerros graníticos, sin ningun indicio de estratificacion: masas de solevantamiento con sus vetas de cobre i de oro.

La gran analogía que se observa entre el citado mineral de Agua Amarga i el de Chañarcillo, como tambien el estado floreciente de este último, deberian animar a los capitalistas i mineros de Chile a tratar de habilitar estas minas, donde se ven por ahora mas de cien faenas abandonadas.

Desde el pié de la Agua Amarga, principia un llano inmenso, que se dirige al sur i que se halla situado entre dos cordones de cerros, de los cuales el del oriente es de mantos secundarios i el del poniente de masas graníticas. En aquel cordon sobre todo, debe haber un campo de mucha esperanza para los cateadores de plata; allí se han hallado en diversas épocas muchos minerales, que por falta de recursos se han abandonado, o se esplotan con poca actividad. En esta direccion un poco mas al oeste se halla el mineral de Arqueros, i mas al sur Andacollo, Samo-alto i los minerales de plata i de cobre del departamento de Combarbalá.

IV

Noticia sobre un terreno estratificado situado en la alta cordillera i sobre los filones metalíferos que lo acompañan

(1844)

El valle de Elqui es uno de los valles principales de la provincia de Coquimbo; corta a la cadena de los Andes en la direccion E.NE. i desemboca en la bahía de Coquimbo; se reune a otros dos valles longitudinales, de los cuales el de Diaguito corre en la direccion N.NE. i el otro mas ancho i que tiene cerca de diez leguas de largo, se dirige al sur. En la union de estos tres valles i en los contornos de la bahía se halla una cuenca terciaria con mantos horizontales i allí es donde se encuentra esos valles dobles i triples observados por el capitan Hall (Lyell's Principl. of Geol. T.) que se notan en todos los valles trasversales de Chile i que, *no se encuentran o son apenas perceptibles en los valles longitudinales*: consecuencia evidente del oríjen que se les ha asignado.

Partiendo de la costa para remontar el valle de Elqui, se ven primero rocas granitoideas, i una hermosa sierrita con feldspato rosado, anfíbola verde que salen al sol en la propia entrada de la bahía de Coquimbo.

Luego estos granitos pasan a las dioritas i despues a los pórfidos verdes que encajonan el valle hasta una distancia de mas de diez leguas del mar donde este valle empieza a estrecharse i vuelve primero al NE. i despues al E.NE.

En esta primera angostura se ven cerca de Puclaro escarpes

cortados a pico compuestos de estratas mui onduladas conteniendo algunas yeso i rocas feldespáticas compactas i homogéneas; a dos leguas de distancia el valle se ensancha de nuevo, los cerros se redondean, cambian de aspecto i de color; pero todavía se los encuentra compuestos de rocas dioríticas análogas a las que tocan a los granitos de la costa. Aquí estan situados el hermoso pueblo de Tambo, la ciudad de Elqui, San Isidro i la Diaguita con sus viñas i enormes higueras, sus jardines i sus prados artificiales, todo esto denuncia cierta holgura i un estado floreciente de la sociedad, pero nada de nuevo presenta al jeólogo. Cuatro leguas mas adelante, el valle se estrecha de nuevo, i pronto se llega al lugar donde el rio Claro, un torrente de agua clara i limpia, se reúne al rio Turbio de aguas blanquecinas para formar el rio Elqui. En la union de estos torrentes i en el fondo de un valle triangular se agrupa un hermoso plantío de árboles frutales que sombrean la hacienda de Rivadavia, en medio de rocas desnudas i áridas que por todos lados se levantan casi a pico. Aquí, pues, el valle de Elqui bifurca en otros dos, de los cuales el del rio Turbio se dirige al SE. i el otro se prolonga hácia N.NE. Una masa de cerros que los separa hace reaparecer debajo de las rocas mas raras i variadas un terreno de estratificación fossilífera, un verdadero horizonte jeológico que me propongo describir.

Este terreno corresponde por su direccion al de la cadena principal de los Andes; se desvia poco del meridiano i corta el cerro que separa los dos valles a media legua de su punto de reunion. En seguida se halla interrumpido por esos mismos valles i reaparece aunque completamente modificado en sus caracteres jeológicos i mineralógicos, en la orilla derecha del rio Claro, i por el otro lado, al norte del valle del rio Turbio (1).

Empezaremos por describir:

1.º La parte principal comprendida entre los dos valles. (Cerro de las Tres Cruces. Véase Lam IV.)

(1) Para hacer mas intelijible la descripcion he agregado al fin de la memoria un croquis de la carta del valle de Elqui i de su bifurcacion mas arriba de Rivadavia. Habiéndose quebrado mis barómetros en este viaje no pude medir la altura en que está este terreno.

2.º Pasaremos en seguida al otro lado del río Claro para examinar la parte sur del sistema (B) fig. 2.

3.º Seguiremos el mismo terreno en su prolongación mas allá del río Turbio (E) fig. 3.

I

Parte del medio. Cerro de las Tres Cruces.—El cerro que contiene este terreno se llama cerro de las Tres Cruces. En él se ven los mantos fuertemente enderezados, formando un ángulo de 40º a 50º con el horizonte; todo el sistema se apoya contra cerros graníticos al este, i sale debajo de los pórfidos. He aquí la sucesión de mantos que se nota (Pl. IV fig. 1).

a) Un terreno movedizo compuesto de desmontes i bloques graníticos, oculta el contacto del terreno estratificado con el granito.

b) Los primeros mantos que salen al sol se componen de greda rojiza, conteniendo guijarros de cuarzo lechoso semejantes a los guijarros de greda de los Vosgos i los granos mismos presentan a veces un aspecto semi-cristalino. Los guijarros se hallan dispuestos por capas paralelas a los planos de estratificación.

c) Encima reposa una greda blanca mas o ménos calcárea, con guijarros de cuarzo dispuestos de la misma manera que en la greda precedente.

d) Viene en seguida un banco con conchas de una caliza gris compacta. Solo se encuentran en ella conchas de la familia de los pectenes, las dos valvas estan reunidas, no fracturadas; las conchas dispuestas en familias i situadas en su posición natural.

El sistema está interrumpido por un manto de arena proveniente de la desagregación de la greda.

e) A unos treinta piés debajo del primer banco con conchas se vuelve a encontrar un manto de cerca de 2 metros de espesor de la misma greda que (c). En ella se ve aun los mismos guijarros de cuarzo dispuestos por capas.

f) Esta greda pasa a la caliza blanca arenosa que no contiene restos orgánicos.

g) Sobre esta caliza reposa otro manto calizo de cerca de un

metro de espesor enteramente compuesto de conchas. La especie mas abundante es aun la misma que la de los pecten del manto (d); i ademas se encuentran en ella otras siete u ocho especies de bivalvas (terebrátulas? trigonias? grifitas?) i amonitas (1).

h) Inmediatamente encima de este banco con conchas empieza una série de estratas rojas ya compactas, esquistoideas, que hacen un poco de efervescencia con los ácidos, ya arenáceas conteniendo los mismos guijarros, i en gran cantidad, cuarzo lechoso, como las gredas i calizas arenosas de los mantos inferiores.

A medida que estos guijarros desaparecen, la estructura de las rocas se hace mas i mas cristalina; se ven aparecer partes feldespáticas, i luego se llega a los pórfidos verdes con feldespato blanco, como son la mayor parte de los pórfidos del valle de Elqui.

En el contacto de este pórfido con el terreno de sedimento que acabo de describir se ve un filon metalífero que solo tiene un pié de ancho i sube casi verticalmente por el cerro, atravesando el pórfido sin prolongarse en las estratas del terreno estratificado. Este filon contiene una gran variedad de minerales i particularmente protóxido de cobre mezclado con óxido de fierro, (ziegelerz) hidrato de fierro, carbonatos i silicatos de cobre i calamina; la ganga contiene mucho espato calizo.

(1) Leo en un diario chileno, *El Araucano*, publicado en Santiago, que M. Gay (que visitó el valle de Elqui en 1837) reconoció que los granitos, cuyo yacimiento empieza cerca de Rivadavia, continúa hasta el centro de las cordilleras i que al llegar a Tilito cerca ya de la línea de las cumbres encontró ese granito recubierto por un terreno análogo al que acabo de describir. En este terreno encontró a 16,399 piés ingleses de altura entre el pico de Doña Ana i el Portezuelo de Tilito un manto calcáreo, conteniendo plajistomos, amonitas, terebrátulas, etc. Se lee tambien en los *Proceed. of Geol. Soc. of London*, v. II núm. 42, que Mr. Darwin encontró el mismo terreno a 12,000 p. in. sobre el nivel del mar, en el *paso de Puquenas*, donde recojió en un roca negra caliza, impresiones de grifeas, ostreas, turritelas, amonitas, terebrátulas. Las dos turbinas (núm. 33-34) que adjunto a la coleccion serán probablemente las turritelas de Mr. Darwin i provienen de otra localidad de la costa de Copiapó.

II

Terreno situado al otro lado del valle del rio Claro (B).— Pasemos ahora al exámen del que corresponde al mismo terreno al otro lado del valle de Rio Claro.

Aquí los mantos i las estratas se encuentran mas accidentados i desgarrados a causa del gran número de filones i vetas metálicas que los acompañan. Para abarcar el conjunto del terreno i las partes correspondientes, es menester remontar el valle hasta Paiguano, i echar una mirada sobre el cerro de las Tres Cruces i los cerros situados al frente, al otro lado del valle. Se verá por un lado los afloramientos del terreno que acabo de describir, i que bajan desde casi la cima del cerro hasta el valle; i por el otro lado rocas blanquizas en forma de mantos i estratas desgarradas e interrumpidas, remontando a altura considerable i afloran en una corrida de escarpes que se dirijen al sur a lo largo de la quebrada mui profunda de Paiguano (P. IV, fig. 4).

La parte estratificada del terreno se compone de mantos de greda blanca i de diferentes bancos porfiroídeos, separados por otros calcáreos o cuarzosos i por rocas análogas a las estratas rojas del corte precedente. Se notan en ella todavía los mismos guijarros de cuarzo implantados en una masa cuarzosa, como si la misma greda que se ve desagregarse con facilidad en el contacto de los bancos con conchas hubieren experimentado en este lugar un principio de fusion por el contacto de los filones que la atraviesan. Los lugareños me han asegurado que siguiendo los mismos escarpes al sur, se encuentra en un cerro mui elevado las mismas conchas que las de Tres Cruces i me han traído algunos fragmentos caídos de lo alto de un escarpe inaccesible. El conjunto del terreno reposa sobre rocas cuarzosas casi compactas, que pasan a los pórfidos cuarzíferos i se halla recubierto por pórfidos verdes como en el caso precedente.

Mina de cobre de las Aujillas.—Aquí se ve un filon de cobre (la mina de las Aujillas), que atraviesa todo el terreno de estratificación i aflora a lo largo del escarpe mismo en una estension de 500 a 600 piés. Es casi vertical, con un ligero manteo hacia el

SO. i, por consiguiente, corre mui cerca de la superficie de los esca-
rpes mismos. Es una especie de chimenea, cuyo ancho no pasa
de un pié i que rara vez baja a mas de doce de profundidad deba-
jo del afloramiento. Se cierra mas abajo, dejando una salbanda
cuarzosa i disminuye de dimensiones a medida que se eleva i se
aleja del valle, acercándose al lugar donde me habian señalado las
rocas calcáreas. Las partes metalíferas se encuentran en la parte
baja de la veta por el lado del valle: allí se encuentran óxidos,
carbonatos i silicatos de cobre, hidrato de fierro i partes piri-
tosas, miéntras que en la parte alta donde la veta se acerca a
las calizas se nota en abundancia granates, epidota, anfíbola,
cuarzo prismático, espato calizo, etc. Las rocas que tocan a la ca-
beza de la veta han tomado por todas partes una estructura mas o
ménos porfiroídea, miéntras que las del lado del piso son en je-
neral mas homogéneas, compactas, i se parecen a las rocas cuar-
zosas de la parte baja del terreno.

Independientemente de la veta que acabo de describir, se ve
otra parecida, pero de poca estension, en las estratas de cuarzo a un
centenar de piés debajo de la primera, i ademas se acaba de des-
cubrir varias vetas de cobre en los pórfidos que recubren este te-
rreno, en la cumbre del cerro.

Mina de plomo platoso de Paiguano.—Para examinar en se-
guida el contacto de este terreno con el granito, si se baja por el
lado donde se hallan dichos escarpes yendo al este, se ve primero
en el fondo de la quebrada de Paiguano, un pórfido cuarzoso atra-
vesado por un filon de plomo arjentífero. Este filon es vertical i
corre mas o ménos de norte a sur; tiene cerca de 2 piés de ancho
en su parte inferior, i desciende a mas de 150 piés debajo del
afloramiento; pero disminuye de ancho i en hondura, a medida
que se eleva en el cerro. Su afloramiento se presenta en una
longitud de mas de 300 metros. La roca encajante es un pórfido
de pasta compacta blanca i con granos de cuarzo vidrioso; la sal-
banda es blanca, homogénea, de fractura terrosa, áspera al tacto.
El mineral varia de naturaleza i de calidad; el de la parte baja
del filon contiene carbonato de plomo cerca del afloramiento i
galeras arjentíferas en el fondo, miéntras que en la parte alta i
en afloramientos situados cerca de la cumbre del cerro, el carbo-

nato de plomo predomina i se mezcla con carbonato azul de cobre, espato calizo, hidrato de fierro, etc. (La cantidad de plata en el mineral carbonatado es 0,0005, i en los sulfuros, varia de 0,001 a 0,0015).

Dejando ahora detras esta mina i las rocas cuarzosas, si avanzamos mas al este hácia la cordillera, el primer cerro que se nos presenta es de granito. Se nota en él una hermosa variedad de granito compuesto de feldespato rosado, cuarzo, mica i de otra especie de feldespato que se presenta en muchos granitos de la costa de Chile i que es verdoso. Aquí el granito está atravesado por filones cuarzosos i se ve en él una antigua mina abandonada. El mineral contenia probablemente cloruro de plata o plata nativa, lo beneficiaban, en efecto, por amalgamacion, por el método ordinario del pais, lo que nunca se hace con los minerales sulfurados plomíferos, de los cuales hasta el presente nó se saca ninguna ventaja en el pais. Algunas piedras estraidas de los desmontes de la mina me han dado una lei de 0,00095 i el mineral no contenia ni azufre ni arsénico, i no disminuia de lei por medio de una prolongada dijestion en amoníaco.

III

El mismo terreno mas allá del rio Turbio.—Volvemos a pasar ahora el cerro que separa los dos valles para ver como se presenta el terreno del cerro de las Tres Cruces en su prolongacion por la parte norte. Efectivamente se encuentra allí todavía un terreno de estratificacion bien pronunciado; las estratas son bastantes regulares, pero los caracteres de las rocas, su posicion i su aspecto son enteramente distintos. Adjunto aquí un corte del terreno tomado a una legua de Rivadavia en la orilla derecha del rio Turbio, cerca del lugar que se llama Malpaso de Varillas (Pl. IV fig. 5.)

a i b) Son masas de pórfidos que forman un escarpe cortado a pico i que sostienen todo el sistema de estratificacion. El pórfido (*a*) es un hermoso pórfido amigdaloido con núcleos cristalinos verdes (epidota) i pasta parda rojiza. El pórfido pasa a otro (*b*) compuesto de la misma pasta que el precedente con grandes cris-

tales de feldespato blanco i muchos alargados cristalinos llenos de la misma sustancia que del pórfido (*a*).

c) El pórfido (*b*) entra i se ramifica en un manto calizo que forma aquí la base del terreno estratificado. La caliza es compacta, gris, de fractura esquillosa (contiene 0,002 de magnesia i 0,03 de arcilla inatacable por los ácidos). El hermoso pórfido (*b*) forma especies de vetas i filones en medio de esa caliza.

d) Inmediatamente encima de la caliza empieza un terreno de mas de doscientos piés de espesor enteramente compuesto de conglomerados rojos dispuestos en mantos i estratas que mantean al oeste bajo un ángulo de 35° a 40°. Se distinguen en él partes calizas i partes cuarzosas, guijarros i fragmentos de rocas compactas rojas, análogas a ciertos bancos del terreno (*b*) del corte de las Tres Cruces.

e) En fin esas gredas que se vuelven mas i mas feldespáticas pasan a los pórfidos que les recubren, i que presentan mucha variedad en sus caracteres mineralójicos. Se observa sobre todo un pórfido gris de cristales alargados, blancos, con papas de jaspe blanco listado.

Aquí, como en el caso precedente, el terreno está acompañado de filones metalíferos cuyos yacimientos se relacionan sobre todo con los pórfidos que se estienden en los mantos de sedimentos i componen los cerros situados al oeste del rio Turbio. En estos pórfidos es donde se hallan las minas de cobre de la quebrada de la Plata situada a 3 leguas al NO. de Rivadavia i particularmente la mina de Layla. El pórfido encajante i los filones que lo atraviesan contienen muchas partes calizas; la roca está agrietada en todos sentidos i se desagrega mui fácilmente; el mineral se compone de óxidos, carbonatos i silicatos de cobre, mezclados con espato calizo i fierro hidratado. Un poco mas al oeste cerca de Rivadavia se ve tambien en el mismo pórfido la mina del Cerro Alto que ha producido, fuera de minerales oxidados, un mineral mui bueno oxisulfurado (conteniendo mas de 50 por ciento de cobre) de la clase de minerales que los mineros del pais llaman *metal acerado* (doi la descripcion de estos minerales en una memoria aparte). Es probable que sea todavia al mismo yacimiento al cual se deba relacionar las minas de cobre de Tirado, de

Chaiai, etc., situadas mas o ménos en la misma direccion, i produciendo tambien minerales análogos (óxidos, carbonatos i silicatos).

Resumiendo lo que acabamos de decir sobre las diversas porciones del terreno estratificado se ve:

1. Que el grupo de rocas que constituye este terreno se vuelve a levantar por debajo de las masas porfíricas i reposa sobre granitos del interior de la cordillera: se diria que su posicion jeológica se halla comprendida entre el sistema de solevantamiento central producido por los granitos i el sistema de grietas laterales por las cuales han salido las masas porfíricas.

2. Que las partes ménos accidentadas de este terreno se hallan caracterizadas por ciertos fósiles (de la familia de los pecten, de las amonitas, de las terebrátulas, etc.) por guijarros rodados i por bancos calizos arenáceos; el conjunto del terreno presenta todas las irregularidades posibles, fallas i desgarraduras que resultan de esta misma posicion entre dos sistemas de dislocacion.

3. Que en el contacto de dicho terreno con las masas cristalin, aparecen filones metalíferos; que esos filones suben ordinariamente en los lugares mas accidentados, i que las mismas rocas de sedimento, habiendo debido experimentar grandes modificaciones por la accion de las materias ígneas que las han dislocado, se encuentran en medio de ese terreno mantos metamórficos cuyo reconocimiento podria servir para conocer el mismo terreno en otros lugares donde a consecuencia de revoluciones repetidas todo este terreno está enteramente cambiado i trastornado en sus elementos.

Habiendo concebido así una idea jeneral del terreno de sedimento que aflora mas o ménos a medio camino de la costa a la línea de las cumbres de la cordillera, remonté todavia por el valle del rio Claro hasta 8 leguas mas adentro, mas allá de Monte Grande, i examiné de nuevo las rocas del valle de Elqui volviendo a Coquimbo. En la primera parte de esta escursion, es decir, alejándome de dicho terreno para dirijirme hácia el este solo he visto granitos de diferentes aspectos cuya principal variedad se compone de feldespatos blancos, cuarzo i mica negra. El granito se parece al de la costa, i como éste, contiene a menudo anfíbola al

mismo tiempo que mica. Sucede a veces que la mica desaparece casi completamente, i la roca pasa entónces a las sienitas de grano fino, semejantes a las rocas de la misma especie de la costa.

La misma analogía se vuelve a encontrar en los filones que atraviesan el granito del interior i los de la costa. Se dirijen, en su mayor parte, de norte a sur. Hai algunos que se agrupan mui cerca los unos de los otros, conservando al mismo tiempo su paralelismo, como he tenido ocasion de observarlo en un cerro granítico situado frente a la hacienda de Monte Grande, i atravesado por una sucesion de filones verdes, de los que doi un corte (Pl. IV fig. 6.)

A media legua de allí (yendo siempre al este) se ven filones semejantes, en su mayor parte cuarzosos, atravesando los granitos que separan el valle de Cuchiguay del valle del rio Monte Grande. Hai filones de estos que contienen partes metalíferas, algunas vetas de silicatos i carbonatos de cobre i trazas de plata nativa, pero el principal metal cuyo yacimiento parece relacionarse a esas masas granitóideas, a que se halla repartido en partículas invisibles en medio de filones cuarzosos, es el oro. Hai una mina de este metal a tres leguas de Paiguano en el fondo del valle del rio Claro; otra mas arriba, a cinco leguas de Monte Grande. Las minas se hayan abandonadas a causa del poco oro que dan los minerales i de los enormes gastos que demanda su explotacion. Se sabe que las otras minas de oro de Chile se hallan en los granitos de la costa.

En fin, en esta gran variedad de filones se distinguen casi todas las variedades de rocas que se vuelven a encontrar en masas i cerros no estratificados, situados entre los granitos del interior i los de la costa: pórfidos verdes, pórfidos anfibólicos, rocas compactas sieníticas que se dividen ya en bolas ya en tablas i romboedros, muchas otras rocas cuyo exámen demandaria un largo trabajo, concurren para formar estos filones. Se encuentran en ellos hasta rocas amigdalóides que corresponden con ciertas amigdalóideas de los terrenos porfíricos, es lo que se ve en un filon que se halla cerca de Monte Grande (en el cerro que separa el rio Cuchiguay del rio Monte Grande). El filon, que solo tiene un metro de ancho se compone de dos partes, de las que una consiste en un

feldespato rosado compacto, con granos de cuarzo vidrioso, i el otro es negruzco, amigdalóides con núcleos concéntricos, semejante a las amigdalóides que se encuentran cerca de Marquesa mas o ménos a la mitad de la distancia de aquí a la costa.

Me resta decir que, regresando a Coquimbo por el mismo valle de Elqui, i examinando de nuevo las rocas que se presentan en los escarpes a ambos lados del valle, en la primera angostura que forme éste entre Marquesa i el Tambo, creo haber reconocido la presencia del mismo terreno de estratificación cerca de Puclaro. Aquí el terreno no contiene sino rocas compactas esquistoideas que producen una lijera efervescencia con los ácidos i algunas estratas de yeso que se explota para los usos del país en una mina situada a una legua de distancia al norte de Puclaro. Habiendo dejado este terreno cerca de Rivadavia, recubierto por los pórfidos i mantearo al oeste, aquí se le ve reaparecer por debajo de los mismos pórfidos mantearo al este. Corta el valle transversalmente en direccion que corresponde a la de los mantos que ya hemos descrito. El valle es mui estrecho, profundo; las estratas que se dibujan en los escarpes de ambos lados corresponden perfectamente bien i por consiguiente el valle debe su oríjen a una grieta producida transversalmente a la direccion del terreno. Bajando por el valle se ve luego que los mismos mantos toman una posicion horizontal, i despues vuelve a mantear al oeste, es decir, con una inclinacion en sentido contrario a la en que los hemos visto salir al sol cerca de Puclaro. Se ha notado que este terreno, todavia ántes de perderse debajo de los pórfidos, presenta dislocaciones notables, fallas i desgarraduras (como se las ve cerca de Aguaypanguy) i se halla atravesado por numerosos filones porfíricos. En fin pierde completamente su carácter de estratificación i pasa a los pórfidos; al mismo tiempo los escarpes desaparecen, el valle se ensancha i no se ve ya ningun vestijio de estratificación desde Marquesa hasta el mar en una estension de terreno de mas de nueve leguas (1).

(1) Estoy por creer que es con este segundo grupo de rocas porfíricas i con su paso a las dioritas se debe relacionar el yacimiento de las principales minas de cobre de Chile (minas de la Higuera, de Brillador, de Tam-

Para conexionar estas últimas consideraciones a las que les han precedido, adjunto un corte *teórico* del terreno tomado en el sentido del valle de Elqui, desde la costa hasta mas allá de Monte Grande (en mas de treinta leguas de estension). (Pl. IV fig. 7).

billos, de Tamaya, etc.) al de las minas de oro pertenecientes a las rocas granitoídeas.



V

MEMORIA

SOBRE LA ESTRUCTURA JEOLÓGICA DE CHILE EN LA LATITUD DE CONCEPCION, DESDE LA BAHÍA DE TALCAHUANO HASTA LA CUMBRE DE LA CORDILLERA DE PICHANCHEN I DESCRIPCION DEL VOLCAN ANTUCO.

(1846)

PRIMERA PARTE

§ I. Bahía de Talcahuano

Paralelo entre los terrenos de la costa del norte de Chile i los de la costa sur.—La bahía de Talcahuano es uno de los mas hermosos parajes del litoral chileno i su costa presenta gran interes para la ciencia. El jeólogo que ha estudiado los principales terrenos del norte de Chile cree hallarse aquí en medio de terrenos completamente distintos de los que ha visto en las bahías de Tongoi, Coquimbo, Copiapó, etc. Las rocas que abundan mucho en el norte aquí se encuentran solo accidentalmente, i recíprocamente las que predominan entre Concepcion i Talcahuano apenas si se conocen en el norte.

Sin embargo, un exámen atento de la naturaleza de esas rocas, de su configuracion exterior i de la situacion que ocupan con respecto al conjunto del sistema de los Andes, demuestra que la diferencia existente entre esos terrenos diversos de las costas del norte i sur de Chile, consiste solamente en los caracteres mineralójicos de sus rocas i de ningun modo en su edad i modo de formacion.

En efecto, la costa setentrional de Chile no presenta en toda su estension mas que dos terrenos: compuesto el uno, de granitos, dioritas, sienitas i grüstein, i el otro, de mantos horizontales, calcáreos i arcillosos calcáreos, terciarios i mui modernos. La costa de Talcahuano presenta igualmente, solo dos terrenos, de los cuales uno corresponde a los terrenos graníticos del norte, i el otro a sus depósitos terciarios. La principal diferencia que se nota consiste en que aquí, los granitos del norte se hallan en partes representados por gneiss, micaesquitas i esquitas pizarrosas, mientras que las margas modernas que, en el norte, contienen numerosas estratas de piedras de construccion calcárea, vulgarmente llamadas *loza* se hallan constituidas en el sur por gredas i depósitos de arcillas arenosas que la jente llama *tosca*. Ultimamente se han encontrado en ellas grandes depósitos de lignitas.

En ninguna parte de la estensa costa de Chile desde el desierto de Atacama hasta Valdivia, he visto aparecer el terreno secundario de los Andes.

La bahía de Talchuanu tiene cerca de 8 kilómetros en su mayor anchura i unos 16 de longitud. Se estiende en la direccion del meridiano i está abrigada hácia el oeste por un largo promontorio de gneiss i micaesquita cubierta de hermosísima vejetacion. A la entrada de esta bahía se halla la isla de la Quiriquina que no deja sino un estrecho paso hácia el oeste llamado *Boca Chica*, i otro mayor en el este denominado *Boca Grande*.

Las orillas de esta bahía presentan escarpes que, hácia el este constan de rocas terciarias (gredas con lignita, *tosca*), i, hácia el oeste, de rocas de cristalización. La playa que limita esta bahía por el sur termina en un llano de aluviones modernos dominado por cerros i colinas terciarias semejantes a las que constituyen la costa oriental de la bahía. Estos aluviones modernos rematan a lo largo del rio *Andalien*, se unen a los aluviones mas recientes del rio *Bio Bio*, i bajan a la embocadura de este rio i a la playa de *San Vicente*; mientras que las colinas de gredas i lignitas pasan al otro lado del Bio-Bio, bordean la costa del Océano Pacifico hasta *Colcura*, i reaparecen enseguida al otro lado de los cerros llamados *Altos de Villagran*.

Empezaremos por describir los terrenos modernos que se pro-

longan en la direccion de la bahía de Talcahuano, formando una hoya en medio de las rocas de cristalización, i enseguida pasaremos a estas últimas.

§ II. Terreno terciario de la costa

Configuracion exterior.—El terreno terciario forma, como acabo de decir, no solo los bordes de la hoya a que me he referido, sino que tambien numerosos cerros i colinas que se elevan en medio del llano i que es fácil distinguirlos de las montañas i colinas que las rodean, en que las primeras terminan ordinariamente por mesetas mas o ménos unidas i horizontales, miéntras que los otros son redondeados, mas elevados i se asemejan esteriormente, a las masas graníticas del norte.

El aspecto de las colinas terciarias aquí arriba, demuestra que el terreno de que forman parte ha debido llenar antiguamente la hoya desde Talcahuano a Coleura, hasta el nivel de las mesetas que coronan esas colinas, entre las ciudades de Concepcion i Talcahuano. Así pues, es en una época posterior cuando se han formado los valles de erosion llenos de aluviones modernos i cuyo suelo se compone de restos de gredas terciarias i de rocas graníticas. En este suelo movedizo, arenoso i de profundidad desconocida es donde se han construido las ciudades de Concepcion i Talcahuano que fueron casi enteramente destruidas en 1835 por un violento temblor de tierra. Sobre un suelo análogo, compuesto en parte de los mismos aluviones i en parte de rocas terciarias en su lecho de formacion se ven las ruinas de la antigua ciudad de Penco, fundada en tiempo de la conquista i que ha sido preciso abandonar a causa de esos mismos temblores de tierra que en esta localidad se hacen sentir con mayor fuerza i mas frecuentemente que en otros puntos de la costa.

Composicion interior.—*Dislocacion de las rocas.*—Si pasamos ahora al exámen de los mantos terciarios, se nota, que conservando una horizontalidad casi perfecta en la mayor parte de su estension, presentan en muchos sitios fuertes pendientes, fallas i dislocaciones locales que no se puede, de ninguna manera, relacionar con la aparicion de las rocas graníticas. La naturaleza

de los fósiles que encierran esos montes, las relaciones que presentan con los de la época terciaria de la costa setentrional de Chile, no dejan ninguna duda sobre la edad i sobre aquellas de las rocas de cristalización que les sirven de apoyo. Las dislocaciones parciales que acaban de señalarse deben, por consiguiente, su oríjen, a derrumbamientos locales, ocasionados probablemente por los mismos agentes que produjeron sacudimientos i temblores de tierra en esta parte de la costa con mayor fuerza i enerjía que en cualquiera otra parte.

He aquí el corte del terreno terciario de Talcahuano i Concepcion a partir de la superficie.

a) Arcillas arenosas, coloreadas de amarillo, rojo, pardo i negro, que constituyen el piso superior del terreno terciario, i que alcanza a menudo a 20 i 30 metros de espesor. Frecuentemente estan recubiertas de depósitos superficiales o mantos mui irregulares de arenas mezcladas con restos de conchas blancas pertenecientes a las mismas especies que diariamente arroja el mar sobre la playa.

b) Debajo de estas capas arcillosas i, a menudo, en su prolongacion, se encuentran gredas abigarradas de los mismos colores, i sobre todo amarillas i parduscas. Esas gredas, casi siempre blandas, quebradizas, mas o ménos arcillosas i micáceas, no esquistas, encierran moldes e impresiones de conchas (*cardium*) i tallos de vegetales; se encuentran tambien en ellas partes mui ferruginosas, que se concentran allí, formando zonas concéntricas curvas, mas o ménos irregulares, i que contienen a veces riñones de limonita de núcleo vacío o lleno de una arcilla ocreosa. La costra de esas bolas encierra a menudo, conchitas bivalvas i turritelas bien conservadas.

M. Crosnier ha encontrado en la isla de Quiriquina mantos calcáreos que contienen las mismas conchas que las gredas (b).

c) Greda mas dura, micácea, de un gris ceniciento, a veces azulejo con impresiones negras de tallos i hojas jeneralmente mui incompletas. Esta greda pasa frecuentemente a margas del mismo color, de grano escesivamente fino i áspero al tacto.

d) Conglomerados mui gruesos i pudingas con guijarros rodados, formados por restos de rocas primitivas.

e) Terreno granítico.

Depósito de combustible mineral.—En la parte inferior de este terreno, en la greda gris, (c) es donde se hallan los depósitos de lignita de Colcura i de Talcahuano.

Esas lignitas jeneralmente no forman mas que un solo manto explotable, acompañado de otro manto ménos poderoso i mas irregular. Es raro que estos mantos se eleven a mas de 2 o 3 metros sobre el nivel del mar, i casi siempre se hunden al oeste bajo el mar. La presencia de estas lignitas no se ha reconocido sino en un corto número de localidades; pero se ha constatado su existencia en las costas de Concepcion i de Valdivia, en las de la isla de Chiloé i últimamente en el estrecho de Magallanes.

Las únicas minas de lignita que hasta hoi han sido explotadas son:

A) Dos minas situadas en la costa oriental de la bahía de Talcahuano: una cerca de *Penco*, i la otra no léjos de Lirquen. Su explotacion nunca ha dado grandes beneficios i actualmente estan abandonadas.

B) La mina de *Talcahuano* cerca de la ciudad de este nombre, de la cual se estraen muchos miles de toneladas de lignita para el consumo de los barcos a vapor que navegan entre Chile, Bolivia i Perú.

C) La mina de las *Tierras Coloradas*, situada mas o ménos a medio camino entre la bahía de Talcahuano i la ciudad de Concepcion, a orillas del rio Andalien i que se explota con mucho órden i actividad.

D) Las minas la *Lota* i la *Lotilla* situadas en la costa de la Colcura a 36 kilómetros al sur de Talcahuano.

No haré aquí otra cosa que indicar los principales caracteres del yacimiento de las cuatro últimas minas, remitiéndome por mayores detalles al trabajo de M. Crosnier que se ha ocupado especialmente del exámen de estos depósitos de lignitas i del terreno que las contiene.

1.º *Mina de Talcahuano.* Al salir de la ciudad, el terreno con lignita forma un cerro a manera de promontorio que se estiende entre la costa i los aluviones modernos. Este promontorio tiene cerca de 40 metros de ancho solamente i otro tanto de altura sobre el nivel del mar.

Sobre los escarpes NO. de esta colina se ven aflorar dos mantos de combustible mineral que tienen cerca de un metro de potencia máxima cada uno, i que estan separados por greda (*tosca*) de un espesor de 5 metros próximamente; además se aperciben algunas trazas de combustible hácia la cima de la colina en contacto con una capa superficial de tierra vegetal.

Los dos mantos de lignita mantean al oeste; su estructura es mui irregular, i presenta en algunas partes, fallas i ondulaciones. El combustible que dan tiene los caracteres exteriores de una hulla de mediocre calidad: no se ven ni trazas de estructura lignitifera, ni impresiones vegetales de hojas o de tallos; es mui betuminoso, i al arder produce el olor característico a las lignitas. Por la carbonizacion no se aglomera, ni cambia de forma.

La greda de la parte superior de la colina es amarillenta manchada de pardo; contiene riñones mui ocreosos i fragmentos de conchas modernas. Pasa a arenas del mismo color i se halla recubierto en algunas partes por montones de conchas quebradas, de las mismas especies i variedades que las que diariamente arrojan las olas sobre la playa.

La greda sobre la cual reposa el manto de lignita inferior, i que constituye toda la parte baja del terreno, es una greda micácea que presenta en su fractura fresca, manchas carboníferas i a veces impresiones de hojas i de turritelas que parecen tener relacion con la especie que es tan comun en todo el terreno terciario de la costa de Chile.

Aun no se conoce el espesor de esa greda; un pozo practicado en el extremo norte de la colina i que tiene a lo ménos 30 metros, no la ha atravesado enteramente. Este pozo destinado a explorar el terreno i buscar nuevos mantos de combustible no ha dado ningun resultado, i, como al mismo tiempo los trabajos del manto principal fueron invadidos por las aguas, se abandonó la explotacion.

2.º Hasta el presente no se ha descubierto mas que un manto de lignita en la mina de *las Tierras Coloradas*, pero este manto presenta en su estructura mucho mas regularidad que los precedentes. Tiene 80 a 90 centímetros de potencia i corre de norte a sur manteano levemente hácia el oeste. Aflora sobre un escar-

pe semejante al de la colina de Talcahuano, i se le ha reconocido en una longitud de 120 metros próximamente, de norte a sur, i en mas de 80 metros de ancho. Esceptuando algunas partes vecinas a los afloramientos cuyo carbon es de mui mala calidad, este manto se compone de un carbon puro, lustroso en su fractura fresca, pero que concluye al contacto prolongado del aire; este carbon solo deja 1 a 2 por ciento de cenizas, i da en la destilacion mucho alquitran; arde fácilmente, produciendo una gran llama i esparciendo fuerte olor a lignita. Solo produce al rededor de $\frac{2}{3}$ del efecto de las hullas inglesas, i tiene el defecto de ser quebradizo i desmenuzable.

En el cielo i en las cajas del buen carbon se encuentran lechos de carbon impuro, arcilloso i esquitoso, mui piritoso, que se reduce a polvo al contacto prolongado del aire. Se trabaja en el lecho inferior i se deja el superior para sostener el cielo de modo que las galerías solo tienen 0.80 m. o 0.90 m. de altura; i se enmaderan inmediatamente las galerías, que cortan en ángulos rectos, dejando pilares de 10 a 12 metros de lado.

El carbon se embarca al salir de la mina en lanchas que bajan por el rio Andalien, i se le vende a la compañía de vapores en el puerto de Talcahuano.

3.º *Minas de Colcura*.—Las dos minas de lignita *la Lota* i *la Lotilla* se hallan en las mismas orillas del mar.

Las aguas de la alta marea llegan casi a la entrada de *la Lota*, que ha sido descubierta primero, i cuya explotacion podria dar grandes beneficios a sus propietarios. La fig. 2 da el corte de esta mina, tal como se presenta sobre los escarpes vueltos hácia el lado del mar i cuya altura no pasa de 12 a 15 metros. Todos los mantos escepto el de la superficie (A) mantean al N O. El carbon que dan los dos mantos D i F es enteramente semejante al de las Tierras Coloradas.

En la mina *la Lotilla*, situada mas o ménos a un kilómetro al norte de la precedente, no se encuentra mas que un solo manto cuyos afloramientos empiezan al nivel del mar i remontan hácia el E. SE.

Este manto parece ser mas regular i mas importante que los dos de *la Lota*, i tiene en algunas partes mas de un metro de po-

tencia; da un carbon de tan buenas calidades como las minas precedentes. Aun cuando esta mina no la hayan empezado a explotar sino en 1843 o 1844 se ven en ella galerías de mas de 50 metros de largo en la direccion N.NE., escavadas en ese mismo carbon, cuyos límites aun no se han reconocido.

En resumen, el exámen de los caracteres jeológicos i mineralógicos de estos depósitos de lignita nos conduce a suponer:

1.º Que deben su oríjen a algunas turberas cuya formacion corresponde a una época mui moderna.

2.º Que desde esa época la costa de Concepcion experimentó primero un hundimiento i despues un solevantamiento.

3.º Que hubo ademas derrumbamientos parciales, locales, que han destruido la horizontalidad de los mantos en la vecindad de los antiguos lagos i turberas de la costa.

§ 3. Terreno de cristalización de la costa

Contacto del terreno de cristalización con el terreno terciario.— Ya he dicho que todo el terreno de greda terciaria (tosca) i los depósitos de lignita descansan sobre un terreno de cristalización, que es el mismo que forma toda la línea de escarpes submarinos de la costa occidental de la América del Sur.

Examinando este último terreno en su contacto con el terreno terciario, se ve que su superficie de separacion es lisa i sigue los contornos de las masas graníticas en los sitios en que estas estan descubiertas, lo que prueba que la costa granítica de Chile presentaba ya en la época terciaria la misma configuracion que hoi dia.

La figura 3 indica la posicion respectiva de los diversos terrenos de la márjen izquierda del rio Bio-Bio frente al pueblo de San Pedro.

A) *Aluviones modernos*, formando un llano comprendido entre dos filas de colinas terciarias, de las cuales una corre de N a S a 12 o 15 kilómetros del mar, al otro lado del Bio-Bio i la otra costea la playa actual.

B) *Greda terciaria* de grano grueso, que contiene cerca del contacto con las rocas graníticas fragmentos angulosos de feldes-

pato i cuarzo, del mismo que forma vetas i filones en el terreno antiguo.

C) *Granito* descompuesto en el mismo sitio, i trasformado en gran parte en kaolinas i arcillas abigarradas de diversos colores i atravesado en todos sentidos por vetas i filones de cuarzo.

Dos grupos de rocas antiguas. — El terreno antiguo de los alrededores de Concepcion encierra dos grupos de rocas mui distintos:

1.º Cerca del mar i de la bahía de Talcahuano se encuentra:

a) Esquistas arcillosas, semejantes a las que accidentalmente se hallan en las Amolanas, en la Punta de la Ballena i en diversos puntos del norte de Chile.

b) Gneiss i micaesquistas.

El carácter esencial de este grupo consiste en que su conjunto presenta una estructura esquistosa con partículas onduladas e irregulares, cortadas i atravesadas por una infinidad de vetas i filones cuarzosos i feldespáticos.

2.º El segundo grupo se compone de granitos que afloran al sol mas o ménos a 12 kilómetros del mar al este de la ciudad de Concepcion i del pueblo de San Pedro. Estos granitos se desagregan fácilmente i envuelven a menudo núcleos mas duros, a veces sieníticos, o bien, mas cuarzosos que la masa de la roca, i en capas concéntricas. En estos granitos el feldespato es jeneralmente blanco, a veces azulado, con tres clivajes i mui quebradizo. La mica es blanca o negra, i el cuarzo vidrioso.

En el sur así como en el norte de Chile, se nota en las rocas antiguas la ausencia de piedras jemas i de toda otra especie mineral fuera del cuarzo, el feldespato i la mica que tampoco presentan nunca cristales bien formados; así como la presencia de oro nativo en los filones de cuarzo que lo atraviesan. La principal diferencia consiste en que, miéntras los terrenos antiguos del sur casi no contienen anfíbola ni filones de cobre, los del norte constan en su mayor parte de sienitas, dioritas, grüstein, i son mui ricos en minerales de cobre.

§ 4. Primera cadena de la Cordillera

Partiendo de Concepcion hácia el este se atraviesa toda la cadena granítica de las Cordilleras de la Costa que forma la prolongacion de la que intercepta el camino de Valparaiso a Santiago: es la misma cadena que a 80 kilómetros próximamente al norte de la capital de Chile se separa de la cadena de los Andes, i corre en seguida paralelamente a ella, prolongándose hasta la isla de Chiloé donde se trasforma en una série de islas, miéntras que el llano intermedio que en ese trayecto de 1200 kilómetros le separa de los Andes se sumerge bajo las aguas para formar el dilatado *golfo de Ancud o Corcovado*.

En la latitud de Valparaiso alcanza esta cadena una altura de mil metros próximamente, sobre el nivel del mar; pero desciende a medida que avanza hácia el sur i en los alrededores de Concepcion su altura máxima no pasa de 300 metros. Segun mis observaciones barométricas el cerro de Coligual, uno de los mas elevados entre Concepcion i el pueblecito de Yumbel situado al otro lado de la cadena, en el llano intermedio, tiene solo una altura de 246 metros. En cuanto al ancho de esta cadena alcanza cerca de 80 kilómetros.

El camino que conduce de Concepcion a Yumbel remonta primeramente el valle del Bio-Bio por la márjen derecha hasta el pueblecito de Hualqui, casi a 36 kilómetros del puerto, i deja entónces el rio, volviendo al noreste. El granito que en las cercanías de Concepcion es de grano grueso i de fácil descomposicion, pasa luego a rocas feldespáticas compactas, homojéneas, que presentan de vez en cuando divisiones paralelas que se hunden al SE. pero luego se vuelven a encontrar en medio de los granitos de grano grueso, de las arcillas i kaolinas provenientes de su descomposicion.

En el camino de Concepcion a Yumbel i casi a distancias iguales de estas dos ciudades se encuentra en el centro de las masas graníticas los antiguos lavaderos de oro de Millagüe que fueron explotados en tiempo de los primeros conquistadores de este pais. En los resíduos de estos lavaderos no se encuentran gravas de

rocas anfibólicas o minerales de fierro, tan abundantes en los lavaderos del sur, i solo se ven fragmentos de granito, cuarzo i pórfidos cuarzosos.

A 200 kilómetros mas al sur, en la rejion de los indios de Arauco, esta cadena de la Cordillera se halla compuesta casi enteramente de las mismas gredas i micaesquitas que se ven cerca de la bahía de Talcahuano. Por lo demas, no he encontrado en ninguna parte esas dioritas que son tan comunes en la parte norte.

La diferencia mas notable que presentan esteriormente esas dos partes de la cadena de la cordillera situada a una distancia de 600 kilómetros, es la hermosa vejetaçion que se observa en el sur i que es tan raquítica, o que falta completamente en el norte. Se debe esta diferencia a la lluvia que cae en casi todas las estaciones del año, miéntras que en el norte solo llueve en el invierno. Por eso toda la rejion desde Concepcion hasta 12 o 15 kilómetros de Yumbel se halla cubierta de bosques, viñas i campos cultivados i solo acercándose al llano intermedio se ven las pendientes orientales de estas montañas desprovistas de bosques, miéntras que en sus valles i profundas quebradas socavadas en medio de las arcillas provenientes de la descomposicion del granito, se oculta una vejetaçion aparragada.

Nunca se han visto en esas pendientes orientales como tampoco en el llano intermedio, que separa esta cadena de la de los Andes propiamente dicha, esos hermosos árboles, robles, pinos i laureles de diversas especies, que forman los grandes bosques de la costa i de la rejion sub andina.

§ 5 Llano intermedio i salto del rio de la Laja

Situacion de este llano i su descenso gradual hácia el sur. —

El llano intermedio que separa la cadena de los Andes de la cordillera de la costa se estiende desde el pié del cerro de Chacabuco hasta el golfo de Ancud en una estension de mas de 900 kilómetros. Se deprime gradualmente siendo de norte a sur i al mismo tiempo, su borde oriental se presenta siempre mas elevado que su borde occidental: así miéntras que Santiago está a una

altura de 558 metros sobre el nivel del mar, la altura de la ciudad de Rancagua, situada 105 kilómetros mas al sur, es de 475 metros, i la de Talca, distante 265 kilómetros en la misma direccion solo es de 95 metros.

La ciudad de Yumbel, de que ya hemos hablado, está a 86 metros de altura media, en la latitud de Concepcion, en el borde occidental del llano intermedio. Este llano, cuyo ancho en este lugar es casi de 50 kilómetros, se eleva sensiblemente hácia el este. Allí se encuentra el mismo terreno terciario que en Concepcion i Talcahuano, recubierto con aluviones de la misma naturaleza que los de Bio Bio.

Es de notar que durante el famoso terremoto de 1835 las ciudades de Concepcion, Talcahuano i Yumbel, construidas sobre el terreno terciario, fueron destruidas, miéntras que los pueblos de Hualqui i Rere en la cadena granítica de la Cordillera de la Costa como tambien la de Antuco, situada casi al pié del volcan del mismo nombre, en los Andes, no sufrieron ningun perjuicio. Luego, es presumible que los efectos de los temblores no dependen en este pais de la proximidad a los volcanes activos de los Andes, sino, mas bien, de la naturaleza del subsuelo, i talvez, de causas que actúan bajo la línea de los escarpes de la costa. Por eso, las ciudades chilenas que mas han sufrido en los últimos años, los efectos de los temblores, son las que se hallan situadas a orillas del mar como Valparaiso, Concepcion i Valdivia, i las que estan en el llano intermedio como Santiago, Talca, Chillan i Yumbel, etc.

Clima.—El clima de este llano, en la latitud de Concepcion, es todavia suave i templado, aunque las lluvias ya sean mucho mas frecuentes que en la parte norte del mismo. Las estaciones son mas marcadas i los vientos periódicos ménos irregulares que en la costa. Un viento del este (el *puelche*) se levanta desde el amanecer; a las nueve o diez de la mañana lo reemplaza un viento del sur que pasa poco a poco, aumentando de fuerza, a un viento del SO. o del oeste (la *travesía*). Este último, llega jeneralmente a su máximo de intensidad a las tres o cuatro de la tarde; despues se calma poco a poco. Las lluvias acompañan jeneralmente a los vientos del norte, que son bastante frecuentes

en el invierno i que destruyen la periodicidad de los vientos ordinarios.

Salto del rio de la Laja.—A 26 kilómetros al SE. de Yumbel i en medio del llano intermedio se halla el famoso salto del rio de la Laja. El rio de la Laja nace al pié del volcan Antuco, i descendiendo al llano alcanza un ancho de 120 a 150 metros. Corre primeramente por el fondo de un profundo valle socavado en numerosos yacimientos de arenas i de conglomerados modernos. Pero al llegar al medio del llano sus aguas se hallan casi al nivel de este último i corren sobre una roca superficial de conglomerados volcánicos cuyos fragmentos son de la misma naturaleza que las rocas volcánicas de Antuco. Este manto es duro, tenaz i recubre otros mantos terrosos o arenosos blandos i de fácil desagregacion. De esto ha resultado un escarpe vertical de 15 a 20 metros de altura sobre cuya superficie total se precipita el rio, ofreciendo un magnífico golpe de vista.

He aquí el corte del terreno que presenta la garganta en cuyo fondo se precipita el rio de la Laja, (fig. 4).

A) Manto superficial de aluviones i de tierra vegetal, con frecuencia mui delgado, i que, a veces, deja descubierto el de conglomerado (B).

B) Manto duro i tenaz de conglomerado compuesto de fragmentos i pedruzcos de rocas volcánicas, unidos por un cemento arcilloso que parece de origen volcánico. Esos fragmentos i pedruzcos son de la misma naturaleza que las actuales deyecciones del volcan Antuco. La estructura de este manto, los elementos que lo componen i la gran distancia a que se encuentra de los cráteres volcánicos de los Andes, nos demuestran que no ha podido formarse por un derrame de materias volcánicas fundidas, como se ha supuesto. Por lo demas, está desigualmente repartida en el llano i su espesor pasa, rara vez, de 13 a 15 centímetros.

C) Conglomerado mas blando en fragmentos mucho mas pequeños, pasando a tobas volcánicas.

D) Roca arcillosa blanda, de un color pardo oscuro, de estructura terrosa, conteniendo granos pisolíticos, ocreosos, de color mas claro que la masa.

E) Marga gris, áspera al tacto, semejante a la de abajo (*G*).

F) Greda terciaria (tosca) de un color gris ceniciento, desmenuzable, que se quebraja en todos sentidos, pareciéndose a las gredas con lignita de Talcahuano i de Colcura, con la cual se relaciona por su edad i su modo de formacion.

G) Margas grises de grano fino, que mancha los dedos, conteniendo muchas impresiones vejetales de tallos, cañas, etc.

El vapor de agua que moja i desagrega los mantos blandos i desmenuzables *D*, *E*, *F*, situados bajo el manto sólido de conglomerado (*B*), produce aquí un efecto análogo al de las aguas del Niágara que deterioran las esquistas situadas bajo los mantos calcáreos que forman el lecho del rio hácia arriba de la catarata. La destruccion progresiva de esos mantos *D*, *E*, *F*, ocasiona necesariamente, primero, rupturas i grietas, despues, derrumbamientos en los mantos superiores, i el salto de la Laja retrocede incesantemente hácia el pié de los Andes así como la catarata del Niágara se acerca al lago Erie.

El nivel del rio de la Laja mas arriba del salto i el de la superficie de los conglomerados (*B*) está a 102 metros sobre el nivel del mar.

A partir del salto de la Laja el llano intermedio parece elevarse algo mas rápidamente hácia el este, i se ven en su superficie algunos bloques de rocas volcánicas aislados, que provienen de los volcanes que solo aparecen en la línea de las cumbres de la cadena principal de los Andes. Este llano conserva su carácter de estepa o de *pampa* hasta una distancia de 15 o 20 kilómetros del pié de los Andes donde empieza a cubrirse de hermosos bosques semejantes a los del litoral de esta provincia. Esos bosques sub-andinos (*montaña sub-andina*) que empiezan en un terreno análogo a la greda terciaria de la costa, i cuya altura es de 160 a 170 metros, se elevan en seguida sobre las pendientes occidentales de los Andes hasta una altura de 1,000 metros aproximadamente.

§ 6 Cadena principal de Los Andes.—Terreno secundario

La hacienda de la Cantera situada a 298 metros de altura, está aun en el terreno moderno del llano intermedio. Partiendo de este punto hacia el volcan Antuco debemos dirijirnos hacia el NE, atravesando 18 a 22 kilómetros de terreno moderno compuesto en su mayor parte de pudingas con grandes piedras de bancos de arenas i gredas terciarias, i de algunos yacimientos superficiales de margas i arcillas cubiertas de hermosos bosques de robles. En Quirihue ya se deja este terreno.

Rocas del pié de los Andes en el límite oriental del llano intermedio. Conglomerados volcánicos modernos.—Al pié de los Andes se encuentra primeramente un enorme manto de los mismos conglomerados volcánicos que ya hemos visto en el salto de la Laja i que se muestran aquí en la superficie sin estar recubiertos de tierra vegetal. Este manto levemente inclinado hacia el este contiene fragmentos de rocas volcánicas ménos redondeadas i mas poderosas que en el salto de la Laja, i reunidos por un cemento arcilloso mui duro i tenaz; ademas encierra fragmentos de pórfidos abigarrados i otras rocas secundarias del sistema de Los Andes; su potencia es variable i en algunos puntos alcanza a 19 metros. Este mismo manto es de una estension mui limitada i creo que marca el lecho de un gran torrente debido a la destruccion de algunos diques o cerros volcánicos, talvez en la época del solevantamiento del gran cráter de Antuco.

En todo caso, la época de las grandes dislocaciones, a la que corresponde el oríjen de esos mantos de conglomerados volcánicos, debe ser mui moderna i posterior a la de las gredas terciarias del llano, puesto que no se encuentra ninguno de esos fragmentos de piedras volcánicas en las gredas i margas arenosas que recubren los mantos superficiales de conglomerados de Quirihue i del salto de la Laja.

Pórfidos secundarios de los Andes.—A dos kilómetros mas léjos se llega a las rocas secundarias que caracterizan el sistema de los Andes desde Copiapó hasta la latitud de Chiloé. Las primeras colinas pertenecen a la cadena de los Andes, cerca de Coi-

hueco, se componen de los mismos pórfidos abigarrados estratificados, que se vuelven a encontrar en los Andes de Coquimbo, de Copiapó i de Santiago.

La principal roca de este terreno, la que desciende hasta los puntos mas bajos de la cadena de los Andes, es un pórfido estratificado parduzco, coloreado de gris, verde o azulado i de matices variados en extremo. En él se encuentra diseminada una sustancia blanca, ya en cristaltos mui irregulares, o en pintas informes, ya en guías i en pequeñas masas amorfas irregularmente repartidas. Esta roca cambia continuamente de aspecto, pasando ya a brechas porfíricas abigarradas, ya a rocas mas homogéneas.

Tambien se encuentran en medio de esas rocas verdaderos amigdaloides i pórfidos zeolíticos con base de estilbita, así como pórfidos que contienen vetas i núcleos de jaspe i calcedonia. Entre otras variedades de rocas he encontrado en la misma localidad un pórfido en grandes cristales lustrosos i negros, que segun creo era uralita i que se encuentra en todas las latitudes de la cadena de los Andes de Chile i sobre todo en el valle del rio Pulido (Copiapó), en el Cerro de los Algodones (Coquimbo), en el Cerro del Convento (Cordillera de Rancagua), etc. La masa de este pórfido de Coihueco tiene un color gris algo verdoso, bastante homogéneo, salpicado de cristaltos de feldespato, rectangulares o cuadrados. Los cristales negros presentan los clivajes de la anfíbola i de la piroxena, viéndose al mismo tiempo interpuesta entre las láminas del clivaje una sustancia blanca i terrosa, en un todo semejante a la que se encuentra en los cristales negros del mismo pórfido en el norte de Chile. Ademas se nota en el pórfido de Coihueco, al lado de los cristales negros, algunas guías i cristales zeolíticos, lo que prueba que esta roca tiene el mismo oríjen i es contemporánea con los pórfidos zeolíticos i los amigdaloides, con los cuales se la habia asociado.

Este terreno de pórfidos abigarrados, estratificados, se encuentra en toda la base de la cadena de los Andes. Se le encuentra en el valle de la Laja hasta la ciudad de Antuco, cuya altura es de 541 metros, i se prolonga aun 13 kilómetros mas al este, hasta mas allá del fuerte de Vallenares a una altura de 825 metros. A dos kilómetros al este de este fuerte se ven surgir debajo de los

pórfidos estratificados masas de un granito diorítico completamente parecido al que soleventa accidentalmente los mismos pórfidos en el norte (por ejemplo: en Cerro San Gabriel en la Cordillera de San José i muchas localidades en las cordilleras de Coquimbo i de Copiapó). Esas masas graníticas se extienden a mas de 5 kilómetros al este, pasando al otro lado del torrente de Malalcura i van hasta el pié del volcan Antuco donde se hunden de nuevo bajo esos pórfidos estratificados. Estos últimos ya empiezan a presentar notables modificaciones en sus colores, estructuras i composiciones, i pertenecen al grupo de los terrenos que entran en la descripcion del volcan Antuco.

Conjunto de sistemas desde el mar hasta el volcan Antuco. — Recapitulando todo lo que precede sobre el sistema de terrenos que acabamos de recorrer desde el mar hasta el volcan Antuco. solo se ve una repeticion de los mismos fenómenos jeológicos que hemos consignado ya en nuestras memorias precedentes sobre la composicion de esos mismos cerros en la parte norte de Chile, i especialmente en las provincias de Santiago i de Valparaiso. Siempre son masas graníticas que encierran algunos depósitos terciarios que constituyen la primera cadena de montañas llamada Cordillera de la Costa; despues viene un gran llano compuesto de terrenos modernos e inmediatamente en seguida empieza el grupo de los pórfidos abigarrados, estratificados i secundarios, solevantados i accidentados por granitos dioríticos, grupo que constituye la cadena de los Andes propiamente dicha.

SEGUNDA PARTE

VOLCAN DE ANTUCO

§ 7. Situacion i configuracion exterior del volcan Antuco

Situacion del volcan con respecto a la cadena principal de los Andes.—El volcan de Antuco está situado mas o ménos a 25 kilómetros del llano intermedio al este de la línea en que se encuentran los primeros pórfidos abigarrados secundarios; es el punto culminante de la cadena de los Andes, entre el volcan de Villarrica, situado a mas de 200 kilómetros al sur de Antuco, i el de Chillan que está casi a 130 kilómetros al norte. Es de notar, sin embargo, que la línea de separacion de las aguas de los Andes pasa mas o ménos a 12 kilómetros mas al este por las crestas de la Cordillera de Pichachen, cuya altura apénas escede de 2000 metros.

El volcan de Antuco está situado al SO, en la *Sierra Velluda* i es difícil observar un contraste mayor que el que presenta este conoide de superficies algo convexas i mui unidas, cuya cima, ennegrecida por las escorias, lanza bocanadas de humo i llamas; i la *Sierra Velluda*, masa informe cubierta de ventisqueros, erizada de picos i cortaduras i rodeada de rocas cortadas a pico i rajadas, formando columnas casi verticales.

Forma exterior del Volcan.—Acercándose al volcan Antuco, sea desde el oeste por el valle de la Laja, sea desde el este por el del rio del Pino, se distinguen tres partes distintas en la configuracion de este cerro, a saber: 1.º el macizo de la cadena de los Andes que sirve de base a otras partes; 2.º el *cono inferior* o gran cono cuya circunferencia de base tiene 15 a 20 kilómetros i cuya superficie está inclinada 15, 20 o 25 grados a lo mas sobre

el horizonte; 3.º el *cono superior* o pequeño cono, cuya base tiene cerca de 2 kilómetros de circunferencia i cuyos flancos se inclinan 30º o 35º sobre el horizonte.

Pendiente occidental.—El eje del cono superior, en vez de coincidir con el del cono inferior, parece colocado algo mas al oeste que este último. Por lo demas los dos conos estan cortados hácia el oeste de manera que no presentan mas que una sola pendiente escesivamente rápida, que empieza casi al borde del cráter, baja hasta el pié del cono inferior, i luego se hace ménos pronunciada, continuando hasta el fondo del valle de la Laja. Por el lado de este escarpe se halla un contra-fuerte a cuyo pié se ve una hermosa planicie, el *llano de Chancai*, con algunas espesuras de árboles. Este contra-fuerte ha dividido una gran corriente de lavas (fig. 6) en otros dos, de las cuales una (A) llega al pié de una cascada que forma el rio de la Laja precipitándose de un lago situado a la altura de la base del cono inferior, i el otro (B) hace un rodeo hácia el SO., pasa al pié de la *Sierra Velluda* i vuelve a bajar al valle de la Laja casi a un kilómetro al oeste de la primera (A).

Pendiente oriental. Lago de Antuco i llanura anular al pié del gran cono.—Por el contrario, hácia el este se encuentra, primeramente, un hermoso lago de 8 a 10 kilómetros de largo por 2 a 300 metros de ancho, a lo mas, que rodea en forma de semicírculo la base del cono inferior i lo separa de los cerros de los alrededores. Las pendientes de éstos, que miran hácia el volcan, son mui empinadas i casi verticales en muchos sitios. El lago de Antuco no es sino una especie de receptáculo de agua alimentado por los torrentes i arroyos que descienden, los unos, de las pendientes orientales de la *Sierra Velluda*, i los otros, de diversas cordilleras situadas en la línea de separación de las aguas en los Andes. En este lago es donde nace el rio de la Laja cuyas aguas forman, como acabo de decir, una hermosa cascada al estrellarse contra los bloques de lava de la corriente (A).

Llanura anular al pié del pequeño cono.—Mas arriba, en el contacto de los dos conos, se ve un llano anular cubierto de nieves perpétuas o de ventisqueros, que, considerando algunas grietas que se encuentran, tienen, a lo ménos, 30 metros de espesor; este

llano está limitado hácia el lado del gran cono por un parapeto cuyo borde oriental se eleva a 10 o 15 metros sobre la superficie de las nieves de la parte oriental del llano.

Pendientes rápidas del cono superior. — Esta parte horizontal del llano apénas tiene 150 metros de ancho; se levanta en seguida para unirse a las pendientes rápidas del pequeño cono, cuya superficie no presenta hácia el sur, el este i el noreste mas que una masa de hielos cortados por numerosas grietas i barrancos.

Pero esta masa que deslumbra por su blancura, no alcanza a los dos tercios de la altura del cono superior, i la parte superior del volcan está compuesta de una masa de escorias negras i dilatadas.

Altura de la rejion de las nieves eternas. — Es digno de notar que en las pendientes orientales de los dos conos, la rejion de las nieves eternas descende a mas de 400 metros bajo el borde superior del cono, miéntras que a fines del verano, las pendientes occidentales i setentrionales se hallan, por lo jeneral, desprovistas de ventisqueros.

Altura de los principales puntos del volcan Antuco. — He aquí las alturas sobre el nivel del mar, de los principales puntos del volcan Antuco i de los macizos de los alrededores, determinadas por mis observaciones barométricas:

	Metros
Pueblo de Antuco, situado en el fondo del valle de la Laja, en medio de pórfidos estratificados secundarios.....	541
Fuerte de Ballenares, situado en la rejion de los cipreses i de los célebres pinos de tranco. Aparicion de masas graníticas.....	825
El punto mas bajo que alcanzan las dos corrientes de lava en el valle de la Laja	985
Llano de Chancai, al pié de un gran contra-fuerte por el oeste.....	1,136
Nivel del lago de Antuco en el extremo NE. cerca de Corralon	1,403

	Metros
Límite de las nieves eternas en las pendientes SE. del gran cono i en las de la <i>Sierra Velluda</i>	2,019
Borde superior del gran cono, correspondiendo con la base del cono superior i la parte horizontal del llano anular cubierto de nieve.....	2,427
Cima del cono superior a un centenar de metros del cráter.....	2,718
Cordillera de Pichachen, situada a 12 kilómetros al este del volcan Antuco i marcando la altura que alcanza la línea de separacion de las aguas de los Andes	2,043

Corte jeneral desde el pié de los Andes, por la parte oeste, hasta la línea de separacion de las aguas.—Si examinamos ahora, el corte jeneral de la cadena de los Andes (fig. 5) se ve que a partir del pueblo de Antuco el fondo del valle del rio de la Laja sube insensiblemente hasta el pié del volcan Antuco, i que desde este punto se hallan sucesivamente:

1.º Pendientes rápidas que se elevan casi sin interrupcion desde el fondo del valle hasta la cima del cono superior del volcan; casi a 20 metros debajo de esta cima se encuentra una abertura lateral donde se escurren las materias en fusion.

2.º La cima del cono superior en medio del cual se encuentra la abertura del cráter: los bordes de esta cima se levantan, por el este i hácia el NO. estan notablemente enderezados i escotados.

3.º La pendiente oriental del cono superior, cubierta de escorias volcánicas negras en la parte superior, i de nieves eternas en la base.

4.º El llano circular de que he hablado mas arriba i que termina por:

5.º El reborde del gran cono truncado.

6.º Los flancos orientales del gran cono, algo combados cerca de su borde superior i presentando en seguida hasta el lago de Antuco una inclinacion mas suave que la del cono superior.

7.º El lago de Antuco.

8.º Mas allá del lago, los escarpes casi verticales de rocas que forman, alrededor del gran cono, una cadena circular, interrumpida.

pida por el valle del rio del Pino i terminando en el macizo de la *Sierra Velluda*. (Fig. 5.)

9.º Un ancho valle mui abierto que separa esta cadena de rocas de la cordillera de Pichachen, cuya cresta marca la línea de separacion de las aguas del sistema de los Andes.

§ 7. ROCAS QUE COMPONEN EL VOLCAN DE ANTUCO I LOS

MACIZOS DE LOS ALREDEDORES

Tres grupos de rocas. — Las rocas que componen el volcan Antuco i los macizos que lo rodean forman tres grupos diferentes, a saber:

I. Rocas que se hallan fuera del gran cono.

II. Rocas que componen el cono inferior.

III. Rocas que constituyen el cono superior i las masas salidas del cráter.

I. *Grupo de rocas secundarias anteriores al solevantamiento del volcan.* — Ya hemos visto a los pórfidos secundarios del sistema de los Andes, atravesados i accidentados por los granitos del fuerte de Ballenares, recubrir enseguida a esos mismos granitos cerca del volcan de Antuco. Solo al llegar al contrafuerte del llano se encuentran modificaciones notables en la estructura i la composicion de esos pórfidos.

En este lugar se encuentran mantos mui regulares, levemente inclinados hácia el centro del volcan. El pórfido que allí abunda, se compone de una pasta gris, compacta, con cristalitos diseminados, blancos, sin brillo, cuadrangulares o irregulares. Se hallan tambien cristales de feldespato vidrioso, mui abundantes en ciertos mantos, pero que faltan completamente en otros, miéntras que no se encuentra en esas rocas ni anfíbola ni piroxena; la olivina es mui comun; se halla diseminada en todas las variedades de rocas en partículas amorfas vidriosas, de un color verde botella i traslucientes; tiene en su fractura fresca mucho brillo, pero se empaña sensiblemente i pierde su traslucidez al contacto prolongado del aire.

Otro carácter que distingue estas rocas de todas las que com-

ponen el sistema de los Andes, léjos de los volcanes activos, es su estructura mas o ménos escoriácea. El interior de los poros es siempre opaco, liso i no contiene nunca zeolitas u otras sustancias estrañas.

Al este del volcan Antuco, en la cumbre de la cordillera de Pichachen, se vuelven a hallar, por el contrario, pórfidos estratificados de pasta compacta, sin olivina ni partes porosas i dilatadas, i en cristales de estructura terrosa o lamelar, pórfidos que presentan los mismos caracteres físicos i la misma composicion que los pórfidos estratificados que forman el centro del sistema de los Andes en el norte. Este terreno se encuentra aun mas caracterizado en el intervalo que separa los cerros de Pichachen i de Antuco, i sobre todo en el ángulo formado por la confluencia de los valles de Trapa-Trapa i del rio del Pino, donde se tiene el siguiente corte del terreno:

a) Roca homogénea compacta de fractura astillosa, plana o concoide, formando dos mantos de 8 a 10 metros de potencia i dividiéndose en prismas verticales mui irregulares. Esta roca es ya, de un color verde-parduzco sucio, de estructura mui compacta, dando en la fractura fragmentos angulosos de aristas mui agudas; ya, de un gris ceniciento claro, algo amarillento, de estructura un tanto terrosa, i presentando siempre divisiones prismáticas verticales;

b) Brecha porfírica abigarrada en fragmentos angulosos azules, verdes, pardos i rojizos, de diversos matices incrustada en una masa porfírica verdosa. Esta roca completamente semejante a las brechas del terreno secundario de la parte inferior de los Andes en las provincias del norte, forman bancos mui densos sin dividirse, como los precedentes, en prismas verticales;

c) Conglomerado compuesto de granos pequeños de diversos colores, teniendo el aspecto de una greda semi-cristalina. Esos granos son jeneralmente angulosos de aristas obtusas; i los hai verdes i blancos, pero como los primeros se hayan en esceso, la roca presenta un tinte mas o ménos verde o azulajo. Las partículas blancas parecen ser de feldespato; se las ve, a veces, volverse terrosas, i la roca, en tal caso, se trasforma en una greda mui blanda que se reduce a polvo;

d) Pórfidos abigarrados con riñones de jaspe verde, semejantes a los del río de los Cipreses i a los pórfidos del cerro de las Ollas en las cordilleras al frente de Rancagua.

Esta localidad se halla mas o ménos a 6 kilómetros al SE. de la base del cono inferior del volcan. Bajando despues al valle del río del Pino, siguiendo su curso, se ve en la márjen izquierda, rocas negras i parduzcas que de léjos, presentan el aspecto de mantos basálticos. Estas rocas son pórfidos que se rajan normalmente al plano de los mantos i cuyo color se ennegrece u oscurece al contacto del aire. El punto mas notable es el pié de un escarpe a 2 kilómetros al SSE. de la base del cono grande, situado cerca de la confluencia del estero de Pichonquines con el valle del río del Pino (fig. 7). Allí se distinguen:

(A) La costra o manto superficial formado por grandes bloques de superficies curvas.

(B) La roca que se divide en prismas regulares pero curvas.

(C) Las puntas o estremidades de los prismas que tienen la forma de cuadriláteros o de pentágonos irregulares.

Todo este escarpe, cuya altura no escede de 30 a 40 metros, se compone de un pórfido de pasta gris compacta algo terrosa con cristaltitos irregulares, a menudo cuadrangulares, blancos, lamelares. Este pórfido no contiene ni olivina, ni piroxena, ni anfíbola, ni zeolitas; tampoco se ven en él esos poros i cavidades que caracterizan, como luego lo veremos, a las rocas de los dos conos del volcan.

Los escarpes situados al otro lado del mismo valle no presentan divisiones prismáticas; pero se ven en su parte superior ondulaciones de mantos en zig-zag i partes fracturadas (fig. 8).

II. *Grupo de rocas que componen el cono inferior.*—Pase-mos ahora a las rocas que componen el cono inferior o el gran cono del volcan Antuco, i empecemos por el flanco SSE. de este cono, por el lado de la Sierra Velluda i del lugar llamado Sitio de la Cueva. En este lugar las rocas que salen al sol son pórfidos semejantes a los que acabamos de hablar, de pasta compacta, un poco terrosa, de un color pardo-chocolate o gris matizado, con pequeños cristales blancos, lamelares opacos i con un débil lustre nacarado.

Estos pórfidos se agrietan en todos sentidos, siguiendo líneas de curvatura esférica de gran radio (fig. 9). La roca es quebradiza i de fragmentos angulosos mui irregulares de fractura concoidea.

Esta misma roca se raja tambien a veces, segun superficies planas de direcciones variables i agrupadas al rededor de ciertos puntos de modo que presentan capas concéntricas, quebradas en tablas de diversas dimensiones (fig. 10).

A medida que uno sube en la pendiente SE. del gran cono, el pórfido cambia de aspecto; se carga mas i mas de olivina, luego empieza a presentar en su interior cavidades i oquedades mas i mas numerosas, i por fin cambia de color i toma el aspecto de lavas i escorias volcánicas.

A partir de las orillas del lago se observa la misma sucesion de rocas en los flancos orientales del gran cono.

Por el contrario los flancos del norte i del nor-este, mucho mas cercanos al centro del volcan, presentan en la estructura de sus mantos inferiores, alteraciones que no vuelven a encontrarse en tan alto grado sino a una altura considerable por el lado este i sud-este. Así pues, cerca de Corralon en el extremo norte del lago, las rocas estan impregnadas de olivina i llenas de poros i oquedades. Ciertos mantos son ondulados i dejan entre sus superficies de separacion anchas concavidades B. (fig. 11) superficies de concavidades de paredes vitrificadas, fundidas o escorificadas en parte, que talvez deben su oríjen a las llamas i vapores.

Por fin, otros mantos de 2 a 4 metros de potencia estan cubiertos en la superficie de escorias negras i de una costra, medio fundida, miéntras que su interior, se compone de una masa porfirica, litoídea cuya pasta se raja segun superficies curvas, irregulares, i no contiene sino mui poca olivina.

III. *Grupo de rocas que componen el cono superior.*—No nos queda mas que echar una ojeada a las materias que componen el cono superior i que corren del cráter actual.

Aunque este cono se encuentra cubierto de hielos hasta mas de dos tercios de su altura, dejando a descubierto solo sus flancos del oeste, donde es completamente inaccesible, si se juzga, sin embargo, segun la naturaleza de los derrumbamientos que se

producen de tiempo en tiempo por ese lado, así como por lo que se puede ver por las grietas de los hielos, i segun la inclinacion de las pendientes de este cono, se adquiriera la certidumbre de que éste está formado por masas salidas en el estado pastoso, de materias esponjadas i escorificadas, de bloques de materias medio fundidas lanzados del interior del cráter, i de una inmensidad de productos inconexos, de lápilis i de cenizas volcánicas. La mas abundante de estas materias, la que cubre particularmente la cima del cráter i el borde superior del gran cono, es una escoria mui porosa, desmenuzable, que a veces se vuelve parduzca o toma tintes irisados al contacto del aire, i que a menudo contienen en su interior filamentos mui finos o feldespato vidrioso.

Los dos grandes chorros de lava que bajan por las pendientes occidentales del volcan hasta el fondo del valle de la Laja son de una naturaleza diferente. Cada uno de ellos tiene cerca de 2 kilómetros de longitud. Su ancho es mui variable i la que baja del norte debe tener mas de 200 metros de ancho al pié del cerro. Su espesor es igualmente, mui variable pero rara vez pasa de 3 metros a 3.50.

Esos dos chorros forman capas mui onduladas i quebradas que ya se encorvan i tuercen rodando sobre sí mismas volviendo su concavidad hácia abajo, ya se despliegan i se estienden presentando superficies onduladas. La superficie de estas corrientes está cubierta de escorias i oquedades, miéntras que el centro es siempre ménos poroso, de un color negro mas oscuro i a menudo presenta un lustre semi-vidrioso. Un exámen mas profundo permite reconocer ahí tres variedades de lavas: la primera, la que predomina es litoídea; la segunda, está compuesta, en su mayor parte, de feldespato vidrioso i de olivina incrustada en una masa semejante a las traquitas ordinarias; por fin la tercera variedad, de una densidad superior, de un color un poco mas oscuro i de lustre semi-vidrioso, con la apariencia de una escoria.

Estas lavas no se presentan en corrientes, sino en las pendientes occidentales del volcan, pero se encuentran grandes bloques de ellas, con un volúmen que a veces pasa de 20 metros cúbicos, en todas las pendientes de los dos conos i a la orilla del lago.

Fuera de esos bloques disformes i angulosos que el cráter lanza

i proyecta por todos lados tambien se encuentran, aunque raramente, *lágrimas volcánicas*, fragmentos mas o ménos redondos ovoides i mas fundidos que los precedentes. Sus superficies bien unidas i lisas, presentan pequeñas grietas perpendiculares a su eje mayor, i al mismo tiempo pliegues en espiral o indicios de torceduras provenientes, sin duda, de un movimiento de rotacion que estos cuerpos, han debido sufrir al caer. Es mui raro encontrar enteras esas lágrimas batavias; pero se hallan muchos fragmentos de ellas; poseo una que pesa mas de un kilógramo i que he recojido casi a un miriámetro del cráter.

La abundancia de olivina en el volcan de Antuco me ha inducido a analizar este mineral. Lo que sobre todo me ha llamado la atencion es la semejanza que presenta con la olivina que se encuentra en el fierro meteórico de Atacama. Ambos son amorfas, tienen el mismo color, la misma fragilidad, la misma trasparencia i la misma tendencia a empañarse i desagregarse por el contacto prolongado del aire; su polvo es igualmente claro, algo amarillento, i son igualmente atacables por el ácido clorhídrico con formacion de sílice jelatinosa; el ataque por el ácido ya se nota en frio i se efectúa totalmente i sin dificultad en caliente.

El análisis de estas dos variedades de olivina da:

	Olivina del fierro meteórico de Atacama	Olivina de Antuco
Sílice	0,400	0,407
Magnesia.....	0,467	0,397
Protóxido de fierro	0,133	0,193
	1,000	1,000

La facilidad con que este mineral es atacado por los ácidos lo distingue del verdadero peridoto.

Para terminar lo relativo a la descripcion de las rocas del volcan Antuco, agregaré que todas las pendientes de los dos conos, las orillas del lago i todos los cerros de los alrededores, sobre todo en el este, hasta mas allá de la línea de las cumbres de la cordillera de Pichachen, (en un radio de mas de 16 kilómetros), estan cubiertas de escorias menudas de lápilis i de cenizas escesivamente

livianas que son arrastradas por el viento a distancias considerables. Esas materias negras o de un negro gris, rara vez parduzco, contienen, a veces, pequeños cristales de feldespato, mui imperfectos.

Es de notar que, miéntras las materias pastosas i pesadas se desbordan por las pendientes occidentales del volcan, a causa de la rapidez de esas pendientes i de la posicion del cráter, las cenizas *lápilis* i escorias menudas, son arrastradas al este i noroeste por los vientos periódicos del suroeste, que reinan en esta parte de los Andes. Los mayores trozos de esas escorias se amontonan en el gran parapeto del cono superior; otros mas livianos se detienen al pié del cono i a orillas del lago; i las cenizas mas ligeras pasan la línea central de los Andes i caen sobre sus vertientes orientales. Probablemente es de la descomposicion de esas materias, de donde resulta la capa de tierra superficial que existe en los cerros i valles de los alrededores, i que se cubre de hermosísimos pastos en el verano.

Resumen. Caracteres distintivos de estos tres grupos de rocas.—Resumiendo lo que precede, se ve que los tres grupos de rocas que componen el volcan Antuco i los macizos de los alrededores, pueden definirse de la manera siguiente:

(A) *Rocas que se hallan fuera del radio de la base del cono inferior.*—Estas rocas son las mismas que las que constituyen el terreno de pórfidos secundarios (*pórfidos abigarrados*) en toda la cadena de los Andes de Chile. No contienen olivina, i no presentan en su interior ningun indicio de poros u oquedades; algunas ofrecen divisiones prismáticas análogas a las de los basaltos.

(B) *Rocas que componen el gran cono o cono inferior del volcan.*—Estas rocas, en jeneral, porfíricas, estan caracterizadas: 1.º por la presencia de olivina; 2.º por una estructura mas o ménos esponjosa i escoriácea; 3.º por la frecuente presencia del feldespato vidrioso; 4.º por una tendencia particular a rasgarse segun superficies curvas. Forman mantos regulares que parecen inclinarse todos hácia el centro del volcan, i concurren a formar un grupo que por todos lados se encuentra córtado i separado del precedente por valles i barrancas mas o ménos circulares (1).

(1) Todas las rocas del llano de Chancai pertenecen a este grupo i no al precedente.

(C) *Rocas que componen el cono superior i las deyecciones modernas.*—Este grupo comprende las lavas, escorias i cenizas que se escapan o que son proyectadas del interior del volcan; constituye toda la cumbre del volcan, el reborde del gran cono, dos corrientes de lava en las pendientes occidentales, i la capa superficial de todo el macizo de Antuco i de los cerros vecinos.

§ 8. ESCURSION AL VOLCAN ANTUCO EL 26 DE FEBRERO DE 1845

Aunque esta rejion sea ménos difícil de recorrer que en la época en que fué visitada por M. Pöppig, cuesta trabajo encontrar los guías i los recursos necesarios para emprender una escursion a la parte de los Andes que se hallan a grandes distancias de los centros de poblacion i léjos de las vias de comunicacion. El único camino que pasa cerca del Antuco es el que conduce a las salinas que se hallan a 80 o 100 kilómetros al otro lado de la cadena de los Andes en el país de los Pehuenches, atravesando un gran desierto habitado por tribus de indios nómades e independientes. Fué hácia fines de Febrero de 1845 cuando, volviendo de un viaje a la antigua Araucanía, resolví visitar el volcan de Antuco, descrito por Pöppig, en su viaje a Chile, al Perú i a lo largo del rio de las Amazonas en 1827-1831 (*Reise in Chile, Perú und auf dem Amazonenströme während del Jahre 1827 1832*).

Tuve la suerte de encontrar un buen guía i caballos, gracias a la obsequiosa hospitalidad del señor Tagle que administraba en esa época la hacienda de Las Canteras perteneciente al señor jeneral Búlnes, actual Presidente de la República.

Partimos de Las Canteras el 26 de Febrero a medio dia, i el mismo llegamos ántes de ponerse el sol al pueblo de Antuco. Este pueblo es el último punto habitado en los Andes; se hallan ahí unas cincuenta familias cristianas que viven del cultivo de los campos i de los pocos recursos que les procura el comercio de la sal, i el tejido de algunas gruesas telas de lana. Se encuentran ahí algunas chozas de indios recién sometidos i aun medio salvajes.

Una órden del señor intendente de Concepcion dirigida al comandante de Antuco me proporcionó como guía al mismo Becerra que acompañó al señor Pöppig en sus escursiones. Becerra

no era ya el pobre hombre oscuro de que habla el viajero. Los servicios que habia prestado en la guerra contra los indios, las relaciones que mantenía con ellos desde la niñez, etc., le habian valido el título i las atribuciones de *capitan de amigos*, con un pequeño sueldo, i en consecuencia, ejercía una especie de autoridad entre los indios que viajaban o levantaban sus tiendas en el territorio de la República. Por lo demas, hombre fuerte i vigoroso, aunque octojenario, conservaba siempre el mismo valor frente a frente de los hombres i el mismo temor a la vista del volcan, de lo que dió pruebas al señor Pöppig.

Acompañado de Becerra i de otro guía tomado en Las Canteras partí del pueblo de Antuco con mi alumno i compañero de viaje, don Manuel Munizaga, el 27 de Febrero, mui temprano, i subimos por el valle de la Laja, estudiando los cortes de pórfidos abigarrados i zeolíticos que ahí se ven sombreados por árboles de altas copas. A 12 kilómetros de Antuco nos detuvimos en el fuerte Ballenares para examinar el granito que, en este lugar, penetra los pórfidos secundarios, i encontramos ahí los mismos cipreses (*Thuia Andina*, *Pappig*) que jeneralmente crecen cerca del límite de la vejetacion en las cordilleras de Rancagua i de Santiago. A la sombra de esos cipreses i a las 11.30 el barómetro marcaba m. 0.8951 i el termómetro centígrado 21°. A 4 kilómetros pasamos la quebrada llamada Estero de Malálcura, cuyas aguas forman una hermosa cascada en medio de rocas graníticas; i a la una de la tarde llegamos al Fuerte Viejo donde en otros tiempos se hallaba el puesto mas avanzado que los españoles se vieron obligados a defender durante tres siglos de guerras contra los indígenas. Un sol ardiente obligó a nuestra jente a abrigarse en un bosquecillo de *peumos* (laúrho *peumus*) a 2 kilómetros de Fuerte Viejo, i yo aproveché el tiempo, examinando los mantos porfíricos que reaparecen en este lugar i recubren las masas graníticas del fuerte Ballenares, e hice un croquis del volcan Antuco (Lám. VI fig. 1).

A esta hora el volcan estaba en plena actividad; cada 8 a 10 minutos lanzaba grandes bocanadas de humo i de tiempo en tiempo producía ruidos como de cañonazos disparados a gran distancia. Segun decian los indígenas, hacia muchos años que el volcan no

tomaba una actitud tan amenazadora como desde algunas semanas.

Se concibe por qué, estando cortados los dos conos en ese lado por una sola pendiente, escesivamente rápida se les ve en el dibujo, tomado desde lo alto de un cerro en la proximidad del Fuerte Viejo, confundidos en una sola masa formando un cuerpo con la parte inferior del cerro que lo sostiene. Se distingue ahí, sin embargo, el borde superior del gran cono que viene de detras del cono superior i que lo rodea, dejando entre ellos un estrecho valle anular.

Me he asombrado de no encontrar en las rocas tan próximas al volcan, huellas bien pronunciadas de la accion volcánica. Ahí no se ven mas que dos mantos macizos de pórfidos semejantes a los de los alrededores del pueblo de Antuco, alternando con otras rocas mas homojéneas i compactas. Estas rocas son en jeneral mui onduladas, desviadas i quebradas en diversos puntos.

El mismo dia, ántes de ponerse el sol, llegamos al llano de Chancai donde pasamos la noche al pié de los escarpes compuestos de rocas que ya presentan en su estructura caracteres comunes a las rocas del gran cono, i empleaba una parte de la noche en observar las erupciones que no cesaban de repetirse cada 10 o 20 minutos durante todo el tiempo que permanecimos ahí.

El cielo estaba hermoso i sereno; soplabá con bastante fuerza un viento del oeste que de cuando en cuando, arrojaba hácia el este las columnas de humo i dejaba en descubierto la llama que alumbraba la cima del volcan.

Como a las diez de la noche, cesó completamente el viento, i he aquí los fenómenos que pude observar a cada nueva erupcion del volcan.

Empezaba por apercibirse un resplandor o llama rojiza que alumbraba la boca del cráter, o que se elevaba a una altura poco considerable sobre la cumbre, sin producir chispas ni proyectar materias incandescentes. Algunos segundos despues se oía un ruido semejante a un cañonazo i 3 o 4 segundos despues se veía salir del cráter una espesa columna de humo que tomaba enseguida la forma de un cono invertido i subía, rotando en torno de su eje hasta una altura que parecia ser mas o ménos igual a la

mitad de la altura aparente del cerro. Este humo se hacia mas i mas claro i concluia por desaparecer no dejando tras ella mas que una nube que se cernia ya a una inmensa altura sobre el volcan, i en ese momento se veia aparecer una viva claridad al borde del cráter o mas bien algo mas bajo que éste. Esto que primeramente, no aparecia sino como un punto luminoso, brillaba solo un instante i se estinguia enseguida o reaparecia mas abajo, extendiéndose bajo la forma de una cinta delgada i ondulada, diversamente coloreada. Estos puntos o cintas luminosas rara vez llegaban a la media falda del cono superior, i no aparecian en todas las esplosiones i emisiones de humo. Sucedia a veces, tambien, que el cráter se cubria de un hermoso resplandor i que las materias en ignicion se desbordaban por la abertura lateral situada cerca de la cumbre sin que estos fenómenos fueran precedidos de esplosiones subterráneas.

En este punto del llano de Chancai i a las 6 de la tarde el barómetro marcaba m. 0.6687 i el termómetro centígrado 18°.

El 28 de Febrero volvimos a emprender la marcha a las 7 de la mañana. Un sendero difícil, estrecho i tortuoso que pasa por dos corrientes de lavas, nos condujo en ménos de dos horas al lugar donde el rio de la Laja surge del lago al pié del gran cono. Este lugar se puede citar como uno de los mas pintorescos de los alrededores de Antuco. Ahí se descubren a la derecha del camino, el volcan i su cráter; a la izquierda, al otro lado del torrente, enormes rocas cortadas a pico, dividiéndose en columnas prismáticas; i en el fondo del valle un hermoso lago, rodeando la base del gran cono.

Empleamos casi tres horas en recorrer todo este valle circular que separa el cono inferior del volcan de los macisos que surgen al otro lado del lago. El camino pasa por la misma orilla del lago i está cubierto de menudas escorias que se aplastan bajo los cascos de los caballos sin herirlos.

Eran las 12 del dia cuando llegamos al otro extremo del lago cerca del lugar llamado Sitio de la Cueva. Nos detuvimos en medio de una pradera sembrada de arbustos, perteneciente ya al territorio de los indios Pehuenches i encontramos ahí un cacique i varios salvajes acampados al aire libre. Vimos tambien numero-

sas tropas de vacas i caballos i una cabaña que servia de abrigo a sus cuidadores. Dos pequeñas avestruces que se domesticaba en la cabaña nos hicieron notar la proximidad de la Patagonia, o, por lo ménos, que esos indíjenas mantenian relaciones con las tribus indias que habitan los desiertos del otro lado de los Andes conocidos con el nombre de *Las Pampas*. Algunos pequeños regalos hechos a los indios nos pusieron al abrigo de toda hostilidad de su parte, gracias a la prudencia i a la firmeza de Becerra.

El sol estaba ardiente i una calma perfecta reinaba en ese sitio, abrigado por todos lados con enormes rocas. Nos encontrábamnos al pié de la Sierra Velluda cuya cima i pendientes cubiertas de nieve i hielos deslumbraban la vista. Al lado, el volcan Antuco presentaba (figs. 2 i 3) un aspecto completamente diferente del que se ve por el oeste. De este punto, se apercibian los dos conos superpuestos; el cono inferior de enormes dimensiones, truncado, cubierto de nieve; el cono superior pequeño, negro, algo semejante a una pirámide, por la presencia de algunas aristas salientes, provenientes de las grietas i barrancos que surcan su parte inferior. Desde el mismo sitio se apercibian las aguas azules del lago de Antuco i las paredes casi verticales de las rocas que se elevan al otro lado del lago, formando una cintura alrededor de la base del cono.

A la 1 en la choza precitada, el barómetro marcaba m. 0.6488 i el termómetro 23°6; el cielo estaba hermoso, las erupciones se repetian cada 20 o 30 minutos, i las columnas de humo se dispersaban sin dejar las menores trazas de nubes.

Miéntnas nuestra jente, molestada por el calor, dormia la *siesta* bajo los arbustos, recorrí una parte del valle del rio del Pino e hice el cróquis del volcan (fig. 2).

Antes de emprender la excursion del volcan creí útil examinar con mas atencion los cerros situados al este del volcan i de adelantar mis escursiones hasta la línea de separacion de las aguas en los Andes. En consecuencia partimos el mismo dia hácia las 4 de la tarde, remontando el valle del rio del Pino. A 6 kilómetros del pié del gran cono dejamos a la derecha, primero el valle de Trapa-Trapa, despues el del rio de las Damas i entramos en un tercer valle que baja del norte i que separa los cerros que ro-

dean el volcan, de la cadena de las cordilleras de Pichachen. Pasamos la noche al pié de esta cadena sin sentir frio ni notar los menores síntomas del malestar llamado *puna* que se experimenta jeneralmente en los parajes cercanos a la línea de las cumbres de los Andes.

Una suave pendiente, fácil de escalar, conduce a la cumbre de la cordillera de Pichachen donde llegamos al siguiente dia 29, temprano, despues de hora i media de ascension. La mañana era magnífica, una calma perfecta reinaba en la atmósfera, el cielo tenia un color azul oscuro i se veian columnas de humo que se elevaban verticalmente del gran cráter del Antuco. Sobre el cordon de cerros que rodean el lago Antuco se apercibia el cono superior negro por arriba i cubierto de hielo en su base, así como la parte superior del gran cono, igualmente cubierta de hielo, i afectando una forma convexa (fig. 4).

Aunque la punta en que estábamos se hallaba sobre la misma línea de separacion de las dos vertientes de la cadena de los Andes no se veia ahí ni la menor traza de nieve. El barómetro colocado en una grieta de la roca en el punto culminante de la cresta, marcaba m. 0.59765 a las 9 de la mañana i el termómetro 8°6 (las observaciones hechas a la misma hora al nivel del mar en el puerto de Coquimbo daban para la altura barométrica m. 0.76000 i para la temperatura 21°0) (1).

(1) Para evitar los errores que habrian podido provenir de las variaciones diurnas del barómetro i de que la altura barométrica no ha sido determinada con exactitud para esta parte de la costa, preferí basar mis cálculos sobre las observaciones hechas directamente en Coquimbo al nivel del mar. Al efecto partí con un barómetro de Buntén dejando otro en Coquimbo a mi amigo don Luis Troncoso, que se encargó durante mi ausencia de anotar diariamente la altura barométrica i la temperatura, a las nueve de la mañana, a las doce i a las tres de la tarde, en tanto que por mi parte hacia en cuanto me era posible, a las mismas horas, las observaciones que debian servirme para determinar la altura de los puntos de estacion. Por medio de esas observaciones simultáneas constataba en seguida que la diferencia que se observaba entre las variaciones barométricas en Coquimbo i Valparaíso en los meses de verano en que no llovía eran poco considerables i pasaban rara vez, de 1 milímetro.

Desde el lugar en que acababa de hacer mis observaciones apercibía al norte la *Cordillera de Alico* cubierta de nieves eternas, al sur la *Cordillera de Lonquimai*, igualmente cubierta de nieves perpétuas, i al sureste la *Cordillera de la Laguna de Curilipi*, sin nieves i compuesta de mantos casi horizontales cuya estratificación se veía distintamente.

Un arroyito que nace en la pendiente oriental del cerro de Pichachen vierte sus aguas en el *Estero de Moncol* que corre por un valle i contiene, al decir de los vecinos de Antuco, aguas termales que poseen grandes virtudes medicinales. A 40 kilómetros mas o ménos, siguiendo este valle, se llega a *Choy-Choy-Malin* donde se hallan las primeras rucas de los indios pehuenches conocidos por su bravura i ferocidad. Por este valle es por donde pasa el camino que conduce a las salinas en el territorio de esos mismos indios, cuyo jefe o cacique principal, se hace pagar un tributo en trigo por los que van a buscar sal. Las salinas estan a cuatro jornadas a lomo de mula, de la cumbre del cerro de Pichachen; consisten en lagos salados, situados en medio del desierto, en una rejion accidentada, i cuyas márgenes estan cubiertas de costras de sal. A corta distancia de Choy-Choy-Malin, el camino que seguía hasta el valle de Moncol se bifurca; una de sus ramas se dirige hácia el sur i conduce a las salinas i a las pampas; el otro baja por el valle del rio Neuquen i se dirige hácia las provincias de San Luis i de Buenos Aires.

Por lo demas, todo el resto de este pais no ha sido visitado por ningun jeógrafo ni naturalista. No se le conoce sino por el viaje de don Luis de la Cruz que trató de reconocer todo el desierto, a principios del siglo, con el objeto de abrir una via de comunicacion directa con Buenos Aires. Grandes dificultades i privaciones sin nombre lo desviaron del camino que se proponia seguir; pero dejó indicaciones mui importantes sobre esa rejion que serian de gran utilidad para quien quisiera emprender ahora el mismo viaje con un propósito científico i comercial (1).

(1) «Viaje a su costa del alcalde provincial del mui ilustre cabildo de Concepcion de Chile, don Luis de la Cruz, desde el fuerte de Ballenar hasta la ciudad de Buenos Aires.»—Buenos Aires, 1835, 4.º

A escepcion del volcan Antuco, que es el único cono volcánico que se aperece desde la cumbre del cerro de Pichachen, toda la cadena de los Andes está compuesta aquí, como en Coquimbo, de pórfidos estratificados con escarpes por el lado del oeste, sin basaltos, ni traquitas, ni corrientes de lavas.

Bajando de la cumbre del Pichachen tuve tiempo todavía de examinar las rocas pertenecientes a esta cordillera i especialmente las de los valles del *rio del Pino* de Trapa-Trapa, de Pichonquines, etc. El mismo dia volvimos al pié del gran cono i pasamos ahí la noche en un estrecho barranco cavado entre ese cono i la Sierra Velluda. Durante la noche se mantuvo mas en calma que en los dias precedentes; las esplosiones no se sucedian sino a largos intervalos, i el reborde del gran cono las ocultaba a nuestra vista.

El viejo Becerra no estaba dispuesto a acompañarnos en nuestra ascension al volcan; todo el dia anterior se habia quejado de los dolores de pies i del pecho, i en la tarde encontró entre los guardas de las tropas, un jóven pastor para reemplazarlo i acompañar al otro guía que habíamos tomado en Las Canteras.

El 2 de Marzo, despues de dejar a Becerra al cuidado de los caballos i mulas nos pusimos en marcha al despuntar el dia, yo, el señor Munizaga i nuestros dos guías, provistos de un baston i de algunos víveres. Ademas yo llevaba mi barómetro.

Segun dicen los lugareños el cono superior habia experimentado grandes modificaciones desde hacia poco tiempo. Masas de escorias que anteriormente formaban un anillo alrededor del cráter (i que los indíjenas llamaban *el sombrerito*), se habian formado enormes grietas en los hielos i las rocas, tanto en los flancos del cono superior, como en su union con la sierra Velluda. Un sendero que subia entre esos dos cerros i que dos años ántes era practicable para los caballos hasta una altura considerable, estaba entónces obstruido por enormes trozos de rocas recientemente derrumbados i ofrecian al viajero un paso escesivamente fatigoso i difícil de franquear, lo que nos obligó a dejar nuestras acémilas al pié del gran cono.

La mañana era fresca, el cielo claro i despejado de nubes i un viento glacial del este (llamado *puelche*) nos azotó en el momento

en que nos pusimos en marcha. El sol apenas empezaba a subir detras de los Andes cuando llegamos a una altura de 1,800 metros en la pendiente meridional del gran cono, en el punto en que por última vez se ven algunos arbustos i un hermoso prado.

Despues de algunos momentos de reposo proseguimos la marcha cerca de las 7 de la mañana; salvo algunos puntos en que la roca, saliendo al sol, forma escarpes algo incómodos para trepar, caminamos sin dificultad durante una hora sobre detritus de productos volcánicos i lavas esponjosas.

Al llegar a la altura en que encontramos los primeros hielos que bajan por las quebradas sobre las pendientes SE. del gran cono, nos detuvimos para determinar la altura de este punto que encontré era de 2,019 metros. No se puede tomar esta altura como el límite de las nieves eternas en la latitud de Antuco, por que a esta misma altura gran número de montañas de los alrededores estan jeneralmente desprovistas de nieve durante el verano. Los primeros hielos que encontramos formaban parte de una enorme masa de nieves que llenaban el fondo de una ancha hondonada por el lado de la Sierra Velluda. Son solo circunstancias puramente locales las que influyen en la conservacion de los hielos depositados entre dos cerros contiguos.

A partir de esta altura, las pendientes se hacen mas rápidas i a un centenar de metros mas arriba, empiezan a cubrirse de nieves eternas no solo por el lado sur i sureste, sino tambien por el este. Llegando a este punto la superficie de la montaña se hace mui inclinada, resbalosa i difícil de trepar. En esta pendiente se hallan dos enormes quebradas llenas de nieve i siguiendo una jeneratriz del gran cono en un ancho de 200 metros, una cresta que, estando mas espuesta a la accion del sol i del viento que las demas partes de la montaña, se encuentra desprovista de nieves i de hielos durante todo el verano. Esta cresta conduce a la cumbre del cono inferior i al gran parapeto que forma el borde de este cono, cubierto, como ya lo he dicho, por un monton de escorias i de materias incoherentes, en las que uno se hunde hasta las rodillas.

Eran cerca de las 9 cuando llegamos ahí. El sol empezaba ya a incomodarnos, i el viento se dejaba sentir por el sur. Como toda

la superficie de este borde del gran cono está compuesta de colinas redondeadas i de concavidades cónicas llenas de nieve, pude suspender mi barómetro en una de esas concavidades, abrigado por el norte i el este. La observacion hecha a las 9 i media me dió para la altura barométrica, m. 0.57550 i para la temperatura 19°4. La observacion hecha el mismo dia a las 9 de la mañana, en Coquimbo, al nivel del mar, dió para la altura barométrica, m. 0.76220 i para la temperatura 20°25 lo que corresponde a un altura de 2,427 metros para el borde superior del gran cono.

Desde este punto veia a un centenar de metros delante de mí todo el cono superior, con su cráter que redoblaba su actividad desde el amanecer (fig. 5). Las esplosiones se sucedian cada 10 o 15 minutos; a cada una, se veia aparecer primero un humo blanco semi-transparente, que se elevaba a una altura poco considerable, despues otra columna de humo negro que parecia salir del centro de la primera i que ascendia con gran fuerza i rapidez a una altura tres o cuatro veces mayor que la del humo blanco. La salida de esta columna de humo negro iba acompañada de un ruido semejante al que produce el vapor de agua saliendo por la válvula de una poderosa caldera de vapor. Se producian tambien proyecciones de grandes piedras que, volviendo a caer sobre las paredes del cono superior, rodaban con espantoso estrépito hasta el borde del gran cono, o que, pasando ese borde, no se detenian sino al pié del cerro i cerca del lago; en fin, de tiempo en tiempo, se apercibian porciones de cenizas i arenas volcánicas que arras-tradas por el viento del este volvian a caer sobre los flancos del cerro.

Cuando reanudamos el camino, un fuerte viento del SO., i sobre todo grietas i derrumbamientos recientemente producidos en la pendiente SE. del cono superior, nos impidieron buscar por ese lado un paso para llegar a la cumbre del volcan, i nos obligaron a replegarnos al este para alcanzar la pendiente NE. del cono, que parecia ser mas accesible, al decir de los guías. Al efecto, bajamos por colinas de escorias que forman el borde superior del gran cono, i seguimos sobre la nieve el valle circular que separa ese borde de la base del pequeño cono. Este valle que tiene mas de un miriámetro de circuito exterior termina en los

grandes escarpes del NO. que cortan todo el cerro, i no presenta ninguna corriente de lava semejante a las que descienden al valle de la Laja. Pudimos atravesar este llano con la mayor facilidad, no encontrando otros obstáculos que algunas grietas entreabiertas en los hielos i que atravesamos sin trabajo. Avanzamos primero unos 800 o 1,000 pasos por una pendiente escesivamente suave i apénas sensible, que luego se hace mas rápida i que a unos 100 metros mas arriba se desvia formando un ángulo de 35 o 40° con el horizonte. Esta pendiente rápida está cubierta de nieve i hielo incrustados de escorias volcánicas i de lápilis que facilitan la subida. En este punto uno de nuestros guías, el jóven pastor, dió un pié en falso que por poco no le fué funesto, i rehusó seguirnos mas léjos.

Sin embargo no habia todavia verdadero peligro, i fué solo a una altura de 250 a 300 metros sobre la base del pequeño cono cuando empezamos a encontrar obstáculos serios. Eran enormes grietas de m. 0.60 a 2 metros de ancho, de las cuales algunas tenían mas de 15 metros de profundidad i que atravesaban la masa de hielos mezclados con escorias que forma la cumbre del volcan. La fig. 12 da una idea de la disposicion jeneral de esas grietas cuyos bordes son mui resbalosos. Para sobrepasar esos obstáculos es preciso costear las grietas hasta que se encuentre una parte bastante estrecha para poder franquearla; i a menudo sucede que uno se encuentra asi enredado en una red de grietas cuya salida no se vé.

Eran cerca de las once cuando llegamos cerca de la cumbre del volcan. Entónces nos fué absolutamente imposible pasar por el lado del sur o por el del noreste, i el viento del oeste que a esa hora soplaba con violencia, lanzaba por encima del borde del cono superior piedras i escorias que rodaban alrededor de nosotros por los flancos de la montaña con una rapidez i un estrépito espantosos. Sin embargo, continuamos trepando sobre masas de escorias i de hilos cuya superficie trasformada por el calor del sol en húmeda i resbaladiza nos esponia a frecuentes caidas; pero habiendo llegado mas o ménos a un centenar de metros de la cumbre, el encuentro de grietas infranqueables i de enormes piedras que volaban alrededor de nosotros, nos determinaron a limitar

ahí nuestra ascension. Tomamos un corto descanso en una cavidad bastante profunda para abrigarnos i lo aproveché para colocar ahí mi barómetro que me indicó una altura de m. 1.55140 a la temperatura de 13°0 (la observacion hecha el mismo dia a las 3 de la tarde al nivel del mar en Coquimbo habia dado m. 0.75620 i 21°0) lo que da una altura de 2,718 metros, i me hace creer que la de la cumbre del cono superior, que cambia todos los años de forma i elevacion, no pasaba entónces de 2,800 metros.

Una tempestad que se desencadenaba sobre nuestras cabezas, esplosiones que se sucedian cada 10 o 15 minutos, acompañadas de ruidos subterráneos i leves temblores del suelo bajo nuestros pies, una lluvia intermitente de cenizas i de escorias, bocanadas de vapores i el silbido de las piedras, nos acompañaron en nuestro peligroso descenso.

No describiré los inútiles esfuerzos que en seguida hicimos para remontar hasta el cráter por la vertiente sur. Prefiero completar la descripcion del volcan Antuco con los siguientes detalles tomados al señor Pæppig, que en 1828 tuvo la fortuna de llegar casi al borde mismo del cráter:

«La cumbre del volcan termina por una pequeña meseta circular en medio de la cual se eleva un cono truncado, formado por fragmentos de lava superpuestos, i cuyas paredes exteriores, de casi 16 metros de altura, son tan empinadas que no pudimos alcanzarlo sino valiéndonos de pies i manos. El borde superior de ese cono cuando mas tiene solo 3 metros de espesor i la pared interior del cráter es casi vertical. Tendiéndonos en el borde para examinar el interior del cráter, vimos rocas abigarradas, de todos colores; unas presentando anchas rayas de un color rojo de cinabrio sobre un fondo pardo oscuro, otros, en forma de filamentos negros i lustrosos, bajando verticalmente i formando redes en la superficie las primeras. Azufre de un hermoso color amarillo anaranjado, formando ya costras irregulares, ya estalactitas, ramos o hermosos dibujos en un fondo negro, cubria los ángulos salientes de las rocas. Se veia igualmente sobre el borde exterior del cráter, azufre en hojas de un amarillo verdoso plantadas verticalmente sobre troncos de la misma naturaleza escesivamente finos i de algunas líneas de altura, i agrupadas de modo que presenta-

ban el aspecto de una cantidad de jóvenes plantas fanerógamas.

«El abismo cuyo fondo descubríamos cada vez que un viento favorable arrojaba a un lado los vapores que se desprendían, nos pareció tener mas de 30 metros de profundidad. El fondo estaba cubierto de arena oscura, presentando en dos puntos opuestos dos aberturas cilíndricas que daban salida a los vapores. Estos salían también i en mayor cantidad por una abertura de forma elíptica practicada en la pared vertical del abismo i en parte velada por estalactitas i columnas de lavas.

«A escepcion de una brecha practicada en el cono anular que los chilenos llaman *el sombrero*, pude dar la vuelta al rededor de este cono i le encontré una circunferencia de cerca de 600 pasos. Este cono es ligeramente elíptico i su eje mayor está dirigido en direccion este-oeste. La brecha o grieta que lo interrumpe por el lado norte tenía cerca de 20 pasos de ancho i daba salida a las lavas incandescentes. Por el lado norte el flanco de la montaña presentaba a 250 o 300 metros debajo de la cumbre, anchas aberturas por las cuales, de cuando en cuando, se veía salir lavas, produciendo una viva claridad que se apercibía de lejos a una distancia de mas de 50 kilómetros del volcan.

«Mientras nos encontrábamos en el cerro anular vimos dos explosiones acompañadas de fuertes temblores; una gran masa de humo de un color negro i azulejo salía por las grietas interiores del cráter i rodaban, elevándose con mucha fuerza aunque sin ruido, hasta una altura considerable; este humo tenía un olor sulfuroso, un sabor ácido i excitaba la tos. Venía en seguida una calma momentánea, durante la cual apenas se desprendían algunos chorros aislados de vapor, claros i diluidos, por las grietas mas anchas del cráter; luego, inmediatamente despues, se sentía una gran sacudida i se elevaba rápidamente una columna de vapores blancos inodoros i una lluvia de arena blanca, i fragmentos de lava que pesaban hasta 15 gramos. Esta columna se elevaba, apenas a una treintena de metros de altura, aunque salía con un ruido veinte veces mas fuerte que el que produciría la abertura de la válvula de la mas poderosa máquina a vapor. Apenas empezaban a disminuir los vapores blancos cuando se veía sucederle un humo negro que salía por todas las grietas del cráter; i esas

alternativas de emision de vapores blancos i de humos negros se sucedian con 4 o 5 minutos de intervalo. Es de presumir que los mismos fenómenos se reproducen entre las grandes erupciones.»

Para tornar a nuestro viaje, descendiendo de nuestra ascension al volcan examinaba por segunda vez los bordes del lago de Antuco i las dos corrientes de lavas A i B (fig. 6) que bajan sobre las pendientes occidentales de la montaña. Consagré principalmente el dia siguiente a estudiar las modificaciones que aquí experimenta el terreno secundario, de un lado, por la vecindad de rocas volcánicas; del otro, por el contacto de masas graníticas que lo solevantan; en fin, empleé un tercer dia en el exámen del terreno de las brechas porfíricas i de los pórfidos de los alrededores de Coihueco, donde queria constatar la identidad con el terreno de pórfidos abigarrados de la parte setentrional de los Andes de Chile.

§ 9. REFLECCIONES SOBRE LA NATURALEZA, LA EDAD I LA SITUACION JEOLÓGICA DEL VOLCAN DE ANTUCO

Tres épocas jeológicas.—Resumiendo todo lo que precede sobre la situacion, la forma i la naturaleza de las rocas del volcan Antuco, se puede deducir de ello consecuencias que arrojarán algunas luces sobre la edad jeológica i el modo de formacion de este cerro.

Se ve primero que se pueden distinguir ahí tres épocas de formacion:

A la *primera* corresponden las rocas que se hallan fuera de la base del gran cono i debemos relacionar a la misma época el macizo de la sierra Velluda i los cerros situados al oeste del llano de Chancai. Esta formacion es anterior, no solo a la aparicion del volcan sino tambien al solevantamiento de los Andes.

A la *segunda* formacion pertenece el gran cono; la posicion de este grupo de rocas data probablemente de una época moderna, posterior a la del solevantamiento de los Andes i contemporánea con la aparicion del volcan.

En fin la *tercera* formacion se compone de las deyecciones posteriores al solevantamiento del volcan i a la abertura del cráter actual. Comprende todo el cono superior, la gran barrera de escorias, el borde del cono inferior, dos grandes corrientes de lava que bajan por las pendientes occidentales del cerro i toda esa capa superficial de escorias menudas i lápilis que cubren los cerros de los alrededores. Necesariamente es a esta última época, a la que corresponde la formacion de los conglomerados volcánicos del alto de la Laja, de Coihueco, i de varios depósitos modernos del valle de Antuco.

Las materias que entran en la composicion del volcan Antuco son mui refractarias.—El exámen de las rocas que componen el volcan Antuco demuestran que son mui refractarias. Eso se debe también a que el terreno en el medio del cual se ejerce la accion de la fuerza volcánica es algo calcáreo, un poco ferrujinoso, pobre en metales alcalinos i probablemente cargado de magnesia, de ahí viene la ausencia de la piroxena i de basaltos, de anfíbola, de zeolitas, de obsidiana i de corrientes de lavas homojéneas compactas, habiendo tenido el mismo grado de liquidez que las de los volcanes del viejo continente.

Por lo demas, no se puede atribuir esa ausencia al estado pastoso bajo el cual salen los principales productos de su cráter, a la escesiva elevacion de este último sobre el nivel del mar, puesto que la altura del volcan Antuco es inferior a la del Etna.

A qué se debe la principal dificultad para explicar la formacion del gran cono.—La principal dificultad consiste en explicar la formacion del gran cono, es decir, de esa parte del macizo volcánico, cuya edad se remonta a una época intermedia entre aquellas en que la accion de la fuerza volcánica empezó a manifestarse en la cumbre de los Andes, i la que corresponde a las deyecciones modernas. La misma dificultad se presenta para explicar la naturaleza i el oríjen del lago Antuco que no debe confundirse con los lagos ordinarios de los terrenos volcánicos, lagos cuya forma siempre mas o ménos circular i su posicion en el centro de solevantamientos de igual forma, nos hace mirarlos como antiguos cráteres de volcanes apagados. El lago Antuco, al contrario, es anular i, léjos de ocupar el centro del macizo volcá-

nico, baña la base del cono inferior i marca el contacto de dos formaciones. No se puede tampoco considerar a este lago como un simple colector de agua, contenido en un valle de erosion; pues el macizo de Antuco i las montañas adyacentes son mas elevadas que la línea de las cumbres de los Andes que se halla a 12 kilómetros al este del volcan, i es evidente que las aguas en lugar de atravesar ese valle anular e intermedio habrian encontrado por el este una salida mas fácil que por el oeste.

El gran cono ha sido mas regular i mas completo de lo que es actualmente.—Los flancos este, sudeste i noroeste del cono, presentan pendientes suaves que no se empinan sino a cierta altura en que toman una curvatura un poco esférica a consecuencia de las deyecciones modernas i de las nieves que las recubren. Si los flancos oeste i sur presentan perfiles diferentes, eso se debe a que por el oeste hubo grandes derrumbamientos que han destruido una gran parte de los dos conos, i que por el sur, el volcan Antuco se encuentra mui cerca del gran macizo de la *Sierra Velluda* que estriba en la base del gran cono. Este último ha debido ser en otro tiempo casi regular i solo por dislocaciones posteriores a su formacion es como ha sido destruido en su parte oeste.

El gran cono no está formado de deyecciones volcánicas.—Basta echar una mirada sobre las rocas que componen el gran cono por el lado donde ha conservado su forma regular, para apercibirse que difieren mucho de las deyecciones modernas del volcan. Se reconoce tambien fácilmente que esas rocas no se hallan actualmente en la posicion que ocupaban en el momento de su formacion, lo que indica, por lo demas, el contraste de la forma cónica de esta parte del cerro con la de los cerros de los contornos. Queda por saber en qué época las materias que constituyen el gran cono han tomado la forma i la posicion que presentan a nuestros ojos, i si se les debe considerar como productos de deyecciones volcánicas anteriores al sollevamiento del gran cono, o como rocas preexistentes metamorfoseadas en su sitio por la accion de la fuerza volcánica local.

Modificaciones graduales en los pórfidos que componen el gran cono.—Para resolver esta cuestion, acordémosnos que, examinando las rocas que salen al sol por el lado del este i del sudes-

te en la base del cono inferior, es decir, en la parte del gran cono que se halla mas alejada del centro de la accion volcánica, encontramos esas rocas semejantes todavía a las situadas al otro lado del valle circular, a las rocas porfíricas de la primera formacion; despues esas rocas a medida que se elevaban i se acercaban a la chimenea central del volcan, se cargaban mas i mas de olivina, i se ponian mas i mas porosas.

Los mantos del gran cono estan inclinados hácia el centro del volcan.—Desgraciadamente el macizo del Antuco no presenta desgarraduras semejantes a las del Val-del-Bove (Etna) en cuyo interior se pueda leer la historia del cerro en escarpes compuestos de millares de estratas. Aquí mas de los tres cuartos de las pendientes tienen superficies bien unidas, cubiertas de detritus o de nieves eternas, i el resto, las del noroeste estan cortadas de tal suerte que la cortadura es inaccesible o recubierta de materias incoherentes en su mayor parte descompuestas. Sin embargo, se puede reconocer fácilmente que en donde quiera que las rocas porfíricas, impregnadas o no de olivina, salen al sol cerca de la superficie del gran cono, estan inclinadas hácia el centro del volcan.

Escarpes laterales que parecen indicar las grietas i rupturas alrededor del gran cono.—Se nota ademas, que en ciertos lugares en que esos mantos salen al sol, en las pendientes orientales del gran cono, especialmente a alturas que no pasan de 40 a 50 metros sobre el nivel del lago, esos mantos forman escarpes de 3 a 4 metros de altura i parecen horizontales porque los planos de sus escarpes son verticales i perpendiculares a los radios de secciones horizontales del cono. Esos cortes de rocas porfíricas duras, sólidas i que no se desagregan por el contacto del aire, no han podido provenir sino de ciertas grietas i rupturas producidas perpendicularmente a las jeneratrices del cono. Así mismo es probable que el modo particular bajo el cual esas rocas se quiebran en la superficie de los escarpes resulten mas bien de las fuertes sacudidas que han debido experimentar en el momento de su ruptura que de la contraccion producida por el enfriamiento. En todo caso es de notar que esos escarpes del gran cono, aunque poco numerosos i estensos, se hallan frente a los grandes escarpes

continuos, cortados a pique que circundan el gran cono al otro lado i que se elevan a una altura considerable, constituyendo el límite de la primera formacion.

Las materias que constituyen el gran cono forman mantos densos i regulares, miéntras que las deyecciones actuales forman masas pastosas o capas mui irregulares. — Agreguemos que mantos de esta especie de 2 a 3 metros de potencia regulares de superficies planas, paralelas entre sí, i de una estructura uniforme en todo su espesor, no pueden confundirse con las deyecciones del volcan, de las cuales las únicas corrientes de lava que descienden al valle de la Laja, no forman sino mantos encorvados, mui irregulares, dilatados, cubiertos de escorias, i llevando el carácter de sustancias pastosas i mal fundadas.

Nos parece, pues, demostrado que una gran parte, a lo ménos, del cono inferior por el lado del este se compone no de deyecciones volcánicas propiamente dichas, sino de rocas preexistentes a la apertura del cráter, rocas que habiendo pertenecido al sistema jeneral de los Andes, han experimentado en la época de la formacion del volcan un reblandecimiento i un solevantamiento local, i modificaciones notables en sus caracteres mineralójicos.

Nociones teóricas sobre el solevantamiento del gran cono i de la formacion del cráter de solevantamiento. — Admitido esto, he aquí de qué manera podria darse cuenta de la formacion de las diversas partes del macizo de Antuco i de su posicion relativa.

El volcan Antuco es ciertamente de un oríjen moderno, perteneciente probablemente a la última época terciaria. No fué sino muchos siglos despues del solevantamiento de los Andes, cuando la causa que mantiene actualmente en actividad los volcanes del sur de Chillan, actuando siempre a lo largo de la cadena central de los Andes, concentró su fuerza en este punto de manera que sus efectos empezarán a hacerse sentir en la superficie.

Cualquiera que sean la naturaleza de esta causa i las circunstancias que determinaron la concentracion de su fuerza en este punto, ella no ha podido actuar sino por medio de dos agentes que tiene el poder de reproducirse incesantemente con una enerjía capaz de levantar las montañas. Esos dos agentes son el calor i la

presion. Miétras que la primera no hace sino operar la fusion de las materias en medio de las cuales se desenvuelve, la segunda tiende a dar espacio a los fluidos elásticos que se desprenden i a vencer los obstáculos que existen. Ademas como la fuerza producida por la compresion de esos fluidos, debe actuar con la misma intensidad en todos sentidos, es imposible que desde el principio ejerciere su accion esclusivamente en el sentido del cráter actual del volcan, i, por consiguiente, ha debido tender primero a producir mas bien un vacío interior esférico que un vacío estrecho cilindrico de dos a tres mil metros de altura semejante al que sirve actualmente de chimenea al volcan. Aun admitiendo la accion mas corrosiva del fuego i de los vapores, es absolutamente inconcebible que estos últimos estuvieran en el caso de abrir una abertura redonda i un paso a traves de la gruesa costra del cerro, ántes de producir otros efectos incomparablemente mas poderosos que la apertura del cráter. Se sabe que una caldera a vapor al llegar a punto de producir una esplosion nunca empieza por abrir un agujero circular en una de sus paredes, sino que estalla a la vez en toda la línea de menor resistencia de la envoltura i que, tambien, ántes de abrirse, tomaria una forma esférica si los poros fueran perfectamente estensibles.

De ello resulta que el primer efecto de la fuerza volcánica ha debido ser la de formar una especie de bóveda hemisférica, presentando desde el centro a la circunferencia, la siguiente sucesion de mantos:

- (A) Rocas semi-fundidas que tapizan el interior de la bóveda
- (B) Rocas pastosas.
- (C) Rocas reunidas i soldadas entre sí.
- (D) Rocas agrietadas i que sufren en su sitio cambios moleculares.
- (E) Rocas sólidas i frias, ejerciendo toda la resistencia que pueden presentar las masas situadas fuera de la esfera de la accion volcánica.

Este estado de cosas se prolongó hasta el momento en que la presion interior sobrepasó a la resistencia de los mantos D i E. Se concibe entónces que en ese momento:

- 1.º Una gran parte de la bóveda esférica, hallándose soldada i

dispuesta en una sola masa, debió toda ella moverse, estenderse i levantarse, comprimiéndose mas o ménos por el lado de las mas fuertes masas que la retenian, i dilatándose por el lado de la menor resistencia.

2.º Ese solevantamiento de la parte semi fundida, ablandada i soldada, ha sido acompañado de la ruptura concéntrica de las masas frias superficiales i sólidas.

3.º Siendo la parte superior de la bóveda la de menor resistencia, es fácil darse cuenta del paso de la forma esferoidal a la forma cónica, i de la apertura del cráter en la cumbre del cono.

Esta primera abertura del cráter que dió salida a masas inmensas de vapores, debió tener mui grandes dimensiones; pero luego despues empezó un nuevo período durante el cual, si el volcan hubiera podido producir lavas bien líquidas, esas lavas se habrian desbordado por los flancos del cono de solevantamiento, disminuyendo la rapidez de sus pendientes i emparejando las aristas del cráter; pero léjos de eso, no habiendo los productos de deyeccion llegado a la cumbre sino en el estado pastoso o de materias dilatadas a medio fundir, ellas en lugar de esparcirse en los flancos del cerro, empezaron por estrechar la abertura del cráter, i formaron luego, al rededor de esta abertura, un monton que, creciendo, se trasformó en un segundo cono, mas pequeño que el primero i con pendientes rápidas, debidas a la naturaleza pastosa de las sustancias que lo componian.

Aplicacion de la teoría precedente a la formacion del volcan Antuco.—Así, en la época que precedió al solevantamiento del gran cono de Antuco, no diferia en nada de lo que es actualmente en la mayor parte de su estension. Las pendientes mas rápidas estaban por el lado del oeste i las mas suaves por el este; tambien es probable que el macizo dominante era el de la sierra Velluda. En una palabra, la mayor resistencia se hallaba por el lado sur i la menor por el oeste i noroeste.

De ello resulta que, una vez solevantado, la masa soldada, resblandecida que formó largo tiempo la bóveda interior, dejó una línea de fallas i de grietas en la circunferencia, i conservando su forma cónica algo deprimida por el lado de la sierra Velluda, se halló luego espuesta a los derrumbamientos del lado de ménos

resistencia, es decir, por el oeste (1). Se ve al mismo tiempo que el primer cráter que se ha abierto en el tiempo del solevantamiento del gran cono, el verdadero cráter de solevantamiento se halla marcado por el borde superior de ese cono, i ha debido tener mas de un miriámetro de circunferencia. El interior de ese cráter, fué estrechándose en seguida, por masas pastosas que se condensaban en sus paredes, i probablemente solo fué en el momento en que la abertura de ese cráter hubo quedado reducida a mas o ménos 200 metros, cuando la fuerza interior del volcan, hallándose suficientemente concentrada, empezó a producir verdaderas deyecciones de materias siempre pastosas, dilatadas, incoherentes, las cuales, depositándose al rededor de esa abertura, formaron un nuevo cono que vemos actualmente superpuesto sobre la parte truncada del cono superior.

Pero los mismos materiales que han servido para levantar el cono superior, han podido ocasionar tambien la obstruccion del canal que tendián a prolongar indefinidamente. De ahí han debido resultar, sin duda, grandes sacudimientos i explosiones que destruyeron probablemente, en varios ataques, el nuevo edificio, ántes de que pudiera adquirir el tamaño i la solidez que actualmente presenta.

Es durante uno de esos sacudimientos i explosiones, cuando han debido salir esas corrientes de lavas pastosas que se esparcieron en las pendientes occidentales del volcan, i que he mencionado varias veces en esta Memoria.

Se comprende ahora por qué las rocas que aparecen en la parte baja del gran cono por el lado del este i sud-este, difieren poco de las que se levantan al otro lado del valle circular, miéntras que esas mismas rocas se parecen mas i mas a los productos de deyeccion, a medida que se acercan al eje comun de los dos conos.

Se comprende tambien que esta línea de escarpes que se le-

(1) Los otros dos volcanes activos del sur de Chile, son el de Villarrica i el Calbuco, este último conocido bajo el nombre de volcan Osorno, se hallan tambien en la vertiente occidental de los Andes; tienen la misma forma que el de Antuco, con la diferencia de que el último de ellos, habiéndose levantado casi al pié de la cadena de los Andes ha conservado hasta el presente su forma cónica casi completa i regular.

vantan en torno de la base del gran cono, formando un arco de círculo desde la sierra Velluda hasta la estremidad occidental del lago, no es probablemente mas que una línea de fallas i de desgarramientos ocasionados por la ruptura de los mantos, de los cuales, una parte, debió ceder al solevantamiento volcánico, i la otra quedó en su sitio retenida por la masa del sistema de los Andes. A esa línea de ruptura que marca mas o ménos el límite del terreno solevantado, es la que corresponde el vacío circular que existe al pié del gran cono i que ocupan actualmente el valle i el lago.

En cuanto a esas rocas que presentan divisiones prismáticas, que de léjos parecen basaltos i que he probado son de pórfido semejantes a los pórfidos secundarios de los Andes, como esas rocas se hallan en el primer rango de los macizos que rodean el gran cono, pienso que son anteriores al solevantamiento del volcan i que sus divisiones prismáticas resultan, sea de un enfriamiento súbito que habrán experimentado esas rocas en el momento de su ruptura i de su separacion de las masas inmediatas al volcan, sea de las violentas conmociones que soportaron en la época del solevantamiento volcánico. Debo agregar que, en jeneral, todas las rocas de la parte mas elevada de los Andes, aun en los lugares mas encumbrados de los volcanes, tienen la misma tendencia a dividirse en prismas verticales, sobre todo en la vecindad del contacto de las masas levantadas con el terreno solevantado

VI

MEMORIA

SOBRE LA CONSTITUCION JEOLÓGICA DE CHILE

1846

I. Constitucion jeolójica del sistema andino i de los terrenos que cruza a la altura de Copiapó

La bahía de Copiapó (Lám. fig.) se abre en un terreno granítico que sirve de asiento a una série de capas terciarias mui modernas, las mismas que superpuestas dos i tres veces forman los valles de las desembocaduras de los rios chilenos. El acceso al puerto se ha hecho difícil debido a una hilera de rocas graníticas que estrechan la entrada, sobresaliendo mui poco del nivel las altas mareas.

Ademas, la mar está casi siempre ajitada, debido en gran parte a la deficiencia de abrigo de los vientos nortes.

El desembarcadero está en la parte sur de la bahía, léjos de la desembocadura del rio, reducido hoi dia a un lecho de arena completamente seca.

No obstante la escasez de agua dulce que tiene que traerse de tres a cuatro leguas de distancia del puerto, allí se levanta una hermosa villa construida en una terraza de depósitos terciarios i habilitada por un centenar de habitantes que allí tienen sus almacenes de provisiones, sus barracas de maderas, i sus bodegas de leñas i minerales.

Frente a esa aldea, i del otro lado de la bahía, se levanta el Morro de Copiapó, elevado pico de granito negro enteramente aislado de las montañas vecinas. La costa toda no presenta en un radio de ocho a diez leguas mas que una vasta llanura desierta formada por capas terciarias horizontales i que se extiende hasta los primeros cerros graníticos que encierran minas de oro i de cobre. Tambien se ven de cuando en cuando en la llanura lomas dioríticas redondas, cuyas cumbres las atestiguan como antiguas islas del océano, cuando éste cubria la llanura.

El terreno terciario próximo a la aldea se compone en su mayor parte de cascajo i arena mezclados con restos de conchas, hasta unas dos leguas de la costa, en la parte superior del sistema, en cuya superficie se encuentran capas sólidas calcáreas i conchíferas que contienen especies que todavía arroja el mar a la playa (1).

El granito de la costa presenta por lo jeneral el mismo aspecto i la misma composicion que las dioritas de los alrededores de Freirina, Coquimbo, Tongoi, etc.; i puede decirse que es exactamente el mismo de las montañas de Carrizal, San Juan, La Higuera, célebres por sus minas de cobre. Desde Ramadillas, ese granito va haciéndose mas fino, hasta trasformarse, a la altura de Chamunate, en una masa compacta agrietada en todo sentido. Al mismo tiempo las montañas van siendo mas i mas escarpadas, i son cruzadas por *dykes* i gruesas vetas preciosas, contorneadas; no viéndose en sus áridas laderas negras mas que masas irregulares de arenas blancas i amarillentas que son traídas constantemente de la costa por los vientos del sur, i que las van estendiendo desigualmente en las asperidades de sus superficies.

En otro tiempo se explotaron numerosas minas de oro i de cobre en esos cerros, pudiendo contarse por centenares las vetas abandonadas desde que las nuevas minas de plata de la parte alta de los Andes atrajo la actividad i atencion de los mineros. En esas mismas masas graníticas mezcladas con rocas porfíricas i

(1) Mas adelante, en el párrafo II, nos ocuparemos de la descripción de los terrenos terciarios de la costa, al tratar de la constitucion jeológica de los terrenos situados en la latitud de Coquimbo.

feldespáticas compactas, es donde estan todavía en explotacion las minas de las «Animas», del «Salado», i de las «Lechuzas,» por el lado norte, i las de la «Quebrada Seca,» i muchas otras por el sur.

La ciudad de Copiapó debe su importancia i su riqueza toda a las minas que se explotan en su departamento, pudiendo decirse que esa es la única industria conocida allí. En efecto, el departamento de Copiapó, cuya capital es la ciudad del mismo nombre, i que se estiende desde el desierto de Atacama hasta el puerto de Totoralillo i entre el mar hasta la línea fronteriza de la cordillera, no es mas que un gran desierto, en medio del cual solo existen reducidísimos retazos cultivados en el valle de Copiapó. Además, el valle solo empieza a ser productivo a unas doce leguas del mar, para volver a ser árido e incapaz de cultivo a los dos mil cuatrocientos metros de altura, a unas cincuenta leguas del puerto de Copiapó. En cambio, es el departamento mas rico de Chile en toda clase de minas; pudiendo decirse que no hai en él un solo cerro que, dada su composicion jeológica, no encierre vetas meta-líferas. Conviene, sin embargo, agregar que todas las minas descubiertas en él, ya sean abandonadas o en actual explotacion, no se encuentran a mas de mil quinientos metros sobre el nivel del mar, i estan en una faja de terrenos no mayor de doce a quince leguas de ancho; contadas desde la línea de la costa; sin que se haya podido descubrir, hasta la fecha, veta alguna de importancia en la parte alta de la Cordillera Central.

La historia de la industria minera de Copiapó puede dividirse en tres períodos. En el primero, que abarca desde la llegada de los primeros conquistadores hasta terminar con el réjimen colonial, no se trabajaron sino minas de oro porque, segun parece, ese metal se encontraba en inmensa cantidad en los afloramientos de las vetas: todavía se recuerda aquella época en la cual la mano de obra era baratísima i en la que el oro se pesaba en romanas. En segundo lugar, a fines del siglo pasado (1), el agotamiento de las principales vetas auríferas, o mas bien dicho el empobrecimiento de sus minerales con el aumento de la profundidad (hecho notado

(1) Siglo XVIII pues el autor escribia en el siglo XIX....

jeneralmente en las minas de oro de Chile); el descubrimiento en seguida de las minas de cobre (cuyas vetas se encuentran en las mismas localidades que las de oro), i algunas de plata; todas esas circunstancias contribuyeron a hacer abandonar las minas de oro, dándose en cambio comienzo a la estraccion del cobre i de la plata: este estado de cosas se prolongó todavía varios años despues de la guerra de la Independencia. El tercer período, el mas brillante, solo data unos doce años a esta parte (1), es decir desde el descubrimiento de las minas de Chañarcillo.

En un plano de las minas de Chile levantado en 1806 de orden del Gobierno español por los diputados de los diferentes departamentos i bajo la direccion de don Juan Egaña, hombre de gran mérito i de mucho saber, se ve que en aquella época no existian en explotacion mas que siete minas de plata (en los cerros Blanco, Zapallar, Chancoquin i Cabeza de Vaca), trece de oro i cuatro de cobre. Los minerales de plata producian, término medio, treinta i dos marcos por cajon de sesenta i cuatro quintales (ninguna de esas minas se explota hoi dia); los de oro producian mas o ménos cincuenta i ocho pesos por cajon, o sean aproximadamente veinte castellanos (un quinto de libra de oro por sesenta i cuatro quintales); en cuanto a los minerales de cobre, solo se extraian minerales oxidados u otros de lei no inferior a treinta por ciento de fino. Ademias existian tres establecimientos de fundicion de cobre (en Yerba Buena, Potrero Grande i Ramadilla), i nueve trapiches para la molienda de minerales de oro i plata.

En la actualidad hai muchas minas de plata en explotacion en el departamento, en los cerros de Chañarcillo, Bandurrias, Algarrobillo, Pajonales, San Antonio, Punta Brava, Petacas, Ladriillos, Pampa Larga i Garin, en el primero de los cuales no hai ménos de sesenta minas de plata en plena actividad de explotacion. Lo mas notable que hai en ellas es la lei de sus minerales, que ensayados en los establecimientos de amalgamacion de Copiapó, dan siempre mas de cinco por mil (aproximadamente sesenta marcos por cajon); habiéndoseme asegurado, por lo demas, que no convendria extraer minerales de lei menor de cincuenta

(1) Nótese que el autor escribia en el año 1846.

marcos, por ser costosos los víveres i la mano de obra. Existen igualmente en esplotacion actual mas de cincuenta minas de cobre, de las cuales las mas importantes se encuentran en los cerros de Checo, El Cobre, Ojanco, Lechuzas, Puquios, Quebrada Seca, Zapallo, Cerro Blanco i El Salado, i las cuales han producido dos millones nueve mil setecientas siete libras de cobre en barras en los últimos diez años (1832-42) i setenta millones de libras de minerales de cobre esportados a Inglaterra i con una lei media de veinticinco a treinta por ciento.

En el año 1843 se esportaron 35,150 marcos de plata por el puerto de Copiapó, sin contar 52,281 marcos del mismo metal provenientes del mismo departamento i que salieron por el puerto de Valparaiso; i 107,705 quintales de minerales de cobre (1).

El centro de toda esta actividad minera, el punto en el cual se hacen las transacciones i la amalgamacion de la mayor parte de esos minerales de plata, es la ciudad de Copiapó. Allí pueden verse tres máquinas amalgamadoras compuestas de toneles con fondos de fierro fundido; una cuarta para el tratamiento en grande de los residuos de las amalgamaciones; i muchos otros establecimientos para la amalgamacion americana comun (huitrones), molinos para la molienda de los minerales, etc.

El valle en el cual se levanta Copiapó se ha abierto en dioritas; pero pueden verse encima de esas rocas, en la cumbre de los cerros que dominan la ciudad por el norte, algunos indicios de estratificaciones en los pórfidos que las cubren.

Despues de Copiapó el valle se ensancha, jirando el camino hácia el SE. hasta llegar a Pueblo de los Indios, hermosa aldea recién fundada en el punto en el cual los *conquistadores* encontraron una numerosa poblada de indios. A dos leguas de la ciudad el valle principal se estrecha i jira hácia el sur, dejando a su izquierda un ancho valle que se dirige hácia el N. NE. es la quebrada de Paipote, arrenal árido i completamente seco por el cual pasa el camino principal del desierto de Atacama.

Este desierto, que abarca todo el litoral del Océano Pacífico desde Copiapó hasta Cobija i desde el mar hasta la línea fronte-

(1) Véase Memoria del Ministro Irarrázaval en 1844.

riza de los Andes, es poco conocido aun; i segun creo no ha sido explorado por ningun jeólogo (1). Segun los datos que he podido obtener en Copiapó, tres son los caminos que cruzan el desierto. El primero, el de la costa, es casi impracticable para los viajeros, pues en su trayecto no se encuentra sino pequeños charcos de agua salada, i ninguna habitacion, salvo en Paposo, villorrio habitado por un centenar de indios que hablan español, i que está a medio camino entre Copiapó i Cobija, en una línea que abarca dos grados de latitud. Siguiendo este camino se pasa cerca de las minas de cobre de «Las Animas», «Pueblo Hundido» i «El Salado», situadas en la parte sur del desierto, i cerca de las minas de Cobija que se encuentran en los alrededores del puerto del mismo nombre. Por allí debe encontrarse tambien masas de fierro meteórico i arenas verdes de atacamita.

El segundo camino, el del centro, es, segun se dice, completamente recto desde Copiapó hasta el antiguo pueblo de Atacama, cruzando montes i despeñaderos; i su oríjen se atribuye a uno de los incas que quiso visitar aquel dominio conquistado en el sur: de ahí el nombre de *Antiguo camino de los Incas*. Este camino no es mas socorrido que el anterior; i sin embargo todos los años vienen por él a pié muchos indios bolivianos (hombres de corta estatura pero bien fornidos) cargados de drogas i resinas de su pais para venderlas en Chile.

Por fin, el tercer camino, el que pasa por la Quebrada de Paipote i por la parte alta de los Andes, es el mas cómodo i el mas interesante talvez para el jeólogo; ademas no está como los anteriores desprovisto de aguadas i de talajes para los animales. Pasa cerca de las minas de los «Puquios», en seguida por el fundo Chañaral, sito en el rio Salado, en el cual se divisa un ranchito, unas viñas i algunas higueras. Desde aquel punto el camino remonta hácia el N. NE., dejando a la derecha el Cerro del Azufre

(1) En los años 1884 i siguientes fué minuciosamente explorado por una comision nombrada por el Supremo Gobierno i presidida por el distinguido ingeniero don Francisco San Roman, quien despues de hecho el plano del Desierto se dedicó con ahinco a hacer la descripcion detallada de aquella apartada rejion. Desgraciadamente la obra quedó inconclusa por muerte del autor poco despues de editado el tercer volumen. (*N. del T.*)

célebre por una mina de azufre tan puro como el que se obtiene por la destilacion artificial, i de la cual se obtienen grandes masas de sal marina. A medida que se avanza, se sigue remontando el sistema de los Andes i se encuentran varias vertientes, en Doña Ines, Encantadas, Vaquillas, etc. Antes de llegar a la línea divisoria el camino se bifurca en dos ramas, una de las cuales continúa por la falda occidental de los Andes, en direccion al pueblecillo de Atacama, situado no léjos del volcan del mismo nombre; miéntras que la otra atraviesa la cumbre de la cordillera dirijiéndose directamente a Antofagasta, aldea situada en la frontera boliviana. El viaje de Copiapó a Antofagasta se hace en siete u ocho dias; i segun se dice, es el camino que siguieron las huestes de Almagro, al penetrar por vez primera los españoles en Chile.

Volvamos ahora a nuestra quebrada de Paipote, i prosigamos la descripcion de los terrenos, que habíamos interrumpido, para hacer mencion de una vasta rejion de montañas, inesploradas hasta ahora por los jeólogos.

Entrando por el valle de Paipote en aquel inmenso desierto o *despoblado*, a una legua apénas del valle del rio Copiapó, se encuentran las minas de plata de Ladrillos. La montaña que las encierra se compone en su parte inferior de masas dioríticas no estratificadas; pero a los 750 metros de altura sobre el nivel del mar ya empiezan las capas estratificadas, regulares, inclinadas al oeste, desapareciendo hácia el este, i presentando hermosos cortes casi verticales de terrenos secundarios vueltos hácia el oeste.

Esos acantilados que se prolongan hácia el sur, o mas bien en la direccion NNO. SSE., cortan el valle de Copiapó a unas cinco leguas de la ciudad, i corren directamente al cerro de Chañarci-
llo, de allí a las minas de plata de «Algarrobito», etc. Por allí es por donde pasa la línea principal de contacto de los dos terrenos, es decir del terreno granítico de la costa con el terreno estratificado de los Andes.

Si se hace un exámen detenido de la naturaleza de las rocas que entran en la composicion del Cerro de Ladrillos, se vuelve a encontrar en su base la misma diorita que encontramos desde el puerto de Copiapó hasta la ciudad. A medida que se eleva el es-

plorador, la roca pasa a ser homogénea, compacta, eurítica, i se convierte tambien en pórfiro anfibólico que se divide en prismas amenudo mui regulares. Esas rocas encierran vetas de oro i de cobre de la misma naturaleza que las de las minas de oro i de cobre de la costa. Varias de esas vetas habian sido explotadas pero hoi dia todas ellas han sido abandonadas.

Esta parte baja del cerro que pertenece al grupo de los terrenos de la costa, es todavia de pendiente suave i de forma redondeada, como la mayor parte de las montañas graníticas. Pero si se continúa la ascension, la naturaleza de las rocas varia: esas masas compactas euríticas, cambian de aspecto, presentan divisiones por estratas, empiezan a producir efervescencia con los ácidos, i la pendiente de sus laderas aumenta rápidamente: al mismo tiempo varia tambien la naturaleza de las vetas, sus gangas van siendo mas calcáreas, i se tornan arjentíferos sus minerales.

Los primeros afloramientos de aquellas vetas se muestran a los setecientos sesenta metros de altura sobre el nivel del mar, conociéndose casos en que han proporcionado cloro bromuro de plata i aun plata metálica diseminados en partículas finísimas; pero esas primeras vetas cambian inmediatamente de naturaleza con la profundidad, i se vuelven estériles o piritosas a los pocos metros bajo el nivel del suelo.

No sucede otro tanto con las vetas que se encuentran en la parte alta de aquellas mismas montañas, en la parte en que cambian completamente su aspecto i su naturaleza por ser estratificadas. Lllaman sobre todo la atencion dos grandes vetas que habian sido explotadas con provecho por los primitivos dueños de aquellas minas: la que se considera como la mas importante de todas, conocida con el nombre de «Corrida de la Descubridora,» corre de S. 47° E. a N. 47° O., i desaparece por el oeste, despues de estar a flor de tierra en mas de cuatrocientos metros. La otra, de menor importancia, llamada «Guia,» corre de norte a sur, desapareciendo al oeste. Entre estas dos vetas hai muchas venas que se cruzan en todo sentido o que acompañan las vetas principales.

Estas vetas produjeron en un principio mucho mineral cloro-bromurado, semejante al de Chañarcillo; pero cambió tambien luego de naturaleza, i al llegar a los ocho o diez metros de pro-

fundidad la ganga se volvió siliciosa, conteniendo plata nativa antimoniada, diseminada en partículas mui finas, hilos u hojillas delgadas, con acompañamiento de sulfuro de plata i plata roja arseniada. Este mineral, que variaba nuevamente de naturaleza con el aumento de profundidad, fué siendo cada vez mas sulfurado i arseniado, hasta dar mucho arsénico nativo; i se notó que penetrando hasta una profundidad que se acercaba al contacto de las rocas no estratificadas, se encontraban piritas cobrizas mui semejantes a las de las minas de cobre de la parte baja. Al lado de la veta de la «Descubridora» se encontró una veta que contenia gran cantidad de arsénico nativo testáceo puro i mui compacto, mui pobre en plata. Veremos que los mismos minerales con plata roja mezclada con arsénico nativo, sulfuro de plata, i plata nativa filiforme antimoniada, se encuentran tambien en las labores inferiores de las minas de Chañarcillo; pero solo a profundidades mucho mayores que en las minas de Ladrillos, talvez porque el terreno estratificado de Chañarcillo tiene mucho mas espesor que el de Ladrillos.

En jeneral, todas las vetas de esta montaña adhieren a la roca que las contiene, i rara vez alcanzan a siete u ocho decímetros de ancho. La parte metálica de esas vetas, se encuentra repartida en ellas de una manera mui desigual

Las minas de Ladrillos fueron descubiertas en 1830, poco ántes del descubrimiento de las de Chañarcillo. Su explotacion empezó prometiendo grandes ventajas, dando la «Descubridora» sola, en dos años, mas de un millon de francos en plata. Pero poco despues desapareció la principal riqueza que se mostraba a flor de tierra, los trabajos de esploracion se hicieron estremadamente costosos a causa de la dureza de la roca i de lo subido de la mano de obra, i por fin llegó el descubrimiento de Chañarcillo, con lo que se concluyó por abandonar del todo aquellas minas; de tal manera que hoi día apénas si hai tres o cuatro barretas (unos diez mineros) que continúan la explotacion de algunas vetas superficiales, siendo abandonados todos los antiguos trabajos.

Esas minas deben considerarse como poco estudiadas, i como dignas de que se inviertan los fondos necesarios para su explotacion. En efecto, en ninguna de aquellas minas se ha alcanzado a

mas de veinte o treinta metros de profundidad respecto del suelo, i en ninguna tampoco se han hecho galerías horizontales. Allí la roca es tan dura que hai que pagar al barretero ocho pesos por vara, sin contar la comida i un apir. Cuando se paga por mes, cada *barreta*, es decir un barretero i su apir, cuesta sesenta pesos mensuales por todo (incluso herramientas, pólvora, etc.); un poco mas barato que en Chañarillo.

Echando todavía una ojeada en la composicion de la montaña i en las vetas que la cruzan, creo que todo ese grupo de terrenos i de vetas puede representarse por la fig. 1 de la lám. VII.

Subiéndose a la cumbre de una loma situada entre las minas «Descubridora» i «Guia», se ve claramente de qué manera se dirige al sur la cadena de aquellas escarpaduras del terreno estratificado, i cae justamente en el cerro i minas de plata de Chañarillo.

Volvamos a bajar ahora al valle de Copiapó, a la entrada de la Quebrada de Paipote, i continuemos nuestro viaje a la cordillera.

Desde aquel punto el valle de Copiapó jira hácia el SSE., i como la línea de contacto de las rocas estratificadas con los granitos corre mas o ménos en la direccion del meridiano magnético, resulta que, miéntras los terrenos estratificados forman montañas a la derecha del valle, su línea de contacto con los granitos no pasa al otro lado del valle sino a dos leguas mas arriba, frente a la finca llamada Tierra Amarilla. Todo aquel terreno, estratificado, compuesto de rocas compactas esquistóideas, de margas arcillosas, de yesos i de pórfidos arcillosos, se hunde al este, i se le ve apoyarse en el fondo del valle en las masas graníticas. Creo que el espesor de aquel terreno secundario no pasa de trescientos metros en aquella primera línea de acantilados.

Mui cerca del fondo del valle, en la vertiente izquierda aparece a flor de tierra frente a Tierra Amarilla una veta piritosa abundante en sulfato de fierro, cobre i alúmina. Se encuentran hermosas muestras de sulfato morado, color amatista, cristalizado en prismas de seis caras, que M. Rose ha reconocido ser sulfato neutro de fierro. (*Annales des Mines*, 3.^e série, V. 570). Este sulfato se encuentra mezclado allí con sulfato azul de cobre i otro sulfato

amarillo de fierro i alúmina. Sin duda ninguna, todos esos minerales provienen de la descomposicion de las piritas cobrizas cerca de la superficie, i de la accion de esos mismos sulfatos sobre la roca feldespática que les sirve de ganga. Se siente olor a ácido sulfuroso a la entrada de la mina, i los blocks de sulfatos que son extraídos conservan todavía en el centro partes piritosas no descompuestas.

Resta por notar que los dos elementos, cobre i fierro, que estan combinados en esas piritas en estado de sulfuro, se separan uno de otro, para trasformarse en sulfatos. La roca que los contiene es compacta, homojénea, siliciosa, con partes esquitosas negruzcas, de quebradura conchoídea imperfecta, i que se quiebra en fragmentos angulosos. Como esta roca se encuentra en el punto en que se ponen en contacto los dos grupos de terrenos, no es fácil decir con exactitud a cuál de los dos grupos pertenece; aunque por su semejanza con algunas de las rocas que se encuentran en el camino de Chañarcillo, es probable que la veta debe encontrarse en el terreno secundario estratificado.

Esta mina habia sido explotada ántes para procurarse esos mismos sulfatos que eran empleados como majistral en la amalgamacion de minerales sulfurados de plata. Para ello, solo se les tostaba lijamente con el objeto de peroxidar el fierro sin descomponer el ácido. Hoi dia la veta está abandonada porque la mayor parte de los minerales de plata que se extraen de las minas de este departamento son o minerales cloro-bromurados, o minerales de plata nativa, no necesitándose majistral en el tratamiento de ninguno de esos dos minerales.

A dos leguas de esa veta sulfatada, en la vertiente opuesta del valle, se ve otro cerro, el cerro del Cobre, que se levanta del fondo mismo del valle, i se compone de una masa diorítica porfiroídea, cruzada por vetas de fierro i de cobre que contienen cantidades considerables de hierro magnético i de mineral de cobre oxidulado ferrífero (*ziegelers*), piritas cobrizas, etc. Este cerro que forma allí, por decirlo así, una isla granítica en medio de terrenos estratificados, conserva todos los caracteres del terreno de la costa, i hasta la naturaleza de las vetas que contiene i que son de la misma especie que las minas de cobre de la costa. Estratas regu-

lares secundarias cubren aquel cerro hasta una altura de doscientos a trescientos metros sobre el fondo del valle, i al pié del cerro se ven laderas de aluviones modernos en capas perfectamente horizontales que marcan el nivel de las aguas de un lago que cubria en aquel punto el valle ántes que las rocas que formaban en aquella época un dique natural a cuatro leguas mas abajo (en la Angostura), fuesen destruidas por el tiempo o por algunas conmociones violentas. Dichos aluviones presentan al mismo tiempo dobles i triples pisos de valles, semejantes a los de los terrenos terciarios de la costa; de tal manera que allí se presenta uno de los casos tan frecuentes en la cordillera, en que es fácil confundir capas de sedimento de formacion lacustre con las terciarias de formacion marina, debidas al solevantamiento de la costa.

Si se dirige una mirada hácia el cerro del Cobre, frente a la finca de Antoco, se abarca de una ojeada el conjunto de la situacion respectiva de los tres terrenos diferentes, que podria representarse de la manera siguiente (Lám. VII, fig. 2):

A) Capas secundarias compuestas en su mayor parte de pórfiros estratificados i de rocas compactas mas o ménos calcáreas, de las cuales tendremos ocasion de ocuparnos mas adelante. Desde léjos las capas parecen horizontales o ligeramente inclinadas hácia el oeste.

B) Una parte del cerro, compuesta de las mismas rocas estratificadas del terreno anterior, pero en capas mucho mas inclinadas que aquellas.

C) Roca solevante no estratificada que contiene minas de cobre.

D) Terreno de sedimentos lacustres modernos, compuesto de capas de arena, de cascajo i de piedras rodadas.

En cuanto se pasa esta masa granítica del Cerro del Cobre ya no se ve mas que terreno estratificado a ambos lados del valle. Una quebrada, la del Plomo, que baja al valle principal, cerca de la finca de Nantoco, conduce a las minas de plata de «Pampa Larga» i de «San Félix» situadas en el mismo terreno secundario, i cuyos minerales son mui arseníferos. A tres leguas de la entrada de esta quebrada, i remontando siempre el valle de Copiapó, se llega a la Punta del Diablo, de donde el camino de Chañarcillo

jira al sur, mientras que el valle principal remonta hacia el sureste.

Continuaremos siguiendo este último, porque nos permitirá descubrir mas fácilmente el corte trasversal de todo el sistema de terrenos que constituye los Andes.

Desde Nantoco hasta la Punta del Diablo el terreno estratificado todo se compone de capas regulares que por lo jeneral se sumergen al éste, presentando en algunas partes de su trayecto fallas i torciduras locales. La parte inferior de este terreno está tambien formada por rocas porfiroideas ó compactas, siliciosas, que alternan en la parte superior de los cerros con capas calcáreas arcillosas i con yesos. Estos últimos se encuentran, sobretodo, detras de las casas de Totoralillo, donde acaba de ser construida una hermosa máquina de amalgamacion, compuesta de una rueda hidráulica de fierro fundido, que sirve para mover dos ruedas horizontales, que ponen en movimiento cada una los agitadores de diez toneles fijos con fondo de fierro fundido.

Al pasar por la Punta del Diablo el valle se estrecha, la estratificacion se hace ménos regular, aumentan de espesor las capas, las rocas toman una estructura porfírica, i el valle jira, como lo hemos dicho, hacia el sur-este. En aquel punto pueden verse los dos hornos de reverbero de la fundicion de cobre de Potrero Seco, en la cual se funden los minerales de cobre estraidos del Cerro del Cobre. Para dar una idea de lo costoso del tratamiento, baste decir que se paga allí alrededor de treinta reales (veinte francos) por carga de leña (dieziseis carguitas de burro que pesan de quince a dieziseis quintales de una leña mui delgada pero bien seca), i que se consumen de ocho a diez cargas por cada *cajon* de sesenta i cuatro quintales de mineral, o sea dos a tres partes de combustible por una de mineral en peso. Allí no se funden minerales de lei menor de treinta por ciento, i eso, siempre que las gangas no sean mui refractarias. El tratamiento consta de dos operaciones: la primera que consiste en fundir los minerales para obtener cobre negro, i la otra, la refinadura de éste despues de una tostadura prévia.

Los pórfiros estratificados del terreno de Potrero Seco son de pasta compacta o terrosa, abigarrada de pardo, parda violácea,

verde, gris i gris azulejo: colores que dependen talvez del grado de oxidacion del fierro que entra en la composicion de dichas rocas. En medio de aquella pasta se ven diseminados cristalitos sumamente pequeños i mui irregulares que, en la mayoría de los casos no son mas que puntas i venillas irregulares e interrumpidas, alabeadas, etc. Estos pórfiros, que son los mas abundantes i característicos del terreno estratificado de los Andes, podrian llamarse *pórfiros abigarrados*, en vista de la gran variedad de sus colores. Mas adelante tendremos que ocuparnos de ellos a cada momento en nuestras escursiones por la Cordillera. Los detritus de estos pórfiros son jeneralmente de polvo mui fino, rojizo, verde o pardo violáceo, abigarrados como la roca misma. Estos pórfiros se encuentran por lo jeneral en grandes bancos o en espesas capas asociadas a brechas de la misma pasta porfírica que los pórfiros, así como a pórfiros zeolíticos i amigdaloides.

Estos pórfiros se estienden, por lo que se ve, hasta Hornillo (tres leguas al S. 60° E. de Potrero Grande). Allí se estrecha considerablemente el valle, trasformándose en un desfiladero de paredes casi verticales; i a una legua de allí se pasa al pié de una elevada montaña llamada Punta Brava, en la cual vuelve a aparecer la misma roca solevante, las mismas dioritas que dejamos en el Cerro del Cobre i que allí atraviesan por vez primera el terreno estratificado, solevantado por ellas.

Esta masa granítica aparece primeramente en la vertiente derecha, pasando en seguida al otro lado del valle hasta abarcar sus dos costados como a una legua de allí, en un punto en el cual no tendrá mas de ciento a ciento cincuenta metros de ancho, entre paredes casi verticales de mas de seiscientos metros de altura. Allí, en el fondo de aquella quebrada se levantan las casas de una hermosa propiedad, la Puerta, adornada de magníficos sauces piramidales i de higueras, bajo cuya sombra funciona un establecimiento de amalgamacion perteneciente a unos señores Cobos.

Al frente, en la cumbre del Cerro Punta Brava, i en la línea

(1) Para la descripcion detallada de estos pórfiros véase mi Memoria titulada *Recherche sur quelques points de la Géologie du Chili*, etc.

de contacto de la roca solevante con los pórfidos estratificados, pero siempre en estos últimos se esplotan algunas vetas arjentíferas que producen plata nativa, o bien plata antimoniada, arsenio-sulfurada, o sulfurada solamente, o cobaltífera. Debo además agregar que también se esplotaron antiguamente minas de oro al otro lado de la quebrada, en la masa granítica que domina el huerto de la Puerta.

A partir de la Puerta el valle se ensancha, al mismo tiempo que van desapareciendo las rocas graníticas debajo del terreno de las mismas rocas *porfíricas abigarradas* que dejamos detras del Hornillo, presentándose ante la vista un hermosísimo valle de setecientos a ochocientos metros de ancho por unos doce o trece kilómetros de largo. Este valle se ha abierto en medio de un terreno estratificado porfírico cuyo detritus ha formado el suelo tan fértil de aquellas magníficas propiedades conocidas con el nombre de Potrero Grande, que son surcadas por un arroyuelo que corre, sin secarse jamas, entre praderas artificiales i enormes higueras i sauces de Castilla. Los productos de aquel valle son famosos en Chile, sobre todo los melones i los higos, i son de una precocidad tal que pasando el 20 de Marzo de 1842 por Potrero Grande ví hacer la segunda cosecha de higos, siendo que en Copiapó i Coquimbo se estaba empezando la primera. Eso demuestra que en aquella parte del valle de Copiapó la estacion se adelanta unos dos meses i medio a la de la costa, no obstante que la distancia en línea recta no pasa de quince leguas, i que el fondo del valle está a mil o mil doscientos metros sobre el nivel del mar, segun pude comprobarlo por medio de observaciones barométricas.

A la entrada del hermoso i ancho valle de Potrero Grande se levanta una aldea con un centenar de habitantes que acaba de ser agraciada con el nombre i título de Villa de San Antonio. Frente a la villa, en la orilla derecha i en el fondo de una quebrada que baja del norte, se esplotan las minas de plata de San Antonio. Esa quebrada que no tendrá mas de un kilómetro de longitud, se compone, lo mismo que la montaña toda, de *pórfiros abigarrados* de capas regulares, mui parecidas, tanto por la naturaleza de la roca como por el aspecto del terreno, a los terrenos de Arqueros, de Los Algodones, Catemu, San Pedro Nolasco, céle-

bres por el gran número de minas de plata que encierran esos cerros.

Las vetas de San Antonio afloran a media ladera i en uno de los costados mas escarpados del cerro. Allí se ven cuatro vetas que corren paralelas entre sí dejando, entre cada una, intervalos de cuarenta a cincuenta metros que las separan; su longitud es de cuatrocientos a seiscientos metros. La veta principal, llamada la «Corrida de la Descubridora», es una de las centrales; corre de N 40° E a S 40° O, inclinada hácia el este, i sus afloramientos alcanzan en la finca la Descubridora a una altura de 1,214 metros sobre el nivel del mar. Esta veta ha sido reconocida como productiva en una estension de tres estacas (723 varas=600 metros) i hasta una profundidad de sesenta a setenta metros bajo la superficie del suelo. La mina mas rica de aquella veta, la Descubridora, produce desde diez años atras, dos mil a tres mil marcos de plata anuales.

Mas arriba de esta veta aflora una segunda, «la Veta del Medio» de direccion de N 25 a 30° E que apénas si ha sido trabajada hasta ahora. Se encontró en ella sulfuro de cobre perfectamente puro, sin plata.

Mas arriba aun, a unas cien varas de la Descubridora, aparece una tercera veta, la «Veta de San José», perfectamente paralela a aquella, i que produce los mismos minerales tambien, aunque ménos ricos en plata; pero produce mineral de sulfuro de cobre i de arseniuro del mismo metal, mezclados con óxido de cobre i cobre nativo, que amenudo no contienen sino rastros de plata.

Por fin, la cuarta veta aflora a poca distancia de la veta principal de la Descubridora; tiene la misma direccion que ésta, pero es casi vertical, inclinándose mui lijeramente hácia el oeste. La vena metalífera de esta veta es mui estrecha, pero el cuerpo de la veta que adhiere a la roca, i esta misma, en la vecindad de la veta, se encuentran impregnadas algunas veces de partículas argentíferas que hacen subir la lei del mineral a mas de dos milésimos. Esta veta se cruza con una vena metalífera cuya direccion corresponde a la de la «Veta del Medio».

El afloramiento de esta cuarta veta en la «Mina del Juez» ha sido señalado a una altura de 1,180 metros sobre el nivel del

mar, los trabajos de explotación de dicha mina no pasan aun veinticinco a treinta metros de profundidad debajo de los afloramientos; de manera que el espesor de la parte explotada del cerro, desde el afloramiento de la veta San José hasta el fondo de los trabajos de la Mina del Juez, no alcanzan a ciento treinta metros de altura vertical.

Las minas de San Antonio son muy notables bajo el punto de vista de sus minerales que difieren mucho de los que he visto en las otras minas del departamento. Su ganga la constituye una roca arcillosa color gris ceniciento oscuro, y de fractura terrosa, amenudo se la encuentra impregnada de espato calcáreo y de espato perlado que tambien forman venas y riñones en medio de aquella ganga. Difiere de las de los minerales de Chañarcillo en que, mientras que aquellas abundan en hidrato de peróxido de hierro, estas solo contienen fierro en estado de protóxido. Es igualmente digno de notar que mientras que las minas de Chañarcillo contienen, como lo veremos mas adelante, casi la totalidad de su plata en estado de cloruro y de cloro-bromuro, las de San Antonio no contienen mas que sulfuros, arseniuros, plata metálica y solo rastros de cloruros. Veremos en seguida que mientras las gangas de San Antonio se asemejan a las de las minas de Catemu, Calabazo, San Pedro Nolasco, San Lorenzo, cuyos minerales son sulfurados o sulfo-arseniurados, las de Chañarcillo son muy parecidas a las gangas de los minerales clorurados y cloro bromurados de Agua Amarga.

Hai ademas que observar que, no obstante la elevada ley de plata que acusan los minerales de San Antonio, y que a menudo alcanzan a tres y cuatro por ciento, la mayor parte, si no la totalidad de la plata de dichos minerales, se halla diseminada en granos, venitas y pajillas de plata nativa. Esta plata no es nunca pura, salvo en algunas muestras rarísimas en las cuales se la encuentra cristalizada en medio del espato calcáreo. Los metales que forman aleaciones con aquella plata son el antimonio, el cobre y el bismuto. La variedad mas comun contiene tres a cuatro por ciento de antimonio y algunos rastros de cobre; la mas rara es una aleacion de plata y de bismuto que descubrí en una muestra que provenia de la mina San José. Esta aleacion tiene casi el

mismo brillo que la plata nativa pura; pero con el contacto prolongado del aire toma un tinte amarilloso i un poco rosado. Se la encuentra diseminada en pequeñas láminas i pajillas dúctiles acompañadas de agujillas irrisadas de arseniuro de cobre. En un análisis de la parte mas pura de este mineral se obtuvo el resultado siguiente:

Plata.....	0,601
Bismuto.....	0,101
Cobre.....	0,078
Arsénico.....	0,028
Ganga.....	0,192
	1,000

Las dos primeras sustancias se encuentran en las proporciones mas o ménos necesarias para formar el arseniuro de cobre nativo.

Debo sin embargo hacer notar que en todos los minerales de la San Antonio la especie mineral que mas a menudo acompaña la plata nativa sin tener rastros de ella, es un sub-arseniuro de cobre que, segun pude comprobar, contiene tres átomos de cobre por uno de arsénico, $\text{Cu}^3 \text{As}$. No es difícil reconocer esta especie por su brillo plateado que se hace notar en la fractura fresca, i que cambia mui rápidamente de color en contacto con el aire, pasando sucesivamente por los colores azulejo, rojizo, etc., hasta tomar un color de iris como el de la pirita cobriza comun. Este mineral forma jeneralmente venas delgadas e irregulares, en medio de esas gangas grises, cenicientas, que acabo de describir; pero forma tambien pequeñas masas en medio de la veta, como los otros minerales de cobre. Casi siempre va mezclado con pirita cobriza en proporcion mui variable, i a menudo con óxido de cobre i arseniato verde amorfo.

En medio de esos minerales arseniurados se distingue plata nativa diseminada en granos amorfos de diversos tamaños, i algunas veces en láminas, pero casi siempre embutidos mas bien en la ganga terrosa o pedregosa que en el arseniuro que, estando bien separado, puro, sin ganga, casi no da plata en el ensayo.

Otra especie bastante abundante en aquellas minas, sobre todo en las vetas superiores, es el sulfuro de cobre que se encuentra siempre amorfo, casi sin fierro, arsénico ni antimonio. Es digno de notarse que no obstante la asociacion de esta especie con la plata nativa, los sulfuros de cobre de San Antonio son mui pobres en plata, no conteniendo algunas veces sino un milésimo. Se encuentran en ellas algunas muestras de sulfuro de cobre puro en las cuales la plata forma granos metálicos amorfos adheridos en el sulfuro, i al lado el mismo sulfuro con cobre nativo en láminas i pequeñas masas amorfas enteramente separadas de las de plata nativa.

Los otros minerales que se encuentran son la pirita de fierro, la blenda i el sulfuro de plata.

En resúmen, los minerales de plata de San Antonio, son mezclas de plata nativa antimoniada o bismutífera, de arseniuro de cobre, sulfuro de cobre i gangas arcillosas impregnadas de espato calcáreo i de espato perlado. Como en ellos la plata se encuentra las mas de las veces en estado metálico, esos minerales son tratados por el método de amalgamacion ordinaria sin agregar majistral, i se desprecian los residuos. En cuanto a los minerales mui cobrizos o mui ricos en sulfuros o en cobre nativo u oxidulado, se les aparta, vendiéndolos como minerales de cobre que casi no contienen plata. Los minerales comunes de «La Descubridora» i de «San José», que son tratados por la plata, contienen, como término medio, sesenta a setenta marcos por cajon (cinco milésimos).

Esas minas fueron descubiertas en 1830, i desde entónces no han cesado de producir tres mil marcos de plata anuales. Por lo jeneral hai ocho o nueve *faenas* o pertenencias mineras en explotacion, i cuarenta *barretas*, es decir ochenta mineros que las trabajan.

En el trayecto de San Antonio a la Cordillera se recorren, como acabo de decirlo, cuatro a cinco leguas en un valle ancho, i el camino pasa por entre hermosos huertos i frondosos árboles frutales. Los cerros que lo rodean estan compuestos de pórfiros estratificados que forman espesos bancos i capas lijeramente contorneadas, a menudo horizontales, i cubiertos esos detritus rojizos i verdosos

que caracterizan el terreno de los pórfiros abigarrados. En medio de este terreno, hácia la parte superior de los cerros (a unos trescientos metros sobre el fondo del valle) i en la orilla derecha frente a la finca de Las Almolas, a cuatro leguas de San Antonio, es donde se encuentran capas calcáreas i marnosos fosilíferas que contienen pectenés, amonitas i otras conchas turbinadas. Luego tendremos ocasion de dar una descripción detallada de aquel terreno al llegar al cerro de Las Manflas.

Otro punto de los alrededores de aquel valle que merece especial atención del jeólogo es el Cerro Blanco, distante unas cinco leguas al sur de Potrero Grande, en el cual se encuentran las minas de plata, cobre, oro i mercurio conocidas con el nombre de «Minas del Cerro Blanco».

Este cerro domina a todos los demas en siete a ocho leguas a la redonda; tiene en la cumbre una capa enorme de brechas que por lo jeneral se encuentran asociadas a pórfiros abigarrados, i que forman un llano blanquecino que es el que da el nombre al cerro. Esta brecha se compone de pequeños trozos angulosos de diversos pórfiros, euritas i piedras litográficas de los colores mas variados, formando pasta en una masa porfírica gris como la de los pórfiros abigarrados. En contacto con el aire esta roca toma un color blanco semejante al de las rocas calcáreas. Inmediatamente debajo de esta capa empieza el grupo de los pórfidos abigarrados, unidos con las rocas compactas homogéneas que pasan en seguida a las rocas pertenecientes al sistema granítico.

Todo ese terreno del cerro Blanco se encuentra surcado por vetas que corren paralelas al sistema andino i penetran hasta el corazon de las rocas mas bajas del sistema.

La veta principal comienza cerca de la cumbre del cerro, i su afloramiento se muestra en mas de una legua de longitud; su declinación es de S. 15° O. a N. 15° E. Corta asimismo todas las capas de pórfidos i las brechas que las cubren, sin cambiar absolutamente su dirección, que es casi vertical. Su ancho varia de un punto a otro, pero sin pasar nunca de ochenta centímetros de un costado a otro: la acompaña una *guía*, veta que suele apartarse hasta dos i tres metros de ella para volver a reunírsele poco despues.

Lo que mas llama la atencion en aquella veta es la diversidad de minerales que encierra, i la manera como varian su naturaleza i su composicion a medida que aumenta su profundidad. Así, en la cumbre del cerro fué explotada mucho tiempo como veta arjentífera por uno de los mineros mas hábiles de la comarca, don Miguel Gallo, quien a mas de doscientos metros mas abajo de los afloramientos, donde debe observarse, no pudo encontrar, ni aun en la parte superior de la veta, ni cloruros ni aquellos minerales de plata nativa que jeneralmente se estraen en las minas próximas a la costa; solo encontró cobres grises antimonizados, ricos en plata i que contenian pajillas i partículas finísimas de plata nativa. Este mineral no tardó en cambiar de naturaleza; i a cierta profundidad que me fué imposible precisar, pero que no pasa de cincuenta metros bajo el nivel superficial, se trasformó en una mezcla de cobre gris i de galenas cuya lei no bajaba aun de tres milésimos; pero poco despues esas mezclas fueron haciéndose mas i mas plomíferas, siendo el cobre gris reemplazado por cobre piritoso i piritita comun. Entónces los antiguos dueños de la mina se vieron obligados a suspender los trabajos i a abandonar definitivamente la mina.

Esta misma sucesion de minerales notadas en la mina de don Miguel Gallo pudo comprobarse tambien en diversos pisos de la misma veta, a medida que su afloramiento descende por la ladera sud-oeste del cerro. Así, observando los minerales que se muestran a diversas alturas de esos afloramientos, se ve que primeramente desaparecen los cobres grises, cediendo su lugar a las galenas que por lo jeneral no contienen mas de medio a un milésimo de plata, i por fin a unos quinientos o seiscientos metros de la cabeza de la veta, se va a dar con la mina «El Rincon,» en la cual la veta ha cambiado por completo de naturaleza, pasando a ser eminentemente cobriza; ya está vecina la roca solevante. Como todas las minas de cobre, la veta da allí primeramente minerales oxidados, óxidos, salicatos i carbonatos; síguenles piritas cobrizas i cobres matizados; i por fin se encuentran las piritas comunes de fierro. Estos sulfuros contienen, lo que es mui raro en las minas de cobre de la costa, laminillas de galenas.

Ahora solo me queda que agregar dos observaciones relativas a

la roca que encierra la veta i a la ganga de ésta. He hecho notar ya anteriormente que la veta conserva su direccion así como tambien su inclinacion en toda su estension, ya sea en la parte superior del cerro, donde es arjentífera, ya en la parte baja donde es cobriza. Ahora bien, es digno de notarse que el cambio de la produccion de la veta coincide con la variacion en la roca, como tambien en la ganga. Así, en tanto que la parte arjentífera de la veta se encuentra encerrada en las brechas porfíricas i en los pórfidos abigarrados estratificados, la parte cobriza se halla en rocas compactas homogéneas, cuyos planos divisorios por capas se hacen cada vez ménos notables. Así mismo miéntras la ganga de la parte arjentífera es rica en sulfatos de barita i en espato calcáreo, la de los minerales de cobre de la ya citada mina «El Rincon» se compone casi esclusivamente de cuarzo, fierro especular, anfíbola asbestoídea, i arcilla. Digno de notarse tambien es que todo el cuarzo hialino cristalizado del cerro en cuestion, lo es en prismas terminados por pirámides de tres caras i nunca de seis, i que la pirita cobriza que es la principal riqueza de la veta toma la forma de tetraedros irregulares al contacto del cuarzo hialino cristalizado, en tanto que permanece amorfa léjos de dicho contacto. Inútil me parece agregar que dicha pirita dejenera por lo jeneral en pirita comun, la que casi siempre es el anuncio del agotamiento i fin de la riqueza mineral de la veta.

Creo demas citar un gran número de otras vetas de cobre que están o estuvieron en explotacion en la base del cerro, en el punto en que se pone en contacto con las rocas solevantes, algunas de las cuales produjeron verdaderas fortunas en minerales piritosos. Asi es como tuve ocasion de ver una, en la mina «Agua Amarilla,» que en un tiempo relativamente mui corto produjo mas de veinte mil quintales de mineral con veinte a veintidos por ciento de lei; i sin embargo eran tantos i tan costosos los gastos de explotacion de la mina, que su dueño deseaba venderla por no encontrar ventajosa su explotacion.

Se me mostraron tambien, en medio de todas esas vetas cobrizas, varias otras que habian sido explotadas como auríferas, i sobre todo una, llamada la «Mina de Azogue,» que produjo simultáneamente cinabro terroso i cobre gris mercurial.

Volvamos ahora al hermoso valle de Potrero Grande, i continuemos nuestra escursión hácia la línea de las cumbres. Voi a reproducir un extracto de los apuntes que tomé en una escursión que hice por esos mismos parajes en Marzo de 1843.

Partiendo el 21 de Marzo de la finca de Las Amolanas, que se levanta a 1085 metros sobre el nivel del mar, llegamos a las tres horas de camino a un punto conocido con el nombre de Las Juntas, por ser allí la confluencia de tres rios, el Jorquera, el Pulido i el Manflas, que desde ese punto continúan unidos con el nombre de rio Copiapó. De estos tres rios, el Manflas, que viene del sur, solo arrastra aguas cuando caen lluvias en invierno, lo que acontece cada ocho o diez años; los otros dos, el Pulido que viene del oriente, i el Jorquera, del norte, arrastran siempre agua, viéndose en su confluencia mas agua que en ningun punto del resto del curso del rio Copiapó.

Allí las rocas son todavia las mismas del valle de Potrero Grande; solo que entre los pórfiros de la parte inferior se notan hermosos ejemplares de pórfiros amigdaloides que encierran riñones de un silicato verde compacto de composicion desconocida.

La confluencia en cuestion se encuentra a mil doscientos metros de altura sobre el nivel del mar, i corresponde en la jeografía física de Chile, a otros puntos semejantes de latitudes diferentes, en los cuales se ven, mas o ménos a esa misma altura i distancia respecto al mar, nudos (por decirlo así) de rios secundarios i origen de rios de primer orden. Esos puntos presentan tambien algunas variaciones en la naturaleza jeológica de los terrenos, i bajo ese punto de vista mas que por bajo cualquier otro, deben llamar la atencion de los viajeros.

No pudiendo absolutamente esplorar aisladamente cada uno de los rios ya citados, nos decidimos por el Manflas, por el que nos internamos para dejarnos caer al valle del Pulido pasando por un cerro en el cual, por los datos que teníamos, habia terreno fosilífero; i continuar por este valle hasta la línea de las cumbres, para regresar por el valle del rio Jorquera.

La entrada de la quebrada de Manflas es uno de los puntos mas áridos del viaje. El valle es ancho, i desde él pueden admirarse hermosos cortes de terreno estratificado porfírico en las

laderas de los cerros vecinos; pero despues de una legua de camino se llega al granito que rompe por segunda vez el terreno estratificado encontrado en la quebrada de Paipote, produciendo en él dislocaciones, i aun variaciones en la naturaleza de las rocas. La masa solevante vuelve a desaparecer; sin embargo, mui pronto debajo de las capas del terreno estratificado, i ya al llegar al Fuerte (punto distante tres leguas de Las Juntas) nos encontrábamos nuevamente en medio de rocas estratificadas.

El Fuerte es uno de los puntos mas interesantes para un jeólogo: debe necesariamente detenerse allí con el objeto de examinar la gran variedad de rocas i sus respectivas situaciones, con relacion a las masas de granito que las solevantán. El valle, o mejor dicho la quebrada, pues no tiene mas de treinta metros de ancho, jira brúscamente hácia el sur, invitando al explorador a pasar la siesta debajo de un grupo de duraznos i de higueras que se levantan a uno i otro lado de un fresco i límpido arroyo en medio de aquellas inmensas rocas que se elevan perpendicularmente trescientos i cuatrocientos metros sobre el fondo del valle que está a 1,430 metros sobre el nivel del mar. El calor a medio dia es tan grande (mas de 40° centígrados) que es imposible continuar la marcha, debiendo suspenderse hasta las dos de la tarde o mas, hora en que se levanta una lijera brisa del noroeste que permite empezar nuevamente la interrumpida marcha.

En el punto mismo en que la quebrada jira hácia el sur, i sobre todo en la ribera izquierda del arroyo, existe un grupo variadísimo de rocas, tanto bajo el punto de vista de sus caracteres mineralójicos, como de las sinuosidades de su estratificacion. No se ven en ellas vetas ni filones propiamente dichos; las capas parecen haber sufrido una semi-fusion en el momento mismo en que se quebraban i doblaban sobre si mismas; se ven capas calcáreas mezcladas i confundidas con rocas esquistoídeas, con pórfiros i rocas amigdalóideas: las calcáreas son por lo jeneral de estructura cristalina, i contienen epidota, granate i yeso, las amigdalóideas son de nudos o centros de estilbita, de analcima (?) i de carbonato de cal.

Frente a ese grupo de rocas, pero en la ribera opuesta del valle, se levanta una elevada montaña, la «Cuesta de Manflas»

cuya parte inferior está cubierta por el terreno fosilífero de los Andes, de cuya descripción nos vamos a ocupar.

Este terreno descansa seguramente sobre la masa granítica cuya situación señalamos al ir de las Juntas al Fuerte. Las primeras capas que descansan sobre este granito son porfíricas, i su espesor es posible determinarlo por cuanto la vecindad de la roca solevante, las ha dejado sumamente irregulares, baste decir que a los cien metros sobre el fondo del valle, i remontando una quebrada que parte del Fuerte hácia el norte, se llega a las capas calcáreas, que en dicho punto parecen haber sufrido fallas i deslizamientos, i no se encuentran en estratificación concordante con los pórfiros. Estas capas calcáreas están formadas por una calcárea arcillosa compacta, de color gris oscuro, quebradura plana o semi-conchoídea, cruzada por venillas espáticas blancas, mui finas e irregulares. La composición de esta calcárea ha resultado ser:

Carbonato de cal.....	0.540
» de magnesia.....	0.007
Arcilla atacable por los ácidos.....	0.080
» inatacable.....	0.373
	1.000

Las capas de esta calcárea son bastante regulares, netas i unidos sus planes divisorios, su espesor varia de veinte a ochenta centímetros. Todavía no se encuentra en ella rastro alguno de restos orgánicos; pero a unos doscientos cincuenta metros sobre el fondo del valle se llega a la parte fosilífera de la montaña, que tiene todavía mas de doscientos metros hasta la cumbre del cerro.

Esta parte fosilífera se compone de una série de capas margosas de dos clases: unas sólidas, mas o ménos siliciosas, compuestas algunas solo de restos orgánicos marinos entre los cuales predominan las terebrátulas, los pectenés i las grífeas; las otras son blandas, arenosas, desagregables por la acción del aire, convirtiéndose en arena i polvo, dejando los fósiles enteros, intactos i perfectamente conservados.

Estas dos clases de capas, que son de espesor variable, sesenta a ochenta centímetros por lo jeneral, pero siempre mui regulares i de estratificacion concordante unas con otras, se alternan repitiéndose mui a menudo sin mostrar modificaciones notables en sus caracteres mineralójicos. Las capas sólidas forman hiladas de laderas casi verticales; las blandas forman por el contrario pendientes suaves i cubiertas con sus arenas i conchas la superficie del cerro, no dejando entrever de léjos mas que las aristas bien alineadas i casi horizontales de las primeras capas; de tal manera que, si se contempla desde léjos aquel cerro, por el lado sur, se ve una série de gradas o escaleras de color blanco amarilloso, separadas por pendientes mas suaves cubiertas de arena. El aspecto seco del cerro, su color blanco amarillento, su estratificacion regular formada de fajas jeneralmente mas delgadas, ménos contorneadas i mejor alineadas que las capas de pórfiros; tales son los caracteres que permiten al jéologo reconocer el terreno fosilífero de los Andes, aun de léjos, a grandes distancias i en las cumbres de cerros mui elevados.

En efecto todos los cerros de este terreno fosilífero que encontramos en las cordilleras presentan el mismo aspecto i los mismos caracteres exteriores cuyo conocimiento será de gran utilidad a los jéólogos, quienes, al divisar a lo léjos, a tres o cuatro leguas, cerros de la forma indicada i del aspecto antedicho, podrán dirijir sus escursiones sin tener que acudir a ausilio de guia alguno.

Esta série no interrumpida de capas margosas blandas i de capas siliciosas mas sólidas que encierran una cantidad inmensa de fósiles, se sucede hasta la cumbre de la Cuesta de Manflas que separa los valles de los rios Manflas i Pulido. En la cumbre de dicho cerro existe una planicie de superficie mui desigual i que tendrá a lo mas setecientos a ochocientos metros de ancho; su altura sobre el mar es de 1,995 metros, de manera que la altura total de aquel cerro sobre el fondo del valle es de 565 metros, de los cuales mas o ménos la mitad es de terreno fosilífero, i el resto, la parte inferior, de pórfiros i calcárea negruzca, compacta, dolomítica; sin rastros de restos orgánicos.

Bajando ahora el mismo cerro por el lado opuesto, hácia el rio Pulido, i examinando el mismo terreno en su ladera setentrional,

se nota que, no obstante la pequeña estension que ocupan las capas de ese terreno entre el valle de Manflas i el del rio Pulido, ya se observan en ellas variaciones notables, tanto en sus caracteres mineralójicos como en la naturaleza i cantidad de cuerpos fósiles que encierran. Las mismas capas que se componian del lado sur casi esclusivamente de terebrátulas i de diversas ostras i grifeas, contienen de este lado grandes especies de pecten (semejantes a los del cerro de las Tres Cruces en el valle de Elglis), grandes conchas turbinadas, etc. En medio de esas capas que son por lo jeneral mucho ménos abundantes en fósiles que las del costado opuesto del cerro, se encuentran capas de calcárea arcillosa cristalina, de color amarillo grisáceo, i sin rastro alguno de restos orgánicos. Se encuentran tambien algunas capas subordinadas de mas o ménos un metro de espesor, de una greda de pasta calcárea arcillosa sin fósiles, así como algunas rocas esquistosas compactas que no se veian en la ladera opuesta.

En fin, al pié del mismo cerro, en el valle del rio Pulido, se vuelven a encontrar las capas porfíricas compuestas de los mismos pórfiros abigarrados, pórfiros amigdaloides, brechas porfíricas, etc., que caracterizan el terreno de los pórfiros estratificados de los Andes.

Este terreno fosilífero no reaparece al otro lado del valle del rio Pulido, frente al cerro de Manflas; i si se siguen esas capas calcáreas por el lado en que mas se estienden, se nota que se prolongan hácia el NO. Por eso volveremos a encontrarlas en el valle del rio Jorquera. Solo nos queda que agregar que estas capas calcáreas fosilíferas que en ese punto no tienen mas de una legua, a legua i media de ancho, parecen indicar la existencia de una antigua playa de mar, o punto de costa en el cual se han formado depósitos de sedimentos, de la misma manera que se formaron en una época moderna, todos los depósitos terciarios de la costa actual del océano Pacífico, que no constituyen mas que fajas prolongadas de dos a tres leguas de ancho, interrumpidas por rocas preexistentes i situadas en las desembocaduras de los valles transversales de este sistema.

Al pié del cerro de Manflas, se levantan unas cuantas habitaciones en el valle del rio Pulido, en medio de huertos que no obs-

tante su grande altura sobre el mar, 1,400 metros, producen frutas escelentes, mui semejantes a las de Potrero Grande. Despues de pasar la noche en ese punto, llamado Punta Ulpeadora, partimos el 22 de Marzo por el valle del rio Pulido, remontándolo hácia las cordilleras. Este valle se remonta hácia el S. 20° E. en medio de rocas pertenecientes al sistema inferior de los pórfiros abigarrados. En el camino se ven por todos lados minas, antiguas habitaciones de indios i restos de troncos de algarrobos (*prosopis siliquastrum*), hermosos árboles cuyas semillas les servian de alimento, i con la cual preparaban una bebida alcohólica. Restos de antiguos hornos de mangos i montones de escorias pastosas mal fundidas indican las causas de la destruccion de la vejetacion toda de aquel valle.

A tres leguas de Punta Ulpeadora se llega a un punto, la Iglesia Colorada, en que el valle se angosta brúscamente i jira hácia el este. Allí se encuentran por tercera vez las masas graníticas que se levantan i tuercen el terreno estratificado, i cuya aparicion fija siempre un cambio notable en la direccion de los rios i en la configuracion de las montañas.

Esas masas tienen allí mas estension que las del rio Manflas i de la Puerta. Presentan una superficie redondeada, cubierta de detritus feldespáticos angulosos; el granito es de granos gruesos, i de cuatro elementos, cuarzo, feldespato, anfíbola i mica, i está cruzado por venillas i vetas feldespáticas o cuarzosas compactas.

A media legua de la Iglesia Colorada, baja del sur, en direccion N. 20° O. una quebrada profunda, el rio Mostazal, i mas o ménos una legua despues, del mismo lado, desemboca el rio del Potro, cuyo valle es mas abierto i mas rico en agua, bosques i pastos que el del rio Pulido.

Continuando siempre por este último, se nota que, en cuanto se han dejado atras las montañas graníticas, vuelve a cambiar de direccion, dando una vuelta hácia el NE., i se ensancha considerablemente. Vuelven entónces a encontrarse terrenos cultivados i sembrados de trigo, regados por varios rios o mas bien arroyuelos que bajan del este; i a cinco o seis leguas de la última vuelta del rio se llega a Mulañeco, punto habitado solo en verano i situado a cerca de 2,400 metros sobre el mar. Puede decirse que

esta altura fija el límite de la altura de los terrenos cultivables entre las latitudes 28° i 30°, pues allí pudimos presenciar una linda cosecha de trigo, no así la de maiz i de frejoles que se habían helado completamente en las noches anteriores, a pesar de estar en los días mas ardientes del verano.

A las siete de la mañana del día 23 de Marzo el termómetro marcaba 8° centígrados sobre cero, i 0,578 m. el barómetro de Buntén, en el mismo rancho de Mulañeco. La jente reunida allí para cosechar el trigo nos aseguró que en aquellos puntos empieza a nevar ántes de fines del otoño, i en abundancia, pero que nunca llueve. Mas tarde vimos confirmar aquella aseveracion: que pasados los 2,000 o 2,500 m. de altura sobre el mar neva mucho pero sin llover jamas.

Ocupémonos ahora de la constitucion jeológica de aquella rejion.

Desde el rio del Potro donde, como hemos dicho, cruza el granito completamente el terreno estratificado, formando en medio de éste masas inmensas, las rocas graníticas desaparecen bajo las capas de pórfiros secundarios, que, según parece, disminuyen mucho de espesor. En el trayecto recorrido desde aquellos cerros graníticos hasta Mulañeco, suele divisarse el granito en el fondo del valle, i a veces hasta media ladera cubierto por los pórfiros estratificados; algunas veces las masas graníticas bordean el valle por el oeste, mientras el terreno estratificado baja por el este hasta el fondo mismo del valle. En todo caso, parece que este valle está formado por la desagregacion de la parte mas blanda de las rocas graníticas, i que de ahí provienen sus recodos i sinuosidades.

El mismo fenómeno se observa a partir de Mulañeco. El valle se remonta en direccion al norte; los granitos siguen mostrándose, ocupando la parte inferior del terreno; las capas superiores presentan pocas dislocaciones i sinuosidades, i al llegar a Pasto Grande, a dos leguas de Mulañeco, se deja al norte la Quebrada de las Vizcachas, siguiendo siempre por el valle del rio Pulido, en direccion al este.

En cuanto se cambia la direccion, vuelve a encontrarse por todos lados el terreno estratificado, desapareciendo las rocas graníticas. Todos los cerros que se divisan son estratificados: inmensas capas de brechas porfíricas grises i de todos colores, de grue-

esos fragmentos porfiricos envueltos en una masa de pórfiros abigarrados; pórfiros amigdaloides asociados a los anteriores; pórfiros zeolíticos i otros brechoides o con centros de calcedonia; en una palabra, el conjunto de las rocas, así como su aspecto demuestran la perfecta semejanza, mas aun, la identidad del terreno en cuestion con el que se ve predominar en todo el sistema andino, desde Copiapó hasta Rancagua, en una longitud de 1,100 a 1,300 kilómetros, i cuya formacion precedió al solevantamiento de los Andes.

A dos leguas i media de Pasto Grande, en un punto en que tuerce el valle hácia el sur-este se encuentra, en medio del terreno estratificado, una variedad de pórfiro de grandes cristales negros i brillantes, que es una de las rocas características de ese terreno, en todas las latitudes de los Andes chilenos. Esta roca no se estiende nunca mucho, i aparece de preferencia en la vecindad de las masas solevantes, aunque se ha visto tambien intercalada en medio de otros pórfiros estratificados i en medio de las rocas brechoides, formando a veces verdaderas capas paralelas a las otras, o bien especies de dykes o de crestas de masas alargadas que no se encuentran en estratificacion concordante con el resto del terreno.

La parte de este pórfiro es gris, compacta, homogénea, fusible al soplete, i los cristales de un hermoso color negro brillante, de tres a cuatro líneas por lo jeneral i amenudo de siete a ocho de largo. Como adhiere perfectamente a la masa, es imposible determinar bien su forma i conocer si corresponde a la anfíbola o a la piroxena; sin embargo, el ángulo del bisel de sus secciones paralelas al eje, hacer pensar mas en la forma de éste que en la de la anfíbola. Su estructura es hojosa, presentando dos clivajes de la anfíbola i otros dos de la piroxena; hai ademas indicacion del clivaje paralelo a la base; las superficies del clivaje son bien netas, de un brillo vitrioso, i mui amenudo se observa en los intersticios entre las láminas, una sustancia blanca o terrosa en tan pequeña cantidad que no fué posible reconocer su naturaleza. Bajo la accion del soplete, esos cristales son apénas fusibles en sus aristas; pero cuando se ensaya una lámina mui delgada, o mas bien una fibra mui desligada de la parte en la cual la estructura del mine-

ral pasa a ser fibrosa, se observa que la fusion tiene lugar con borbotones, formándose en la estremidad de la fibra una perla negra brillante, opaca.

El análisis de la parte mas pura de esos cristales dió como resultado la siguiente composicion:

	Oxígeno	
Sílice.....	0,419	0,218
Alúmina.....	0,166	0,077
Óxido ferroso..	0,117	0,026
Óx. manganeso..	0,016	0,003
Cal.....	0,116	0,032
Magnesia.....	0,154	0,049
Pérdida en el fuego.....	0,012	
	1,000	
Peso específico	3,179	

A juzgar por esos caracteres i por la composicion de los cristales negros, creo que deben pertenecer a la variedad clasificada por M. Rose con el nombre de *uralita* (o piroxena con los clivajes de la anfíbola), i que el pórfiro es de base uralítica.

En la vecindad de este pórfiro se hallan cerca de la Angostura del Molino, pórfiros abigarrados de núcleo de ágata i de calcedonia, i pórfiros amigdaloides de núcleos zeolíticos compactos, blancos, fusibles en vidrios incoloros, i cuya composicion se acerca a la de la analcima.

Continuando de remontar el valle del rio Pulido, hácia el S. E. se deja a la izquierda una quebrada profunda, la quebrada del Cachito que comunica por el valle del Jorquera por el cual debemos bajar; y frente a esta quebrada se vuelven a encontrar las masas graníticas. En primer lugar se encuentra una hermosísima roca sienítica, compuesta de feldespatos rosado laminoso, cuarzo lechoso i de anfíbola verdosa. Estas sienitas pasan insensiblemente a los granitos de cuatro elementos, en seguida a los granitos sin anfíbola, sin que cambien de color el feldespatos ni el cuarzo. En medio de las grandes masas de esos granitos rosados, en el punto

denominado Las Pircas, vimos ruinas de antiguas habitaciones de indios, i en un rincon de dichas ruinas, dos hombres armados i bien vestidos que, acurrucados cerca del fuego, se quejaban de frio en lo mejor del verano, allí mismo en donde vivian antiguamente salvajes completamente desnudos: eran dos guardianes apostados allí por el gobierno para evitar contrabandos.

A tres leguas de allí se llega al portezuelo del Punto, en el cual nace el rio, el punto mas alto del valle, donde ya no se ven granitos. Es un punto mui conocido de los viajeros a causa de los vientos del oeste que allí reinan y que son de una violencia tal que los viajeros que pasan por él a medio dia pueden apenas sujetarse en el caballo. Me fué imposible determinar la altura del Portezuelo por no haber podido detenerme allí a causa del viento; pero creo que aquel cerro llega al nivel de los puntos mas elevados de la línea de las cumbres, de la cual no dista mas de dos o tres leguas. En él pudimos ver nieve recién caida en toda la pendiente sur del cerro.

Una vez pasado el portezuelo del Pulido, se vuelve a encontrar por todos lados rocas estratificadas; pero el terreno es tan accidentado, variado, quebrado i trastornado, que solo se le reconoce por los caracteres mineralógicos de las rocas i la gran variedad de colores del detritus que las cubre. Se divisan masas terrosas blancas i rojizas de esas caolinas o rocas metamórficas (tofos) que aparecen jeneralmente en el contacto de los granitos con las rocas estratificadas en las rejiones mas altas de la cordillera de los Andes i que veremos mas desarrolladas i mejor caracterizadas a la altura de Coquimbo i en las cordilleras de Rancagua.

No se encuentra pasada directa a traves de la Cordillera frente al portezuelo del Pulido; el camino jira hácia el norte i en ménos de cuatro horas de marcha al paso se llega a una gruta natural formada por brechas porfíricas rojas, en el valle del rio del Pan en un mismo punto conocido con el nombre de El Pan. Allí es donde, por lo jeneral, buscan los viajeros abrigo contra las tempestades de la Cordillera, pasando la noche con bastante comodidad para cruzar al amanecer la cumbre de los Andes, que está todavia a dos leguas mas arriba que la gruta. En esa misma gruta, a las seis de la tarde, pudimos constatar que bajo una tempe-

ratura de 9° C. el barómetro marcaba 493 milímetros (1), sin que se viera una sola nube en la atmósfera i reinando una calma completa.

Al amanecer del día siguiente, 23 de Marzo, despues de gozar del descanso de una noche tranquila, nos pusimos en marcha con dos guías, en dirección a la línea divisoria de las aguas de la cadena mas elevada de los Andes. Esa es la hora jeneralmente escogida para semejantes viajes a causa de los vientos que a cierta hora del día arrecian jeneralmente con fuerza, alcanzando algunas veces una impetuosidad tal que hacen totalmente imposible el tránsito por la cordillera.

En efecto, entre ocho i media i nueve i media de la mañana, empieza a dejarse sentir una lijera brisa del oeste, o mas bien del sur-oeste, la que poco a poco va aumentando de fuerza hasta convertirse en un verdadero huracan poco despues de medio día, para ir calmándose gradualmente hasta desaparecer completamente al ponerse el sol. Viene en seguida una calma completa que dura casi toda la noche, pues poco antes de las tres, i aun a veces al amanecer, empieza un vientecillo del este, viento mui seco i excesivamente frio, conocido con el nombre de *terral*, que sin alcanzar, por lo jeneral, gran fuerza, dura hasta las siete u ocho de la mañana para ser seguido de una nueva calma que, con el fresco proveniente del derretimiento de las nieves, hace recordar en verano las hermosísimas mañanas de la primavera en los países setentrionales de Europa.

Una observacion que se ha hecho sobre el *terral* es que, por lo jeneral, empieza mucho mas temprano en las partes bajas, cerca de la costa, que en las rejiones de la cordillera, lo que demuestra que debe producirse *por aspiracion*.

Para terminar con la periodicidad de los vientos, réstanos solo agregar que ella se interrumpe de cuando en cuando, sobre todo en los meses de invierno i en la época de cambios de estaciones. Vienen entónces los vientos norte i nor-oeste, que jeneralmente vienen acompañados de nevazones i temporales, que suelen llegar hasta la costa, sucediendo entónces que mientras neva en las

(1) Lo que corresponde a 3,697 metros sobre el nivel del mar.

partes elevadas, en los planes caen nubadas de agua verdadera-mente temibles.

Continuando desde la gruta del Pan, la ascension de la cordillera por el valle del *Estero del Pan*, se tiene oportunidad de examinar los últimos encadenamientos de ese terreno estratificado que, en la proximidad de los granitos que componen la cresta de los picos mas elevados de los Andes, deja ver rastros de los grandes trastornos i violentas conmociones que ha sufrido, como si la fuerza que hizo salir del seno de la tierra aquellas enormes masas graníticas, hubiese realmente concentrado la enerjia toda de su actividad en la línea de las cumbres de aquellas montañas.

Entre las rocas que componen aquel terreno solevantado, las que parecen predominar son brechas i pórfiros brechoídes cuya superficie es ora negra como carbon, ora rojo sangre o rojo gris ceniciento, i casi siempre dividido en bancos i estratas de todos los colores imaginables. Esas capas i estratas estan por lo jeneral mui enderezadas i se sumerjen hácia el oeste; pero en ciertos puntos sucede lo contrario. En cuanto a la naturaleza de las rocas, hai a la vez una diversidad tal de especies i de modificaciones, que parece que la naturaleza ha reunido en el último escalon del sistema una coleccion de todas las rocas que componen el terreno secundario de la vertiente occidental de los Andes: solo falta el grupo de rocas calcáreas que acabamos de ver en el flanco del cerro de Manflas; pero en cambio las brechas i los pórfidos de aquella rejion son amenudo cuarcíferos i micáceos, lo que es sumamente raro en la base de aquellos cerros.

No se llega al granito sino a media legua de la línea divisoria de las aguas. La cumbre de aquella parte de la cadena de los Andes se compone de una masa redondeada, enteramente desprovista de vegetacion, cubierta de detritus feldespáticos i cuarzosos, formando pendientes suaves interrumpidas por quebradas de poca profundidad. La encontramos sin nieve ninguna, la que por lo demas solo se divisaba en las pendientes sur de algunos picos que dominaban a los otros, como tambien en quebradas profundas, a niveles mas bajos que las cumbres.

Como a las nueve llegamos al punto mas elevado del Portezuelo de Come Caballo, en el punto en que empieza nuevamente

a bajar en direccion a las provincias arjentinas. La mañana era hermosa, i el cielo de un color azul oscuro; pero el viento comenzaba ya a arreciar, por lo que me ví obligado a hacer mis observaciones barométricas en un punto situado en la ladera oriental del cerro, a algunos metros mas abajo que la parte alta del portezuelo. A las nueve i tres cuartos de la mañana el barómetro marcaba 0.4428 metros con temperatura de 0.4° bajo cero, lo que corresponde a una altura de 4,426 metros sobre el nivel del mar (1), tomando 0.765 metros como altura de la columna barométrica al nivel del mar i con temperatura de 16.9°. Ahora bien, considerando que la altura sobre el portezuelo de los picos mas próximos a aquel no es mayor de 120 a 130 metros, resulta que los picos mas elevados de los Andes frente a Copiapó no estan a mas de 4,600 metros sobre el nivel del mar. Solo se divisa hácia el norte un pico, cuyo nombre no pude obtener, situado a unas ocho o diez leguas (sino me engaña la vista) del portezuelo, que está cubierto por nieves perpétuas, siendo su altura mayor que todos los de que hemos hablado.

Si se observan ahora desde la cumbre de la cordillera los panoramas a ámbos lados de ésta, o sea por los lados de Chile i de la Arjentina, se nota que existe un contraste notable entre la configuracion, forma i color de los cerros de uno i otro lado. Así, miéntras en la parte chilena se encuentra ese desórden i trastorno del terreno solevantado, fallas i grietas, cortes a pico i estratificaciones contorneadas e interrumpidas, sin encontrarse dos cerros de igual forma i color; por el otro lado, por el lado arjentino, las pendientes son suaves, i los bancos de rocas son casi horizontales, i mui raras veces interrumpidas: el cuadro es mas uniforme, las crestas forman líneas paralelas al horizonte, i los colores son mui poco variables: solo de cuando en cuando uno que otro pico cónico, aislado i alejado de la línea de las crestas, rompe aquella monotonía del relieve.

Todo confirma que el movimiento principal que formó los Andes se desarrolló por el lado del oeste, es decir, por el lado en el

(1) Altura média de unas dos mil observaciones hechas por mí en el espacio de dos años que residí en Coquimbo.

cual una línea de pendientes que marca la orilla actual del océano desde el cabo de Hornos hasta las montañas Rocosas, continúa sollevantándose de una manera lenta i apénas perceptible, con acompañamiento de sordos i prolongados ruidos subterráneos i bajo la influencia de repetidos i violentos temblores.

Eso mismo esplica por qué el mismo granito que allí sale a flor de tierra, rompe tan amenudo en la cumbre de las gigantescas montañas el terreno secundario que habia preexistido en la época de su sollevamiento, i forma al mismo tiempo la arista occidental de los escarpamentos de la costa del océano Pacífico, o sea de la parte mas baja del sistema.

Podria aun esplicar la existencia de tantas rocas *de inyeccion* que han surjido rompiendo lateralmente las estratas i capas en la ladera occidental; i sobre todo aquella abundancia de vetas metalíferas que afloran por aquel lado, siendo en cambio tan escasas i pobres las del costado oriente de los Andes.

Es, sin embargo, necesario agregar que en la misma latitud, frente a los cerros de Huasco i Copiapó, está al otro lado de los Andes, en la provincia de San Juan, el cerro de Famatina, riquísimo en minas de oro i plata. Sus minerales contienen plata nativa, plata roja, plata sulfurada; i en jeneral se parecen mucho a los minerales de Pasco i de Potosí. Mui interesante seria, tanto para la ciencia como para la industria minera, continuar el corte transversal del sistema andino hasta el cerro de Famatina, i compararlo en seguida con otro que podria hacerse desde Cobija hasta Potosí, i con un tercero que se haria entre Callao, Pasco i las vertientes del Marañon: eso permitiria comprobar si el cerro de Famatina es el comienzo del segundo encadenamiento de la Cordillera, con el cual se relacionan las minas de plata de Potosí i Pasco.

Pero el desgraciado estado de las provincias arjentinas desoladas por una interminable guerra civil, no me permitió realizar una parte de aquel plan. Me ví pues obligado a volver sobre mis pasos, lo que aproveché para estudiar los terrenos vecinos al valle del rio Jorquera.

Ese caos de terrenos que se observa en la vecindad de las últimas masas graníticas, i que en grande se asemejan a témpanos

de nieve recién quebrados arrastrados por un torrente, desaparece al acercarse al mismo peñón de El Pan, cuya gruta, como pudimos comprobarlo, se abre en pórfiros i brechas porfíricas rojas i cuarzíferas. Dicha gruta no es mas que una cavidad proveniente de la desagregacion de una capa inferior arenácea cubierta por una segunda capa sólida, la misma que sirve actualmente de techo a la parte desagregada. El valle del río, que desde ese punto toma el nombre de río del Pan, baja hácia el N.NO; i como en jeneral las capas del terreno solevantado i las masas solevantes se prolongan paralelamente a la cresta de la cadena mas elevada de los Andes, resulta de ello que bajando en esa direccion, se siguen en el sentido de su longitud aquellas capas de pórfiros i de brechas porfíricas rojas. Dichas capas contrastan singularmente con la parte accidentada del terreno situado al este, son a la vista muy regulares i desarrolladas en una gran estension; se inclinan un poco al principio hácia el este, i en seguida, casi horizontales, forman una especie de hondonadas en medio de las montañas que las rodean. Esas mismas rocas tienen algo de especial en su aspecto: el color rojo predomina en ellas, i en la rotura de los pórfiros i brechas porfíricas se ven pequeños granos de cuarzo vidrioso que por lo jeneral no se encuentran mas que en los pórfiros abigarrados estratificados. Las brechas son en su mayor parte de pequeños fragmentos angulosos de pórfiro rojo o de rocas compactas rojas i pardo oscuro (arjilolitas), i llegan a ser algunas veces tan blandas i de fragmentos tan pequeños que la roca se convierte en *tofos porfíricos i arenáceos* i aun en areniscas que por su color i grano semi-cristalino, se parece a la *nueva arenisca roja* i a la *arenisca de los Vosges*. Bien pudiera ser que ese grupo de pórfiros i conglomerados rojos constituyera una capa o piso aparte en medio de *pórfiros abigarrados*. Continuando siempre hácia el N.NO. a unas cuatro leguas de El Pan se ve de repente que esas capas de pórfiros i conglomerados rojos estan interrumpidas i cortadas por una roca de color gris ceniciento, compacta, feldespática, con anfíbola i parecida a las rocas de inyeccion tan comunes en los cerros del sur-este de Santiago. Dicha masa se levanta casi verticalmente de debajo de los pórfiros rojos, i a poca distancia de allí da lugar a las rocas graníticas que se muestran

a ámbos lados del valle, no dejando ver mas que restos del terreno porfírico que aparece a intervalos, dislocado i accidentado, en la cumbre casi de los cerros de la orilla derecha del rio.

Allí se ensancha considerablemente el valle al recibir las aguas de la Quebrada del Cachito, de que hicimos mencion al pasar por el Rio Pulido; i continúa desde entónces con el nombre de Rio del Cachito. Por lo demas, los granitos que se presentan a la vista son en un todo semejantes a los que se divisan al otro lado de la Quebrada, en el rio Pulido: es la misma masa granítica que se prolonga paralelamente a la cadena principal de los Andes.

El valle del Cachito, que se levanta a mas de 3,300 metros sobre el nivel del mar, tiene la forma de un óvalo de unas tres leguas de lonjitud; no se divisan en él árboles ni arbusto ninguno: no es mas que una llanura pantanosa cubierta de plantas herbáceas. Allí el agua amanece todos los dias conjelada aun en verano i comienza a nevar en Abril. No se concibe que creatura humana haya vivido en aquella aridez, teniendo no léjos, cerca de la costa, parajes de clima templado i aun delicioso por decirlo así. I sin embargo, allí se ven las ruinas de una antigua aldea india compuesta de unas treinta chozas redondas, de dos a tres metros de diámetro, alineadas a la izquierda del arroyo; i mas allá, en el extremo del valle, se levantan las murallas de una gran casa de varias piezas que servirian talvez de vivienda al jefe de la tribu. Ese mismo hecho se repite en toda la cadena de los Andes, desde Copiapó hasta Concepcion, entre los 3,000 i 3,200 metros de altura, sirviendo las ruinas de guarida a los leones o de reparo a viajeros extraviados en alguna tempestad.

En el punto en que se estrecha el valle, por el lado norte, se encuentra una brecha de gruesos fragmentos de granitos i sienitas rojas unidas por una masa porfírica gris. Estos fragmentos se componen del mismo granito que se encuentra en el resto del valle, i la brecha es una de las mas raras que yo haya visto en las cordilleras: difiere de las brechas estratificadas (que pertenecen a los terrenos de pórfiros abigarrados) en que estas últimas jamas contienen fragmentos graníticos. ¿Cómo es que, siendo sin duda alguna el granito, la roca solevante, sea el pórfiro el que en la brecha en cuestion empaste los fragmentos de granito, i nó és-

tos a aquél? Sin duda alguna, este pórfiro no debe ser de la misma naturaleza que los del terreno estratificado, pero sí análogo a los que forman *dykes*, gruesas vetas, o grandes montones en medio de las masas graníticas. El hecho es que el mismo granito que forma los fragmentos de aquella brecha granítica forma también especies de vetas i venas irregulares en medio de la misma brecha; lo que indica que las dos materias de la misma brecha, la pasta gris i el granito, han debido encontrarse estando ámbos a la vez en estado pastoso o de semi-fusion.

Estas brechas se encuentran a 3,200 metros sobre el nivel del mar. Ahora bien, continuando el descenso por el mismo valle, se ve inmediatamente que esas brechas no se encuentran mas que en contacto con los granitos del valle del Cachito, i que constituyen la base en que descansa el terreno estratificado de *pórfidos abigarrados*. Llama también la atención el hecho de que, después de las últimas masas graníticas del Cachito, todo el sistema de las capas del terreno secundario se sumerge al oeste, inclinándose hacia el lado de la roca solevante; de manera que, para representar el conjunto de la serie completa de las rocas desde la cumbre de los Andes hasta allí, se formará el corte de la fig. (Lám.):

A. Masa redondeada granítica que forma la cresta de los Andes en el portezuelo de Come Caballo: tiene a lo sumo media legua o tres cuartos de legua, hacia este lado.

B. La parte mas accidentada del terreno secundario entre la línea de las cumbres i El Pan (unas dos leguas de largo).

C. Pórfiros i conglomerados rojos (tres a cuatro leguas de longitud).

D. Masa feldespática porfiroídea con anfíbola, parecida a las rocas de inyección.

E. Granitos i sienitas rojas.

F. Brechas con fragmentos del granito anterior (E).

(tres a cuatro leguas)

G. Brechas porfíricas estratificadas comunes, que forman parte del grupo de los pórfiros abigarrados.

H. Pórfidos abigarrados que alternan con las rocas anteriores, i que contienen pórfiros con núcleos de jaspe, calcedonia, zeolitas, etc.

A dos leguas de la angostura del valle del Cachito se llega a la desembocadura del río Turbio, que baja del este; i desde ese punto sigue el valle hácia el NO., con el nombre de Valle del Río Turbio. Todavía no se encuentran ni árboles ni arbustos.

Seis leguas mas abajo está la confluencia del río Figueroa. En ese trayecto se ven capas horizontales de pórfiros abigarrados alternando con gruesos bancos de quince a veinte metros de espesor, brechas con grandes fragmentos porfíricos, i debajo de este grupo de rocas, de colores oscuros, se divisan los mismos pórfiros i conglomerados rojos que encontramos al otro lado del valle del Cachito, i que aquí forman un sistema de estratas regulares i delgadas (uno a cinco decímetros de espesor), de un paralelismo casi perfecto, i descansando en estratificaciones concordantes unas con otras. Al mismo tiempo, todo ese terreno se encuentra cortado por filones pedregosos porfíricos o compactos negros, i la estratificación se inclina ligeramente hácia el oeste.

El río Figueroa desciende del NE. i sigue hácia el SO., dándole su nombre al valle principal por el cual va el camino. En esta dirección llega a seis leguas de su confluencia a la hacienda de Jorquera, que es, puede decirse, el primero i único lugar habitado en todo el valle desde la cumbre de la cordillera hasta las Juntas; i de ahí que ese largo valle que toma sucesivamente los nombres de Río del Pan, del Cachito, Turbio i Figueroa, sea conocido con el nombre jeneral de Río Jorquera. En su trayecto este valle corta el sistema de los terrenos andinos primeramente de SE. a NO., i de NE a SO poco despues.

Hai todavía que agregar que, según los datos que recojimos, existe un camino que, partiendo de la confluencia del río Figueroa, sube por el valle de dicho río hasta el cerro del Azufre, el mismo de que nos ocupamos al indicar el camino que cruza el desierto de Atacama pasando por la Quebrada de Paipote. El jeólogo que visitara esas rejiones debería procurar realizar una escursión por el cajón del río Figueroa hasta el cerro del Azufre, lo que le proporcionaria un corte de terreno sumamente interesante bajo todo punto de vista.

A unas cuatro leguas de las casas de la hacienda de Jorquera se divisa una quebrada profunda, la quebrada del Carricito, que

baja por el sur, i que deja ver capas del mismo terreno fosilífero que tuvimos ocasion de examinar en el cerro de Manflas. Sus caracteres i sus aspectos son idénticos; las capas son planas, perfectamente regulares i divididas en estratas de diferentes espesores, i se inclinan hácia el NO. con un ángulo de 30 a 40°. Son calcáreas, margosas, o formadas de una caliza arenosa i arcillosa: los fósiles, mui abundantes allí, son pectenés de veinte a treinta centímetros de diámetro. Llama tambien la atencion el hecho de que todo ese grupo de rocas calizas se encuentra intercalado en medio de las capas de pórfiros i de brechas porfíricas estratificadas; es decir que van cubiertas por rocas del mismo grupo i naturaleza que las de la base, i que participan de la inclinacion jeneral de este último sistema, cuyas capas se inclinan al este.

Antes de llegar a la hacienda de Jorquera el valle se estrecha considerablemente a causa de masas de rocas solevantes que desvian su direccion haciéndola bajar desde el S. SO. Dichas rocas, que han producido en el terreno estratificado, dislocaciones fáciles de notar, van acompañadas de masas kaolinas, que yo considero como rocas metamórficas de los terrenos.

Las casas de Jorquera están a 1,970 metros sobre el nivel del mar. Allí la vejetacion es pobrísima: no se ven árboles, i las heladas de principio de marzo habian destruido todas las legumbres del huerto, pero, no obstante, a esa altura se obtienen excelentes cosechas de cereales. En esa rejion neva abundantemente en invierno, segun me dijo el mayordomo, pero en cambio no llueve jamas.

Continuando hácia las Juntas, como a las dos leguas se encuentra el granito. La roca es diorítica, en un todo semejante a las dioritas de la costa. Allí donde asoma esa roca el valle jira hácia el oeste; pero luego vuelve a tomar su direccion S. SO i vuelve el granito a desaparecer debajo del terreno estratificado, continuando, sin embargo, a mostrarse en el fondo del valle i a media ladera de los cerros, entre los cuales corre. En cuanto a lo demas, es decir a lo que se ve encima de ese granito, consiste en capas de *pórfiros abigarrados* casi horizontales i que forman un grupo de rocas del terreno secundario que no tendrá mas de ciento cincuenta a doscientos metros de espesor. Ese es un punto mui ade-

cuado para observar el contacto de dos terrenos: algunas veces se ven las capas superiores agrietadas i quebradas por esas mismas dioritas que las sollevantan; pero otras veces no hai rastro alguno visible de dislocaciones violentas. Por lo jeneral, casi siempre, se ve a la roca estratificada soldada, por decirlo así i refundida con la roca sollevante, de manera que jamas existe línea de separacion de los dos terrenos, tan claras como las que se ven en Europa en los contactos de dos terrenos de sedimento pertenecientes a formaciones diferentes.

Tres leguas mas abajo, las dioritas se convierten en granitos propiamente dichos, compuestos de cuatro elementos i cruzados por filones de cuarzo micáceo. El valle jira al SO, i una legua despues ya se vuelve a encontrar en medio de los pórfiros estratificados.

En esta nueva aparicion del terreno estratificado es cuando, a unas dos leguas de las Juntas, vuelven a encontrarse con capas calcáreas fosilíferas, las mismas exactamente del cerro de Manflas. Se sumerjen, como todo el terreno, desde la cumbre de la cordillera, por el oeste; i se las ve intercaladas entre las capas de pórfiros i de brechas porfíricas. No forman mas que una lonja de ese terreno, de treinta a cuarenta metros de espesor; se componen de las mismas calizas margosas i arcillosas que se encuentran en Manflas, i se ven en bancos de ocho a once decímetros de espesor, casi en su totalidad de restos orgánicos. Se encuentran allí los mismos fósiles, las mismas grifeas, terebrátulas, ammonitas que se encontraban en el cerro de Manflas. Deben hallarse aun en la prolongacion de este último. Aquí bajan hasta el fondo del valle, que se eleva a 1,315 metros sobre el nivel del mar.

Este terreno estratificado ocupa una parte de la orilla occidental del valle: se le ve a flor de tierra en unos trescientos a quinientos metros de longitud por doscientos de ancho, para ocultarse en seguida parte debajo de las rocas compactas rojas, sin fósiles, i parte debajo de los pórfiros i detritus de cerros mas altos.

Para regresar a las Juntas hai que volver a bajar por el mismo valle de Copiapó que se habia seguido a la subida.

II. Constitucion jeológica de los terrenos comprendidos en los valles de Copiapó i de Coquimbo

MINAS DE PLATA DE CHAÑARCILLO I DE AGUA AMARGA

Despues de haber recorrido los terrenos del sistema de los Andes chilenos, desde el mar hasta la línea de las altas cumbres, en la latitud correspondiente a Copiapó, ocupémonos de estudiar esos mismos terrenos en su prolongacion hácia el sur. Ya hemos visto en el corte transversal de ese sistema, que existe un punto mui importante que tiene gran influencia, tanto en la naturaleza de las rocas como en las de las vetas, i que dicho punto se encuentra á unas dos leguas de Copiapó, en la primera línea de contacto de las rocas graníticas de la costa con las rocas de terreno estratificado. Entónces pudimos notar: 1.º que desde el mar hasta la línea ya citada de separacion de ámbos terrenos, no se encuentran mas que vetas de oro i de cobre, con esclusion de la plata, el antimonio i el arsénico; 2.º que en aquella misma *línea de contacto* de terrenos de naturaleza diferentes, i en direccion a los Andes, se encontraban al principio vetas arjentíferas que producian cloro-bromuro de plata i plata nativa (Ladrillos), i mas adelante, mucho mas al este, vetas cobrizas arsenicadas i arjentíferas (San Antonio), i mas al este aun, vetas de plomo (Cerro Blanco); 3.º que desde allí se atraviesa todo el sistema andino hasta la misma línea divisoria de las aguas (20 leguas) sin encontrar ni una sola veta metálica.

Se ve pues que el jeólogo que pretende estudiar el sistema de aquellos terrenos, segun su direccion, debe ante todo recorrerlos conservando una distancia de seis a siete leguas del mar, para poder examinar la gran variedad de rocas del grupo granítico del litoral i las vetas que las cruzan; en seguida deberá hacer otro tanto a altura de la línea de separacion de los dos terrenos; i por fin, recorrerá el piso medio del terreno secundario, a la altura en que aparecen las vetas de cobre gris i de galena.

De esos tres viajes el mas interesante para el jeólogo es, sin duda alguna, el segundo, siguiendo en todas sus sinuosidades la primera *línea de contacto*, es decir la línea de las primeras vertientes estratificadas que se franquean cerca de Tierra Amarilla. Allí es donde se presenta un campo vastísimo para las especulaciones de los *cateadores* (buscadores de minas). Desgraciadamente, toda esa rejion es tan desierta i pobre en aguas i pastos que en jeneral los viajeros i sobre todo los *arrieros* (arrendadores de mulas) la temen i la recorren lo mas lijero posible, sin detenerse ni apartarse del camino. En efecto, en el trayecto de cincuenta a sesenta leguas de Copiapó a Vallenar solo hai dos aguadas, i tan escasas que bastan doce animales para que las dejen secas por todo el dia. El único modo de visitar con detencion aquellos tristes parajes es esperar un año en que llueva dos o tres veces en el invierno i aprovechar aquella ocasion para emprender el viaje a principios de la primavera; pues se asegura que aquellas serranias que permanecen años i años tan áridas como el interior de las canteras de Montmartre, se cubren entónces de las flores mas hermosas, entre las cuales el jeólogo puede pasearse sin temor de ser apurado por los arrieros. Desgraciadamente esos años son rarísimos, tanto que desde que estoi en Chile no se me ha presentado ni una sola vez la ocasion de emprender esa escursion en la forma que deseo: esos años fenómenos solo se presentan cada ocho o diez años.

Dos son los caminos que pasan cerca de la línea del contacto de los terrenos poniendo en comunicacion los valles transversales de Copiapó i del Huasco. El primero, conocido con el nombre de *Camino de travesia*, pasa un poco al oeste de la línea, i atraviesa una llanura arenosa completamente desprovista de vejetacion, desempeñando en la configuracion exterior i en la agrupacion jeológica de los terrenos de Chile, el mismo papel que la llanura de Santiago que se prolonga desde la cuesta de Chacabuco hasta Chillan i comprendiendo en ella muchas ciudades i mas de la tercera parte de la poblacion total de la República. Es un valle terciario que alcanza a dos leguas de ancho en algunos puntos i que está rodeado de cerros graníticos, redondos i de poca altura. Se ramifica de una manera mui irregular hácia el oeste, i pre-

senta un archipiélago de islas graníticas diseminadas en un mar de arena en el cual no se ven mas que pequeñas trombas de polvo que se mueven arrastradas por las corrientes ascendentes de la atmósfera. El naturalista que siga ese camino no verá nada interesante, i no tendrá cosa mejor que hacer que picar su caballo para llegar cuanto ántes al hermoso valle del Huasco.

El segundo camino, el *camino de arriba*, pasa un poco al este de la línea de contacto de los dos terrenos, i toca en las minas de plata de Chañarcillo, de Algarrobito, etc. Este fué el camino que seguí en 1843 al volver de las cordilleras de Copiapó; i por eso voi a consignar aquí los apuntes que tomé en aquel entónces.

El lugar mas interesante de aquel camino es, sin duda alguna, el cerro de Chañarcillo, i por consiguiente será de lo que mas nos ocuparemos.

Tomemos como punto de partida la misma Punta del Diablo (lám. fig.) que dejamos a la derecha en nuestra última escursion i que se encuentra, en línea recta, a unas tres leguas al este de la *línea de contacto*. Desde ese punto parte en direccion al sur una quebrada profunda, larga i estrecha por la cual pasa el principal camino que conduce a las minas de Chañarcillo. Pasemos en revista las principales rocas que se encuentran en aquel camino desde el valle de Copiapó hasta Chañarcillo.

1).—Las rocas que se encuentran a la entrada de la Quebrada, cerca de la Punta del Diablo, son porfiróideas, cruzadas por filones pedregosos cuarcíferos, i presentan todos los caracteres de las rocas de la capa inferior de los *pórfiros abigarrados*. Forman espesas capas cuyas divisiones por estratas se distinguen apénas de los diversos sistemas de grietas que cortan aquellas rocas.

2).—A algunos centenares de metros de la Punta, el viajero se encuentra en medio de rocas compactas, de color negruzco que producen efervescencia con los ácidos i dan 60 a 65 por ciento de residuo insoluble en los ácidos i 15 a 20 por ciento de carbonato de cal. Entre esas rocas las hai que son mas siliciosas que otras i que tienen un color negro gris, de rotura conchoidea; son mui homogéneas i perfectamente compactas. Esas rocas se componen de tres elementos que son: carbonato de cal i dos variedades de arcillas, una ferrujinosa hidratada, atacable por los ácidos

i completamente indiferente a ellos. Una muestra de esas rocas dió el siguiente análisis:

0.26	de carbonato de cal,		
0.57	de arcilla inatacable, i		
0.17	de arcilla atacable	{	0.10 de fierro i alúmina,
<u>1.00</u>	compuesta de		0.03 de sílice soluble en potasa, i
			0.04 de agua.

La mezcla de estos tres elementos es tan íntima i perfecta que es imposible distinguir granos ni moléculas heteroejéneas en su estructura.

3). — En medio de esas rocas puede verse, en un desfiladero sumamente angosto i de paredes verticales, un banco de rocas de la misma naturaleza que las anteriores, pero revueltas con bivalvos que se asemejan a mi parecer a una especie de grifea bastante comun en los terrenos fosilíferos de Manflas i de Jorquera.

4). — Vienen en seguida una série innumerable de capas de diferentes espesores pero mui regulares i de un paralelismo perfecto. La mayor parte de esas capas se componen de un esquisto calcáreo mui silicioso, negro, áspero al tacto, perfectamente compacto i mui parecido a la piedra litográfica: esas rocas, cuyo color es debido a la presencia de betun de que estan impregnadas, forman por lo jeneral capas de diez a veinte centímetros de espesor, alternadas con hileras de rocas mas blandas i mas calcáreas. La composicion de esas rocas varia tan poco de la del número 2, que una muestra tomada a mas de una legua de distancia del oríjen de la muestra, cuyo análisis dimos mas arriba, dió el siguiente resultado:

0.22	de carbonato de cal (sin magnesia),		
0.61	de arcilla inatacable,		
0.17	de parte soluble:	{	0.09 fierro alúmina,
<u>1.00</u>			0.04 sílice soluble en potasa
			0.04 agua.

Todo ese sistema de esquistos calcáreos, desaparecen hácia el este, o mas propiamente hácia el sur-este, con un ángulo de 45 a 50 grados i abarca una estension de cinco a seis leguas, entre Punta del Diablo i El Injenio.

5). — Desde este último punto, i remontando siempre el mismo terreno hácia el sur, se encuentran rocas de composicion semejante a la que acabo de describir, pero siendo cada vez mas calcáreas. Entre las piedras rodadas se encuentran fragmentos de amonitas i de terebrátulas, pero no pude ver en aquella parte del cerro (en la ladera norte) capas de fosilíferos locales.

Solo se nota que aquellas capas que por lo jeneral se suceden unas a otras, sin perder su paralelismo, tienen en algunas partes de la montaña, fallas i rasgaduras locales, a causa de algunas rocas porfiroideas que aparecen a veces, formando especies de filones-capas, o montones de poca estension.

En algunas localidades, como ser a media legua del Injenio, en el camino de las minas, se ven tambien rocas porfíricas parecidas a las que se encuentran en la parte inferior de las minas de Chañarcillo, i que veremos completamente desarrolladas en el cerro de Agua Amarga.

Fuera de estas rocas que estan siempre subordinadas a las de los números 2, 4 i 5, no se encuentra modificacion notable alguna en el sistema de rocas calcáreas arcillosas hasta el pié de Chañarcillo.

Llegando ahora al costado oriente del mismo cerro, por un camino que se separa del valle de Copiapó frente a Hornillo, i pasa por Molle, se encuentran rocas en un todo semejantes a las anteriores, i que se suceden en el órden siguiente:

1). Las capas mas inferiores, las que estan en contacto con el fondo del valle son pórfiros abigarrados, los mismos que se estienen en toda la longitud de este valle, desde Potrero Seco hasta Punta Brava.

2). Calcáreas arcillosas semejantes a las rocas de la parte inferior del cerro de Manflas (con un espesor medio de cincuenta metros).

3). Esquistos arcillo-calcáreos i margas hojosas fosilíferas que contienen fragmentos de pectenés i unas pocas conchas turbinadas;

rocas semejentes en un todo a las de la parte elevada del terreno de Manflas. Aquí las rocas ocupan un terreno de unos ochenta metros de espesor, i llegan hasta la cumbre de la cuesta, donde empieza una vasta planicie que se estiende hasta Chañarcillo.

4). Esta planicie que se alarga hácia el sur-oeste, está formada en primer lugar por rocas calcáreas parecidas a las anteriores; pero para ser reemplazadas, poco despues, por pórfiros arcillosos i por brechas porfíricas, que tienen alrededor de cuatro leguas de extension.

5). Estas últimas llegan hasta Molle, donde vuelve a encontrarse el mismo sistema de rocas arcillo-calcáreas que avistamos al nor oeste de Chañarcillo. Estas rocas calcáreas se alternan todavía en algunas partes del terreno con lechos de rocas porfíricas; lo que indica que este grupo de rocas calcáreas pertenece a la misma época jeológica, al mismo *terreno* que los pórfiros abigarrados.

Entre las capas calcáreas que se presentan por ese lado del cerro de Chañarcillo, las hai que contienen en abundancia restos orgánicos, sobre todo conchas univalves turbinadas (*turitella Andii, d'Orb.*), dos variedades de pectenés i terebrátulas como las de Manflas.

Desde Molle se baja por una quebrada que corre de este a oeste, i llega hasta el pié mismo del cerro de Chañarcillo. En este trayecto se nota, lo mismo que en el del camino del Injenio, que todo el sistema de estratificación de ese terreno se sumerge al este, prolongándose en direccion al meridiano magnético, con escepcion de las capas de la parte del cerro que contiene las vetas de plata, i en la cual se esplotan minas. En efecto, estas últimas capas son casi horizontales, i observándolas desde léjos se ve que han sido retenidas por cierta causa local que las ha impedido tomar parte en el movimiento jeneral que ha sufrido el terreno.

Pasemos ahora a ocuparnos de la descripcion del cerro de Chañarcillo i de las minas de plata que en él se esplotan.

CHAÑARCILLO

El cerro Chañarcillo (Lám... fig...) está situado unas catorce o quince leguas en línea recta de la costa; pero la distancia entre

Chañarcillo i el puerto de Copiapó, pasando por el valle de Copiapó i la quebrada del Injenio, no baja de treinta i tres a treinta i cuatro leguas, i un poco menor es la que lo separa de Vallenar, capital del departamento de Huasco Alto. Los alrededores son completamente áridos; las habitaciones mas próximas estan a siete leguas de las minas del lado norte, i a veintiocho leguas, en el valle del Huasco, por el lado sur: en cuanto al este i oeste, es un desierto árido desde la costa misma hasta la cumbre de los Andes. En los alrededores no se encuentra agua mas que en Injenio i en Molle, i aun en tan poca cantidad que sus vertientes bastan difícilmente para las necesidades de los mineros que trabajan en Chañarcillo.

El clima de este cerro es mui suave i templado; pero solo llueve allí cada ocho o nueve años. No obstante, todos los dias amanecen con neblinas que vienen del mar i bajan lentamente por la *travesía*, desapareciendo entre diez i once. Es raro que el termómetro suba de 20° centígrados ni que baje de 9°. Por lo demas, el viento del oeste sopla en el dia, como sucede en toda la costa de Chile; sucédele la calma al anochecer, i al amanecer empieza el *terral*.

La cumbre de Chañarcillo se levanta mas o ménos a 1,225 metros sobre el nivel del mar, la misma altura a que se encuentran las minas de plata de «San Antonio,» «Agua Amarga,» «Arqueros,» «Algodones,» etc.; i forma una planicie de unos quinientos metros de largo de SO a NE por cien de ancho. Las laderas son mas paradas por el oeste que por el este, lo que se nota mucho por estar el cerro separado de los demas, salvo por el norte que se une a una cadena de cerros que lo dominan.

Dos profundas quebradas bajan de la parte mas elevada, que es tambien la mas rica de la planicie: una se dirige hácia el SO i hácia el SSE la otra correspondiendo, como lo veremos mas adelante, a dos principales vetas del cerro.

En el extremo sur de éste se encuentran dos elevadas lomas, una cónica i oval la otra, que por la regularidad de sus capas que afloran igualmente por todos lados, presentan formas de caracol cuando se las observa desde arriba del cerro, de lo que les ha venido el nombre de *Caracoles*.

El cerro todo, desde la parte mas elevada de la meseta del lado norte (cerca de la mina «Gloria») hasta su extremo sur, donde estan los cerrillos de Caracol, no tienen mas que mil quinientos a mil seiscientos metros de estension, i en el ancho ocupa un espacio de unos ochocientos metros. Ese es tambien el espacio en que se encuentran las minas de plata de Chañarcillo.

Por el oeste un ancho valle separa esas minas de un cerro mas alto que el de Chañarcillo, en el cual estan las minas de plata de «Pajonales» i por el oeste otro valle las separa de un grupo de cerros en los cuales se esplotan, a unas tres leguas al sur-este de Chañarcillo, las minas de plata de «Las Bandurrias». Por fin, al pié de la estremidad sur de Chañarcillo, empieza la gran *travesía* o llanura arenosa de que ya tuvimos ocasion de ocuparnos.

Ocupémonos ahora de estudiar la constitucion jeológica del cerro en cuestion.

Todo el terreno de Chañarcillo se compone de rocas calcáreas, compactas o terrosas, mas o ménos arcillosas, dolomíticas algunas, no conteniendo otras mas que rastros de magnesia; no se ven esquistos propiamente dichos, como tampoco conglomerados ni rocas de estructura cristalina. El cerro todo está formado por capas regulares, casi horizontales o ligeramente inclinadas hácia el oeste en estratificacion concordante. Todo acusa un período de calma i una continuidad de causas activas.

La arcilla de aquellas rocas se compone de dos partes distintas, una de las cuales es blanca e inatacable por los ácidos, miéntras que la otra es un hidrosilicato de alúmina i de fierro atacable por los ácidos, cuya sílice es soluble en una solucion de potasa. La proporcion mui variable de esta última arcilla es la principal causa que hace variar el aspecto de la roca, su compasidad, su fractura i que probablemente influye en la mayor o menor riqueza de las vetas que la cruzan.

El color gris, mas o ménos azulado, que tienen la mayor parte de esas rocas es debido al silicato de protóxido de hierro que encierran, por lo que dan precipitados blancos cuando se las hace hervir con ácido muriático.

No he hallado resíduos orgánicos en toda la parte de la montaña que encierra las vetas metalíferas, aunque se encuentran

como acabo de decirlo, tanto en el camino del este, cerca de Mollé, como en el camino del nor-oeste, en los alrededores de Ingenio. Sin embargo, me han asegurado que se ha hallado una amorista en la roca del cajón de la mina de «Reventón Colorado», a varios metros de profundidad debajo de la superficie.

Hai mas o ménos 300 metros de distancia vertical desde la cumbre de la planicie o meseta hasta los trabajos mas profundos de la mina mas baja de esa montaña, i se podrian distinguir tres partes o pisos en ese espesor de terreno, como lo indica el corte (lám. Pl.). Principiemos por arriba.

A) La meseta de la cumbre del cerro se compone de una capa cuyo espesor varia a causa de la desigualdad de la superficie, pero que alcanza, en la parte nor-este, hasta 25 i 30 metros de espesor. Esta capa se compone de una roca margosa dolomítica, que contiene mas de la tercera parte de su peso de arcilla. Su color es de un gris amarilloso i su rotura plana cubierta de dendritas.

Toda la roca se encuentra quebrada en todo sentido, i amenudo llena de cavidades i vacíos producidos por esas mismas hendiduras. Las superficies de las hendiduras como igualmente las de las cavidades, estan cubiertas de pequeños cristales resplandecientes de cal espática. Se encuentran tambien algunas de esas cavidades llenas de fragmentos angulosos de la misma roca, i cada fragmento cubierto por todos lados de la misma costra cristalina que las paredes de las cavidades. Se ve aun, en la ladera oriental de la meseta, una parte de esa capa o piso, de tal modo fracturada, que se presenta como una reunion de enormes bloques angulosos de la misma roca, i los intersticios que dejan esos bloques entre ellos se encuentran llenos de una materia margosa, pulverulenta como tiza, mezclada con pequeñas piedras de la misma capa.

El análisis de esa materia pulverulenta dió:

Carbonato de cal.....	0.335
Carbonato de magnesia.....	0.052
Alumina i óxido de hierro.....	0.101
Sílice soluble en potasa.....	0.170

Arcilla inatacable.....	0.270
Agua i pérdida.....	0.072
	1.000

En medio de esta capa, en las hendiduras, vacíos i cavidades de la roca es donde se han hallado masas considerables de mineral de cloro bromurado de plata. En jeneral, el aspecto exterior de esta roca, sus innumerables hendiduras i dislocaciones, sus vacíos i cavidades llenos de trozos fracturados de la misma roca, todo indica que esa parte de la montaña ha experimentado repetidos sacudimientos posteriores a su formacion e independientes del movimiento que ha sufrido el resto del sistema. Denominaremos esta parte de la montaña *capa de la meseta*; los mineros acostumbran distinguirla de las partes inferiores del mismo terreno con el nombre de manto.

B) Debajo de esta capa viene una série de capas de distintos espesores que componen esta parte de la montaña que los mineros llaman *mesa piedra* i que consideran como enteramente estéril, porque la mayor parte de las vetas que la atraviesan son pobres o completamente estériles. Las rocas que constituyen esta capa se diferencian poco, en cuanto a su composicion, de las rocas que estan mas abajo; son, por lo jeneral, mas arcillosas, mas compactas, se quiebran siguiendo las trizaduras, de modo que es mui difícil obtener una rotura fresca. Ademas las superficies de quebraduras presentan ordinariamente dibujos dendríticos i con el hálito la roca exhala un fuerte olor a arcilla.

Una roca de muestra de esta *mesa piedra* tomada en la mina «Valenciana» dió 50 por 100 de arcilla inatacable i 6 por 100 de arcilla atacable por los ácidos.

Las capas de esta parte de la montaña son mas regulares que las de arriba, i no presentan las mismas hendiduras i cavidades que hemos señalado en la precedente; todo este piso de la *mesa piedra* tiene mas o ménos 100 metros de espesor.

C) Como a 130 metros debajo de la superficie de la meseta principian las capas que los mineros llaman *mantos pintadores* o capas que enriquecen a las vetas. La roca mas comun de esta

capa es una calcárea arcillosa que contiene alrededor de 40 por 100 de residuo atacable por los ácidos i que solo contiene algunos rastros de magnesia. Su color es un gris azulado salpícado de amarillo; su estructura es compacta, su quebradura es concoida, esquillosa en algunas partes. En jeneral esta roca se asemeja mucho a las calcáreas mas comunes en los terrenos de muschelkalk en Europa.

El piso que comprende todas estas capas o mantos pintadores, contiene la principal riqueza de las minas de Chañarcillo i el verdadero yacimiento de los minerales cloro-bromurados de plata. Baja a 30 o 40 metros debajo de la superficie de la mina de San José, que está situada en la parte baja de la montaña. Las dos colinas caracoleadas se encuentran tambien en la misma region, i creo no equivocarme mucho calculando en 120 el espesor de todo este piso que, por lo demas, está dividido en capas de diversos espesores, pero siempre formadas por la misma roca. En efecto, esta experimenta solo mui lijeras modificaciones en su estructura i color, i sus capas son por lo regular gruesas, separadas a veces por una capa estremadamente delgada de una arcilla amarillenta.

D) Debajo de ese piso, mas o ménos 240 metros debajo de la superficie de la meseta (A,) se llega a una segunda *mesa-piedra*, semejante a la de arriba (B,) la que hace desaparecer el mineral de las vetas del mismo modo que la otra. Se compone de rocas mas arcillosas, mas duras i mas compactas que las del piso precedente (C,) i no parece ser ménos gruesa que la de arriba (B.) Solo se la ha observado hasta ahora en la mina «San José,» i por consiguiente no se puede aun resolver si empobrece efectivamente a las vetas estériles en toda la estension del cerro, o únicamente en la mina citada.

Tambien es en esta última, en el fondo de todos los trabajos mas profundos de toda la montaña, donde se llegó a una roca porfiroide semejante a la que se ve en el camino de Injenio a Chañarcillo.

Esta roca hace efervescencia con los ácidos; se ven en su interior pequeñísimos cristales incompletos feldespáticos diseminados en medio de una pasta gris, i las roturas de esta roca estan cu-

biertas de una arcilla roja. Se ha encontrado esta roca compuesta de:

Carbonato de cal.....	0.076	
» de magnesia.	0,034	
Parte atacable por los ácidos.....	0.316	{ conteniendo 0,08 de sílice soluble en potasa.
Parte inatacable.....	0,572	
	0,998	

Solo agregaré primeramente que las rocas arcillosas, aquellas que contienen una pequeña proporción de carbonato de cal, toman a veces una estructura esquistoide, cuyo ejemplo se ve en la falda occidental de la montaña, cerca de Bolaco Nuevo; en segundo lugar que yendo del lado del nor-este, hacia las montañas que tocan al cerro Chañarcillo, se encuentran una serie de rocas porfíricas que tienen los mismos caracteres anteriores que la roca citada en el camino de Injenio i las rocas que veremos mas desarrolladas en la montaña de Agua Amarga.

Pasemos ahora a la descripción de las vetas.

Gran cantidad de vetas i venas metalíferas cortan i atraviesan la montaña de Chañarcillo; pero en medio de las vetas que se han explotado hasta ahora, se distinguen particularmente:

1.) La veta de *La Descubridora* (corrida de la Descubridora.)

2.) La veta de *La Colorada* (corrida de la Colorada.)

3.) Una capa-veta llamada *manto*, situada en el piso de la meseta (A.)

Las dos primeras estan inclinadas i tienen distintas direcciones: una, que es la veta de la «Colorada,» corre de N. 29° a 30° O. al S. 29° a 30° E., i la otra, la veta de la «Descubridora,» se desvia poco de la dirección de la aguja imantada, aunque su nivelación, a causa de la inclinación de esa veta al este, i de la ladera sobre la cual se nivela, marca sobre el plano dirección N. N. E. Ambas se hunden al oeste, pero la de la «Colorada» se aproxima a la vertical mucho mas que la otra: los mineros admiten que aquella *recuesta* 5 a 6 varas mas hacia el oeste por cada

100 varas de altura vertical, mientras que la última recuesta hasta 25 varas en la misma distancia vertical.

Ambas han sido reconocidas i explotadas en un largo de mas de 1,200 metros i se las ha encontrado de la misma naturaleza en cuanto a sus minerales, sus gangas i la distribucion de su riqueza. Se nota sobre todo una constancia perfecta en su direccion e inclinacion.

En cuanto al *manto* difiere completamente de las otras dos, como lo veremos en seguida.

Voi a dar algunos detalles sobre cada una de esas tres vetas principales.

1) La veta de la «Descubridora» (*corrida o veta real de la Descubridora*) fué descubierta primera que todas. Su garganta, es decir el punto en que principia a ser visible en la superficie de la parte alta de la montaña, se encuentra inmediatamente debajo de la *capa de la meseta* (A) i sobre un escarpamiento de la ladera sud-este de este cerro. No atraviesa a esa capa; por el contrario esta última la corta i la hace desaparecer completamente. En esa garganta, mui cerca de la superficie, se halló una masa considerable de mineral escesivamente rico, compuesto de cloruro de plata i de plata metálica; pero esa masa se encontró concentrada en un solo punto, despues del cual la veta se hizo estéril, i fué necesario descender mas o ménos a 80 metros mas abajo para llegar a la parte en que esa veta volvía a enriquecerse. Mas o ménos a esa distancia de la *garganta* de la veta es donde se encuentra la entrada principal de la mina llamada la «Descubridora» i a partir de allí se han proseguido los trabajos de explotacion hasta mas de 100 metros de profundidad sin dejar de sacar de 12,000 a 15,000 marcos de plata todos los años. Llegada a esa profundidad la veta cesó de repente de ser productiva; esa parte se acerca probablemente a la segunda *mesa piedra* (D,) a la que veremos hacer desaparecer la plata en la mina «San José.» Se vé que todo el espesor del terreno, desde la garganta hasta la entrada principal de la mina corresponde a la capa de la primera *mesa-piedra* (B) i que todo lo que continúa desde esa entrada hasta el punto en que desapareció el mineral de plata, constituye el piso de los *mantos pintadores* (C).

Se observa que las capas de esos *mantos* de la mina la «Descubridora» se encuentran a menudo divididos por capas de arcillas i de margas arcillosas friables, terrosas i que la roca misma está allí hendida en muchas partes, i presenta algunos rastros de dislocaciones iguales a las de la capa superior (A.)

La veta tiene aquí de 7 a 8 centímetros, i en algunas partes, cerca del suelo, se hace mas ancha. Los mineros la consideran como compuesta de dos vetas que corren paralelas una a otra, i que, ora se reúne i forman una sola, ora se separan sin alejarse nunca a mas de 5 a 6 centímetros una de otra. Se nota ademas otra venas que las acompaña i en el empalme de esta con aquella es donde se hallan ordinariamente esas masas considerables de minerales.

La ganga de los minerales de esta mina ha sido siempre carbonatada, mezclada con una arcilla ferrífera. Los carbonatos que entran en su composicion, son carbonatos de cal, de hierro, de magnesia, de zinc i de manganeso. El sulfato de barita es allí ménos abundante que en las otras minas de plata de Chile. La parte metalífera de los minerales se compone principalmente de cloro-bromuros de plata, mezclados con plata nativa i con una pequeña proporcion de sulfuro i de sulfo-arseniuro de plata. Sin embargo estos minerales cloro-bromurados no se manifiestan en idéntica abundancia en todo el espesor de esta capa de mantos pintadores. Proviene particularmente de la parte superior de la veta, hasta la distancia de 60 a 70 metros mas abajo de la entrada de la mina. A partir de esta profundidad, la ganga se hace ménos i ménos calcárea, i el mineral cambia de naturaleza. Desde luego es el cloruro puro o mezclado con sulfuro que reemplaza a los cloro-bromuros, enseguida principia a aumentar la proporcion de sulfuro de plata, de plata antimonial, de arsénico nativo i de plata roja arseniada (rubí blenda): de suerte que a una profundidad de mas o ménos 100 metros mas abajo que la entrada de la mina, ya casi no se encuentran rastros de cloro bromuro i los minerales se vuelven sulfo arseniurados i antimoniados.

A continuacion de la mina la «Descubridora» se encuentran tambien, en la misma veta, tres pertenencias mineras llamadas la «Carlota,» la «Santa Rita» i «San Félix.» Las tres han produci-

do gangas i minerales de la misma naturaleza que la «Descubridora.» Solo que, como ellas estan situadas mucho mas abajo que ésta, los minerales cloro-bromurados desaparecieron mas pronto i jamas produjeron riquezas comparables con las de la «Descubridora.» Se ha notado tambien que los minerales que se estraen de la parte inferior de estas tres últimas minas se encuentran mezclados con galena i carbonato de plomo, de los cuales no se hallan rastros en los de la primera.

2) La veta de la «Colorada» es conocida tambien con el nombre de veta de San Francisco. Su garganta o cabeza de veta se encuentra tambien inmediatamente debajo de la capa de la meseta (A), i sobre un escarpamiento en todo semejante i situado del mismo modo que el de la garganta de la veta precedente; solo se muestra en la falda meridional del cerro i se encuentra cortada por la capa superior (A) que no le permite nivelar en la superficie de la meseta.

La primera pertenencia minera que se ve al lado Norte de esta veta, es la mina denominada la «Valenciana Cobriza.» Tiene mui poca estension, apénas 100 metros de longitud: posee solo una mui pequeña parte de la ladera meridional de la montaña, pero se estiende sobre una parte del manto, es decir, de la capa de la meseta (A), en la cual, como lo hemos de ver, las masas metalíferas estan repartidas horizontalmente. Esto es causa de que una parte de los trabajos de esta mina solo presenta un laberinto de galerías horizontales mui irregulares, contorneadas en toda direccion.

Los primeros poseedores de esta mina estrajeron cantidades considerables de minerales de la parte del manto que les pertenecia, i de la línea de contacto de este manto con la veta. Pero tan pronto como se penetró a esta última se encontró estéril, i se vieron obligados a atravesar todo el espesor de la primera *mesapiedra* (B) (mas de 100 metros) sin hallar el menor rastro de mineral de plata. En este trayecto la veta conservaba su direccion, su inclinacion i su anchura; las gangas eran a veces mui ferríferas; las paredes bien alineadas. El minero que me acompañaba (cuando en 1840 visité esta mina por primera vez) me hizo observar que miéntras la montaña continuara siendo firme, i las

paredes (cajas) bien reguladas, no habia esperanzas para la mina que solo comenzará, decia él, a producir mineral de plata cuando las rocas que encajan las paredes de la veta se muestren desbaratadas en esas capas, i presenten hendiduras i vetas cruzadoras. Cuando en 1843 visité esas minas por segunda vez, se habia alcanzado a 112 metros mas abajo que la *capa de la meseta* (A) i comenzaban a trabajar en los mantos pintadores (C). Se sacaba ya mineral que contenia cloro-bromuros como los de la «Descubridora,» i se veian pequeñas láminas de ese mineral diseminadas en las paredes de la caja, que a esa profundidad, encerraba 0,54 de carbonato de cal magnesiana. Se acercaban entónces a una capa en la cual la misma veta, en una mina vecina, llamada la Colorado, dió mas de 200,000 pesos de plata en pocos meses, i era fácil prever lo que podia acontecer a la «Valenciana,» cuando hubieran descendido a 25 o 30 varas mas abajo, al nivel de la mencionada capa. Efectivamente, algunos meses mas tarde se encontró en este mineral cloro-bromurado en abundancia tal, que se extraian 3 cajones (200 qq. de ese mineral) diariamente i la lei del metal era de 0.012 a 0,015 de plata.

Cito este hecho, que he tenido la ocasion de constatar por mis propias medidas i observaciones, para hacer ver la regularidad con que se encuentra dispuesta en esas vetas la principal riqueza de esas minas: esto me recuerda esta regla jeneral que he oido repetir a menudo por los mineros de mas experiencia de Chile, que, en las montañas estratificadas (cerros fajados) la parte mas rica de la veta (el beneficio) sigue con preferencia por algunas capas privilegiadas i que son esas capas las que hacen metalífera a la veta (*son los mantos que hacen pintar la veta*); miéntras que en las montañas macizas, no estratificadas, las partes ricas de las vetas bajan verticalmente en forma de venas o chimeneas, i van casi siempre acompañadas por vetas cruzadoras (cruceros): dicen que, en ese caso, son los cruceros los que hacen pintar la veta.

A continuacion de la «Valenciana,» bajando hácia el Sur, se encuentra, en la misma veta, la mina denominada la «Esperanza,» una de las mas ricas de Chañarcillo. Estando situada esta mina mas abajo que la precedente, no fué necesario atravesar todo el espesor de la primera mesa piedra (B) para llegar a los mantos pin-

tadores (C). Por ese mismo motivo se llegó mucho mas pronto a la parte rica del terreno que en la mina la «Valenciana.» No he tenido ocasion de examinar esta mina con tanto detenimiento como la primera; pero sé que cuando los mineros de la «Valenciana» entraron con sus trabajos en la rejion de esos mantos pintadores, cojieron en flagrante delito a los de la «Esperanza,» que se habian introducido ya en esa rejion i estraian mineral rico, sin cuidarse del límite que divide ámbas propiedades.

Despues de la «Esperanza» viene la Colorada, mina que hasta época actual, ha dado mas plata que cualquiera otra mina de Chañarcillo. La entrada o boca-mina de la «Colorada,» se encuentra mas o ménos a 100 metros mas abajo que la entrada de la «Valenciana,» i la principal riqueza producida por esa mina salió de una profundidad de 20 a 30 metros debajo de la superficie. Esa gran riqueza proviene mas bien de la abundancia de mineral que de su lei, que es a menudo mucho mas alta que aquí. Rara vez, sin embargo, contienen esos minerales ménos de 200 marcos por cajon (0,016 de plata) tanto sobrepasa en jeneral la lei de estos minerales de Chañarcillo a los mas ricos de Méjico i del Perú. Vi un lugar en que cada vara de lonjitud de mineral estraído en una galería horizontal de mas o ménos dos i medio metros de ancho produjo al rededor de 1,000 marcos de plata. Eso puede darnos al mismo tiempo una idea de la diferencia que existe entre la cantidad de minerales que las mejores de esas minas producen anualmente, i las que se estraen todos los años de las minas de Potosí i de Pasco, cuando se toma en consideracion que la lei de estos últimos minerales pasa rara vez de 20 marcos por cajon, i que sin embargo, solamente de las minas de Pasco, en esta época de guerra i de miseria, se saca tres veces mas plata que la producida por todas las minas de Chile.

El producto de esta mina en los años de su mayor prosperidad no ha pasado de 20,000 marcos de plata por año. Sus minerales son verdaderos colorados, es decir, mezclas de una arcilla ocreosa roja o amarillosa i de carbonatos que contienen cloruros o cloro-bromuros de plata. Se ha hallado ademas, mas o ménos a 60 metros mas abajo que la boca mina, un mineral de carbonato de plomo, conteniendo de 4 a 6 por ciento de plata, cuya plata se encuen-

tra en estado de cloruro, i que jamas he visto en ninguna otra mina de Chile.

A continuacion de la «Colorada» vienen otras dos pertenencias mineras «El Desempeño» i «La Bocona» separadas por una barranca que corta la veta i se dirige de N. a S.

Estas dos minas han producido poco mineral hasta hoi dia i nada tienen de notable.

Viene por fin la última pertenencia de esta veta, la mina «San Francisco», que ha sido, no hace mucho, dividida en dos, «San José» i «San Francisco.» Esta mina se encuentra ya en la parte mas baja de la montaña: toca a las últimas capas de estos *mantos pintadores* (C.) a los que deben toda su riqueza las tres primeras minas. Solo se encontró mineral cerca del afloramiento i tan rico como en los afloramientos de la «Descubridora» i otras minas mas elevadas. Pero luego, el mineral, la ganga i la roca del cajon cambiaron de naturaleza. La roca se hizo mas arcillosa, mas compacta; principió a estrechar la veta, en seguida la torció hácia el oeste i la veta se hizo estéril. Se bajó mas de 40 metros sin hallar el menor rastro de plata, despues volvió a hallar por segunda vez la misma veta productiva, rica en plata, aunque esta apareciera bajo un aspecto completamente distinto i acompañada con minerales de los cuales no habia rastro en la parte superior. Aquí, la casi totalidad de la plata estaba en estado metálico o en estado de plata sulfurada, asociada con plata nativa i con plata arsenio-sulfurada. La lei del mineral pasaba una vez mas de 4 o 5 por ciento; la ganga siempre calcárea, pero ya mezclada con cuarzo i conteniendo solo poco hidrato de hierro i sulfato de barita.

Este mineral desapareció en la profundidad, i la veta volvió a hacerse estéril. Cuando por segunda vez visité esta mina, en 1842, se estaba entónces en 106 metros bajo la superficie, i a esa profundidad la veta era todavia calcárea, margosa; pero la parte metálica que contenia, ya en nada se asemejaba a los minerales de Chañarcillo. Se componia casi esclusivamente de blenda i de piritas de hierro, i la roca del cajon era porfiroíde, no conteniendo, como lo he dicho mas arriba, mas que 10 por ciento de carbonatos, mezclado con una arcilla en parte atacables por los ácidos.

Sacaban todavía mineral rico i en cantidad considerable, pero solo de los trabajos superiores, miéntras que los trabajos de abajo, solo dejaban poco provecho al propietario.

El punto a que se habia llegado, en aquella época se encontraba, segun mis medidas barométricas a 911 metros sobre el nivel del mar, i por consiguiente a 324 metros debajo de la superficie de la meseta de Chañarcillo. Era el punto mas bajo a que se habia llegado en la esplotacion de las minas de esa montaña.

3) Es el *manto*, como ya lo he dicho, la parte de la riqueza mineral de Chañarcillo que se encuentra encerrado en la capa de la meseta (A). He dicho ya de qué rocas está compuesta esa capa i cual es su estructura en grande. Esas rocas i todo lo que constituye la meseta mas elevada de la montaña i que no tiene sino 20 a 30 metros de espesor, estan cortadas por diversas venas metalíferas verticales i por una infinidad de otras que se dispersan mui irregularmente i se dividen en masas i riñones encajonados en la parte mas fracturada de la montaña. No es precisamente un *filon-capa* sino mas bien una especie de *stockwerk* estendido horizontalmente, en medio de un sistema de capas subdivididas. Se nota que la parte mas fracturada i mas metalífera de la capa no se estiende en todo el ancho de la montaña sino únicamente en la ladera meridional, inmediatamente debajo de la primera *mesapiedra* (B): no hace sino coronar, por ese lado, la cabeza de las dos vetas principales. Observando con la simple vista la situacion que ocupa ese manto en todo el conjunto de la montaña, se diria que en una época posterior a la formacion de esta última, toda la capa de la *meseta* (A) fué levantada i abierta hácia el sur, en el momento en que los vapores metálicos, saliendo por las hendiduras de las vetas inferiores i buscando una salida al traves de esas capas, se condensaron en todas las hendiduras.

En efecto, la riqueza mas grande de ese *manto*, fué hallada en el escarpamiento meridional del piso de la *meseta*, en el punto mas fracturado i hendido de la roca. Citan una enorme maza de mineral de plata hallada en esas hendiduras, cerca de la *garganta* de la veta de la «Descubridora» en una mina llamada *Manto de los Bolados*. Se estrajo, únicamente de la costra de esa maza, mas de 60 quintales de plata en minerales cloro-bromurados, i el núcleo

que quedó i que hubo que cortar a cincel, pesaba mas de 33 quintales i se componia de una mezcla de cloruro i de plata metálica. Este bolon de plata tenia su yacimiento en medio de enormes bloques angulosos completamente irregulares, de la misma roca que constituye la capa de la meseta (A), i que habia sido, evidentemente, partida i fraccionada en el lugar mismo. Los vacíos intersticios entre esos bloques estaban llenos de margas blancas i amarillas, terrosas, que contenian tambien, diseminadas partículas mui pequeñas de ese mismo mineral.

Otra mina, de la misma naturaleza que la precedente i que todavía se explota con beneficio, está situada mui cerca de la cabeza de la veta de la «Colorada» i se denomina «Manto de los Cobos.» Los trabajos de esta mina no presentan mas que grutas i cavidades excesivamente irregulares i ninguna galería.

Hai, sin embargo, en esa capa de la planicie o meseta (A) una mina llamada «Las Guias» en la que se explotan minas bastante regulares que corren de N. a S. pero que no corresponden absolutamente con las venas i vetas que se presentan debajo de esta capa en la masa-piedra i las capas inferiores.

En jeneral, toda la plata contenida en las minas de la capa superior de la meseta, conocidas con el nombre de *manto*, se encuentran en estado de cloro bromuro. Sus gangas son arcillo-carbonatadas ferríferas, i el mineral forma riñones empastados en una especie de sustancia arcillosa. No es raro el encontrar en la superficie de esos riñones pequeñísimos cristales octaédrico o cubo octaédricos de cloro-bromuro verde, que cambian mui pronto de color por la accion de la luz i toman tintes grises o gris-verdoso pero jamas violáceos. Se ha encontrado en el manto de los Cobos riñones de varios kilogramos de peso compuestos de masas compactas, verdosas o parduzcas, de rotura conchoide o desigual, quebradizas i compuestas de una mezcla de sub-sulfato de cobre, de arseniato de cobre, de carbonato i de silicato del mismo metal, etc. Su cáscara está cubierta de pequeños cristales de cal espática i de cloro-bromuro de plata que ora se hallan amontonados, ora cristalizados o diseminados en granos amorfos en medio de la ganga. El centro de esos riñones i la masa com-

pacta verde no contienen casi nada de plata. No he visto ese mineral en ninguna otra mina de Chile.

Debo decir ahora que ademas de esas tres fuentes principales de la riqueza de Chañarcillo (las dos vetas i el manto que acabo de describir,) hai gran número de vetas secundarias, de vetas cruceros i venas que son explotadas i las cuales han producido riquezas bastante considerables. La mina llamada «Guía de Carvallo,» sola, ha dado mas de seiscientos mil pesos de plata; otra, llamada «Reventon Colorado,» resultó tan rica como la precedente, i en jeneral se hallan en ellas los mismos minerales cloro-bromurados que en las vetas principales. Se han aun estraido venas de 4 a 8 i 12 líneas de cloro-bromuro verde, semi trasparente, perfectamente puro concrecionado o estalactiforme. Las muestras de esas venas son actualmente sumamente escasas, i las habia en cantidades, segun he oido decir, en los primeros tiempos del descubrimiento de las minas de Chañarcillo, cuando se explotaban los afloramientos de esas vetas.

Solo me queda añadir que entre el gran número de vetas que atraviesan al cerro de Chañarcillo, las hai que hasta el dia han sido completamente estériles, sin acusar el menor rastro de plata. Se cita como ejemplo una ancha veta, situada entre dos filones principales que pasa, por decirlo así, por el centro de la parte metalífera de la montaña, i paralela a las vetas mas productivas de ese terreno i, a pesar de su tan ventajosa situacion, i de la identidad de sus gangas con las de los minerales ricos, ha sido siempre estéril i ha arruinado a muchos mineros.

El descubrimiento de las minas de Chañarcillo solo data de 1831. Un pobre montañes llamado Godoi habiendo salido a cazar guanacos, se sentó a descansar a la sombra de un gran peñasco que surjia del afloramiento de la veta de la «Descubridora.» Intrigado por el color i un cierto aspecto metálico de la parte saliente de la roca, comenzó a rasparla con su navaja, i viendo que se dejaba cortar como si fuera queso (segun su modo de espresarse,) se llevó un trozo de esa roca a Copiapó, en donde fué reconocida por plata plomo, es decir, por plata córnea. Ofreció la mitad de su mina a don Miguel Gallo, uno de los mineros mas viejos de la provincia i para cuya juventud jamas habia sido

próspera la suerte. Segun el arreglo que tuvo lugar, Gallo debia proporcionar el dinero necesario para la esplotacion i el producto debia distribuirse entre él i Godoi. Quiso la casualidad que se diera con la parte mas rica de la veta, i desde los primeros dias de la esplotacion se comenzó a estraer cantidades considerables. Pero Godoi, como todos los descubridores de minas, no tuvo paciencia para esperar; seducido por la esperanza de descubrir otras mejores, vendió la mitad de la mina que le pertenecia en 14,000 pesos, disipó su dinero i murió en la miseria.

La noticia de este descubrimiento atrajo pronto a Chañarcillo a una cantidad de mineros que acudian de todas partes. Los primeros para quienes fué la suerte tan favorable como con Godoi, fueron dos hermanos llamados Peralta Bolados, propietarios de un pequeño rancho en el valle de Copiapó i de una récua de asnos que les servian para acarrear leña a la ciudad o a las fábricas, con cuyo producto atendian a sus mas urjentes necesidades. Los dos hermanos encontraron ese famoso bolon de 70 a 80 quintales de mineral escesivamente rico, mencionado al hablar del manto de los bolados. La estraccion, el transporte i el tratamiento de esa masa de mineral eran de tal manera sencillos i fáciles, que esas pobres jentes, aunque completamente desprovistas de los conocimientos necesarios i de capitales lograron, en ménos de dos años, estraer mas de 700,000 pesos de plata. Inflados con su prosperidad, solo pensaron en gozar, i miéntras disipaban su riqueza en Copiapó, que en aquella época era solo una aldea pobre i mal poblada, su mina resultó repentinamente agotada, i algunos meses despues se vió a esos mismos Peralta Bolados mas pobres que ántes de su descubrimiento, habiendo perdido aun a sus asnos a los que creian ya no volver a necesitar.

Tal fué la suerte de los que descubrieron las minas mas ricas de Chañarcillo. Pero habiendo pasado luego la propiedad de estas minas i su esplotacion a manos de hombres ilustrados e industriosos, la produccion de la plata aumentó de tal manera que en 1833, se sacó de las fundiciones de Copiapó cerca de 100,000 marcos de plata, de los cuales nueve décimos pertenecian a las minas de Chañarcillo. Desde entónces esas minas fueron declinando hasta en 1838, en cuyo año se dió con la gran riqueza de

la «Colorada.» Esto logró reanimar los esfuerzos de los emprendedores, i desde aquella época, 700 mineros trabajan incesantemente en Chañarcillo i en las minas mas próximas a ese cerro.

He aquí el producto de esas minas en los 10 primeros años, sacados de documentos oficiales.

Se ha esportado por las aduanas de Copiapó, desde 1832 hasta 1842:

Años	Marcos de plata
1832.....	38,732.6 $\frac{1}{2}$
1833.....	94,149.2
1834.....	82,782.1 $\frac{1}{2}$
1835.....	84,700.5 $\frac{1}{4}$
1836.....	17,214.3 $\frac{1}{8}$
1837.....	58,449.1 $\frac{1}{8}$
1838.....	63,715.5 $\frac{1}{2}$
1839.....	103,765.2 $\frac{3}{4}$
1840.....	88,340.3 $\frac{1}{8}$
1841.....	92,112.1 $\frac{1}{8}$
1842.....	55,222.1 $\frac{1}{8}$
TOTAL.....	779,084.1 $\frac{3}{8}$

A esto habria que agregar: 1.º la plata llevada a Vallenar en estado mineral, i que fué despues esportada por la aduana del Huasco; 2.º la plata esportada por via de contrabando; 3.º la plata sellada, la plata trabajada por los plateros del pais i la plata esportada como muestras de colecciones. Una persona de Copiapó que fundaba sus cálculos en hechos positivos de que tenia conocimiento, avalúa en:

194,777 marcos, la plata esportada al Huasco;

25,000 marcos, la plata esportada por contrabando;

50,000 marcos, la plata convertida en vajilla, alhajas, monedas, etc. (*Gaceta del Comercio*, 1843, número 371).

Resulta de esto que, en los diez primeros años de esplotacion, desde el descubrimiento de las minas de Chañarcillo, las minas de Copiapó han producido mas de 1.000,000 de marcos de plata.

I como durante ese tiempo, las otras minas de Copiapó como la de «Ladrillos», de «San Antonio», etc. producian a lo sumo de 5,000 a 6,000 marcos de plata por año, solo hai que quitar 50,000 a 60,000 marcos de plata de la suma citada mas arriba i el resto será el producto de las minas de Chañarcillo.

He aquí ahora el número de minas i la cantidad de trabajadores i personas dedicadas a su explotacion, sacado de un informe oficial de Chañarcillo dirigido al intendente de Coquimbo, el 31 de Diciembre de 1839:

	Chañarcillo	Pajonales	Bandurrias i Algarrobito
Minas productivas (en beneficio).	12	3	—
Id. estériles (en broceo).....	55	1	7
TOTALES.....	67	4	7
Número de mineros:			
Mayordomos.....	85	6	8
Barreteros	198	15	18
Apíres	210	18	19
Herreros	5	—	—
Aguadores	20	1	1
Total de empleados en esas minas.	518	40	46

Se ve, por este documento, que de 78 minas que se explotaban en la época mas floreciente de Chañarcillo, solo 15 producian mineral, las demas solo servian para ocasionar grandes pérdidas a sus propietarios i se las trabajaba únicamente con la esperanza de encontrar en ellas la misma riqueza que habian dado las primeras.

Ese número de minas productivas, como tambien el número de obreros que en ellas trabajaban, i la cantidad de mineral estraido varian mucho de uno a otro año, i aun de un mes a otro. A continuacion doi detalles que he sacado de los libros oficiales del juez de minas de Chañarcillo, sobre el estado de esas minas, el número de mineros i la cantidad de minerales estraidos en 1842, año que fué de los mas afortunados para los propietarios.

AÑO DE 1842	Número de minas	Minas productivas	Mayordomos	Barreteros	Apires	Herreros	Aguadores	Número total de mineros	Cantidad de minerales extraídos	
									Quintales	Libras
Enero.....	76	14	106	241	291	6	31	675	1,678	83
Febrero.....	76	12	106	257	323	6	36	728	1,815	6
Marzo.....	81	11	110	266	316	6	41	739	1,504	52
Abril.....	88	13	113	284	339	8	42	785	1,364	95
Mayo.....	84	12	118	270	304	7	38	737	2,011	96
Junio.....	81	13	121	271	324	6	37	759	2,032	61
Julio.....	84	15	126	277	306	10	40	759	1,898	31
Agosto.....	94	12	121	273	321	6	41	773	1,859	41
Setiembre.....	91	14	134	273	332	6	38	783	1,984	11
Octubre.....	84	18	134	274	337	7	37	789	4,607	31
Noviembre.....	81	14	129	256	316	9	38	735		
Diciembre.....	76	12	118	228	280	8	38	672	3,720	2
Total.....									24,477	13
Número total de mineros que a fines de Diciembre, trabajaban en las minas productivas de Chancillo.....				39	70	97	2	11	219	
Trabajadores de las minas estériles.....				79	158	183	6	27	453	

Del estudio de este cuadro resulta que: 1.º del número total de minas explotadas en 1842 solo una por cada seis producian mineral; que, por consiguiente, aquellos que se comprometieran a adelantar su dinero para trabajos en ese cerro, guiándose siempre por el método ordinario para trabajos de minas puesto en práctica hasta el dia, solo tendria una probabilidad contra cinco de salir ganando; 2.º apénas la tercera parte de la jente ocupada en esas minas trabaja en las minas productivas i las otras dos terceras partes en las que solo ocasionan pérdidas i gastos; 3.º de la totalidad de jente ocupada en los trabajos de minas, la quinta parte mas o ménos se compone de vijilantes, directores i mayordomos, poco ménos de dos quintas partes de barreteros, que son los únicos verdaderos obreros mineros de nuestras minas de Europa, i mas de dos quintas partes de cargadores o apires, es decir de hombres de una fuerza muscular prodijiosa, cuyo trabajo es

hecho por niños, animales o máquinas en las minas del antiguo continente. En una palabra, de cada cinco hombres ocupados en el trabajo de las minas, solo dos ejecutan el trabajo de nuestros mineros, uno los dirige o vijila i otros dos cuyo trabajo podria ser, en su mayor parte, reemplazado por máquinas.

Siendo el número de mineros que trabajaban en Chañarcillo de 736 por término medio, i el número de quintales de minerales estraido ese año, de 2,040 por mes, la cantidad de mineral estraida por mes i por cada individuo, resultaba ser 277 libras mas o ménos, lo que corresponde a once marcos de plata por minero, admitiendo como término medio de la riqueza de esos minerales la cantidad de cuatro marcos por quintal.

Todo es de tal manera caro en Chañarcillo, que los gastos de explotacion ascienden a 70 i 75 pesos por mes, por cada barretero (es decir por cada barretero i el apir que le corresponde, comprendiendo en esa suma el agua, la pólvora, vijilancia de la mina, etc.) El resultado es que habiendo en el año de 1842 en Chañarcillo 260 barreteros en las minas, los gastos jenerales de explotacion debieron ascender ese año a $260 \times 65 \times 12 = 234,000$ pesos en el año. Agregando a esto: 1.º el sobrante de apires cuyo número escedia en 56 al de barreteros i que debian costar $12 \times 56 \times 22 = 14,784$ pesos; i 2.º mas o ménos 20,000 pesos para gastos extraordinarios, máquinas, etc., se obtiene 268,784 para gastos jenerales de explotacion.

Ademas, el tratamiento de los minerales i la venta de la plata que se esporta ocasionan los siguientes gastos:

1.º El acarreo de los minerales a las fábricas de amalgamacion, que en su mayor parte estan en la ciudad se paga a razon de 34 pesos 4 reales por cajon (64 qq.), lo que, para 24,477 quintales producidos ese año por las minas da la suma de 13,179 pesos;

2.º Suponiendo que el rendimiento de mineral en 1842 hubiera sido el mismo que el del año anterior, es decir de 92,112 marcos de plata como los gastos de tratamiento en las máquinas de amalgamacion en toneles fijos con fondo de hierro fundido, para minerales que contengan 4 marcos por cajon, son de 1 peso i 3 reales por marco de plata obtenido, tomando a un tiempo en consideracion que en los talleres de amalgamacion ordinaria esos

gastos mas bien aumentan que disminuyen, soi de opinion que se puede admitir como minimum del gasto ocasionado por el tratamiento de la citada cantidad de plata:

	92,112 × 1 peso 3 reales=	\$ 115,140
3.º Los seis reales por marco de derecho de esportacion.....		69,084
4.º Gastos de trasporte de la plata en barras de Copiapó al puerto i de este a Valparaiso.....		12,000
5.º Gastos estraordinarios, comisiones...		10,000
Gastos de esplotacion.....		268,784
Gastos de fundicion.....		115,140
Derechos de esportacion.....		69,084
Comisiones, gastos estraordinarios, acarreo.....		35,179
Se tiene como suma.....	\$	488,187

De esto resulta que la mitad mas o ménos de la plata que entra al pais por la esportacion de los productos de esas minas, sirve para cubrir los gastos ocasionados por la esplotacion de esas minas i la realizacion de sus productos. Se ve al mismo tiempo que de la suma gastada de ese modo

\$ 300,000 mas o ménos sirven para fomentar la agricultura i el comercio;

» 100,000 para el sostenimiento de los establecimientos metalúrgicos;

» 70,000 ingresan en los fondos del Estado.

CONTINUACION DE VIAJE

Al salir de Chañarcillo, hai que dirijirse al sur sin bajar a la travesía i sin abandonar el terreno estratificado que constituye la montaña de Chañarcillo.

Siguiendo esa direccion, se dejan a la izquierda las minas de plata de «Las Bandurrias» i se pasa por las de «Algarrobito.» El

yacimiento de éstas, es idéntico al de Chañarcillo: son siempre calcáreas arcillosas o arenosas análogas a las que se ven en Chañarcillo; solo que aquí se dividen en estratas delgadas, esquistoïdes. Nunca han producido esas minas grandes riquezas. En ellas se explota actualmente una veta que produce gran cantidad de una tierra rojiza, margosa que contiene plata nativa i plata clorurada diseminadas en pequeñísimas partículas. Esa tierra se deslie fácilmente en agua i la lavan en un lugar situado dos leguas mas al sur-este para concentrar algo su riqueza que no excede, jeneralmente, de 0.002. La carestía de los víveres i de la mano de obra, la extrema penuria de agua para el lavado, i sobre todo la vecindad de las minas de Chañarcillo, que ofrecen mas probabilidades de éxito, son causa de que jamas se hayan explotado esas minas con la actividad de las otras. Los minerales estraidos de allí se funden en Vallenar.

A cinco leguas de esas minas i siguiendo siempre hácia el sur, se pierde de vista el terreno estratificado i se encuentran de repente en medio de los granitos que dejan atras la *línea de contacto* de los dos terrenos i avanzan mucho hácia la cordillera de la costa. El largo de la parte ovalada de la llanura es igual al ancho de la llanura de arriba, i tiene una angostura en cada una de las estremidades del grande arco que ella forma. Esas angosturas las forman unas rocas que bajan de ámbos lados, i que se hayan en la prolongacion de las dos cadenas de montañas que se dirijen de norte a sur, dejando entre ellas el espacio ocupado por la travesía.

La angostura de abajo, es decir la del oeste, se encuentra en un lugar ocupado antiguamente por un dique natural que retenia a las aguas durante la época de la formacion de todo ese terreno de la travesía; i nada hai que pueda resolver si esa época es contemporánea de la del terreno terciario de uno o de otro piso; pues los pisos dobles del valle pueden lo mismo corresponder a las destrucciones parciales de ese dique como a las diversas épocas del solevantamiento de la costa. Creo aun que este último no ha podido producir efectos mui considerables a grandes distancias i a grandes alturas en el sistema de los Andes. La superficie del terreno de la travesía se encuentra a mas de seiscientos me-

tros sobre la superficie de los valles terciarios de la costa; estos son de formacion marina i contienen capas fosilíferas calcáreas, miéntras que las de la *travesía* se componen de arenas i cascajos, mezclados con enormes peñascos rodados, depositados por los torrentes de las cordilleras, i no se encuentran allí resíduos orgánicos, de margas ni de calcáreas margosas.

El departamento cuya capital es Vallenar, se estiende desde las Lomitas hasta el Cerro de la Ventura, en la direccion del meridiano—cerca de 50 leguas de largo—i de la línea de las cumbreras hasta Tatara (finca situada a 5 leguas al oeste de Vallenar), en direccion de este a oeste. La ciudad tiene, mas o ménos, 3,000 habitantes; esta es la residencia de los principales propietarios mineros. Se ven allí dos hornos de amalgamacion, dos trapiches o molinos para moler minerales, una escuela con 100 niños sostenida a espensas de la ciudad, etc. Hai poco movimiento comercial, poca agricultura; i el bienestar de los habitantes proviene casi esclusivamente de la suerte de las minas.

Antiguamente, este departamento, con el de la costa cuya capital es Freirina, formaban uno solo, llamado departamento del Huasco, en el que se podian contar, a principios de este siglo, por el año de 1806, 9 minas de oro, 30 de cobre i 3 de plata en explotacion. Pero estando las minas de oro i de cobre mui cerca de la costa, la ciudad de Vallenar participaba poco de su riqueza. Su prosperidad solo data de 1811, en cuya época se descubrieron las minas «Agua Amarga» i de «Tunas.» Como esas minas produjeron al principio cantidades considerables de plata, la ciudad de Vallenar estaba entónces tan floreciente como lo está actualmente la de Copiapó. Pero esa época fué de corta duracion i terminó hácia el año de 1822, por el agotamiento i abandono casi completo de los trabajos.

Hé aquí el camino que hai que tomar para continuar el viaje con el objeto de examinar los terrenos situados en las cercanías de la línea del *primer contacto de los dos terrenos*.

Se principia a remontar el valle del Huasco i, a tres leguas de la ciudad, se encuentra un terreno completamente análogo al que hemos visto a tres leguas de Copiapó frente a Ladrillos i a la Tierra Amarilla. Se ven masas dioríticas en la parte baja i sobre

esas masas rocas estratificadas, ora porfiroídes, ora arcillosas compactas, sumiéndose al este en estratificacion concordante. Hai ménos regularidad en el enderezamiento i forma de las capas que en el valle de Copiapó; los pórfiros predominan i se les ve atravesados por venillas i vetas cuarcíferas compactas.

Se franquea esta primera línea de separacion de los dos terrenos, i a una legua al este de esa línea se toma a la derecha. Despues de dos horas de camino se llega a las minas de plata de «Carrizo,» situadas en la parte inferior del terreno estratificado, ese terreno es allí mucho mas accidentado que en Chañarcillo. Las rocas calcáreas faltan allí casi completamente, i al pié del cerro vemos ya la misma variedad de dioritas que hemos encontrado al pié del cerro que contiene las minas de plata de «Ladriillos.» En esa masa diorítica, se explota actualmente una veta de oro, que da mineral mui rico en oro nativo.

Las minas de plata del «Carrizo» son bastante notables bajo el aspecto de la gran variedad de minerales que producen. La veta principal corta a la montaña en direccion S 20° E. Ha sido reconocida i explotada en una estension de mas o ménos 300 metros. Corta rocas compactas que hacen efervescencia con los ácidos en la parte inferior, i capas de pórfiros semejantes a los de «Agua Amarga,» en la parte alta del cerro.

La mina mas importante de esa veta es la «Descubridora» que pertenece a M. Urrutia. Esta mina habia producido cloruro i plata metálica, en el afloramiento de la veta, pero a 10 metros debajo de la superficie del suelo, el mineral cambió de naturaleza i comenzó a hacerse sulfurado i arseniado. La especie que constituye su principal riqueza es la plata roja arseniada, amorfa, de un rojo claro, a veces cristalizado. Los minerales que lo acompañan son: 1.º la plata nativa antimoniada, de grano grueso engastados mas bien en la ganga que en la sustancia metálica; 2.º el sulfuro de plata (escaso); 3.º el arsénico nativo, ora compacto, pesado, testáceo i en este caso no contiene casi nada de plata; ora negro escoriáceo, liviano i entónces se ven en sus poros pequeñísimos do-decaedros metálicos de plata roja o bien de plata filiforme pura; 4.º el arseniuro de hierro puro, de un blanco de estaño oscuro, de rotura granuda o laminada, tenaz, que da chispas con pedernal,

etc. Espuesta a la accion del aire su rotura casi no varia de color. Se le ha hallado compuesto de:

Arsénico.....	0.662
Hierro.....	0.276
Azufre.....	0.011
Ganga.....	0.051

	1.000

6.º El arsenio-sulfuro de hierro, a menudo cobaltífero i mui rico en plata; 7.º el antimonio nativo perfectamente puro, ora en granos i botones de un hermoso blanco plateado diseminados en medio de cobre gris, ora en láminas curvas parecidas a galena; 8.º el cobre gris arjentífero; 9.º la blenda, la galena, el cobre matizado i la piritita de hierro. La ganga es carbonato de cal i arcilla.

Entre estas especies minerales, las mas abundantes son el arsénico nativo, el arseniuro i el sulfo-arseniuro de hierro, i en jeneral los minerales mas ricos son aquellos que se componen de mezclas de diferentes especies i de ganga, i no de especies puras. Así, una muestra de arseniuro de hierro casi puro dió en el ensaye 0,0016 de plata; otra muestra de sulfo-arseniuro mezclado con un poco de blenda i de ganga dió 0,0034; i una tercera muestra mezclada con mucho carbonato de cal i blenda dió 0,0728. En este último caso se distinguian ya a la simple vista plata nativa i plata roja: creo aun haber reconocido que, en ningun mineral arseniado se encuentra la plata en estado de arseniuro simple, pero siempre en estado de sulfo-arseniuro, en estado nativo o en estado de sulfuro múltiple.

Se han hallado, últimamente, en la misma mina, pero en su parte inferior, los siguientes minerales:

- 1.º Mineral de antimonio nativo diseminado en láminas delgadísimas en medio de una ganga de carbonato de cal i mezclado con una proporcion mui pequeña de blenda i de galena: contenia en plata..... 0.00876

2.º Mineral de galena diseminado en laminillas en ganga de cal carbonatada i mezclada con pirita i arseniuro de hierro; contenia en plata	0.0351
3.º Mineral de cobre gris mezclado con pirita cobriza, con blenda i ganga carbonatada semejante a las precedentes. Contenia como término medio, 0,194 de cobre i en plata...	0.0067
4.º Un sulfuro múltiple de un gris de fierro, estructura granuda, fractura desigual, i que parece ser una mezcla íntima de sulfo-arseniuro de plata, blenda i galena antimonial, dió en plata.....	0.0576
La misma sustancia, mezclada con mucha blenda amarilla i ganga, dió.....	0.0072

Al lado de la veta en que se halla esa mina de Urrutia i a cerca de 200 metros de distancia, se ve otra veta igual a la primera, que atraviesa una roca mui quebrada i accidentada. Está interceptada a cada paso por vetas cruzadoras que lo cortan ya horizontalmente, ya bajo diferentes ángulos de inclinacion. Las hendiduras de esta roca se encuentran a veces tapizadas con sulfato de cal i la ganga contiene mucho sulfato de barita i de cal espática. Esa veta habia dado, en un tiempo, mucho cloruro de plata (probablemente cloro-bromuro), pero mas abajo solo se encuentra plata filiforme, plata roja, arsénico nativo, etc.

Ademas de esas dos vetas hai otras que fueron explotadas hace tiempo, pero jamas dieron producto. Solo se explota actualmente en esa montaña una sola mina, la de «Urrutia», la que adquiere cada dia mayor importancia por el descubrimiento reciente de los minerales citados mas arriba.

Esos minerales han sido tratados, hasta hoi, en Vallenar por el método ordinario de amalgamacion, sometiendo primeramente los minerales a cierto grado de tostadura. No he tenido oportunidad de ver ese procedimiento, ni de examinar los resíduos del tratamiento.

AGUA AMARGA

A tres leguas al sur del Carrizo se encuentra el cerro i las minas de plata de «Agua Amarga» (Pl. IV i VII.) Este punto, uno de los mas interesantes de la comarca para el jeólogo i para el minero se encuentra en la línea misma del contacto de los granitos con el terreno estratificado. No conozco lugar en donde se pueda ver con mas evidencia la influencia de la naturaleza del terreno sobre la de las vetas que la cruzan en esa localidad; por este motivo vamos a detenernos en él un momento.

El cerro de Agua Amarga se asemeja mucho, por su aspecto exterior, al de Chañarcillo, solo que aquel tiene mas estension i es ménos accidentado que este último. Se eleva a 1,450 metros sobre el nivel del mar; los afloramientos de sus vetas alcanzan a la altura de 1,418 metros sobre el mar, i hai 310 metros de distancia vertical sobre la cumbre de ese cerro hasta el fondo de un valle granítico que lo limita por el lado oeste. Tiene, aproximadamente, siete kilómetros de largo de N. E. a S. O.; sus laderas rápidas se hallan en el lado oeste i sur i las inclinaciones suaves hácia los lados oeste i norte.

Colocándose uno en medio del valle granítico de cuyo fondo se eleva esa montaña, i volviendo sucesivamente la vista al lado este i al oeste, se ve inmediatamente la diferencia que se presenta en la naturaleza de los terrenos que se hallan en los dos lados opuestos. Los del lado de los Andes son estratificados, sus montañas escarpadas, listadas de diversos colores; los del lado del mar forman cerros redondeados i aplastados sin ningun índice de estratificación. Por el lado de los Andes, se ven de léjos hileras de desmontes de antiguas minas abandonadas, que corresponden a las divisiones de capas casi horizontales; sus colores son sombríos, cenicientos o rojizos como los de los desmontes de las minas de plata; por el otro lado, sobre las masas diformes de contornos mal pronunciados que forman el relieve del terreno, se divisan escombros verdes i azulejos, repartidos irregularmente o escalonados de arriba para abajo, como se presentan jeneralmente los desmontes de las minas. El valle que separa a esas dos cadenas de terrenos

es ancha, abierta i salpicada por colinas mui redondas i aplastadas: es un valle de erosion que proviene de la facilidad con que se desagregan las masas solevantes al contacto de las rocas solevantadas.

Todo el cerro de Agua Amarga se compone de capas bien regulares, paralelas unas a otras i que se dibujan sobre los escarpamientos occidentales del cerro de la misma manera que si fueran perfectamente horizontales.

Se inclinan, sin embargo, aunque lijeramente, hácia el oeste, i se sumerjen bajo las Cordilleras. Esa posicion singular de las capas de ese terreno i el modo como se presentan se repiten en toda la línea de la primera hilera de escarpamientos por el lado de los granitos de la costa.

Se nota, al mismo tiempo, que ese cerro se encuentra aislado i desprendido de los demas, lo que indica algo de extraordinario i local en la configuracion exterior de los terrenos que lo rodean; i en esta ocasion debo recordar lo que he oido decir a menudo a los cateadores de minas, que los cerros aislados que parecen presentar algo escepcional en sus formas, colores i en su altura sobre los demas, son los que deben de preferencia merecer la atencion de los mineros.

Pasemos, ahora, a la descripcion de las rocas que entren en la composicion de ese cerro.

He dicho ya que el fondo del valle en el cual se levanta esa montaña es de granito. La roca que constituye ese valle i que se estiende hasta el mismo pié del cerro es una diorita compuesta de feldespatos blancos i de anfíbola verde. Es la misma roca que constituye la mayor parte de esos cerros, situada al oeste de Agua Amarga i que se estiende hasta el mar.

A) Las primeras estratas que se apoyan sobre esos granitos estan compuestas por rocas compactas, parecidas a las rocas euríticas, o feldespáticas compactas, pero impregnadas de carbonato de cal. Una muestra tomada en la mina de «Aris» (situada al pié del cerro) dió 10 por ciento de carbonato de cal no magnesiana i próximamente 85 por ciento de una arcilla inatacable por los ácidos fuertes. Es una roca gris, amarillosa, de fisuras planas, dendríticas, i de fractura concóide, desigual. Esa roca baja a mas

de 40 metros de profundidad en una mina situada al pié de la montaña (mina de «Aris,» i por consiguiente mui por debajo de la superficie de los granitos del valle. Esto significa que el valle en vez de hundirse inmediatamente debajo de las primeras rocas estratificadas que se muestran al pié de la montaña, se asoma casi verticalmente, es decir que su plano de contacto con el terreno estratificado debe ser casi vertical. Eso se ve mui a menudo en la juncion de las rocas solevantes i de las rocas solevantadas en el sistema de los Andes; i tendremos que hacer muchas veces la misma observacion al señalar los cortes de terrenos en que el contacto de los granitos i de las rocas estratificadas, se ve a descubierto sobre grandes escarpamientos (por ejemplo en el cerro de San Gabriel en el valle de Maipo, páj. Pl. fig.) Creo que esta consideracion no carecerá de interes para los dueños de minas situadas cerca de dicho contacto de los granitos; pues si la roca granítica se sumerjiera bajo las rocas solevantadas como lo representan a menudo los cortes teóricos de los terrenos, habria motivos para desconfiar de la importancia de las minas de plata situadas en el límite de los terrenos secundarios, ya que las vetas de plata al entrar en estos últimos, cambiarian indudablemente de naturaleza.

B) Mas arriba de estas rocas compactas, poco calcáreas, i a media cuesta del cerro, aparece una capa porfírica, cuya masa es de un gris negruzco, sembrado con pequeños cristales feldespáticos blancos i otros, probablemente anfíbola negra. Esta roca cambia enteramente la naturaleza de las vetas i se ve una, en el camino que conduce a la mina de «Huerta», que al atravesar esa capa no contiene sino minerales hierro oligisto, micáceo, de los cuales no existe el menor rastro en las vetas arjentíferas del mismo cerro.

C) Mas arriba de estas rocas porfíricas, viene una série de capas calcáreas compactas, mas o ménos arcillosas, no magnesianas, de distintos matices; ora de un gris amarilloso o blanquecino, ora de un gris oscuro, azulejo. El conjunto de esas capas calcáreas tiene mas de cien metros de poder i solo difieren unas de otras por la proporcion del carbonato de cal i de la arcilla atacable (o de la sílice soluble en potasa) que ellas contienen. Las mas calcáreas se hallan en la estremidad sur del cerro. Una muestra de roca, de

un gris oscuro, algo azulejo tomada en la roca que encajona a una veta, dió en análisis:

Carbonato de cal.....	0.65
Arcilla atacable por los ácidos	0.06
Arcilla inatacable	0.29
	1.00

Esta roca es de estructura semi-cristalina, rotura concoide ancha. Otra muestra tomada en la estremidad norte, en la parte en que se encuentran la «Colorada» i la «Caldera» solo contenia:

Carbonato de cal.....	0.16
Arcilla atacable.....	0.08
Arcilla inatacable.....	0.76
	1.00

Esta roca es perfectamente compacta, de fractura plana, de un color gris blanquecino, i los planos de la fisura estan cubiertos de dibujos dendríticos negros. En ese piso, en la falda oriental del cerro se ven una série de rocas margosas blancas, terrosas, i en medio de esas rocas se encuentran algunos lechos de margas que contienen fragmentos de sílex prismático. No he hallado en esas capas, al ménos en la parte del cerro atravesada por las vetas metalíferas, el menor rastro de residuos orgánicos; pero en su prolongacion, en la estremidad sur-este de la montaña, en el camino de Tunas, se encuentra una capa de la misma calcárea que la primera de las dos muestras cuyo análisis acabo de dar, i que contiene pequeñas grifeas semejantes a las grifeas cómas de la arcilla de Kimmeridge. He sabido últimamente que, a mas o ménos tres leguas mas al este, cerca de la mina de plata de «Las Cañas,» se encuentran rocas mui abundantes en fósiles, de las cuales algunas, que he visto en coleccion particular, son idénticas a las de la cuesta de Manflas.

D) En fin, hácia la cumbre del cerro, sobre las capas calcáreas precedentes, se encuentran otras de 2 a 3 metros de espesor de

un pórfiro compuesto de una masa compacta negruzca, en medio de la cual se ven grandes cristales hemítropos de un color blanco sucio que me parece es feldespato labrador. El pórfiro no cubre toda la montaña, sino únicamente la parte meridional de su mas elevada cumbre; de modo que, mientras las capas calcáreas (G) se ocultan bajo los pórfiros en la estremidad sur, salen a la superficie i cubren la cresta del cerro en su estremidad setentrional.

Tal es la composicion en grande del cerro de «Agua Amarga.» Agreguemos que allí no se encuentran conglomerados, ni de arenizas, ni de arcilla, ni de marga gredosa. Las rocas no presentan señales de una gran dislocacion, i a la simple vista de la montaña se diria que ha sido solevantada en una sola masa a la vez, recibiendo la impulsión principal de la fuerza por el lado del oeste.

Este cerro está cortado por un número mucho mas considerable de vetas metalíferas que el de Chañarcillo; pero no se ven vetas de tanta estension como las vetas de la «Colorada» i la «Descubridora» en aquel cerro. La mayor parte de las vetas de «Agua Amarga» corren de norte a sur i hai muchas cuya direccion es nor-este. Es digno de notarse el hecho de que el cerro se alarga tambien en dos sentidos, a saber: de norte a sur i de sur-oeste a nor-este. En el plano de ese cerro se ve la disposicion de las vetas principales, i debo decir que he omitido mas de la mitad de las que habian sido apénas atacadas por los mineros.

Casi todas esas vetas bajan verticalmente i su anchura varia entre unos pocos centímetros i un metro. Sus gangas i sus minerales son en todo idénticos a los de la parte superior de las vetas de Chañarcillo; se ve aun que sus direcciones no corresponden a las de las vetas principales de aquel cerro.

Las vetas de «Agua Amarga» estan frecuentemente cortadas e interceptadas por cruceros que son comunmente verticales — *cruceros parados* — como las vetas principales.

Mas de 200 de esas vetas habian sido explotadas, i mas de 200 se encuentran abandonadas; gran número de casas de mineros estan cayéndose en ruinas; la inmensidad de desmontes que yacen por todos los lados de la montaña, i algunos ranchos todavia en pié i en los que viven unos veinte mineros, cuya mayor parte

se ocupa en pallaquear los escombros i escojer los restos de mineral bueno; todo, en una palabra, presenta el aspecto de una ciudad despues del incendio. Las minas que mas renombre tuvieron en su tiempo son la «Caldera», la «Colorada», la «Molinera», la mina de «Huerta» o de «Filiberto» i la mina de «Aris».

La «Caldera» era una de las minas mas ricas de «Agua Amarga». Su veta aflora cerca de la cumbre del cerro, su falda occidental, en las partes de las rocas calcáreas (C) que no estan recubiertas por el pórfiro. Toda su riqueza, que se me asegura consistió en *plomo verde*, lo que significa plata córnea verde o plata cloro-bromurada, se encontraba cerca de la superficie del cerro. Esa mina habia sido profundizada mas de 80 metros mas abajo que el afloramiento i a esa profundidad se encontró una mesa-piedra o capa que esterilizó completamente la veta, i que creo sea la capa porfirica (B.) A causa de este contratiempo, se vieron obligados a suspender los trabajos durante varios años, i he oido que despues de haberlos emprendido nuevamente hace un año, se logró atravesar la mesa-piedra i se volvió a encontrar mineral.

La «Colorada» está situada en la juncion de una veta que corre de N. a S. con otra veta que se dirige de este a oeste. Grandes escavaciones que se ven cerca de la superficie indican el lugar en que se encontraba la riqueza principal de la mina. Un mineral ocreo, flojo, que he visto estraer de lo pallaqueado entre los antiguos desmontes era idénticamente el mismo que el de la mayor parte de los minerales cloro-bromurados de Chañarcillo; otro mineral negro, compuesto de una mezcla de cloruro i de plata metálica semejante al mineral llamado barra negra, de Chañarcillo, pertenecia a una veta cruzadora que iba a parar en la veta principal; i debo a la oficiosidad de los mineros una muestra proveniente de esa mina, muestra que contiene cloro-bromuro de plata verde, cristalizada en cubos, con troncaduras en los ángulos i con mas de un milímetro de lado.

«La Molinera» es una de las vetas que afloran cerca de la cumbre del cerro, en la roca cubierta por la capa porfirica (D.) Los filones estan allí en corto número, i el único que se explota todavia es el de la mina llamada «Mina de la Huerta» situada en la estremidad sur del cerro. En esta última mina se ven dos vetas

que corren de norte a sur i una tercera que las cruza i que se dirige del NNO. al SSE. Las vetas que cortan todo el espesor del terreno, comenzando por la parte superior (D,) habian dado tambien, cerca de la superficie, gangas i minerales de la misma naturaleza que los producidos por las otras vetas. Los desmontes de esta mina, compuestos en gran parte por piedras mui cargadas de carbonato de cal, me dieron en el ensaye (despues de haberlas escogido a la lijera) 23 marcos de plata por cajon, (mas o ménos 0,002.) El mineral de esos desmontes es del jénero de los *pacos* o *colorados* del pais, i solo contiene plata cloro-bromurada. Allí es donde estan los afloramientos mas elevados de las vetas de ese cerro. La capa de pórfiro tiene aquí mas de 40 metros de espesor i a mas o ménos treinta i cinco *estados* (58 metros) de profundidad se llega a las capas calcáreas del piso C.

La mina de «Aris» está al pié del cerro. Se ven allí tres vetas mui aproximadas unas a otras i cuyas direcciones son N. 25° O., N. 10° E. i N. 23° E.; hai ademas varias otras vetas cruzadoras. Esta mina producía aun en 1842 mucho mineral clorurado; tiene mas o ménos 40 metros de profundidad i, como acabo de decirlo, a tal profundidad no se encuentra todavia granito.

Lo que me ha parecido digno de ser notado es el hecho de que, en la prolongacion de los afloramientos de esta mina, a mas o ménos 120 metros sobre la base del cerro por el lado del oeste i ya en la masa granítica, se ve una veta ancha que corre en direccion N. 25° O., en que no se encuentran ni la ganga ni los minerales de los filones arjentíferos, sino una ganga cuarzosa que contiene carbonato i silicato de cobre, mezclado con hierro especular, que presenta todos los caracteres de los minerales que provienen de las vetas cobrizas de la costa.

Observando en las principales minas de esa montaña, la altura a que estan situadas las galerías cuyas grandes escavaciones indican los lugares en que se encontraban grandes montones de mineral, i comparando en seguida mis observaciones con las notas que me daban los viejos mineros i propietarios de minas en Vallenar, me he asegurado de que aquí, como en Chañarcillo, las partes ricas de las vetas se estienden horizontalmente, o con mas exactitud, paralelamente a las divisiones de las capas, i correspon-

den a ciertos pisos o ciertas capas de terreno. Segun eso deben haber tres pisos productivos o que enriquecen a las vetas i un piso estéril. Los tres primeros son: 1.º el piso superior o de las capas porfíricas de la cumbre, en las cuales afloran las vetas de la *Molinera* i de la *Huerta*; 2.º el piso medio que corresponde a la altura a que afloran las vetas de la «Caldera,» de la «Colorada» i se puede decir la mayor parte de las vetas de Agua Amarga en las dos faldas opuestas de ese cerro. Este piso comprende probablemente todo el sistema de capas calcáreas (C,) situadas entre los dos grupos de capas porfíricas. Finalmente, el piso inferior, cuyo límite de abajo no se conoce todavia, es aquel en que se encuentran los trabajos de la mina de «Aris.» En cuanto a la rejion estéril de ese cerro, creo que corresponde a esas capas porfíricas (B) que se encuentran a media falda en el lado occidental de la montaña, i que hemos mencionado al hablar de las rocas.

Ahora si se piensa que la mayor parte de las minas de este inmenso cerro solo tienen 10 i 15 metros de profundidad; que las mas ricas de ellas solo han sido reconocidas a lo sumo a 80 metros de distancia vertical; que, en fin, siendo la altura a que se muestran los afloramientos de la parte productiva de la mina de «Huerta» de 1418 metros sobre el nivel del mar, i la de la parte productiva de la mina de «Aris,» de 1105 metros sobre el mismo nivel, se ha constatado la presencia del mineral rico de ese cerro en un espesor de 313 metros de terreno, se ve que hai motivos para creer que una compañía que consagrara los fondos necesarios para emprender nuevamente en grande escala la explotacion de esas minas, i que hiciera ejecutar los trabajos con método, economía i conocimiento del terreno tendría muchas probabilidades de éxito (1).

Dejando ahora las minas de Agua Amarga i dirijiéndose al sud-este, se llega primero a la mina de plata de las «Cañas», situada en el mismo terreno que la que acabamos de examinar, i despues se llega a otra «Rincon de las Tunas», donde las rocas del cajon se asemejan mucho a las capas inferiores del terreno de

(1) Las predicciones del ilustre sabio don Ignacio Domeyko han tenido plena confirmacion, pues nadie ignora las prodijiosas riquezas que produjeron poco despues las minas de Agua Amarga.—*N. del E.*

Chañarcillo. Aquí esas capas se hunden al Este como las de Agua Amarga, i la veta sale a luz paralelamente a los planos de estratificación (Pl. V, lám. 5), formando una especie de veta-manto, que, a una profundidad de 20 a 30 metros corta a la caja del muro, baja verticalmente i se desliza por entre otras dos, saltando (dando brinco, como dicen los mineros) de una a otra caja. Este filon ha sido encontrado productivo en los afloramientos (*a*) i en las capas inferiores (*b*), mientras que no acusaba el menor rastro de mineral al atravesar la capa intermediaria.

A uno i medio kilómetros de distancia al sur de esta última mina se encuentran las minas de plata de Tunas, que en su tiempo dió casi tanta plata como las de Agua Amarga. Esas minas solo ocupan un pequeño espacio de cerca de 700 a 800 metros de largo por 800 de ancho. Es, una vez mas, el mismo terreno, la misma naturaleza de vetas, de gangas i de minerales que en las minas de Agua Amarga, con la única diferencia de que encontrándose las minas de Tunas mas al este, un poco mas cerca de los Andes i en un cerro mucho mas bajo que Agua Amarga, resulta que esas vetas i sus minerales lo mismo que los de las Cañas i del Rincon de Tunas, se asemejan ya a las vetas i minerales de la parte inferior de Chañarcillo i de Ladrillos. Efectivamente, los minerales que se extraen actualmente de Tunas no contienen plata córnea i su principal riqueza consiste en plata nativa i en plata roja revuelta con arsénico nativo i con sulfo-arseniuros. Se les ve siempre mezclados con arseniato de cobalto i arseniato de cal cobaltífera, los cuales por otra parte, acompañan jeneralmente a la mayor parte de los minerales de plata de Chile.

Hai gran número de vetas en Tunas, i casi todas corren de Norte a Sur. Son casi verticales i se les ve acompañadas por numerosos filones cruzadores. En todos esos filones la riqueza desapareció en la profundidad, de modo que en 1840 solo se explotaban allí cuatro minas a saber: la «Guia», la «Castañona», la «Gibejela» i el «Pleito»; todas las demas estaban abandonadas. He oido decir que la «Castañona» sola habia producido mas de dos millones de francos en minerales hallados cerca de la superficie.

Agregaré que al Este de las minas del «Carrizo», de «Agua

Amarga» i de «Tunas», se hallan numerosas vetas de cobre gris i de galena, de las cuales una de las mas importantes fué durante algun tiempo explotada en el Cerro Blanco.

Cuando partiendo de la base de la montaña de Agua Amarga uno se dirige hácia el oeste, la primera cadena de cerros que se encuentra al otro lado del valle se compone, como lo he dicho mas arriba, de masas graníticas que contienen minas de oro i cobre. En una de estas últimas, frente a las minas de plata de «Agua Amarga» i a cerca de tres kilómetros de distancia, se halla la mina de cobre de los «Camarones». La veta corre de SE. a NO.; es casi vertical i se inclina lijeramente hácia el este. Aflora en una estension de mas de 800 metros i en medio de las sustancias que la componen, se ve dos vetas metalíferas, separadas las mas de las veces por una especie de tabique de roca diorítica semejante a la roca del cajon. Los lugares en que se juntan esas venas son aquellos en que se encuentran masas mas considerables de minerales: se ha notado que en jeneral haciéndose mui rica una de las dos la otra se empobrece i vice-versa. Por esta razon el método que se ha seguido para la explotacion de esta mina consiste en conducir las galerías por una de las dos venas i en abrir de trecho en trecho galerías laterales—*estocadas* en estilo de minero—para reconocer la otra vena. Se han visto aun obligados en algunas partes de la veta, a seguir cada vena separadamente i a abrir dos galerías paralelamente una a otra.

La roca encajante es en ámbos lados igualmente dura i sólida; es una roca diorítica, compuesta de feldespato blanco i de anfíbola negra o verde oscuro idéntica a la que contienen las minas mas ricas en cobre de Chile, como las del «Carrizal,» de «San Juan,» de la «Higuera,» etc., las *salbandas* (1) estan formadas por una arcilla gris, suave al tacto, llamada *jaboncillo*, por los mineros. Hai mucha variedad en los minerales; los de las partes vecinas de los afloramientos se componen de carbonato, de silicato i de óxido de cobre i los de abajo de cobres piritosos abigarrados. Los minerales oxidados tienen sus gangas cargadas de arcillas ferri-

(1) La superficie lateral de la veta que separa esta de la roca que la encaja.

feras, de hierro micáceo i de cal espática; los minerales sulfurados son jeneralmente mas cuarcíferos. Contienen, al mismo tiempo, mucha tremolita o anfíbola abestiforme.

Es una de las primeras minas de cobre conocidas i explotadas en Chile. Su primer propietario, un polaco llamado Borkowski, oficial al servicio del rei de España, emprendió la explotacion i el tratamiento de sus minerales a fines del siglo pasado, en una época en que se vendia el cobre a 6 o 7 pesos el quintal i para esto era necesario trasportarlo a Lima o Buenos Aires. Aseguran que apesar de las circunstancias tan desventajosas para la empresa, logró obtener grandes beneficios i dejó una fortuna bastante considerable, resultado del producto de esa mina. Esta fué, despues, vendida a una compañía inglesa que continúa explotándola con actividad i provecho. De quince a diez i seis *barretas*, (32 mineros) trabajando en esta mina, sacan mas o ménos 40 cajones (2,500 quintales) de mineral por mes desde hace muchos años. Los minerales tienen jeneralmente de 10 a 20 por ciento de cobre i los hai cuya lei sube a 50 por ciento. Un establecimiento compuesto de dos hornos de reverbero para la fundicion i de un gran horno de reverbero para la calcinacion ha sido instalado a algunos metros de distancia de la entrada de la mina. La leña viene tambien de los alrededores; esta leña, que en su mayor parte se compone de un gran *cactus* arborescente (*lormata*) i de ramazones de arbustos de una vejetacion raquílica se quema con una asombrosa rapidez i produce un fuego bastante activo para la fundicion. Se consume de 130 a 160 pequeñas cargas (de asnos) para la calcinacion i se esportan a Inglaterra los ejes que de allí se sacan. Se esporta tambien en estado crudo todos los minerales cuya lei sube de 24 por ciento i se arroja a los desmontes los que contienen ménos de 7 a 8 por ciento de cobre.

Al otro lado de ese cerro diorítico en que se encuentra la mina de los «Camarones,» pasa el camino de Vallenar a Coquimbo. Tomando este camino, se pasa primeramente cerca de una mina de mercurio i cobre, denominada mina del «Molle,» en seguida por los *lavaderos*, o arenas auríferas de la «Higuera» i cerca de numerosas minas de oro, explotadas antiguamente i por fin se llega

al Cerro de la Ventura, situado en el límite del departamento de Coquimbo. De este punto el camino baja por el valle de los Choros i sigue directamente a Coquimbo pasando por las minas de cobre de la «Higuera.» Como todo este camino solo atraviesa terreno granítico i no toca a la orilla del terreno estratificado sino en un solo punto, cerca de «Agua de Palacios» solo son dignas de notarse diversas variedades de rocas graníticas, muchas minas antiguas de oro i de cobre i ni una sola de plata.

Habiéndome encontrado en la necesidad de abreviar mi viaje, escogí este camino, al volver en 1843, de las minas de Copiapó, sin detenerme ni desviarme de ese camino. Pero el partido que debiera adoptar el jeólogo para el estudio de los dos terrenos o para el cateo de minas, seria el de seguir esa cadena de terrenos arjentíferos que hemos dejado en Tunas i dirigirse al sur. Examinaria desde luego el yacimiento de las minas de cobre arjentífero de San Antonio, en seguida procuraria ir a visitar la montaña i las antiguas minas abandonadas de «Chingoles;» de allí podria tambien hacer una excursion a «Machetillo» i podria regresar por las minas de amalgamas nativas de «Arqueros.» Todas esas minas de «San Antonio,» «Chingoles,» «Machetillo» i otras muchas, encontrándose ya fuera de la línea de contacto de los dos terrenos i bastante alejadas del mar, solo producen minerales de cobre i de plomo arjentífero, i nada de cloruro ni de cloro-bromuro de plata.

(Habria ahora que dar la descripcion del terreno i de las minas de la costa, pasando por el camino de Freirina i por los cerros de la «Higuera,» de «San Juan» i «Carrizal.» No he tenido tiempo para completar ese trabajo, que enviaré mas tarde).

III CONSTITUCION JEOLÓGICA DEL SISTEMA ANDINO I DE LOS TERRENOS QUE ATRAVIESAN EN LA LATITUD DE COQUIMBO

La ciudad de Coquimbo o de la Serena es la capital de la provincia de Coquimbo i el centro del comercio del cobre i de los minerales de cobre que produce Chile. La ciudad, que tiene actualmente mas de 6,000 habitantes, está situada a un cuarto de legua de la bahía de Coquimbo, a tres leguas del puerto del

mismo nombre i en el centro de un valle terciario mui moderno que ocupa una antigua bahía de aquel lugar.

Esa hondonada tiene mas de tres leguas en direccion al meridiano, i mas o ménos una legua en su mayor anchura.

El terreno que sirve de fondo i de bordes a esa hondonada se compone de masas no estratificadas de la misma naturaleza que las que constituyen toda la costa del Océano Pacífico. Hablando jeológicamente es un terreno de cristalización, un grupo de rocas de formación ígnea, en una palabra es un terreno de los que se acostumbra llamar *primitivos*. Ahora se examina la naturaleza mineralógica de esas rocas, se las ve cambiar de aspecto i de caracteres exteriores casi en cada cerro, pero conservando siempre un cierto aspecto propio de las rocas de solevantamiento i compuesto de los mismos elementos.

Así es como, partiendo de la estremidad nor-oeste de la bahía del lugar llamado Punta de los Teatinos, i recorriendo todo el contorno del valle terciario hasta su estremidad meridional, se ve las rocas siguientes sobresalir i formar cerros mas o ménos semejantes unos a otros.

La costa del Océano en la Punta de los Teatinos se compone de sienita que al mismo tiempo contiene mica. En ella se distinguen dos especies de feldespatos, de los cuales uno rojizo presenta las fracturas netas de la ortosa, i la otra, blanquecina, de una fractura ménos lisa i mas fácil de desagregarse me parece ser albita.

En cuanto pasamos a un cerro situado hácia el lado norte desaparecen la mica i la fibrola, i la roca se convierte en una especie de pegmatita compuesta de cuarzo i de ortosa. Esta roca está atravesada por venas de cuarzo compacto i por otras de feldespato rosado, compacto, que contiene turmalina negra, unida a veces a epidota.

Torciendo hácia el nor-este desaparece el cuarzo i se encuentran masas dioríticas compuestas de feldespato blanco i de anfíbola negra o verde. En algunas partes las masas estan de tal modo cargadas de anfíbola que la roca se vuelve negra i forma una especie de *grünstein*. Acontece que en medio de una masa diorítica en que domina el feldespato, se ven manchas, venas, bolas i

montones considerables de esas rocas negras cristalinas, que pasan a su vez a rocas compactas, euríticas, que provienen quizas de una mezcla íntima o de una fusion de los dos elementos.

Esas masas dioríticas de distintos colores rodean el valle terciario por el lado nor-este i llegan hasta el cerro de Brillador, en donde se encuentran minas de cobre esplotadas desde tiempos remotos. Por el lado del mar este cerro es eurítico o compuesto de una roca feldespática de estructura cristalina, i conteniendo una mui pequeña parte de anfíbola. Este mismo cerro es porfírico por el lado sur i la roca es un pórfiro de pasta gris, verdosa, que contiene cristales de albita. Esta última roca i euritas de diversos colores se estienden hasta la quebrada de Santa Gracia, i encierran muchas vetas de hierro, cobre i oro.

Al otro lado de esa quebrada se encuentran dioritas de grano grueso, con base de anfíbola verde, fibrosa, i pasan en seguida por el lado de Cutun, a granitos propiamente dichos. En el camino de Arqueros se ve en esas dioritas, una ancha veta de hematita parda perfectamente pura.

Pasando ahora al otro lado del rio, frente a Saturno (a seis leguas de la embocadura del rio,) se ven desde luego granitos que ocupan mucha estension por el lado sur, donde encierran gran número de vetas i de arenas auríferas en Talca i en Andacollo.

Al bajar por la orilla izquierda del rio, frente a Algarrobito, (a 5 leguas del mar,) se ven rocas mui parecidas a fonolitas, sea por sus caracteres exteriores, sea por el sonido que producen cuando se las golpea con un martillo. Esas rocas son grises, compactas, con indicacion de pequenísimos cristales feldespáticos blanquicos. En esas rocas se ve una ancha veta cobriza ya esplotada.

Mas al oeste, se llega a las rocas dioríticas que constituyen una larga hilera de cerros desde Cerro Grande hasta la cuesta de Peralta (de 10 a 11 leguas.) Esos cerros protejen, por el lado del este a un valle longitudinal terciario, i encierran muchas minas de cobre, entre otras las de la «Cruz de Caña,» del «Peñon,» de «Tambillos,» del «Buitre,» etc. Esas rocas dioríticas tienen base de albita; pero esta se halla, jeneralmente, tan revuelta con anfíbola, que es difícil apartar, en estado de pureza, la cantidad suficiente para analizarla. Sin embargo, ese feldespato aparece, a

veces, perfectamente puro i cristalizado, formando venas en medio de la roca. Encontré, por una casualidad, una de esas venas cerca de la mina de cobre del «Peñon,» i esto me ha proporcionado la ocasion de examinar cuidadosamente esa especie mineralógica.

La albita forma allí cristales agrupados sin simetría alguna i acompañados con anfíbola fibrosa. Los cristales son de un color blanco sucio, tirando a verde. Tienen de 15 a 20 milímetros de largo i mas o ménos de 8 a 10 de ancho; son hemitropos, semejantes a los cristales de *periclina*; es decir que los cristales, en vez de juntarse paralelamente al eje del cristal, se reunen paralelamente a su base: cada prisma se compone de la base P, de dos lados M que provienen de truncaduras en las aristas verticales, i de otros dos que provienen de truncaduras sobre los ángulos agudos de la base. El lado M forma un ángulo casi recto con el lado P, i el ángulo entrante, en vez de estar en la base se halla en el lado M. Tiene dos roturas, una de las cuales es plana i tiene un brillo vivo perlado, está paralelo al lado P i la otra, ménos plana, paralela al lado M. La estructura trasversal es granuda i de un brillo vidrioso. En el crisol este mineral es un poco ménos fusible que la ortosa: se vuelve blanco, traslúcido, i se funde sin producir un vidrio globuloso, como la ortosa. Su peso específico es 2.681. El análisis me ha dado para la composicion de él:

	Feldespató	Anfíbola que lo acompaña
Sílice.....	0.6415	0.511
Alúmina.....	0.2165	0.010
Protóxido de hierro.....	0.0130	0.082
» de manganeso	0.0155	0.025
Soda.....	0.0690	
Potasa.....	0.0080	
Magnesia.....	—	0.145
Cal.....	0.0190	0.206
Pérdida en el fuego.....	0.0110	
	0.9935	0.979

Se ve, por consiguiente, que por la composicion i el peso específico de ese feldespató, ese mineral se aproxima a la variedad de albita llamada Oligoclasia, por Berzelius. Creo que es la especie que entra en la composicion de toda la cadena de montañas que se alargan en direccion SSE. i se estienden desde Cerro Grande hasta la Cuesta de Peralta. Estan a menudo interrumpidas por gruesas vetas, dykes i montones de pórfiro albitico, cuya pasta es de un color gris oscuro, compacto i los cristales anchos, mui aplastados, delgados, casi del mismo color que la pasta, dotados de un brillo vidrioso bastante vivo, presentando roturas mui fáciles paralelas a la base i a veces ángulos entrantes mui obtusos en los dos lados de esas roturas. Esa roca porfírica es estremadamente tenaz i abunda bastante en ese terreno granítico de la costa.

El fondo del valle que se estiende al pié de esos cerros dioríticos, está formado por granito, como se puede ver en los trabajos inferiores de las minas de cobre de Tambillos; pero, acercándose al mar se ven reaparecer las mismas dioritas que forman tres cerros redondos, (morros) aislados de los demas i de los cuales el mas alto tiene el nombre de Pan de Azúcar. Esas rocas, como muchas otras, pertenecientes al mismo *terreno*, tienen la propiedad de desagregarse, de tal modo que caen por placas comenzando por las aristas i ángulos mas salientes i se redondean allí mismo adquiriendo la forma de esos bloques erráticos de que estan sembradas las llanuras del Norte de Alemania i de Polonia. Es tambien esta misma roca la que forma a menudo dykes i aglomeraciones en medio de los granitos propriamente dichos.

Como esos granitos se desagregan jeneralmente, mas fácilmente que las dioritas i los pórfiros dioríticos, resulta de ello que mientras la masa granítica que envuelve a esos últimos se reduce a arena i ripios, se ven aun esos dykes o aglomeraciones permanecer en pié i levantarse sobre los residuos graníticos. Llega despues el momento en que esas altas murallas, privadas de las masas que las habian sostenido se derrumben bajo su propio peso, i a consecuencia de temblores de tierra, cubren con sus fragmentos, hendidos i fracturados en todo sentido, a las masas graníticas i se hunden en medio de las arenas. Como, por otra parte, esos blo-

ques dispersos en la superficie del terreno no conservan sus ángulos i aristas, i con el tiempo se redondean i se cubren con sus propias ruinas, resulta de ello que despues de un tiempo mas o ménos largo, todo el terreno toma el aspecto de un monton de arenas i guijarros sembrado de piedras redondas, en todo semejantes a las colinas de aluvion, producidas por la accion de las fuertes corrientes de agua.

Para hacer mas visible la manera como se van colocando, en montones de piedras redondas, esos grandes fragmentos de rocas, he representado en el Pl. V. Lám. 6, un fragmento grueso de diorita que se ve al pié de Pan de Azúcar i que tiene mas de 80 metros cúbicos de volúmen. Ese bloque se ha desprendido probablemente de la cresta saliente del cerro, a consecuencia de una fuerte sacudida o de temblores de tierra, por la desagregacion local de la parte de la roca que lo habia sostenido. Al caer se ha fracturado en tres partes que forman dos bloques de formas piramidales colocados en sus bases i una tercera que tiene su cúspide hácia abajo. Estando desagregándose poco a poco esos tres bloques i redondeándose sus aristas i ángulos agudos, el de arriba va bajando continuamente i deslizándose entre los otros dos, i llegará el tiempo en que ya no se vean sino tres bolas o piedras rodadas semejantes a los bloques pulidos por las aguas.

Al oeste del cerro diorítico del Pan de Azucar, se ven rocas feldespáticas compactas i pórfiros albíticos de un color gris negruzco como los que acabo de describir. Esas rocas ora se parten indistintamente en todo sentido, ora presentan tres sistemas de divisiones que dividen la roca en prismas romboédricos. A consecuencia de esas divisiones, la roca puede adquirir el aspecto de una roca estratificada de capas fuertemente levantadas. Se observa tambien que uno de los tres sistemas de fracturas que se ven en esas rocas, tiene casi siempre una direccion paralela a la cadena principal de los Andes i que otra se dirige hácia el NO.

Avanzando mas aun hácia el mar, i manteniéndose siempre en el límite del valle terciario se vuelve a hallar una sienita de feldespato rojo i anfíbola verde que envuelve i protege a toda la bahía de Coquimbo (tanto la bahía antigua, ocupada por los terre-

nos modernos sollevantados recientemente, como la bahía actual) por el lado Sur.

Al llegar al puerto en que termina la orilla meridional de la bahía no se ven sino pegmatitas compuestas casi esclusivamente de cuarzo i de dos especies de feldespato de las cuales una es blanca i se desagrega fácilmente, i la otra de un color blanco amarilloso o rojizo pálido, semejante al feldespato ortoso de Baveno.

Este último feldespato rojo o amarilloso es el elemento principal de los granitos de la costa del Pacífico. Es ora compacto i amorfo, ora laminoso, fracturándose en tres direcciones como todas las variedades conocidas de la ortosa. Jamas lo he visto cristalizado o al ménos en cristales completos, i las mas de las veces se le ve penetrado por pequeñas partículas de cuarzo, de que es imposible despojarlo completamente.

Una muestra de este feldespato tomada en la orilla misma del Océano, i despojado en lo posible del cuarzo i de las materias extrañas, ha sido analizado por el carbonato de barita, i se ha encontrado para su composicion:

Sílice.....	0,6735
Alúmina.....	0.2050
Potasa.....,	0.0661
Soda.....	0.0400
Cal.....	0.0070
Magnesia.....	0.0042
	0.9958

Su peso específico es 2.548.

En medio de estas pegmatistas del puerto de Coquimbo, se ven anchas vetas casi verticales de 2 a 3 metros de poder, de rocas porfíricas negras, ora cuarcíferas, ora conteniendo feldespato vidrioso, semejante al feldespato de ciertas rocas volcánicas.

Tales son las masas que constituyen lo que se podría comprender bajo el nombre jenérico de *terreno granítico de la costa* en los alrededores de Coquimbo. Solo me quedaria hacerle dos observaciones.

Primeramente, no hai orden alguno en la manera como se suceden las rocas unas a otras. Se ve a menudo en un mismo cerro distintas variedades, o mas bien, todas las variedades de rocas que acabo de citar i que ocupan indistintamente la cumbre, los flancos o la base del cerro, pasando insensiblemente las unas a las otras. Podria citar una colina situada en el camino de la «Higuera, mui cerca de la «Compañía», a media legua de Coquimbo, donde he encontrado en un espacio de 100 a 150 metros de largo i otro tanto de ancho, todas estas rocas dispuestas en montones completamente irregulares i cortadas por venas de epidota, de cuarzo, de feldespato o de anfíbola radiada. De modo que, para definir ese terreno mineralójicamente i con relacion a su composicion química, se diria que hai en él ocho elementos, a saber; la sílice, la alúmina, la potasa, la soda, la cal, la magnesia i los protóxidos de hierro i de manganeso que, combinándose en diversas proporciones forman cinco especies mineralójicas principales que son la ortosa, la albita, la anfíbola, la mica i el cuarzo, i otras dos de menor importancia, como la epidota i la turmalina, i que del agrupamiento de esas especies i de su mezcla mas o ménos íntima resultan todas las variedades de rocas que hemos indicado.

En segundo lugar, ese terreno es eminentemente aurífero i segun parece ese metal no solo se encuentra en una infinidad de venas i vetas que lo atraviesan sino tambien en la masa misma de las rocas. En efecto, habiendo recojido arenas de granos feldespáticos angulosos, en la superficie de un cerro granítico cerca del puerto de Coquimbo, en un punto en que no se veian venas ni filones, estraje de esa arena oro en partículas ponderables, haciendo un ensaye por via seca en un peso de cien gramos de materia.

Agregaremos que jamas se han encontrado en ese terreno, al ménos en las costas de Chile i del Perú piedras gemas, estaño, wolfram, ni ninguna de las otras especies mineralójicas que caracterizan a los granitos antiguos; i que los únicos metales que se hallan asociados con el oro en esa costa, son el hierro i el cobre.

Dejemos ahora a la bahía de Coquimbo, i dirijámonos por el valle del mismo nombre hácia la línea de las cumbres, con el objeto de examinar el sistema de terrenos de esos cerros.

El valle de Coquimbo sube primeramente hácia el E S E., i a nueve leguas de camino a mas o ménos seis leguas, en línea recta del mar, se llega a la finca de la Calera, situada a 333 metros sobre el nivel del mar. El valle hace aquí un pequeño rodeo hácia el norte i recibe las aguas de dos quebradas, de las cuales una, la Quebrada de la Marquesa viene del norte i la otra la Quebrada del Arrayan del sur. A una legua mas al este, se llega a la primera *línea del contacto* de las rocas estratificadas con el terreno granítico de que acabo de dar la descripción.

Se puede examinar esta línea sea entrando por la Quebrada de Santa Gracia i pasando por el camino que conduce a las minas de plata de «Arqueros», sea tomando el camino del valle principal, sea en fin remontando la Quebrada del Arrayan.

Las primeras capas secundarias que aparecen en esos tres caminos son de idéntico aspecto i naturaleza. Son los mismos pórfiros abigarrados de que tantas veces he hablado ya en el párrafo I. Su pasta es compacta o terrosa, abigarrada de pardo, gris verdoso, etc., i los cristales feldespáticos son mui pequeños, irregulares, reducidos mui a menudo a no formar sino pequeñísimas puntas mui irregulares o apenas visibles; se pasa insensiblemente de un terreno a otro. Las estratificaciones aparecen primeramente por fragmentos, los detritus que cubren la superficie de los cerros se vuelven terrosos o en polvos mui finos, i solo a cierta distancia del granito presentan las capas un paralelismo i planos de division bien netos i visibles. Se sumerjen comunmente al este i alternan con brechas porfíricas de igual color que los pórfiros.

Es tambien a la distancia de mas o ménos 2 a 3 leguas al este de esta línea del contacto de los dos terrenos, i en los primeros puntos culminantes del terreno estratificado donde se encuentran las minas de amalgamas nativas de Arqueros, i las de los minerales iodurados del mismo metal en el cerro de los Algodones.

Para la descripción de las primeras véase la memoria, insertada en los *Anales de minería*, 3.^a série, t. XX, páj. 265, i voi a hablar del yacimiento de las últimas.

El camino que conduce a las minas de plata de los «Algodones» sube por la Quebrada del Arrayan, i apenas se ha andado

una legua desde la Calera, ya se encuentran en los pórfiros abigarrados que forman aquí capas mui gruesas i regulares. Se tarda mas o ménos dos horas en subir el cerro de los «Algodones,» compuesto de esos pórfiros en medio de los cuales se ven algunas capas de pórfiros idénticos a los que recubren el cerro de «Agua Amarga.» En la cumbre de la cuesta, frente a «Potrerillo,» hai una especie de greda roja, de grano semi cristalino, compuesto de pequeñas partículas blancas i rojas. Las blancas parecen ser feldespato trasformado en kaolin, i si se examinan las rocas que acompañan a esta greda, se ve que esta última pasa insensiblemente a una variedad de pórfiro rojo, cuya pasta es roja i el feldespato de pequenísimos cristales mui irregulares.

En el camino se encuentra tambien pórfiro con riñones de jaspe i de calcedonia i pórfiro con núcleos, zeolíticos, rocas características del terreno de los pórfiros abigarrados.

Las minas de plata de los «Algodones» se encuentran cerca del punto culminante del cerro de ese nombre en el punto llamado «Rincon de la Laja.» Estan en el mismo meridiano magnético que las minas de «Arqueros,» en la misma cadena de montañas i mas o ménos a la misma distancia de la línea de contacto de los dos terrenos.

Hace apenas un año i medio (en 1842) que fueron descubiertas esas minas, i hasta ahora solo se han explotado dos vetas.

La primera, conocida con el nombre de «Veta del Carmen» aflora a la altura de 1,309 metros sobre el nivel del mar, mas o ménos igual a la altura de la mina de amalgamas nativas de «La Descubridora,» en el cerro de «Arqueros.» Corre de N. 5° a 7° O. al S. 5° a 7° E., i se sumerge al este. No tiene salbandas; solo tiene de dos a tres pulgadas de espesor i adhiere a la roca; está ademas frecuentemente interrumpidas por vetas de crucero. La roca del cajon es un pórfiro cuya pasta es, ora de un color pardo oscuro violáceo manchado con distintos matices grises, verduzcos i azulejos, ora de un color gris ceniciento, manchado de rojo; a veces las manchas de la pasta imitan los fragmentos angulosos de una brecha. La estructura de esa pasta es casi siempre terrosa i rara vez compacta; los cristales de feldespato mui pequeños, mui irregulares como en la mayor parte de los pórfiros estratificados.

La misma roca contiene en los alrededores de la veta, espato calcáreo diseminado en pequeños nudos, redecillas i venas mui irregulares.

Solo se ha llegado en esa veta a unas 30 varas de profundidad i se ha reconocido que ese filon solo contenia cerca de su afloramiento (a 6 varas mas o ménos debajo de la superficie), ioduro de plata mezclado con una débil proporcion de plata nativa en partículas estremadamente ténues. El ioduro estaba diseminado en venitas mui delgadas e irregulares, pero perfectamente puro, sin mezcla alguna de cloro o yodo.

Este mineral es de un color amarillo azufre pálido, algo verdoso; no varía de color aun cuando se le deja espuesto por largo tiempo a la accion directa del sol. Su estructura es laminada; se ha reconocido en algunos pequeños fragmentos el indicio de las tres fracturas rimboédricas; en otros se ve una rotura mui fácil, perfecta, de un brillo nacarado i otras fracturas ménos fáciles, indeterminables. Es mas blando que el cloruro o los cloro-bromuros i ménos flexibles que estos últimos; se deshace fácilmente en un mortero. Es mas fusible que los cloro-bromuros i al fundirse se vuelve rojo, despues al enfriarse adquiere un tinte gris verdoso sin ponerse *córneo* como el cloruro; se reduce a polvo con facilidad. En el fuego se reduce cubriéndose de una infinidad de bolitas metálicas de un color blanco plateado resplandeciente. Calentado en un matraz con ácido sulfúrico i peróxido de manganeso, desprende vapores de iodo; produce iguales vapores cuando se le calienta con ácido nítrico, solo que en este caso, deja de desprender vapores de iodo cuando el ácido comienza a hervir, i reaparece cuando cesa el ácido de hervir. El ácido muriático solo ejerce una accion disolvente sobre ese mineral, sin descomponerlo aun cuando se le agrega peróxido de manganeso. Ese mineral no se reduce por medio del mercurio, aun en presencia de una disolucion concentrada de sal marina, i por esa razon no se le podria tratar por el método ordinario de amalgamacion.

Tal es el mineral hallado en los afloramientos de la «Veta del Carmen». Su ganga se compone en parte de carbonato de cal, en parte de una arcilla estremadamente fina de un color ladrillo oscuro. Esta sustancia arcillosa, terrosa, característica por la finura

de su grano es aquella en que se encuentran introducidas de preferencia las pequeñas partículas amorfas i las venillas de ioduro. Debo hacer notar al mismo tiempo que la misma sustancia se deja ver mui amenudo en el mineral de amalgama nativo de Arqueros en el que acabo de reconocer tambien algunos rastros de ioduro de plata de un hermoso color limon.

Se han estraído cerca de 20 a 30 quintales de ese mineral que contiene ioduro de la mina del «Cármén;» i luego despues, a unas 10 varas mas abajo se descubrió cloro-bromuro verdoso en venitas tan irregulares como las del ioduro i en las mismas gangas semejante en todo, a los cloro-bromuros de «Chañarcillo.» Este último mineral desapareció a su vez, i a una profundidad mas considerable la veta produjo cloruro puro acompañado con sulfuro de plata: en este último caso el mineral se volvió cuprífero i silíceoso.

Se continuaron en seguida los trabajos, aunque con mui poca jente durante diez meses, sin hallar el menor rastro de mineral, cuando últimamente se me envió de la misma mina, pequeños riñones, de forma mui irregular de 2 a 3 gramos de peso, de ioduro perfectamente puro, laminado, ennegrecidos en la superficie por la arcilla en que se les halló introducidos. No conozco bien el lugar de donde se les sacó, solo sé que no provienen de los trabajos inferiores de la mina.

La segunda veta del mismo cerro, mucho mas ancha que la primera, aflora a mas de doscientos metros de esta i a unos treinta metros mas abajo que la mina del «Cármén.» En esta veta se encuentra la mina llamada la «Descubridora,» que ha producido mas de 300 quintales de un mineral cuprífero, que contiene sulfuro i cloruro de plata diseminados en una ganga silicatada, verde, mezclada con carbonato de cal. Esta veta corre paralela a la precedente i en ella se ha hallado cloruro blanco perfectamente puro, i cloro bromuro verde semejante al de la mina del «Cármén», pero esta veta no ha producido, hasta ahora, el menor rastro de mineral iodurado.

Las minas de los Algodones manifiestan que las mismas vetas pueden contener a un mismo tiempo ioduro, cloro-bromuro i cloruro puro; i que esas tres sustancias, confundidas durante largo tiempo bajo el nombre de *plata córnea*, forman tres especies dis-

tintas de minerales. La que parece ser mas superficial, es decir la mas próxima a los afloramientos, es el ioduro; vienen en seguida los cloro-bromuros, i despues, mas abajo que los otros, el cloruro. Las dos primeras, segun parece, jamas estan asociadas con ninguna otra especie mineral de plata, miéntras que el cloruro. aparece, mui a menudo, acompañado con sulfuro de plata. Los caracteres que los distinguen pueden, segun el calor natural, el tomado bajo la accion de la luz i los vapores desprendidos haciéndolo hervir en un matraz con ácido sulfúrico i peróxido de manganeso, a mi parecer, resumirse del modo siguiente:

COLOR I EFECTO DE LA LUZ

IODURO *amarillo*, no cambia de color. Vapores de un hermoso color violeta.

CLORO BROMURO *verdoso*, adquiere un color gris negruzco. Vapores de color amarillo rojizo.

CLORURO *blanco*, se vuelve negro violáceo. Vapores verdosos.

Segun parece, el bromuro perfectamente puro no existe en la naturaleza: lo que demuestra que el bromuro se ha precipitado en presencia de un exceso de cloro: i como el agua de mar es un yacimiento comun para el cloro, el bromo i el yodo i que los tres minerales citados se encuentran siempre, al ménos en Chile, en las rocas estratificadas de formacion marina, o en rocas estratificadas porfíricas (que probablemente no son sino rocas metamórficas de las que podian haber tenido el mismo orijen que las precedentes), hai motivos para suponer que esas tres especies minerales deben su orijen a la accion del agua del mar sobre los afloramientos de las vetas arjentíferas, siempre que se admita que estas últimas se hayan abierto ántes del instante, o mas bien en el momento mismo en que ese terreno recibió el primer impulso de la fuerza que lo solevantó. Esta hipótesis nos explicaria porqué solo se hallan estas tres especies minerales en la parte superior de las vetas i sobre todos los demas minerales de plata.

Ademas de las dos vetas que acabo de describir, se han descubierto otras muchas en el mismo cerro, solo que estando la superficie del cerro cubierta de tierra vegetal el cateo de las minas es

mui difícil i aun la explotacion de las que se han descubierto hace mui pocos progresos.

Saliendo de esas minas con direccion NE., uno vuelve a bajar en cuatro horas de tiempo al valle de Elqui, i en este trayecto tenemos la ocasion de examinar las rocas que entran en la composicion del terreno estratificado de los Algodones que, como acabo de decirlo, es idéntico al terreno de Arqueros. Debemos, sobre todo, detenernos en los escarpamientos que se encuentran en el punto en que el camino comienza a bajar por el lado de Huallihuayca i que presentan un corte de ese terreno en un espesor de 400 a 500 metros. Allí se ven pórfiros i brechas porfíricas que alternan con algunas rocas compactas que parecen ser de la misma sustancia que la pasta de los pórfiros. Se vuelve a hallar allí el mismo pórfiro rojo, o mas bien pardo-violáceo, cuyos cristales volviéndose estremadamente chicos, irregulares, terrosos, dan a la roca el aspecto de greda roja. La pasta de esos pórfiros forma tambien hiladas aparte, capas compactas, mui regulares, de 1 a 2 metros de espesor, que alternan con capas i estratas delgadas, tan regulares como las capas de greda porfiroide de que acabo de hablar, i que a menudo solo tienen de 8 a 10 líneas de espesor. Finalmente, en medio de esas rocas de diversos matices de rojo, morado i negro se divisan bancos de brechas porfíricas, de pasta porfírica, abigarradas con toda especie de colores i de matices.

Seria mui largo i probablemente inútil enumerar las distintas variedades de rocas que entran en la composicion de ese terreno; no se nota regla fija alguna i nada importante en la manera como se van sucediendo unas a otras. Las mismas rocas se repiten mil veces i en cada capa, conservando siempre un paralelismo casi perfecto. Se nota únicamente que en medio de ese sistema de capas paralelas las hai que se doblan en forma de Z i otras que parecen estar en estratificacion discordante con el resto del sistema. Sin embargo, como en medio de esas anomalías no se ve ninguna roca nueva i siempre la misma repeticion de pórfiros, rocas compactas i brechas porfíricas, hai fundamento para admitir que todas las rocas estratificadas de los Algodones pertenecen a la misma época i al mismo terreno que las de Arqueros.

Cuando se detiene en la cumbre de esos escarpamientos i que

antes de bajar de esa meseta que se prolonga hasta la mina de los «Algodones», se arroja una mirada sobre los cerros de los alrededores, se ven escarpamientos iguales a los que acabamos de describir dibujarse por todos lados, formando una especie de elípsis alargada en el sentido del valle de Elqui. Del centro de esa elípsis se ven surgir masas graníticas en las cuales se encuentra sentado ese hermoso valle. Esas masas estan compuestas de la misma diorita que se sumerge bajo el terreno estratificado en la Quebrada de Santa Gracia i en la del Arrayan por el lado del mar; es la roca solevante que atraviesa por primera vez el terreno de pórfiros abigarrados.

La facilidad con que se desagregan esas rocas graníticas ha dado lugar a la formacion del hermoso i ancho valle que no es mas que la continuacion del de Coquimbo. Se debe añadir que este último conserva su anchura desde el mar hasta la línea de contacto de los dos terrenos en la Calera; al tocar esta línea está obligado de dar una pequeña vuelta i se estrecha de modo que en todo el trayecto en que corta al terreno estratificado, toma el aspecto de una barranca de paredes casi verticales. Al llegar en seguida a las dioritas de Huallihuayca, que acabo de citar, se ensancha nuevamente, recupera su forma anterior i allí es donde se encuentran los pueblos de Tambo, Villa Vicuña, San Isidro, la Diaguita, con sus viñas, sus enormes higueras, sus hermosos jardines i sus praderas cubiertas de alfalfa. Esta espléndida vejeta-cion está a 560 metros sobre el nivel del mar.

Los granitos de esta parte del valle solo ocupan una estension de 4 a 5 leguas. Allí donde desaparecen bajo el terreno estratificado el valle se estrecha nuevamente, i luego se llega al lugar en que el rio Claro, que es un hermoso torrente de agua clara i límpida se junta con el rio Turbio, notable por el contraste que presentan sus aguas turbias i blanquiscas con las primeras; estas aguas reunidas forman el rio Coquimbo.

Tocante a todo lo que pudiera decir sobre la jeolojía de este lugar, consúltese una nota insertada en los Anales de Minería 3.^a série, t. XVIII, páj. 59. Recordaré únicamente que, en una masa de cerros que separan uno de otro los valles de los dos rios, se encuentra en medio de ese mismo terreno de pórfiros abi-

garrados que forma la parte esencial del terreno secundario de los Andes, un terreno fosilífero en todo semejante al que hemos visto en Manflas, Chañarcillo i Agua Amarga. Ese terreno fosilífero se encuentra a una altura de 880 a 900 metros sobre el nivel del mar i constituye una parte del cerro llamado de las Tres Cruces. Se compone de varias capas de greda roja i greda blanca que alternan con capas de calcárea arcillosa o arenosa que contiene muchos fósiles, entre otros peines, terebrátulas, fragmentos de amonitas, de nautilus (1), etc. Allí vemos los mismos fósiles que hemos hallado ya en el cerro de Manflas i que volveremos a ver en la cordillera de Doña Ana. El conjunto de ese terreno fosilífero tiene a lo sumo 40 metros de espesor; sus capas estan fuertemente levantadas bajo un ángulo de 45 a 50° con la horizontal sumerjiéndose al oeste, se apoyan en las montañas del lado de las Cordilleras i estan cubiertas por rocas compactas o arenáceas rojas que, en la parte alta del cerro pasan a pórfiros estratificados idénticos a los que constituyen los cerros de los Algodones, de Arqueros, etc.

Las capas fosilíferas afloran en la ladera sur-oeste del cerro cerca del fondo del valle, se dejan ver en una estension de 200 a 300 metros remontando la costa i varian de naturaleza a medida que se aproximan a la cumbre del cerro. Allí sufren una metamorfosis completa en sus caracteres jeológicos i i mineralógicos. Los fósiles desaparecen enteramente: en vez de calcáreas arcillosas, se ven rocas compactas, homojéneas, a veces esquistóides, de naturaleza desconocida; en lugar de greda de arenizca cuarzosa, semejante a la greda de los Vosgos, solo se ven pórfiros rojos que contienen cuarzo vidrioso que se quebraja en todo sentido (2).

En lo referente a los terrenos que se encuentran en la prolon-

(1) En jeneral los peines i los nautilus se encuentran en las capas inferiores i las terebrátulas, algunas especies de ostras plegadas, algunos bivalvos, etc., provienen de las capas superiores.

(2) Este paso de la greda al pórfiro, que he observado ya en varias localidades, pudiera quizas arrojar alguna luz sobre la formacion de ciertos pórfiros que se encuentra en tanta abundancia en el terreno estratificado del sistema de los Andes, en donde tanto escasean las gredas.

gacion de las capas fosilíferas de las «Tres Cruces», al Sur i Norte de ese cerro, consúltese la nota precitada. Proseguiremos ahora la descripcion del sistema andino, continuando mi viaje por el valle del rio Turbio.

Este valle que se dirige de N. a S. ha sido formado por la desagregacion de las masas graníticas que rompen aquí por segunda vez el terreno estratificado. Esas masas salen a la superficie a una legua de Rivadavia i se alargan en direccion del meridiano magnético. Allí se ven hermosísimas variedades de granitos compuestos de feldespato ortosa rosado o blanco, de cuarzo lechoso i mica. Se las ve a dos leguas de Rivadavia dividiéndose en prismas verticales de dimensiones colosales de mas de 100 metros de altura. Cerca de ese punto se ve un granito en el cual toda la mica está en pequeños cristales mui regulares que forman prismas hexaedros.

Debo decir que en la entrada del rio Turbio, por el lado de Rivadavia, hai una angostura del valle, producida por una pequeña cadena de rocas porfíricas duras que constituyen el resto de un antiguo dique. Detras de este dique, por el lado de donde viene la corriente, se ven los restos de un terreno de trasporte moderno de mas de 200 metros de espesor, cuya superficie completamente horizontal indica a cuyo nivel se elevaban las aguas ántes de la destruccion del dique. Es un trozo de terreno de formacion lacustre, de que ya he tenido varias veces ocasion de hablar en el curso de mi viaje.

A partir de este punto se ve toda la orilla izquierda ocupada por granito, miéntras que en la orilla derecha se ve a ese mismo granito hácia la parte alta del cerro, sosteniendo las capas de pórfiro estratificado; de modo que el valle se estiende aquí a lo largo de la línea de contacto de los granitos con el terreno secundario i proviene de la desagregacion de los granitos.

Al llegar a la finca de Chapilca (4 leguas de Rivadavia), se vuelve a encontrar ese terreno secundario en el fondo de una quebrada que baja del lado derecho del rio, i al mismo tiempo se ven en la orilla izquierda unas masas graníticas cortadas en todo sentido por vetas negras como carbon i compuestos ora por rocas compactas, homogéneas, euríticas ora por diversos pórfiros cuar-

cíferos, cuya superficie adquiere un color negro por la acción del aire.

La lám. 7 Pl. V. indica aproximadamente los dibujos formados por esas vetas negras en las masas de granito de la orilla izquierda del valle.

A una legua de Chapilca se llega al lugar en que el valle tuerce al este i basta subir un cuarto de legua por el mismo valle para poder en seguida abrazar de una mirada (volviéndose hacia los escarpamientos de la orilla derecha) la junción de los granitos de abajo con el terreno estratificado que los recubre.

La vista de esos escarpamientos es muy interesante. Masas graníticas variadas en sus formas i sus matices, cortadas a pico i atravesadas por vetas negras, contrastan singularmente con el terreno estratificado que se extiende sobre los granitos en capas casi horizontales, cubiertas de tintes sombríos e iguales.

En aquel mismo lugar, cerca del contacto de ambos terrenos, es donde se hallan las minas de plata de Chapilca; estan actualmente completamente abandonadas. El fondo del valle se eleva aquí a 1,000 metros sobre el nivel del mar, i los afloramientos de las vetas solo se elevan a un centenar de metros sobre el nivel del rio. Aparecen, por consiguiente, a 200 metros mas abajo que los afloramientos de las vetas de Arqueros i de los Algodones; i cosa que parece diferir de la regla jeneral en el sistema andino, esas vetas argentíferas rompen en parte al granito mismo i producen minerales bastante ricos en plata.

Esos minerales se componen de carbonato de plomo, mezclado con sulfato i molibdato de plomo i galena. Se estrajeron varios cajones en 1841, i el mineral contenia de 120 a 150 marcos por cajon (de 64 quintales.) Los mas ricos tenian estructura coriácea, proveniente de que cruzándose en todo sentido las láminas de sulfato de barita, dejan vacios entre sí, tapizados interiormente con carbonato de plomo negro, carbonato de cobre verde, plata metálica i plata clorurada. La plata parece concentrarse allí en la parte negra.

Entre las variedades mas ricas de esos minerales, hubo una que atrajo la atención de los mineros por su color negro i su gran ri-

queza. Formaba una vena de 8 a 10 líneas de grueso, en medio de otros minerales, i la hallé compuesta de:

Carbonato de plomo	0.1343
» » cobre.....	0.0170
Sulfato de plomo.....	0.3770
Plata soluble en ácido nítrico.....	0.0253
Cloruro de plata.....	0.0026
Sulfato de barita.....	0.2365
Ganga arcillosa hidratada i pérdida.....	0.2073
	1.0000

En las mismas minas se ha hallado tambien molibdato de plomo amorfo i cristalizado. El mineral amorfo, diseminado en una masa cuarzosa, escoriácea, cavernosa, era oro amarillo citrino o amarillo rojizo. En la misma ganga habia tambien de ese mismo mineral cristalizado i presentaba dos especies de formas, a saber: masas octógonas i octaedros; las masas eran de color amarillo claro casi trasparente, miéntras los octaedros eran de color rojo amarilloso, semejante al color de algunos topacios del Brasil.

Segun esto se ve que esos minerales difieren enteramente, en cuanto a su composicion, de todos los demas minerales de plata que hai en Chile. Su yacimiento, aunque encontrándose en el contacto de ámbos terrenos, ofrece tambien algunas particularidades notables, a causa de la presencia de plata en el granito. Esos minerales son, al mismo tiempo auríferos, i la plata del ensaye hecho en 10 gr. de mineral dando de 120 a 130 marcos por cajon, deja ya una cantidad de oro ponderable cuando se le trata por el ácido nítrico. Las únicas minas de Chile cuyo yacimiento parece corresponder a esta, sea por la situacion que ocupan en el sistema de los Andes, sea por la naturaleza de sus minerales, son las minas de plomo arjentífero de San Francisco, en las Condes, bajo la latitud de Santiago.

Se han visto obligados, últimamente, a abandonar esas minas a causa de la irregularidad i pobreza de sus vetas.

A tres leguas de las minas de Chapilca, se llega a Guanta, pe-

queño valle triangular, situado en el confluente de un pequeño estero llamado de Malpaso con el Río Turbio. Se ve allí una mancha de hermosos árboles frutales rodeados por todos lados por enormes peñascos cortados a pico, i el clima es allí de tal modo precoz que, a pesar de la altura a que se encuentra el fondo de ese valle i que es de mas de 1,200 metros sobre el nivel del mar, se veían ya, a principios de Febrero, higos maduros, miéntras que en Coquimbo habían todavía brevas en las higueras.

Dos caminos salen de Guanta hácia la alta rejion de los Andes i sirven de comunicacion con las provincias argentinas. Uno de esos caminos pasa por el valle del Río Turbio. Es el mas corto, pero es de tal manera incómodo i peligroso a causa de la cantidad de veces que hai que pasar el río, que solo es practicable para los viajeros durante cierta época del año, ordinariamente a fines del verano. El otro camino pasa por el valle del Estero de Malpaso; es ménos trabajoso, i el jeólogo que lo escoje tiene la ventaja de atravesar la Cordillera de Doña Ana, que encierra un terreno secundario estremadamente rico en fósiles.

Yendo de Guanta a esa cordillera se atraviesa un ancho valle llamado los Llanos de Guanta, abierto en el mismo granito que se estiende desde Rivadavia. Como lo hemos dicho, este granito ocupa primeramente toda la orilla izquierda del Río Turbio, i una parte de la orilla derecha, en seguida torciendo el valle hácia el Este, se atraviesa toda la masa granítica que forma grandes cerros no estratificados en ámbas orillas del río.

Al llegar a Guanta, se divisa desde léjos al Este el límite de esa masa i las capas de terrenos estratificados que la cubren. Abandonamos el valle del río Turbio que sube hácia el Este, i tomamos a la izquierda hácia el Norte; seguimos, por consiguiente, todavía las mismas masas graníticas, que, como se ve, se estienden paralelamente a la cadena principal de los Andes.

Despues de recorrer tres leguas en esos Llanos de Guanta, se llega a las últimas habitaciones i a los últimos campos cultivados en ese lado de los Andes. La última casa de ese valle se encuentra a 1,943 metros sobre el nivel del mar; se ven todavía allí hermosos potreros de alfalfa, potreros de trigos, i aun algunos duraznos cuyos frutos no maduran todos los años.

En la estremidad de este valle (mas o ménos a cinco leguas de Guanta) tuerce el camino hácia el Este, trepa sobre montones de bloques dioríticos, al lado de una cascada llamada de Malpaso, i, a 2 leguas mas léjos se llega al punto llamado Valalá, donde los granitos, que se trasforman aquí en hermosísimas sienitas, se sumerjen bajo los pórfiros abigarrados i solo reaparecen al otro lado de la Cordillera de Doña Ana.

Para visitar a esta última se deja el camino principal que se dirige a las provincias argentinas i que es conocido con los nombres de camino del Pasto Grande, camino de la Cordillera Grande, o bien camino del Valle del Cura, i se toma a la derecha.

Se dirijen por la quebrada del Tilito hácia el N. E. i se llega pronto al pié de la Cordillera de Doña Ana. Para dar una idea de las distancias diré que saliendo a primera hora de la mañana de la última habitacion que se deja en los Llanos de Guanta, se llega a ese punto, andando al paso, a las cuatro de la tarde. De ordinario nadie se atreve a pasar esa Cordillera despues de medio dia, a causa de los vientos que reinan en el paso mas elevado de la montaña i que son tan violentos que, para emplear la espresion de los baqueanos *levantan las piedras del suelo*.

Se puede decir que en jeneral todo el grupo de terrenos de la Cordillera de Doña Ana, comprendido en un espacio de 4 a 5 leguas de este a oeste, i aproximadamente otro tanto de norte a sur, i que se eleva a cerca de 5,000 metros sobre el nivel del mar, se compone de pórfiros i de brechas porfíricas estratificadas. Los primeros son siempre esos mismos pórfidos abigarrados que constituyen la mayor parte del terreno secundario de los Andes. Sus matices i su estructura varían hasta lo infinito: allí se ven pórfiros con riñones de calcedonia i de jaspe; otros son amigdalóides con riñones de carbonato de cal i de diversos zeolitas; otros, en fin, cuya pasta es brechóide, de distintos colores, etc. Se ven ademas algunas variedades de pórfiros micáceos o cuarcíferos que rara vez se encuentran en las capas de los mismos terrenos próximas al mar. En cuanto a las brechas, se las encuentra a toda altura, pero particularmente hácia la parte particular de la cordillera.

He dicho mas arriba que las primeras capas de esos pórfiros, por el lado oeste, se apoyaban en las sienitas de Valalá. En la

parte vecina al granito, esas capas ofrecen casos mui frecuentes de fallas, dislocaciones i contorneamientos; pero al acercarse a la Cordillera de Doña Ana, se vuelven mas constantes en su porte, guardan su paralelismo i se hunden lijeraente al oeste, es decir bajo la Cordillera.

Esta inclinacion de las capas no es constante en toda la estension del terreno de Doña Ana. Se vuelven mas i mas horizontales a medida que se elevan, i cuando se pasa al otro lado de la montaña, se las ve de nuevo inclinadas, pero en sentido inverso, es decir sumerjiéndose al oeste e inclinadas al este. Ahora si se continúa por el mismo terreno al otro lado de Doña Ana, en su prolongacion hácia el este, se ve que la distancia de 4 a 5 leguas de la cumbre de la citada cordillera, los pórfiros cambian de naturaleza, se vuelven terrosos, sus cristales se confunden con la pasta i sus tintes se vuelven mas claros, blancos i amarillosos manchados con distintos colores. En una palabra, todo ese terreno se trasforma en un grupo de *tofós* o kaolin, como lo hemos observado mas de una vez en el contacto de las rocas estratificadas con los granitos. En efecto, avanzando aun mas hácia la cadena principal de los Andes se baja a una profunda barranca llamada Estero de los Baños, en cuyo fondo se encuentra el granito que operó esa metamórfosis en la estructura i color de rocas que él mismo habia solevantado. Pasando finalmente, al otro lado de esa barranca i aproximándose a la línea de las cumbres, se vuelve a ver a esas mismas rocas adquirir de nuevo su color i estructura porfírica, se elevan mas i mas i constituyen la masa de la Cordillera mas alta de ese sistema, llamada Cordillera de las Vacas Heladas.

El punto mejor para observar en su conjunto todo ese terreno, estremadamente interesante bajo todos aspectos, es la cumbre del Portezuelo de Doña Ana, en el camino mismo de los Baños. La lám. 9, Pl. V., representa el corte teórico de la constitucion jeológica de esta parte del sistema andino, desde los granitos i sienitas del Malpaso i de Valalá, hasta la línea de las cumbres i la cima de la Cordillera de las Vacas Heladas.

Este corte tiene alrededor de 12 a 15 leguas de este a oeste en línea recta, i la distancia que separa la Cordillera de Doña Ana de la de las Vacas Heladas no debe ser mas de 7 a 8 leguas,

El espacio comprendido entre ámbas Cordilleras está ocupado por una meseta de superficie ondulada, cuya altura es de 3,300 a 3 mil 400 metros sobre el nivel del mar, i está dominado por una cadena intermediaria de colinas blancas, amarillosas i rojizas de esos mismos *tofós* o kaolinas que acabo de mencionar.

Habiendo dado ya una idea jeneral de la disposicion en grande del terreno secundario de la Cordillera de Doña Ana, i de la posicion que las capas de ese terreno guardan en relacion con las masas graníticas que lo solevantan, paso a la descripcion de la parte del terreno secundario que encierra a las capas fosilíferas del mismo cerro.

Debo decir, ante todo, que esta parte del terreno es tan pequeña en comparacion con la inmensidad del espacio ocupado por las rocas porfíricas del mismo terreno, que apénas mereceria la atencion de un naturalista si por su naturaleza no sirviera para determinar la época jeológica del sistema andino entero.

En efecto, las capas fosilíferas de la cordillera de Doña Ana, ocupan apénas 80 metros de espesor en medio de las rocas porfíricas que constituyen ese terreno. Afloran en la ladera meridional de la cordillera; corren mas o ménos de NNE a SSO i se sumergen al SE. Se las reconoce desde léjos por el color blanco amarillo de sus rocas i por el paralelismo de las estratas. Esas rocas blancas forman hiladas de escarpamientos bien alineados, separados por cuestras ménos rápidas, cubiertas de residuos de rocas margosas, contrastan singularmente con las capas porfíricas rojas, negras o verdes de matices variados en extremo, en las cuales estan intercaladas. Los afloramientos de esas capas fosilíferas, cuyo conjunto, como ya lo he dicho, no pasa de 80 metros de espesor, se elevan a partir del pié de la montaña, en las Vegas, en donde salen a luz por primera vez, hasta mas de 200 metros de altura sobre el punto en que aparecen, i al llegar a esa altura se sumergen nuevamente bajo las capas de pórfiros i de conglomerados porfíricos.

He aquí las alturas de los principales puntos de ese yacimiento, determinadas por mis observaciones barométricas:

1.º El punto mas abajo de los afloramientos de las capas fosilíferas:

El barómetro de columna mercurial a

las 4 P. M. 0,4818 temp. 12°,20
 En Coquimbo a la misma hora. 0,7604 » 19°,75
 lo que da—agregando 0,0021 a la altura barométrica de Coquimbo para obtener la del nivel del mar—una altura de 3,879 sobre el mar.

El psicómetro señala en este punto:

A las 7 P. M. + 4° + 1°,6
 A las 5 A. M. - 1° - 4°,6

2.º Punto hasta el cual se eleva el afloramiento de la capa fosilífera principal F (véase páj., la descripción del terreno vecino del lugar en que esta capa vuelve a sumergirse bajo los pórfiros):

El barómetro de mercurio marcaba:

A las 12 M. 0,4737 temp. 17°,80
 En Coquimbo misma hora 0,7618 » 28°,75
 altura que de ello resulta: 4,094 metros sobre el nivel del mar.

3.º Portezuelo de Doña Ana; brechas porfíricas micáceas.

El barómetro de columna marca:

A las 7 A. M. 0,44535 temp. 7°,40
 En Coquimbo, misma hora 0,76110 » 20°,25
 lo que corresponde a la altura de 4,526 metros sobre el nivel del mar.

Por fin, la cumbre del mismo cerro, compuesto de capas brechoídes porfíricas, se eleva a una altura de 300 a 400 metros sobre el Portezuelo.

Pasemos ahora a la descripción de las principales rocas que componen ese terreno i principiemos por arriba.

A) He dicho ya mas arriba que las capas que coronan a ese cerro, son capas de brechas porfíricas. Esas brechas estan compuestas de pequeños fragmentos angulosos de pórfiro i de rocas compactas no calcáreas, empastadas en una masa porfírica i alternan con las capas de pórfiros abigarradas.

B) A la altura del Portezuelo, esos pórfiros son brechoídes, grises, violáceos i de otros diversos colores. Contienen mica de color negro o de tumbaga i algunos granitos de cuarzo. Son ásperos al tacto i se asemejan a veces a las rocas traquíticas terrosas de Au-

vernia. Pasan a brechas porfíricas en gruesos fragmentos porfíricos angulosos.

C) Debajo de esos pórfiros i brechas porfíricas, se ve una série de rocas iguales a las precedentes, acompañadas de algunas hiladas de rocas feldespáticas homojéneas compactas. Esas rocas se vuelven a menudo friables i arenáceas i he observado que varían continuamente de color i de estructura no solo al pasar de una a otra capa, sino tambien en la misma capa, en diversos puntos de su estension.

D) Solo a 400 metros mas o ménos, debajo de las brechas micáceas del Portezuelo es donde se ve, por la primera vez, salir de debajo de las hiladas rojas de pórfiros una capa de calcárea arcillosa arenosa que contiene una gran cantidad de terebrátulas i de conchas bivalvas. Esta capa que tiene a lo sumo 5 o 6 metros de grueso, sale a la luz en un solo punto, i se oculta bajo los detritus rojos de las rocas que la cubren.

E) De debajo de esta primera capa se ven asomar capas mui sólidas de pórfiros i conglomerados rojos, idénticos a los de arriba; esas rocas forman escarpamientos casi verticales de 30 a 40 metros de grueso.

Debajo de estas capas porfíricas sólidas se encuentran otras que son blandas, fáciles para desagregarse i que forman faldas suaves compuestas de detritus de las rocas precedentes.

F) Viene en seguida un banco calcáreo sólido de 4 a 5 metros de espesor, que se divide en varias estratas o hiladas, cuyas rocas solo difieren unas de otras por la mayor o menor proporcion de sílice, arcilla o areniscas que en ellas se encuentran mezcladas. Todo ese banco, que forma un escarpamiento cortado a pico, es estremadamente rico en restos orgánicos.

Las conchas estan allí dispuestas en familias, pero no siempre en su situacion natural. Algunas estan comprimidas o completamente aplastadas, otras no solo conservan la cabeza sino tambien algunos de sus colores primitivos. Entre las que se encuentran en mayor abundancia en la parte superior de esa capa, hai unas terebrátulas grandes de las cuales algunas tienen 65 milímetros de largo por 55 de ancho, ostras plegadas semejantes a la ostrea Marschii (Broun,) peines idénticos a los del Cerro de

las Tres Cruces (pecten Dufrenoy, d'Orb.) i fragmentos de amonitas.

G.) Debajo de esta capa sólida hai numerosas hiladas de margas blancas, amarillosas, arenosas que se desagregan al aire i que son enteramente iguales a las del cerro de Manflas. Parecen ser ménos ricas en fósiles que las precedentes i forman una cuesta suave, cubierta de detritus, de 15 a 20 metros de largo.

H.) Esta cuesta termina con un escarpamiento vertical igual al primero F, que tiene de 2 a 3 metros de altura i formado por una roca tan sólida como la capa F, i de la misma naturaleza. Allí se encuentran diversas conchas turbinadas, nerineas, trochos, diversas especies de bivalvos en estado de conchas, terebrátulas plegadas i muchas otras especies.

I.) Finalmente, estas últimas capas de greda, de pórfiros i brechas porfíricas, blancas i rojas completamente iguales a las que cubren todo ese grupo de rocas fosilíferas.

Se observa que, entre las hiladas de este último piso, las que se aproximan mas a la parte calcárea i fosilífera del terreno son mas arenosas que las otras, i que sucede aquí, como ya lo hemos notado en el Cerro de las Tres Cruces, que las gredas rojas van pasando insensiblemente a los pórfiros de igual color i a las brechas porfíricas.

He observado tambien que en medio de una estratificacion regular i concordante se divisa, en la prolongacion de las capas porfíricas, unos montones cónicos, como sopladuras, de ciertas masas porfiróides verdosas, ora amigdalóides i de núcleos i venulas zeolíticas, ora casi terrosas, quebrajándose en todo sentido i desagregándose con la mayor facilidad.

Para hacer mas clara la descripcion que acabo de dar, he presentado en la lámina V, figura 10, el corte trasversal del terreno de la cordillera de doña Ana desde la cumbre hasta la parte mas baja del terreno estratificado, i en la lámina V, figura 11, los afloramientos de las capas fosilíferas en la falda meridional de ese cerro i la situacion que guardan dichos montones cónicos de pórfiros que parecen estar en una posicion anormal respecto del sistema.

A dos leguas de doña Ana, por el lado Este, se llega al valle

del estero de los Baños. Bajando a ese valle, que tiene la figura de una barranca mui profunda i estrecha, se ven, como ya he tenido ocasion de decirlo, sus paredes formadas por rocas estratificadas trasformadas en tofos o kaolinas i su fondo está escavado en el granito.

En medio de esos granitos, en la vecindad de las rocas estratificadas cambiadas en tofos, es de donde salen las aguas termales i minerales de ese valle. Las hai de diferentes temperaturas: las ménos calientes tienen una temperatura de 26°, i las hai que tienen mas de 60° C. Se ven cuatro manantiales principales, ademas de otros varios de menor importancia. Aparecen en medio de una costra de margas i eflorescencias salinas de que está cubierto todo el fondo de la barranca. Se los ve brotar juntos unos a otros en un espacio de 12 a 15 metros de largo; los hai que marcan mas de 30° de diferencia en su temperatura aunque las aberturas de donde salen no esten separadas por mas de 2 a 3 piés de distancia una de otra. Esas aguas no exhalan hidrójeno sulfurado, pero al asomar dejan desprenderse burbujas de ácido carbónico i depositan cantidades considerables de sales. Estas sales, delicuescentes por su naturaleza, producen tal sequedad en el valle, que el psicrómetro, colocado a la sombra de un pobre rancho, construido para el uso de los enfermos que allí acuden a bañarse, el 11 de Febrero de 1844, — a las 12 M., dió diez grados de diferencia entre ámbos termómetros, siendo la temperatura del aire de + 16°4. Un trozo de esa sal, perfectamente blanca i mui dura cayó en delicuescencia en cuanto hubimos salido de la quebrada, aunque estábamos a una altura mas considerable que el fondo del valle en que se la habia recojido. Segun mis observaciones barométricas, he calculado que el punto en que asoman esas aguas termales está situado a 3,258 metros sobre el nivel del mar. Dos litros de esas aguas conservadas en botellas perfectamente bien tapadas i sometidas despues a un análisis, dieron para su composicion:

Sulfato de soda.....	0.001227
» de alúmina.....	0.000187
Cloruro de sodio.....	0.001438
» de calcio.....	0.001339
Carbonato de cal.....	0.000548
» de magnesia.....	0.000029
Sílice.....	0.000004
Acido carbónico libre.....	0.000066 (?)
Sustancia orgánica.....	rastros.
	0.004838

No se descubrió en esas aguas el menor rastro de iodo o bromo. Tienen un gusto salado i amargo; producen efecto de purgante i se les atribuye grandes virtudes medicinales.

Junto a esas fuentes minerales baja por la misma quebrada un torrente de agua blanca i barrosa i se arroja en el rio Turbio a 4 leguas de aquel punto. A las aguas de ese torrente debe el Rio Turbio su nombre i la mala calidad de sus aguas: pues ántes de juntarse con el estero de los Baños es uno de los rios mas hermosos que yo haya visto en las Cordilleras de Chile.

El valle de los Baños baja de norte a sur, i es al mismo tiempo la direccion de las masas graníticas que se dejan ver en el fondo del valle en todo su largo, i que salen completamente a la superficie al juntarse los dos rios. Las rocas que las recubren i que asoman constantemente en ámbos lados del valle son, como acabo de decirlo, rocas metamórficas trasformadas en su mayor parte en tofos. Se las ve mui a menudo conservar sus planos de estratificacion i aun a veces rastros de su estructura porfírica o brechóide. Sin embargo, las rocas mas abundantes son masas homojéneas, terrosas, blancas o rojizas, manchadas con diversos matices de colores pardos i rojos.

Se ven sobre todo enormes montañas de esos tofos en la reunion del valle de los Baños con el del rio Turbio, en la vecindad de las grandes masas de dioritas i de sienita que asoman en todo el terreno estratificado i dominan a los demas cerros.

Cuando despues de haber bajado del valle de los Baños se continúa el viaje remontando por el rio Turbio, se ve que esas últimas masas graníticas se estienden sobre todo en la orilla izquierda del rio, i solo asoman en la orilla derecha cerca del fondo del valle o hácia la parte inferior de sus costados. Se ve al mismo tiempo en los escarpamientos de la orilla derecha, que mas arriba de los granitos asoman primero los tofos o rocas terrosas blancas o rojizas (kaolinas,) en seguida sobre éstas, las capas de terreno estratificado, conservando su paralelismo i sus planes de division en situacion casi horizontales.

No conozco sitio desde el cual se puede ver mas cómodamente i con mayor evidencia ese agrupamiento de rocas i la relacion que presentan jeneralmente las kaolinas respecto a los granitos i pórfiros como colocándose en la cumbre de un cerro sienítico llamado el Carrizal, situado a tres leguas de distancia de la embocadura del estero de los Baños, en la orilla izquierda i dirijiendo la vista hácia los escarpamientos que se encuentran frente a ese cerro en la orilla derecha de ese mismo rio. Esa altura está representada exactamente por la figura 12 en la lámina V.

En ese cerro solo asoma el granito en el fondo del valle; de léjos se ve de un color gris azulado i sus contornos mal pronunciados i redondeados. Mas arriba estan los escarpamientos casi verticales de tofos que presentan una variedad de forma i colores tales que seria tan difícil el describirlos como pintarlos en un paisaje.

La mayor parte de esos colores son claros, vivos, deslumbran la vista, pero se mezclan al mismo tiempo con tintes negros o azulejos que aparecen en las hendiduras o cavidades de la misma roca. Esta presenta tambien la mayor irregularidad en sus divisiones, i se notan, en algunas partes, divisiones prismáticas verticales. Finalmente, debajo de esta mezcla de rocas, de lo mas curioso que se pueda imaginar, se ven estenderse capas regulares, casi horizontales, de pórfiros estratificados, de una estension inmensa, cubiertas de un solo tinte de un color gris ceniciento.

Entre las rocas mas notables de ese lugar, debo citar un pórfiro cuarcífero, cuya pasta es blanca, áspera al tacto, parecida a la pasta de una buena porcelana cocida i en medio de esta pasta se

ven pequeños granos de cuarzo vidrioso, traslucido i amorfo. Esta roca está fracturada en todo sentido i la superficie de las fisuras cubierta por una sustancia ocrosa parda que forma tambien manchas i venas mui irregulares, en medio de la masa sólida de la roca. Solo se encuentra esta roca junto al granito; no presenta rastro alguno de estratificación i pudiera ser mui bien que perteneciera al terreno granítico o de solevantamiento, pues se ven aun en medio de las montañas graníticas de la costa, algunas masas, por ejemplo la de Tamaya, célebre por la riqueza de sus minas de cobre, que se componen enteramente de los mismos pórfiros que éste.

Los granitos de esta parte de los Andes son en jeneral mucho mas hermosos que los de la costa. Se ven comunmente dos especies de feldespatos, de los cuales uno es de color rosa pálido de tres clivajes fáciles, i el otro de color blanco lechoso, mas fácil para desagregarse i mas difícil de tallar que el precedente. El cuarzo es siempre vidrioso, la mica negra o verdosa i la anfíbola verde.

El feldespato rosado se asemeja en todo al de la costa; se parte en láminas delgadas que jeneralmente se funden con facilidad en el soplete, produciendo incoloro i traslúcido. Para constatar la identidad de ese feldespato con el del puerto de Coquimbo, sometí a análisis la parte mas pura del feldespato rosa, sacado de una mui bella variedad de sienita del cerro del Carrizal, i encontré que se componia de:

Sílice.....	0.6537
Alúmina.....	0.2047
Potasa.....	0.0630
Soda.....	0.0400
Cal.....	0.0260
Magnesia.....	rastros

	0.9874
Peso específico.....	2.596

Comparados estos resultados con los del análisis del feldespato

ortosa del puerto de Coquimbo, se ve que es siempre la misma especie con base de potasa i soda, que entra en la composicion de los granitos de todo el sistema de los Andes.

La altura a que se halla ese granito en Carrizal es de 2,429 metros sobre el nivel del mar. Desaparece a poca distancia por el lado del este i si, dirijiéndose de este punto a la línea de la cumbre, se echa una mirada sobre el modo como se sumerge bajo el terreno estratificado, como sobre el porte de las capas de este último terreno en ámbos lados del valle, se ve que esas capas, aunque participan del sistema de dislocaciones que las hace inclinarse lijeraente hácia el este, se sumerjen en ámbos lados del valle como lo indica el corte figura 13, lámina V.

A la distancia de cerca de legua i media de Carrizal, se llega a la confluencia de dos torrentes bastante considerables i en ese punto vuelve a salir a luz una vez mas. Ya no es esa hermosa sienita rosada que hemos dejado en el Carrizal, sino una roca completamente distinta de las que hemos examinado hasta ahora, i que, a mi juicio, reclama una atencion particular de parte del jeólogo. Al exterior su color es verde sombrío i ofrece, en varias partes de la montaña, divisiones prismáticas verticales; el resto de la masa se encuentra quebrado en todo sentido, como la mayor parte de las masas graníticas de los Andes. Esta roca se compone principalmente de cristales hemítropos anchos, de labrador i de otro silicato negro que parece ser hiperstena. Allí se ven al mismo tiempo algunas partes rosadas de ortosa laminada, pero el cuarzo falta por completo. Los cristales de labrador se cruzan en toda direccion; i los vacíos que dejan estan ocupados por el ya nombrado silicato negro. Sus hemitropias son análogas a las que se encuentran comunmente en la albita, es decir paralelas al eje, i no es raro el encontrar ángulos entrantes en las estremidades estrechas de esos cristales que corresponden a las bases. La parte pura de esos cristales es de color gris claro, tirando a verde; solo tiene un corte fácil de superficie plana (*clivaje*) i este corte está todavia léjos de ser tan neto i tan fácil como el corte plano de la ortosa. La superficie de este corte plano tiene un brillo nacarado i tiene ángulos entrantes i salientes mui obtusos. Otro corte plano difícil de obtener, corresponde a los lados anchos i forma con

el precedente ángulos casi rectos. Este mineral no es de los mas frágiles; sus fragmentos son mui irregulares, de ángulos obtusos, de forma ora cúbica, ora romboédrica i nunca laminada; en el soplete es casi infusible. Se parece mucho a la albita, pero difiere de ella por su brillo nacarado, su único corte plano fácil, su peso específico de 2.718 superior al de la albita, por su infusibilidad, i porque es mui susceptible de ser atacado por los ácidos fuertes, que lo disuelven en un 14 por ciento por medio de una prolongada ebullición.

El silicato que lo acompaña es de un color gris verdoso oscuro, casi negro en la superficie, su estructura es compacta; sin embargo se obtiene, aunque con dificultad, dos cortes planos que forman entre ellos ángulos casi rectos. En el soplete es infundible e inalterable i conserva aun su color oscuro.

El análisis de esas dos sustancias, hechas por medio del carbonato de barita, con el método de que se ha servido Abiclo para el análisis de los feldespatos, ha dado el siguiente resultado:

	Labrador	Hipersteno	Oxígeno
Sílice	0.5705	0.392	0.203
Alúmina	0.2620	0.080	0.037
Cal.	0.0860	0.107	0.030
Peróxido de fierro.	0.0190	0.339	0.090
Magnesia.	0.0032	0.027	0.010
Soda	0.0415		
Potasa.	0.0015(?)		
	0.9837	1.005	4) Mg. Fe. Ca.) S + AS ²

Este terreno tiene a lo mas un cuarto de legua de estension de oeste a este i está cubierto de rocas estratificadas.

A 3 leguas mas al este, se llega a una laguna que tiene un kilómetro por 550 o 600 metros de ancho. Las orillas de esa laguna se elevan casi verticalmente a una altura de 300 a 400 metros, dejando apénas un estrecho sendero a lo largo de la orilla occidental de las aguas. Esta laguna no es mas que un estanque de

las aguas del rio, retenidas allí por uno a modo de tranque natural formado por las rocas porfíricas del lugar. Ese tranque debió ser mas alto antiguamente; deja ahora una abertura de 50 a 60 metros de ancho para la salida de las aguas. No seria difícil cerrar esa abertura por medio de un tranque artificial i elevar el nivel del estanque para prestar socorro a la agricultura en los años de gran sequía. En la otra estremidad de la laguna, es decir por el lado sur-este, se ve una playa de cerca de media legua de estension, sobre la cual se ramifica el rio en varios brazos i arroyitos ántes de echarse a la laguna. Mas arriba esta playa va estrechándose mas i mas i llega a un lugar en que se ven tres grandes torrentes que bajan por tres valles distintos.

El nivel de las aguas de esa laguna se encuentra a una altura de 3,187 metros sobre el nivel del mar. La tercera parte de la estension de la laguna parece ser de hondonadas, como se puede juzgar por la gran cantidad de plantas acuáticas que allí sobrenadan. Se ven tambien muchas aves acuáticas, sobre todo patos de diversas especies i otros llamados *Piuquenes* por la jente del país.

Esa laguna está situada en medio de pórfiros estratificados que, en esa localidad, parece que ofrecen aun mas variedades que en las otras partes del mismo terreno. Se nota especialmente un pórfiro cuya pasta es de un color gris ceniciento de diversos matices i en medio de esa pasta se divisan granos pequeñísimos de cuarzo vidrioso diseminados en medio de cristales rosados de feldespato ortoso, fácil de reconocer por sus cortes planos. Otra variedad no ménos notable se compone de dos pórfiros de los cuales uno es rojo, arcilloso, conteniendo pequeñísimos cristales blancos feldespáticos, el otro gris, silicioso, empastando los mismos pequeños cristales que el anterior: estos pórfiros dispuestos en forma de venas i cintas forman un *pórfiro rubanné*, en cuyo medio se ven a un mismo tiempo lentejuelas de mica de color de tumbaga i pequeños cristales brillantes de cuarzo.

Los dos pórfiros aparecen en el fondo del valle i junto a ellos se ven una infinidad de especies de esos pórfiros brechóides gris verdosos i parduzcos que componen la parte superior de la Cordillera de Doña Ana; hai muchos que contienen lentejuelas de

mica, otros son amigdalóides con núcleos de carbonato de cal o sustancias hidrosilicatadas. En jeneral, estas últimas variedades de rocas son ménos abundantes en las Cordilleras del norte que en las de Santiago i Rancagua.

La laguna que acabo de describir da el nombre de rio de la Laguna al rio que de ella sale i lleva ese nombre hasta su confluencia con el estero de los Baños i cambia en seguida ese nombre en el de rio Turbio. Por esta razon se cree que de este lago —la Laguna como se le llama simplemente— nace el rio de Coquimbo, que proviene como lo hemos dicho, de la reunion del rio Turbio con el rio Claro. Esta opinion es sin embargo errónea: pues hai todavia una buena jornada de marcha desde la Laguna hasta la línea de las cumbres donde se encuentran las fuentes de esos tres torrentes que se reunen, como acabo de decirlo, a media legua de la Laguna para formar el rio de este último nombre. Estos tres torrentes tienen los nombres de rio Puclaro, rio de la Laguna i rio de los Tordos. El primero baja del sur-este i sale de un grupo de cerros de kaolinas; el segundo viene del este, i el tercero del norte.

El camino pasa por el valle del rio de la Laguna que es considerado como el rio principal del lugar.

Este valle es solo un desfiladero estremadamente profundo i estrecho, ocupado en toda su anchura por el torrente que hai que atravesar varias veces, buscando senderos que trepan por faldas escarpadas de los cerros, ya por un lado, ya por el otro lado del rio.

Despues de dos horas de camino se llega a la confluencia del rio de la Fortuna, que baja directamente de la línea de las cumbres formando una hermosa cascada al traves de una hendidura en rocas.

De allí el valle tuerce al nor-este i se llega a las masas graníticas que, por última vez, rompen, por este lado de los Andes, el terreno estratificado.

La roca se parece mucho a los granitos de la línea de las cumbres de las Cordilleras de Copiapó; es de grano grueso i contiene dos especies de feldespato. El feldespato blanco tiene dos cortes planos casi tan netos como el feldespato rosado, i este último es

idéntico al del Carrizal i del puerto de Coquimbo. Este granito se divide a menudo en prismas romboidales de 100 a 110° i los planes de division son casi siempre verticales.

Los granitos solo asoman en una estension de una legua a legua i media en la direccion del valle; no alcanzan a la línea de las cumbres i desaparecen bajo las kaolinas, que a su vez, estan tapadas por rocas estratificadas que forman las mas elevadas cumbres de los Andes.

Hai que detenerse a la altura de 4,052 metros sobre el nivel del mar, al pié de la gran Cordillera de la Laguna, a la que es imposible subir despues de las 12 M. por los vientos verdaderamente espantosos que allí reinan pasada aquella hora.

Alojé allí una noche, el 13 de Febrero de 1844. Todas las quebradas i la mayor parte de las faldas meridionales de los cerros estaban cubiertas de nieve, solo se veia algun verdor a lo largo del rio. Al caer la noche el termómetro bajó a + 8° centígrados; el cielo estaba nublado i rujia la tempestad al otro lado de los Andes. Casi no hubo viento en toda la noche, solamente al despuntar el dia el *terral* o viento del oeste vino a recordarme las heladas de nuestros inviernos de Europa.

A las 8 de la mañana ya estaba yo en el punto culminante de los Andes. La mañana era hermosísima, el cielo despejado, de un azul celeste intenso, la calma perfecta. No sentí frio ni el menor síntoma de lo que por allí se llama *puna*, aunque pasé dos horas recorriendo los cerros, haciendo mis observaciones barométricas i recojiendo muestras de rocas.

El barómetro colocado en la línea de la division de las aguas en el punto en que pasa el camino de San Juan, marcaba:

A las 8½ 0m. 4333 term. 7°4.

El mismo dia i a la misma hora en Coquimbo 0m.7595 term. 20°5.

Lo que da agregando 0m 0021 a la altura barométrica de Coquimbo para volverla a colocar a la altura barométrica observada al nivel del Océano,—4,747 metros sobre el nivel del mar.

A la misma hora el psicómetro marcaba + 6°... + 0°6.

Se ve segun esto que el paso de los Andes en esa Cordillera de

Coquimbo es de cerca de 100 metros mas elevado que el paso de Copiapó i de Portillo.

Toda la cresta de la cadena mas elevada de los Andes estaba en esa época completamente desprendida de nieves i ésta solo cubria sus faldas por el lado sur en las quebradas. Ni aun se veia nieve en la cumbre de algunos puntos culminantes que se alzaban a 300 o 400 metros sobre el punto cuya altura acababa yo de determinar.

La gran diferencia que se observa entre la constitucion jeológica de la cresta de los Andes de Coquimbo i la de la cordillera de Copiapó, consiste en que, en estas últimas, los granitos rompen el terreno porfírico estratificado en la parte de atras de la cadena i constituyen, por esto mismo, la parte central o parte mas elevada del sistema, miéntras que aquí el granito desaparece casi de las cumbres de las cordilleras, i el terreno solevantado es el que constituye la cresta de esos cerros.

Ese terreno estratificado de la línea de las cumbres está enteramente compuesto de pórfiros i de brechas porfíricas rojas, que son ora cuarzíferas, ora micáceas, ora ámbas cosas, o bien enteramente desprovistas de esos dos elementos. En aquella alta rejion del sistema de los Andes, no se ven esas brechas de enormes bloques i gruesos fragmentos que son tan comunes en el mismo terreno, en la parte baja del sistema. Solo se ven aquí brechas de pequeños fragmentos porfíricos, semejantes a las que hemos visto en la línea de las cumbres, en el punto llamado el Pan, en la Cordillera de Copiapó. En efecto, si el grupo de pórfiros i brechas porfíricas rojas que hemos señalado en las altas rejiones de estas últimas cordilleras, deben formar un piso aparte en el sistema de terrenos estratificados de los Andes, creo que las capas mas elevadas de las cordilleras de los Andes deben pertenecer al mismo piso, a la misma época jeológica.

Hé aquí los caracteres de las rocas mas abundantes que componen la cumbre de esas cordilleras, en la línea misma de la separacion de las aguas.

1.º Brechas porfíricas rojas, de pequeños fragmentos angulosos de una roca terrosa parda violácea (una arjirolita), de otra roca compacta, siliciosa, gris i de otros porfiríoides rojos de diversos

matices; — pequeños cristales blancos, laminados, las mas de las veces cuadrangulares o enteramente irregulares, mezclados con otros terrosos (descompuestos), diseminados en toda la masa escepto en los fragmentos de la roca terrosa; — i por último, pequenísimos granos de cuarzo vidrioso adherente a la pasta, diseminados no solo en toda la masa de la pasta, sino tambien en todos los fragmentos compactos o terrosos.

2.º Pórfiros arcillosos rojos, de color ladrillo; pasta terrosa, en medio de la cual se ven los mismos cristales, mui pequeños i mui irregulares, que se encuentran en los pórfiros abigarrados ordinarios de la rejion baja del sistema.

3.º Roca porfiróide de igual color que las precedentes; pasta terrosa, cristales de feldespato, algo confundidos, descompuestos; lentejuelas de mica de color de tumbago diseminadas en toda la masa i que se presentan a menudo bajo la forma de láminas hexagonales, etc.

Todas esas rocas i una infinidad mas que componen la gran cordillera de la Laguna ofrecen jeneralmente los mismos colores, los mismos tintes i los mismos elementos. Allí no se ven vetas ni el menor rastro de minerales metálicos. Las masas en jeneral, sea de la roca solevante, sea de las rocas estratificadas, presentan un estado de cristalización confusa, que anuncian que unas han salido del estado pastoso i las otras han sufrido allí mismo una metamórfosis sin que sus elementos se encontraran en la posibilidad de moverse libremente para formar cristales perfectos. Baste decir que desde Guanto o quizas desde las minas de Chapilca hasta la cumbre de la gran Cordillera, no he hallado un solo cristal completo de carbonato de cal, ni un solo cristal de cuarzo hialino. Debo decir al mismo tiempo que jamas se ha encontrado una sola veta metalífera en esta parte del sistema andino.

VII

INVESTIGACIONES

SOBRE LA JEOLLOJIA DE CHILE, EL TERRENO DE PÓRFIROS ESTRATIFICADOS EN LAS CORDILLERAS; I RELACION QUE EXISTE ENTRE LAS VETAS METALÍFERAS I LOS TERRENOS DEL SISTEMA ANDINO.

En todo el sistema de terrenos que constituyen la falda occidental de las cordilleras de Chile, se ven tres grupos principales de rocas que corresponden a tres épocas diferentes:

I. Un terreno estratificado secundario, anterior al solevantamiento de los Andes;

II. Masas solevantes, contemporáneas de esos mismos cerros;

III. Depósitos terciarios posteriores a dicho solevantamiento.

Estos últimos compuestos de capas horizontales, constituyen una parte de las llanuras de la costa i penetran a los valles en donde forman dobles i triples vallecitos que atestiguan otras tantas épocas sobrevenidas en el solevantamiento lento i continuo de la costa i posteriores al solevantamiento brusco de los Andes.

El segundo grupo se compone de masas no estratificadas, granitoides o porfiricas, cuya roca principal encierra cuatro elementos: el cuarzo, el feldespato, la mica i la anfíbola. Segun el elemento que domina o hace desaparecer a los demas, se tiene la pegmatita, la diorita, la sienita, los granitos propiamente dichos, los grünteins, etc. Cada una de estas rocas puede, ademas, pasar al pórfiro que les corresponde i a las masas homojéneas, en las que ya no se pueden distinguir los elementos que las componen. De allí resulta esa inmensa cantidad de rocas diferentes que se encuentran en ese grupo i cuyos matices i modificaciones seria tan difícil como inútil describir. Un pórfiro que, en medio de esas

rocas merece quizas una atencion particular, es un pórfiro verde de feldespató blanco (albítico) que pasa a eurita i asoma a menudo en la proximidad de las vetas.

Las rocas de ese grupo componen toda la costa del Océano Pacífico, i forman cerros bajos, redondeados, dispuestos en diferentes hileras que no tienen cresta comun. Este grupo tiene de 10 a 12 leguas de ancho de oeste a este, i se estiende en las provincias del sur a mas de 30 leguas del mar. Tiene por límites, por el lado de las cordilleras, el terreno secundario estratificado del primer grupo, bajo el cual se sumerje; pero las mismas rocas reaparecen en seguida varias veces de debajo del terreno, i se elevan sobre él formando en muchos puntos las cimas elevadas de las cordilleras. Allí es donde se encuentran con la línea de los volcanes modernos, de los cuales ninguno he visto en actividad desde Copiapó hasta mas allá de Santiago.

El carácter jeneral de esas rocas consiste, como acabo de decirlo, en la estructura cristalina de sus masas, la falta de estratificacion, el lugar que ocupan en el sistema, relativamente al grupo estratificado; finalmente, en el rol que representan en la configuracion exterior del país. Pero examinando atentamente las diferentes partes de ese grupo, nos vemos obligados a distinguir entre las rocas que las componen:

A.) Masas de granitos que se encuentran ordinariamente mas distantes del centro de las cordilleras, i que forman la parte baja del sistema, la orilla del Océano, en donde pasan a veces al gneis i al micaschista; parece que el elemento esencial de esas rocas es el feldespató ortosa.

B.)—Masas granitóides i porfíricas que tocan al terreno estratificado secundario que ellas solevantán, i que contiene casi siempre albita i anfíbola.

Las primeras (A) son las mas de las veces estériles, mui fáciles para desagregarse i no son, probablemente, mas que restos de un terreno primitivo o para hablar con mas exactitud, de un terreno anterior a la época de ese mismo terreno secundario del grupo I, cuya formacion habia precedido al solevantamiento de los Andes.

Las segundas (B) son, por el contrario, rocas solevantes pro-

piamente dichas, que ocupan los puntos mas elevados del sistema, i contienen una cantidad inmensa de vetas metalíferas que asoman mui amenudo cerca del contacto de esas mismas rocas con los terrenos que ellas han dislocado.

Se concibe ya cuantas dificultades debe ofrecer la tarea de estudiar i distinguir esas masas, que se asemejan en tantos puntos, i que se funden, por decirlo así, unas con otras sin dejar ver sus planes de contacto i su separacion. No sucede lo mismo con el grupo siguiente, cuyos caracteres mineralógicos i jeológicos estan bien pronunciados i que forma la parte esencial del sistema, la única que nos pueda dar una idea sobre la época del solevantamiento de los Andes.

Este grupo secundario, estratificado, no baja hasta la orilla del Océano, i es raro el encontrarlo a ménos de 700 a 800 metros sobre el nivel del mar. Se encuentra mucho mas desarrollado en el norte, en los departamentos de Huasco i Copiapó, ricos en minas de plata i en las cuales este terreno se aproxima a la distancia de 12 a 15 leguas del mar, que en las provincias meridionales de Chile, donde solo se encuentra este mismo terreno sino a mas de 30 leguas de la costa i cerca de la línea de las cumbres.

Creo que en todo el sistema de rocas estratificadas que componen a ese grupo no hai nada mas que un solo terreno cuya época, por los restos orgánicos que contiene, corresponde probablemente al terreno jurásico o cretáceo. Ese terreno es pobre en rocas calcáreas o arenáceas, pero abunda en pórfiros, que alternan con esquistos porfiróides, brechas i tofos porfíricos, i con diferentes rocas silíceas, compactas, esquistóides, de naturaleza desconocida.

Las hiladas calcáreas i de rocas compactas fosilíferas son bastante frecuentes en el norte, en donde se dejan ver a distintas alturas, i a menudo en la primera línea de escarpamiento de ese terreno; miéntras que en el sur, solo se las halla cerca de la línea de las cumbres, i desaparece enteramente mas allá del valle de Maipo. Las hemos visto en el piso superior del terreno, en el paso del Portillo, en el camino de Santiago a Mendoza, distintas alturas de ese mismo terreno, en la latitud del Huasco i Copiapó, i mas o ménos cerca de la parte inferior del mismo terreno, bajo la

latitud de Coquimbo. De suerte que no parecen formar un piso aparte en ese grupo, pero están subordinadas a las grandes masas de pórfiros estratificados i rocas compactas, esquistosas o brechóides que se dejan ver sin interrupcion en toda la cadena de los Andes, i constituyen ellas solas la mayor parte del terreno.

Es tambien sobre esta parte porfirica del terreno secundario estratificado, sobre la parte libre de rocas fosilíferas i cuyo estudio ofrece, por consiguiente, grandes dificultades, sobre la que voi a comunicar algunas observaciones que he tenido oportunidad de constatar en mis viajes i particularmente en mis escursiones por el sur, en las cordilleras de Santiago i de Rancagua.

Las principales dificultades que se encuentran en el exámen de las rocas que constituyen esta parte del terreno, depende algunas veces de su estructura mineralógica i otras de la posicion que ocupan en relacion con la masa solevantante. Así es como, siendo porfirica la parte solevantada i la parte que la solevanta a menudo tambien de pórfiro, es a veces imposible distinguir las rocas pertenecientes a los dos grupos. En segundo lugar, estando atravesado el terreno en varias partes por la roca solevantante, resultan fallas i dislocaciones que hacen mui complicada la composicion del terreno. Por fin, asomando la roca solevantante por entre hendeduras i roturas laterales, aparece con formas de bancos i de capas casi regulares; o bien sucede que no habiendo podido romper el terreno i encontrándose cerca de las capas superficiales, ocasiona notables modificaciones en su posicion i en su estructura mineralógica, sin que se vea la causa inmediata de esas modificaciones.

Comenzaremos tratando de los principales caracteres de las rocas pertenecientes a ese sistema de pórfiros estratificados, i veamos en qué difieren de los pórfiros pertenecientes al segundo grupo.

Entre los pórfiros que entran en la composicion de la parte inferior del terreno secundario, citaré, en primer lugar, un pórfiro de pasta gris, abigarrada, de diversos matices, de colores rojo, verde i azulejo, i que no contiene, las mas de las veces, mas que pequeñísimos cristales blancos, irregulares, o puntitas i venillas blancas amorfas, a veces amigdalóides. Esta roca, que es una especie de pórfiro arcilloso (*thonporphyr*, *claystone porphyr*), se

desagrega a menudo en gruesos fragmentos globulares i se asemeja entónces a ciertas rocas de agregacion. A veces toma aspecto brechóide, a consecuencia de la peroxidacion mui desigual del hierro contenido en la pasta; de modo que se ven ahí manchas verdes, pardas, azuladas, que imitan a las partes fragmentarias de una brecha, pero cuyos cristales blancos son los mismos en toda la masa i pasan de una a otra mancha sin cortarse o interrumpirse.

Una de las variedades mas notables del pórfiro precedente es un pórfiro con núcleo de jaspe i de calcedonia. Los jaspes son rojos, verdes, verdes azulados, rojos, pardosos, blancos. Forman nidos, riñones i a veces venas mui irregulares en medio del pórfiro. Son frágiles, quebradizos i adherentes a la roca. Los riñones de jaspe pasan rara vez de 0m.1 a 0m.2 de diámetro. La calcedonia es de un color blanco lechoso, medio rosado, azulado, traslúcido i a menudo en el centro de las bolas i de los riñones que forma, se ve cuarzo hialino o jeodas tapizadas con cristales dodecaédricos de cuarzo. Rara vez se encuentra al mismo tiempo espato calcáreo, aunque muchas de esas rocas producen, con los ácidos, una lijera efervescencia. Por lo demas la roca misma se parece al pórfiro precedente, i como se desagrega fácilmente al aire, de ello resulta que los riñones de calcedonia desprendidos del pórfiro que los empastaba, yacen en las faldas de los cerros o ruedan de lo alto de sus escarpamientos.

Otra roca mui notable i que sirve para caracterizar aun mejor a ese terreno, es el pórfiro con base de zeólitas. Su pasta es comunmente de un color gris oscuro, parduzca, o de color ceniza; su estructura es terrosa, rara vez compacta, i algunas veces porosa, áspera al tacto. En este último caso la roca se asemeja a los pórfiros traquíticos.

Los minerales contenidos en ese pórfiro son: la *estilbita*, que es de color blanco rosado, a veces del mismo color que la *heulandita* de Feroe; el *mesotipo*, rayado blanco; la *escolcita*, que llena comunmente los núcleos de algunas partes amigdalóides de la roca (1); la *laumonita*, que se desagrega mui luego al aire, i que llena

(1) La escolcita del valle de Cachapoal es de núcleos redondeados, alargados, deformes, amarillosos en la superficie i blancos en el interior; su estructura es compacta; su fractura desigual i semi-conchoide; imperfecta,

a menudo las cavidades de la roca de un polvo blanco, impalpable (1); la *prenita*, en cristales lenticulares de un color blanco perla verdoso (2); la *epidota*, el *espato-calcáreo* i el *anfíjena*.

los pequeños fragmentos son traslúcidos en los bordes. En el soplete, la escolecita se hinchó sin hervor, se vuelve opaca i enseguida se funde con alguna dificultad en un vidrio globuloso, semi-transparente. Los ácidos las atacan mui fácilmente con formacion de jelatina.

He analizado esta sustancia por el ácido muriático i la he hallado compuesta de:

	(Chile)	(Pargas. an. p. Nordenshilöd.)
Sílice.....	0.463	0.465
Alúmina.....	0.269	0.277
Cal.....	0.134	0.142
Agua.....	0.140	0.136
	1.006	1.020

En la misma roca amigdalóide i en las cavidades vecinas de las de la escolecita, he hallado núcleos de estilbita i de otro hidrosilicato cuya composicion se aproxima a la de la heulandita.

(1) Ese polvo es a veces como harina, terroso, otras veces como agujas mui delgadas, rotas. Es fácil de atacar con los ácidos aun a frio, con formacion de jelatina. Para la formacion de esta sustancia, proveniente de la cordillera de Peuco, alto de los Juncos, he hallado:

Sílice.....	0.501
Alúmina.....	0.199
Cal.....	0.141
Agua.....	0.160
	1.001

(2) La prehnita del valle del rio de los Cipreses me ha dado en análisis la composicion siguiente:

Sílice.....	0.436
Alúmina.....	0.216
Protóxido de hierro.....	0.042
Cal.....	0.250
Agua.....	0.053
	0.997

He efectuado este análisis fundiendo 2 gr. de sustancia con tres veces su peso de potasa en crisol de plata.

Este último es mui escaso i no he hallado mas que un solo cristal cerca de una veta de galena en el cerro de Catemu.

Todos estos minerales se concentran algunas veces, en ciertos puntos de la roca en forma de cristales o venas mui irregulares; otras veces se les ve diseminados en toda la masa en forma de puntitas i venillas blancas, donde representan, probablemente, el mismo rol que el feldespato en un pórfiro feldespático.

En jeneral, todos estos pórfiros zeolíticos se descomponen i se desagregan mui fácilmente al aire; como ademas las partes hidrosilicatadas estan irregularmente distribuidas en ellos, i que entre estos mismos minerales algunos se desagregan mas fácilmente que otros, de ello resulta que la roca, al desagregarse, toma formas mui pintorescas, dejando en las cumbres de los cerros pilares con grutas i escavaciones que imitan ruinas de antiguos castillos.

No entraré a describir aquí la gran cantidad de rocas porfíricas a que estan asociados los pórfiros precedentes i con los cuales alternan a menudo varias veces en el mismo cerro. Citaré únicamente un pórfiro anfibólico que he hallado en ese mismo terreno, en diferentes localidades, formando capas bastante regulares i estensas. La pasta de ese pórfiro es de un color gris mas o ménos oscuro i a veces casi negro; los cristales son grandes, negros, lustrosos i presentan a menudo en su rotura interior el corte plano de la piroxena.

Finalmente, entre las rocas principales del mismo terreno, se debe contar: 1.º las brechas i tobas porfíricas, 2.º rocas de estructura compacta, terrosa, esquistoide.

Las brechas se dejan ver en diferentes pisos del terreno; ora alternan con los pórfiros i rocas compactas, ora forman solo la costra superficial del cerro i a veces tambien se las ve como apoyadas en los pórfiros en su contacto con la roca solevante. Pero hai gran variedad en la composicion de esas brechas. Unas se componen de gruesos fragmentos angulosos de esos mismos pórfiros que entran en la composicion del terreno; de modo que sucede que un block caido de lo alto de peñascos inaccesibles ofrece una completa coleccion de muestras de todos los pórfiros que componen ese cerro. Otras brechas, mucho mas variadas en sus

colores, no contienen sino pequeños fragmentos de pórfiros mezclados con trocitos de rocas compactas, con diversos fragmentos de esquistos de piedra lidia, de jaspes verdes i rojos i unido todo con una pasta gris porfírica. Como los fragmentos de todas esas rocas van desmenuzándose i la pasta va haciéndose mas fácil de desagregarse, resultan tobas porfíricas que forman a veces capas tan considerables como las de brechas i pórfiros.

Poco he examinado todavia las rocas compactas de estructura terrosa cuya apariencia es la de las rocas homogéneas i que, en jeneral, solo componen una parte poco considerable del sistema. Allí no se encuentran esquistos de hojas delgadas, ni esquistos arcillosos parecidos a las pizarras, ni arenizca, ni margas arcillosas. Tampoco se ven rocas basálticas ni lavas modernas. Algunas variedades de pórfiros se asemejan a las traquitas, pero no tengo aun motivos suficientes para denominarlos así. Gran número de rocas compactas parecen ser pórfiros cuyos cristales son tan pequeñísimos que casi no se divisan a la simple vista. Los hai que se parecen a las fonolitas i son en parte atacados por los ácidos. Otras rocas tienen el grano escesivamente fino, su estructura terrosa presentan dendritas en las fracturas como las margas arcillosas.

Jamas he hallado restos orgánicos del reino animal en esa parte del terreno en que predominan los pórfiros estratificados; pero no es raro encontrar entre rocas que alternan con estos últimos i sobre todo en ciertas especies de tobas porfíricas, brechóides, rastros vegetales i troncos de madera silicatados i carbonizados. Voi a citar dos localidades en que he tenido oportunidad de examinar unos depósitos de esos vegetales fósiles en medio de un terreno de pórfiros i brechas estratificadas.

Una de esas localidades es el cerro llamado de Los Pabellones situado cerca de Peuco, a 18 leguas al sur de Santiago. El terreno estratificado tiene aquí mas de 500 metros de espesor, i se apoya en las masas granitóides del gran valle de Santiago. Se compone en su parte superior, de pórfiros con núcleo de cuarzo i de calcedonia, i de pórfiros con núcleos zeolíticos que alternan con capas de 2 a 3 metros de espesor de brechas i tobas brechóides. Las rocas compactas i terrosas son mui escasas i solo forman le-

chos de algunas pulgadas de grueso. Los fósiles vegetales se encuentran en un banco de tobas en forma de brechas de cerca de 2 metros de grueso, situado en la cumbre del cerro i compuesto de pequenísimos fragmentos porfíricos i compactos, reunidos en una pasta gris, granuda, de fácil desagregacion. Allí se ven troncos de árboles de 0m1 a 0m2 de diámetro, tendidos en la direccion de las capas, en parte silicatados, en parte carbonizados. Los hai cuya parte leñosa está el interior o médula trasformado en jayet, bien en un carbon liviano o poroso como leña carbonizada recientemente.

Otro lugar en donde he encontrado un depósito de vegetales fósiles semejante al precedente se encuentra en la latitud de Santiago, en la orilla izquierda del rio Colorado, cerca del cerro Aucayes. El terreno se compone de rocas esquistosas, amarillosas, de estructura terrosa i de brechas porfíricas de fragmentos de tamaño regular. Las capas de esquistos tienen de 1 a 2 metros de espesor i las de brechas son 3, 4 o 5 veces mas gruesas que las precedentes. Todo el sistema se encuentra recubierto de bancos de pórfiros entre los cuales se distingue una variedad de un color gris oscuro con gruesos cristales de anfíbola negra. Las maderas fósiles i sus señales se encuentran en las brechas, i no en las rocas compactas homogéneas. Los troncos de árboles conservan diversas posiciones i estan en parte silicifiés en partes cambiados en jayet, estan casi siempre aplastados.

He oido decir que se han encontrado idénticos depósitos de restos vegetales en varios puntos de los alrededores del mismo cerro, pero que en ninguna parte se ha visto mejorarse la calidad del combustible, ni aumentarse su cantidad (1).

Tales son los principales caracteres de las rocas que constituyen el terreno secundario de los Andes, cuando los pórfiros predominan en él, con exclusion de las capas calcáreas, arenáceas, o de los

(1) El carbon de piedra que se explota actualmente en Chile, para las necesidades de las lanchas a vapor recientemente establecidas en la costa del Pacifico, viene de Concepcion. Es una especie de lignita de mui buena calidad. Se la encuentra en un terreno de la costa, a orillas del Océano, en capas que pertenecen probablemente a la época terciaria; pero no he visitado todavía esa parte de Chile.

esquistos silicosos que, en el norte, encierran jeneralmente conchas i que, por eso, hacen que el terreno no sea mas fácil de estudiar. Veamos ahora cómo se pueden distinguir la mayor parte de esas rocas de ciertos pórfiros i masas porfíricas que se encuentran cerca o en contacto con ellas, i que pertenecen al segundo grupo, es decir al sistema de las rocas solevantes.

Para definir a estas últimas, les asignaré primeramente, como carácter negativo, la ausencia de todos los minerales zeolíticos, jaspes i calcedonia que hemos mencionado en el artículo de los pórfiros secundarios. Observaremos en seguida que esas rocas tienen jeneralmente una estructura mas o ménos granitóide i pasan a dioritas o pórfiros dioríticos, que contienen amenudo al mismo tiempo anfíbola negra o verde, en cristales delgados i mica en pequeñas lentejuelas. El feldespato es ora laminado, constituyendo la masa principal de la roca, ora de cristales grandes, de estructura terrosa, acompañados con anfíbola i mica en medio de una pasta feldespática. No recuerdo haber hallado jamas mica en los pórfiros estratificados del primer grupo.

La dificultad de reconocer algunas de esas rocas solevantes aumenta sobre todo cuando esas rocas aparecen en medio de las capas mismas de pórfiro estratificado, formando capas-filones, salidas por *inyeccion*, por entre hendiduras i roturas laterales. Algunas veces en ese caso, se reconoce a la roca de inyeccion al primer golpe de vista, tanto por el aspecto interior i la forma de la capa, como por el lugar que ocupa en relacion con las dislocaciones que ha experimentado el sistema. Estos casos no son raros en las cordilleras. Como ejemplo mencionaré uno que he observado en el cerro de los Monos, situado en un grupo de cerros, entre los valles de Maipo i de Rio Colorado, cerca de las minas de plata de San Lorenzo, (lám. I, fig. 1.) Todo el cuerpo del cerro se compone de pórfiros estratificados con riñones de cuarzo i de calcedonia, de pórfiros zeolíticos, de brechas, etc. Los planos de estratificacion se hunden al este, i conservan un paralelismo casi perfecto. Solo que, en una de las faldas del mismo cerro, por el lado sur oeste, se ve todo el sistema de estratificacion cortado e interrumpido por una capa casi horizontal de cerca de media legua de largo que se distingue de léjos por el color blanquecino de la roca que

la constituye, i por sus divisiones prismáticas verticales, que contrastan con los planos de estratificación. Las estratas interrumpidas vuelven a aparecer inmediatamente debajo de esa capa horizontal, pero no en su prolongación. Todos los planos de estratificación han descendido i se han rebajado de todo el ancho de la citada capa, conservando su paralelismo; de suerte que el conjunto del sistema se presenta como si la parte superior del cerro se hubiera desprendido de su base i levantándose por un lado para dar paso a la roca de inyección. Examinando esta roca de cerca se la encuentra granitóide, diorítica, contiene mica i es del todo distinta de las que componen el terreno estratificado. Un poco mas al sur se vuelve a encontrar la misma roca del otro lado de San Lorenzo, formando ya masas de montañas no estratificadas, i que pasan a dioritas de San Gabriel.

Uno de los fenómenos que merecen ser mencionados, i que ayudan tambien a reconocer la presencia de las rocas solevantes, consiste en la modificación que experimentan en su estructura ciertas rocas del terreno estratificado, al contacto o en la aproximación de las rocas de solevantamiento.

Se observa efectivamente que ciertos pórfiros, brechas porfiricas i otras muchas rocas estratificadas, al aproximarse a la masa solevante pierden su división por estratas i se trasforman amenudo en rocas llamadas *tofós* por las jentes del país. Se distinguen estas rocas de mui léjos por sus colores blancos, abigarrados con distintos matices de amarillo, rojo i pardo negruzco. Los tofós no son, en la mayor parte de los casos, mas que verdaderas kaolinas de estructura terrosa; otras veces son compactas, cavernosas, ásperas al tacto. Sucede a veces que la sustancia se compone casi enteramente de sílice, i no contiene mas que de 4 a 5 por ciento de alúmina, con algunas milésimas de cal i de protóxido de hierro; forma entónces una roca semejante al *hornstein* de los alemanes. Esta roca es conocida en el país con el nombre de pedernal i se la emplea amenudo con éxito para hacer el piso de los hornos. Lo abigarrado de los colores depende de que estando amenudo la roca del contacto impregnada de pirita de hierro que se encuentra diseminada en ella en partículas escesivamente pequeñas, la pirita se descompone al aire, el hierro pasa por diferentes grados de

oxidacion, i la roca se vuelve alunífera. A esos cerros blancos i áridos van tambien los indios a buscar su *polcura* (alumbre nativo,) que usan para la tintura de sus vestidos, i que amenudo pone vitriólicas las aguas de esos parajes. No es raro encontrar en semejantes localidades todos los grados de trasformacion de un pórfiro feldespático en kaolina, o bien tofos que conservan algunos rastros de la estructura de las brechas de que sacan su orijen.

Debo solamente agregar que esta aparicion de los tofos solo tiene lugar rara vez en la primera línea del contacto de los dos grupos de terrenos del lado del Océano, i frecuentemente en los lugares en que la roca solevante asoma por segunda o tercera vez en el mismo terreno estratificado. Esto esplica por qué los cerros de tofos que dan un aspecto tan árido i tan salvaje a ciertas partes de las cordilleras, se encuentran en los puntos mas accidentados del sistema.

Antes de pasar a la segunda parte de esta Memoria en la que trataré de las vetas, voi a arrojar otra rápida mirada sobre el rol que tienen en la configuracion jeneral del pais los dos grupos de terrenos I i II.

Se distinguen jeneralmente en este pais dos cadenas de montañas, a saber: la primera cadena o Cordillera de la Costa (primer cordon, Cordillera de la Costa, cordillera baja) i los Andes propiamente dichos (los Andes, cordillera alta.) Estos consisten en rocas del primer grupo (I) sostenidas por una parte del segundo grupo (II); miéntras que la primera cadena se compone enteramente de rocas del segundo grupo. Estas dos cadenas estan separadas a partir de la cuesta de Chacabuco (que está a unas diez leguas de San Felipe de Aconcagua, en el camino de esta ciudad a Santiago), por un ancho valle de mas de doscientas leguas de largo i que corre al sur hasta mas allá de Concepcion i Valdivia. Es el valle en que se levanta la capital, Santiago, i muchas ciudades importantes, como Rancagua, San Fernando, Talca, etc., es tambien la parte mas cultivada, la mas fértil i la mas rica de Chile. Todo el pais de la costa situado al oeste de este valle, ofrece, aun al exterior, el carácter de las montañas granitóides: cerros aplastados, redondeados, sin rastros de estratificaciones, valles an-

chos i estendidos, mesetas cubiertas de detritus graníticos i algunas hoyas u hondonadas terciarias. Al este del citado valle se levanta una cadena de cerros escarpados que, a cierta altura, presentan ondulaciones de un sistema de rocas estratificadas coronadas por cumbres cubiertas de nieves perpétuas.

Para hacer mas visible esta disposicion jeneral del sistema i la configuracion exterior que de ella resulta, he dado (fig. 2) un corte trasversal de los dos grupos de terrenos en la latitud de Rancagua, con indicacion de algunas alturas que he medido por medio de un buen barómetro de Gay-Lussac.

Debo advertir que la segunda abertura del terreno estratificado por las rocas graníticas i los cerros Colorado i Rincon de los Mineros, que he colocado en el mismo corte, estan situados ocho leguas mas al sur del valle del Cachapoal, cuya línea de salida de las aguas está trazada en la misma figura.

Visité esas localidades entrando por este último valle, en seguida jirando al sur-este por el rio de los Cipreses, remonté por este último torrente hasta llegar a la altura de 1,606 metros sobre el nivel del mar. Mas o ménos a esa altura sale el citado rio de los Cipreses de debajo de unos ventisqueros que en su parte inferior tienen mas de 100 metros de espesor i que bajan de lo alto del Cerro de los Mineros. Los ventisqueros estan obligados por los lados este, norte i oeste por altos cerros escarpados por lo cual se conservan allí todo el año, aunque estan mucho mas abajo que la rejion de las nieves perpétuas.

He agregado tambien, al corte precedente, otra figura (fig. 3) que representa la manera como estan cortados ciertos peñascos escarpados de las últimas capas secundarias que bajan al oeste, apoyándose en las masas granitoides o porfíricas del segundo grupo. La forma de esas faldas se asemeja al corte de las laderas de los diferentes pisos de terreno terciario que componen los dobles i triples valles de la vecindad de la costa.

Veamos ahora en qué relacion se encuentran las vetas metalíferas, estremadamente variadas en sus producciones, con todas las rocas que acabo de señalar, consideradas sea aisladamente o en su conjunto.

He indicado ya en mi Memoria sobre las amalgamas nativas

de Chile (1) de qué manera se encuentran distribuidas las vetas metalíferas en la falda occidental de las cordilleras de Chile. Voy a desarrollar esas primeras nociones i a darles mayor claridad i precision.

Las vetas de oro i cobre pertenecen, en jeneral, al segundo grupo (*II*); las de plata, de cobre arjentífero de sulfo-arseniuros i sulfo-antimoniuros de plata, al primero, (*I*). Subdividiendo aquel en rocas mas antiguas (*A*), i en rocas solevantes (*B*), encontramos las vetas de oro mas a la costa, en medio de montañas graníticas (*A*), i las vetas de cobre (no arjentífero i sin antimonio i arsénico) en las dioritas, pórfiros dioríticos, euritas, etc, que componen el grupo (*B*), en la vecindad del terreno solevantado. Observando, así mismo, el modo como estan dispuestas las diversas minas de plata del pais, se ve que los cloruros i las amalgamas nativas se encuentran cerca de la línea *principal* de contacto de ámbos grupos (*I*) i (*II*) por el lado del mar; que mas al este se ven aparecer los arseniuros i los sulfo-arseniuros, cobrizos i arjentíferos, i mas cerca aun de las cordilleras, los cobres sulfurados arjentíferos, el plomo sulfurado, las blendas i piritas arjentíferas, etc. (2). El mercurio se encuentra ora en las vetas del segundo grupo, asociado con oro i con cobre, ora en las del primero, asociado con plata. En el primer caso, solo se deja ver en estado de sulfuro o cloruro, i en el segundo, en estado de amalgama.

Esta lei jeneral solo es exacta aplicándola a las principales minas de Chile, es decir a las que se distinguen sea por la abundancia, sea por la riqueza de los minerales, i cuyos filones son llamados por los mineros *vetas reales*. Este nombre les es debido efectivamente porque tienen siempre una anchura i largura considerables, i por eso mismo difieren de las venas *guias*, que a menudo se apartan de dicha lei i presentan anomalías inesplicables.

Para hacer mas sensible i mas fácil de comprender la disposi-

(1) *Anales de Minería*, 3.^a série, tomo XX, páj. 255 i siguientes, publicada en el tomo IV páj. 225 i siguientes.

(2) He dicho ya en la misma Memoria sobre las amalgamas que cuando todos esos minerales de plata se encuentran en una misma veta, se les ve repartidos mas o ménos en el mismo órden procediendo de arriba para abajo.

cion jeneral de esas vetas, voi a pasar revista a las minas principales del pais, comenzando por el norte.

Tomemos primeramente los cerros situados al norte del valle del Huasco. Es la rejion de Chile mas rica en minas de plata; pero al mismo tiempo se encuentran allí minas mui importantes de cobre, oro, etc. Aquí es donde se encuentran las minas de cobre de Carrizal, que son quizas las mas abundantes en minerales de todas las minas de Chile i cuyos escombros dan mas de 7 a 8 por ciento de cobre. Las minas estan situadas a mas o ménos siete leguas de la costa, en una roca diorítica; miéntras que las minas de oro, entre otras la de Capote, célebre en su tiempo por la riqueza de sus minerales, estan casi a orillas del mar. Las masas granitoides se estienden en esa costa a mas de 15 leguas de oeste a este i encierran gran número de antiguas minas de oro i cobre abandonadas, miéntras que 700 mineros trabajan actualmente en las minas situadas en las primeras faldas del terreno secundario que se divisa en los flancos del cerro de Chañarcillo ¹ que producen en nuestros dias mas de 80,000 marcos de plata anuales. Las vetas de esas minas abundan en cloruros i solo principian a producir minerales arseniosos-sulfurados a una profundidad de mas o ménos 100 *estados* o sea 170 metros, debajo de los afloramientos mas elevados. Si nos dirijimos ahora hácia el este, encontramos que otras minas de plata del distrito de Copiapó, como las de «Punta Brava», «San Antonio» queestan mas cerca de las cordilleras que las precedentes dan principalmente minerales arseniurados i cobres arjentíferos. Finalmente, las que se hallan mas al este aun, i sobre las anteriores, como las minas de «Cerro Blanco» producen cobres grises, galeno i piritas en abundancia.

Pasemos ahora al sur del valle del Huasco i abracemos toda la parte comprendida entre este valle i el de Coquimbo—cerca de 60 leguas de norte a sur i de 30 a 40 leguas de este a oeste. Mas o ménos a igual distancia del mar que las minas del Carrizal encontramos en esta parte de la costa dos grupos de vetas de cobre que constituyen las minas de «San Juan» i la «Higuera», de las cuales se esporta mas de 100,000 quintales de mineral bruto (que dan de 20 a 25 por 100), i que ademas alimentan a gran nú-

mero de establecimientos de Chile. Los minerales de esas minas como los del Carrizal, se componen de cobre piritoso i oxidado, i su roca de cajon consiste en dioritas. Ademas de esas minas de cobre, hai otras de igual naturaleza, no léjos de la costa, como la del «Morado», de «San Antonio», de los «Choros», etc. Las vetas de oro parecen ser ménos frecuentes que en el sur; se ven algunas en la costa granítica de Coquimbo, pero en cambio, toda la línea de las primeras faldas que indica el contacto de los dos grupos de terrenos (I) i (II), i que constituye una cadena de cerros desde Arqueros hasta mas allá de Agua Amarga, ha sido reconocida como presentando vetas que contienen plata clorurada i plata en estado nativo o de amalgama. Siguiendo esta línea es donde el jeólogo minero encuentra a cada paso objetos que atraen su atencion.

Citaré, como uno de los puntos mas interesante de esta línea, un lugar situado a siete leguas al sur-este de Vallenar. Se ven allí dos cerros alargados paralelamente a la direccion de las cordilleras i situados al frente uno de otro. El que está del lado del mar se llama cerro de los Camarones i se compone de una masa diorítica no estratificada; el otro mas al este, mucho mas elevado que el primero, es el cerro de Agua Amarga i presenta todo el sistema de rocas estratificadas, calcáreas i siliciosas, algunas fosilíferas, cuyas capas se sumerjen al este. Un valle ancho i abierto, cubierto de detritus, de bloques i piedras rodadas separan a esos dos cerros i oculta el contacto de los dos grupos de terrenos. Colocándonos en el fondo de aquel valle, se divisan por un lado, en la falda diorítica del cerro de los Camarones, enormes escombros verdes i azulados que provienen de las minas de cobre, i por el otro lado, toda la ladera occidental del cerro de Agua Amarga acribillada de agujeros i cubierta de montones de escombros rojizos de *los pacos*, de antiguas minas de plata. Efectivamente, si se sube al primero de estos dos cerros, se encuentra una veta de 2 a 4 metros de ancho i larga de mas de ochocientos metros, que corre de sur-este a nor-oeste, acompañada por otras dos ménos considerables, paralelas a la primera. Los minerales de estas vetas no contienen ni plata, ni arsénico, ni antimonio, i se componen de cobres oxidados, piritosos i matizados que se tratan en hornos de

reverbero contruidos a la entrada de la mina. Pasando ahora al cerro de Agua Amarga, se le encuentra atravesado por numerosas vetas de plata, de las cuales algunas corren de norte a sur i otras de este a oeste. Este cerro, ántes célebre por la riqueza de sus minerales, encierra mas de 200 minas abandonadas, cuyos escombros con las ruinas de las antiguas habitaciones presentan un cuadro semejante a una ciudad incendiada. Las piedras de esos escombros i los minerales de algunas vetas que se explotan todavia al pié del cerro solo revelan la presencia del cloruro de plata mezclado con una pequeña proporcion de sulfuro de plata i de plata metálica, sin el menor rastro de cobre; miéntras que otras minas, situadas un poco mas al este, como las de Carrizo i de Tunas, abundan en minerales arseniosos, arsenio-sulfurados, i las vetas que se encuentran mas arriba yendo hácia las cordilleras son escesivamente ricas en sulfuros de plomo.

He descrito ya en los *Anales de Minería*, 3.^a série, t. XX, páj. 255, (1) el yacimiento de las amalgamas nativas de «Arqueros», cuyas vetas aparecen en la línea misma de contacto de los dos terrenos que las citadas minas de «Agua Amarga». Recordaré únicamente que al oeste de Arqueros, por el lado del mar, se ven en las rocas dioríticas granitoides, las minas de oro de «Santa Gracia» i las de cobre de «Brillador», que no producen mas que minerales oxidados o cobres piritosos sin plata; miéntras que al este de este mismo «Arqueros» se encuentran los cobres grises i las galenas, en las minas de la «Marquesa», de los «Porotos», de «Machetillo», etc.

No es ménos fácil ver la misma relacion entre la naturaleza de las vetas i los dos grupos de terrenos en todo el pais situado entre el valle de Coquimbo i los de Aconcagua o de Quillota, en una estension de cerca de 100 leguas de norte a sur. El terreno granítico de la costa toma allí mas i mas estension hácia el este a medida que se avanza al sur; el terreno estratificado está como rechazado hácia las cordilleras; faltan las rocas calcáreas i siliciosas de «Chañarcillo» i «Agua Amarga»; las capas fosilíferas

(1) Véase esta Memoria en el tomo IV de las Obras, páj. 226 i siguientes.

no asoman sino cerca de la línea de las cumbres i predominan los pórfiros estratificados. A medida que se avanza hácia el sur aumenta el número de las minas de oro i éstas se alejan de la costa; ya no se encuentran minas de plata clorurada i las de cobre argentífero abundan mas que en las provincias del norte.

Así es como, yendo por el camino que conduce de Coquimbo a Valparaíso i que pasa por «Barrasa», orillando la costa, se ven las minas de oro de «Talca de Barrasa», en la orilla misma del mar; mas léjos las vetas de oro de las «Amolamas», los filones i arenas auríferas de «Casuto», en donde estan actualmente los lavaderos mas ricos de Chile (a dos leguas del mar); vienen en seguida otras vetas de oro explotadas antiguamente, de las cuales algunas, como la de la «Punta de la Ballena», bajan hasta el mar; despues las antiguas minas i lavaderos de «Catapilco», etc. En una palabra, toda la costa granítica es aurífera, i no se encuentran en esta primera línea de vetas ninguna mina de ningun vestijio de minerales cobrizos; pero como el mismo terreno aurífero se ensancha siguiendo al sur, se encuentran al este de esta primera línea i mas al interior otras minas de oro de mucha importancia, como por ejemplo, las de «Punitaqui», de las «Vacas», de los «Hornos», de «Illapel», de «Petorca», etc. Como la mayor parte de esas minas encuentran ya mas cerca del contacto de ese terreno granitóide con las rocas estratificadas, i de ello resulta que en medio de esos grupos de vetas auríferas se ven ya vetas de cobre. Estas últimas son siempre mas modernas que las precedentes; algunas son al mismo tiempo auríferas, pero no contienen mas que minerales oxidados, cobres piritosos, matizados i oxisulfurados, sin plata, arsénico o antimonio.

Entre las minas de cobre de esta especie, el primer lugar pertenece a las de «Tamaya», en donde he visto, no hace mucho tiempo, en una sola mina perteneciente a los señores Solar, mas de 1,000 cajones (64,000 quintales) de minerales de cobre—de una lei de 32 a 36 por 100,—escojidos i chancados. Las minas de «Tamaya» estan mas o ménos a la misma distancia del mar que las ántes mencionadas de la «Higuera», «San Juan» i «Carrizal». A igual distancia i mas o ménos bajo el mismo meridiano, se encuentran las de «Tambillos», «Panulcillo», «Punitaqui» i otras que

se alejan de la costa al aproximarse al terreno estratificado, como las minas de los «Hornos», las «Palmas», etc.

En cuanto se deja atrás la línea de contacto de las rocas graníticas i porfíricas no estratificadas, se observa que todas las vetas de cobre que atraviesan a estas últimas son mas o ménos arjentíferas i la mayor parte encierran cobre gris, galena i arseniuro de cobre. A esta segunda cadena de vetas cobrizas, del terreno secundario, pertenecen las minas de «Rapel», gran número de minas del departamento de Combarbalá, las de «Catemu», etc.

Si finalmente se recorren las provincias situadas al sur del valle de Aconcagua, partiendo de la cuesta de Chacabuco, en donde principia el largo valle que separa a los dos grupos de terrenos, se ve que todo el país granítico comprendido entre dicho valle i el mar está lleno de minas de oro, i que las minas de plata i cobre arjentífero solo se esplotan mas arriba de los escarpes de rocas estratificadas que constituyen la alta cadena de los Andes, colocada al este del valle.

Efectivamente, en un informe hecho por una comision nombrada en 1803, para visitar las minas en tiempo de la administracion española, se hace mencion de 175 minas de oro, solo en los departamentos de Melipilla i Rancagua i en la provincia de Colchagua. Estas minas estan comprendidas en los cerros graníticos de Alhué, Nancagua, (Cerro de las Catas), Durazno, Caren, la Leona, etc. Se acaban de descubrir arenas auríferas mui ricas en los alrededores de Casablanca i Valparaiso, i hai gran número de minas de oro abandonadas en las provincias de Maule, Concepcion i Valdivia.

En el mismo grupo de terreno granítico, cerca del valle de Rancagua, se esplotan actualmente algunas minas de cobre oxidados i piritosos, no arjentíferos, de la misma naturaleza que los de la primera cadena de vetas cobrizas del norte; miéntras que al este del mismo valle solo se encuentran, en el terreno estratificado, vetas cuyos minerales contienen arseniuro de cobre i hierro, etc.; todos los filones descubiertos hasta ahora, sea en los cerros situados al este de Santiago (minas de «San Francisco» en las Condes, minas de la «Dehesa»), sea en las de «San Lorenzo» i de «San Pedro Nolasco», al sur de la capital.

Tal es la lei jeneral que abraza en su conjunto a las principales vetas reales de Chile, i que solo parece tener escepcion para venas de poca importancia, que tienen poca estension, poca regularidad en su camino, o que solo producen mineral en los afloramientos. Pero hai casos que parecen escepcionales a primera vista i que entran en la lei jeneral tan pronto como se examina el terreno i se sabe distinguir las rocas pertenecientes a los dos grupos arriba mencionados. Estos casos de aparentes anomalías provienen comunmente de dos causas: en primer lugar de que, en ciertos puntos, algunas pequeñas cadenas del primer grupo, dejan atras al oeste la línea principal de contacto de los dos terrenos i forman islotes aislados en medio de las rocas del segundo grupo (II); en segundo lugar, del hecho de que encontrándose las rocas estratificadas del primer grupo, varias veces, como reventadas por las rocas solevantes del segundo, éstas aparecen con las vetas que les corresponden i no con las del terreno secundario. Así es como se esplotan algunas minas de oro i de cobre semejantes a las de la costa, detras de las minas de plata, i así es tambien como se encuentran algunas vetas arjentíferas en medio de las minas de oro i cobre.

Voi a tomar como ejemplo el cerro de San Francisco del Volcan, situado a mas de 40 leguas del mar, i en el que se ven reaparecer las minas de cobre semejantes a las de la costa en el segundo rompimiento del terreno secundario.

Tomemos como punto de partida el puerto de San Antonio, en la embocadura del rio Maipo, i dirijiéndonos, remontando el rio, hácia el este, atravesaremos primeramente el grupo granítico en toda su anchura i pasaremos no léjos de las diversas minas de oro i de las minas de cobre de «Naltagua», cuyas vetas son de la misma naturaleza que las de «Tamaya», la «Higuera», «Carrizal», etc. Llegamos en seguida al gran valle longitudinal de Santiago i despues de haberlo atravesado en direccion al nor-este, entramos a la segunda cadena de las cordilleras, las de los Andes propiamente dichas (fig. 4), cerca de San Juan, donde comienza el gran canal que riega las llanuras de los alrededores de la capital. Al pié de esa cadena se vuelve a encontrar la roca granitóide, diorítica i eurita en masas no estratificadas; pero luego, a dos o tres

leguas mas arriba, ántes de llegar a la embocadura del rio Colorado, nos encontramos en medio del terreno estratificado, levantado i sumerjiéndose al este. En la confluencia de este rio con el Maipo estamos al frente de los cerros de San José, que presentan un sistema de estratificacion en capas perfectamente regulares, paralelas, compuestas de pórfiros, brechas i rocas compactas esquistasas, secundarias. Todo el valle de Maipo, desde este punto hasta Injenio (de 7 a 8 leguas de largo), está abierto en el mismo terreno i demuestra que todo el sistema, apesar de las fallas i ondulaciones accidentales, se sumerje desde luego, lijeramente al este (fig. 5), en seguida vuelve a subir para sumerjirse en sentido contrario, al oeste. Al llegar a Injenio tenemos a la derecha un cerro de mas de 2,000 metros de altura, i en cuya cumbre, cerca de la rejion de las nieves perpétuas, se encuentran las minas de plata de «San Pedro Nolasco»; miéntras que del otro lado del rio, al norte, i casi a la misma altura que las minas precedentes, se ven las minas de plata de San Lorenzo de igual naturaleza mineralójica i en el mismo terreno de pórfiros estratificados que las minas de «San Pedro Nolasco».

Continuando nuestra escursion hácia las cordilleras, encontramos en el primer cerro que hai en la confluencia del rio del Volcan con el rio Maipo i que tiene por nombre «San Francisco del Volcan,» minas de cobre, cuyas vetas no producen mas que minerales oxidados mezclados con hierro especular, cobres piritosos i matizados, sin que contengan el menor vestijio de plata, arsénico, antimonio o plomo.

Esta anomalía de la presencia, en medio de las montañas secundarias estratificadas, de vetas que solo se dejan ver jeneralmente en la primera cadena, en medio de las masas granitóides de la costa, desaparece por sí sola cuando se examina el terreno que atraviesan los citados filones de «San Francisco del Volcan.» Se reconoce efectivamente que ya desde San Gabriel, a media legua de Injenio, en la orilla derecha del Maipo, sale una roca diorítica de debajo de los pórfiros estratificados i se estiende hasta cerca de dos leguas al este, constituye las masas no estratificadas que hai en las confluencias del rio del Yeso i del rio del Volcan con el Maipo, i se sumerje nuevamente bajo los mismos pórfiros

estratificados del otro lado de las minas del Volcan. Esta masa diorítica no tiene mucha estension hácia el sur, pero de San Gabriel se dirige al norte, toca al cerro de San Lorenzo, cerca de las minas de plata, i se ven de léjos, en la misma direccion, grandes masas de tofos, cuyos tintes claros, blancos, rojizos, i la ausencia de estratificacion contrastan singularmente con los matices sombríos i negros de las rocas estratificadas. Es la misma masa que ha ocasionado el enderezamiento de todo ese terreno estratificado; i cuando se baja de San Lorenzo por el camino de San Gabriel, se ve en los flancos del cerro de San Gabriel, un hermoso corte del contacto de ámbos terrenos, es decir del solevantamiento de las estratas porfíricas por la roca granitóide no estratificada (fig 6.) Si de lo alto del cerro de San Francisco del Volcan, se contemplan los peñascos que se levantan en la orilla del rio del Volcan en el confluente de este rio con el del Yeso, se divisa otro corte idéntico al precedente i en el que se ve perfectamente de qué manera esta roca diorítica vuelve a sumerjirse bajo el mismo terreno estratificado i hace inclinar hácia el oeste (fig.) a las capas de ese terreno (1).

El cerro de San Francisco, que encierra en su seno a las citadas minas de cobre del «Volcan», está formado por las mismas dioritas que el cerro de San Gabriel i las de la costa, con las cuales se relaciona el yacimiento de la mayor parte de las minas de cobre de la primera cadena (como las de la «Higuera», «San Juan», «Carri-zal», etc.) A poca distancia de esa montaña, con solo atravesar el rio Maipo que la separa del cerro de «San Pedro Nolasco», el viajero se encuentra ya en medio del terreno de los pórfiros estratificados, en donde las vetas que lo atraviesan son de una naturaleza

(1) En esos dos cortes se observa lo que he tenido ya muchas veces ocasion de notar en las cordilleras, que las capas del terreno estratificado pierden sus divisiones ántes de tocar a la roca solevante; que se funden, por decirlo así, en esta última, sin dejar ver la línea de contacto; i que finalmente por la masa solevante se eleva casi verticalmente i presenta comunmente las divisiones prismáticas, cualquiera que sea la naturaleza de la roca. Por el contrario, se observa que la separacion de las rocas estratificadas con la roca solevante tiene lugar casi siempre de un modo neto i cortante, en cuanto esta última sale lateralmente, por via de inyeccion, rompiendo las capas del terreno estratificado.

mineralógica completamente distinta de la del Volcan. La direccion de las principales vetas en ámbos cerros es casi la misma, corren mas o ménos de E. 15 N. a O. 15 S. i por consiguiente sus direcciones no estan en relacion ni con la de la cadena principal de los Andes, ni con la masa que en aquel punto habia dislocado el terreno. Todas las vetas en los pórfiros estratificados de «San Pedro Nolasco» son arjentíferos i producen, como he tenido ya ocasion de decirlo, sulfuros dobles de plata i cobre, cobres grises i galenos; miéntras que las de la montaña diorítica de San Francisco no contienen ninguno de esos minerales. Algunas vetas de San Pedro Nolasco como las de Copacabana, del Cristo, del Rosario afloran en las faldas mismas en el valle de Maipo frente a las minas del «Volcan;» i miéntras que aquellas producen mineral escesivamente rico en plata nativa, mezclada con plata sulfurada solo se saca de las últimas cobre oxidulado, cobre piritoso mezclado con hierro olijisto, con cuarzo, etc.

En otro punto, a unas veinte leguas al sur de «San Pedro Nolasco» en la cumbre de la cordillera llamada del Teniente, cerca del límite de las nieves perpétuas, he encontrado minas de cobre cuyo yacimiento presenta un caso igual al precedente. La roca solevante trasforma en ese lugar una estension inmensa de terreno secundario en tofos; i en una roca brechóide medio trasformada en caolina se ve un *monton metalífero (stockwerk)* compuesto de una infinidad de venas de mineral de cobre que se cruzan en todo sentido, cortándose i reapareciendo sin regularidad alguna. Aquí como en Andacollo (1) jamas adquieren las venas mas de dos pulgadas de ancho; algunas son de oxisulfuro, otras de óxido de cobre i todas sin escepcion estan encajonadas en roca de silicatos azules i verdosos. Allí no se hallan piritas, ni cobre piritoso, ni protosulfuro de cobre; tampoco contienen hierro micáceo, ni óxidos de cobre ocreo (*ziegerlerz*;) en una palabra todos los caracteres de ese *monton*, son los mismos que he observado en el yacimiento de los minerales oxisulfurados de Andacollo, cuyas vetas se encuentran a mas de 180 leguas de este cerro del Teniente.

(1) Véase la Memoria sobre los minerales oxisulfurados, etc. *Anales de Minería*, 3.^a série, tomo XVIII, páj. 75 i siguientes.

VIII

VIAJE A LAS CORDILLERAS

DE TALCA I DE CHILLAN

Je ne suis rien, je ne suis qu'un simple solitaire; j'ai souvent entendu les savants disputer sur le premier Etre, et je ne les ai point compris; mais j'ai toujours remarqué que c'est à la vue des grandes scènes de la nature que cet Etre inconnu se manifeste au coeur de l'homme.

GENIE DU CHRISTIANISME

PRIMERA PARTE

CONFIGURACION EXTERIOR DE LOS ANDES MERIDIONALES.—

LLANO INTERMEDIO.—VALLE DEL RIO COLORADO.—REJION DE LAS SELVAS I DE LAS NIEVES PERPÉTUAS.—LAGUNA DE MONDACA.—EL DESCABEZADO.—LÍNEA DIVISORIA DE LAS AGUAS.—JEOLÓJIA DEL VALLE DE LA INVERNADA.

Los Andes, que en todo su cordon setentrional desde Atacama hasta Aconcagua se elevan a mas de cinco mil varas de altura sobre el nivel del mar, i en jeneral, conservan en todas sus partes el mismo carácter, poca variedad en sus formas i pocos picos aislados, parecen tomar, acercándose a la latitud de 33°, un aspecto algo diferente i mayor anchura: al propio tiempo, cierta complicacion se manifiesta en sus relieves, i nuevas rocas, nuevas formaciones aparecen en su superficie.

A esta latitud es donde encontramos por la primera vez masas volcánicas de época moderna, i conos sobresalientes que en sus vértices cubiertos de hielo abriga cráteres de un fuego recién apagado. Allí señorea el famoso cerro de Aconcagua, que si debemos dar fé a las mensuras de Fitz-Roy i de Pentland, tiene mayor altura que el Chimborazo. A continuacion alza su frente el Tupungato, que todos los jeógrafos sin escrúpulo ponen en sus mapas, sin que nadie haya hasta ahora determinado con exactitud su base, su altitud, i su situacion con respecto a la línea divisoria. Mas al sur está El Portillo con sus inmensas escorias del valle del Yeso recién arrojadas i el inaccesible volcan de San José, cerro virjen, que ningun naturalista hasta ahora se ha atrevido a trepar.

En fin, estudiada bien la jeología de aquellos portentosos cerros todo en ellos anuncia algun cambio acaecido en la naturaleza de los Andes, un lugar de transicion que hace presajiar nuevas formas i variaciones para las cordilleras del sur. El último eslabon de este trecho parece hallarse en frente de San Fernando en la cumbre del Tinguiririca, uno de los volcanes mas elevados de Chile, hoi apagado i cubierto de hielo como sus vecinos.

De allí principia a bajar visiblemente el cordon de los Andes; se angosta al mismo tiempo, i se simplifica en sus ondulaciones. El viajero que viniendo del norte, trata de abrazar en un estenso golpe de vista los dos cordones de las cordilleras i el hermoso llano que los separa, nota desde luego esta diferencia, que se hace tanto mas visible cuanto mas avanzamos al mediodia.

Fijémosnos solo en la cadena de los Andes, caminando por medio de los llanos de Talca en un dia de verano, estando el sol próximo al zenit.

A esta hora, se nos presenta este cordon como liston de una nube horizontal de color de perla, algo azulejo, un poco mas oscuro i empañado que el cielo. Por un reflejo de luz que hiere la vista, no se le ve tocar al llano; i parece como suspenso en medio de un vapor ténue, trasparente, cuyos colores, variando por momentos de tono e intensidad, hacen la transicion del cielo a la tierra tan leve e insensible, que a veces casi se nos pierden de vista los cerros, disueltos en la bruma del horizonte. Solo de trecho en trecho

relumbran en toda esta línea grandes machones de hielo, como otras tantas cúpulas plateadas de una ciudad inundada.

A medida que el sol baja, i sus inclinados rayos miran mas i mas de frente a las faldas de los cerros, ellos se aclaran, se despojan de su aéreo ropaje, i asomando uno en pos de otro aparecen en sus verdaderas formas i tamaños. Unense primero las nevadas cumbres a los cordones mas bajos que los eslabonan, descúbrese toda la línea de los relieves; i en aquellas mismas pendientes que poco ántes estaban bañadas en vapor, se descubren selvas estensas que suben hasta la altura de la nieve, i despeñaderos que bajan hasta el llano.

La línea que termina las lomas i las crestas de esta cadena corre casi horizontalmente, con pocas curvaturas e inflexiones, cortando casi en sus bases los conos i hemisferios nevados que la dominan. Rara vez divisamos a un mismo tiempo mas de seis de esas masas sobresalientes que señalan la rejion mas encumbrada de los Andes, en una estension como de cien leguas, desde los cerros de San Fernando hasta la Araucanía. Ellas son: el Planchon, el Descabezado con su vecino Cerro Azul, el Longaví, la Sierra Nevada de Chillan; i solo en un día de despejado cielo, alcanzaremos a ver acercándonos a Chillan, el negro cono de Antuco con su compañera Sierra Velluda.

Las cimas de estos conos no pasan de 3,500 a 4,000 varas de altura sobre el nivel del mar, miéntras la línea que los une i la que durante el verano se halla libre de las nieves casi en toda su estension, oscila entre las alturas de 2,200 i 2,500 varas sobre el mismo nivel: lo que, en todo, no alcanza a realizar las dos terceras partes de la altura de los Andes setentrionales de Chile.

Es natural que siendo los mencionados conos nevados puntos prominentes en toda la cadena, han de hacer papel mui importante tanto en la configuracion exterior como en la composicion jeológica de los Andes. Pero ninguno tiene mas fama, de ninguno hablan mas los viajeros i ninguno talvez merece mas estudio que el Descabezado. En él el jeólogo ve un grupo de volcanes recién apagados, mui interesantes bajo todo aspecto; el jeógrafo halla en su derredor el nacimiento de las principales vertientes del rio Colorado, del Lontué, del Maule i del Rio Grande; el hacendado,

abundantes pastos para su ganado; i en jeneral, los habitantes de los feraces campos de Talca, por el natural cariño a su tierra natal, la consideran como la mas alta, la mas hermosa i la mas imponente del mundo.

El Descabezado no se halla exactamente al este de Talca sino un poco al noreste de esta ciudad; su altura parece mucho mas considerable que lo que es en realidad, tanto por lo bajas que son las cordilleras mas inmediatas a él, como por la poca distancia a que se halla el eje de este cerro del pié de los Andes.

Dos caminos hai para llegar al Descabezado: el uno sube por el valle del Rio Claro, que desemboca en el *llano intermedio* a unas doce leguas al noroeste de Talca; el otro, ménos trajinado, entra por el cajon del Maule i da vuelta por el lado del sur a la misma cordillera.

El primero de estos dos caminos fué el que elejé para mi viaje; i salí el 26 de Enero de Talca en la direccion señalada.

En pocas horas atravesé el llano que, por hallarse interpuesto entre las dos cadenas de cordillera, lleva el nombre del *llano intermedio*, i corre, como en alguno de mis escritos lo he indicado, casi sin interrupcion, desde el pié del Chacabuco hasta Chiloé.

Este llano, un poco ondeado en su superficie, tiene, en frente de la ciudad de Talca, como ocho leguas de ancho de cordillera a cordillera, i manifiesta un doble declive: el uno mas rápido, que va del poniente al oriente, el otro mas suave, en la direccion de la longitud del llano.

Situada en un bajo la ciudad, casi al pié de la cadena de las cordilleras de la costa, en un valle roido por las aguas, no alcanza a tener ni 100 varas de altura sobre el nivel del mar; mas a poco andar hácia el oriente, ántes de llegar a la mitad del llano, ya estamos en una meseta cuya altura pasa de 200 varas sobre el mencionado nivel, i las casas de Cumpeo situadas al pié de la segunda cadena, en los límites orientales del llano, se hallan a 370 varas sobre el nivel del océano. Resulta, que la superficie del llano en su declive del oriente al poniente baja, en término medio, como de 4 a 5 por mil.

Por otra parte, hallándose San Fernando a 403 varas sobre el

nivel del mar i el Chillan Nuevo como a 180 varas sobre el mismo nivel, situadas las dos ciudades en el propio llano i como a 100 leguas una de otra, tenemos que el declive del llano intermedio en la direccion de su longitud, del norte al sur, apénas pasa de 4 por 10,000 sobre una estension de 100 leguas.

Esta sola consideracion matemática del doble declive que tiene el llano, circunstancia sumamente favorable a la abertura i conduccion de canales, pone fuera de duda no solo la posibilidad sino la facilidad de ejecucion del plano de la obra que se ha propuesto hace pocos años, para la union de los rios de Nuble i de Lontué con el rio Maule. El declive trasversal, mas rápido que el longitudinal, es el que, sobre todo, permite unir lateralmente cada rio con el rio vecino, en la direccion que se quiera, de norte a sur o de sur a norte, segun la altura en que se abra el canal i la direccion que se le imprima.

Volvamos a nuestra excursion.

En frente de las casas de Cumpeo, en un lugar justamente memorable en la guerra de la Independencia, subí la primera cuesta del cordón de los Andes, por donde se abrevia el camino para el Rio Colorado. La cuesta no es mui alta ni áspera; consta de un granito, de grano grueso, fácil de descomponerse, i de cuyos residuos de disgregacion vienen aquellas tierras amarillas i rojizas que cubren las primeras lomas, escasamente sembradas de árboles.

De lo alto de esta cuesta se divisa, primero, un ancho llano que conserva su bello color de la primavera en toda estacion del año. Bosques de espinos, alternados con otros mas escasos i mas variados de diversas especies de mirtos i laureles, adornan este llano, que sirve de introductor a la parte mas quebrada i mas pintoresca del valle, por donde corre el caudaloso Rio Colorado, i con él inmensas selvas descienden de la cordillera. En las riberas del rio i en los trechos donde la industria del hombre ha penetrado en lo mas frondoso de la montaña, vense pequeñas sementeras, habitaciones, aclarada la selva i mucho ganado. En otras partes, de lo mas espeso i oscuro de las quebradas, salen nubes de humo de los incendiados bosques, o bien las nieblas de la mañana, que a imitacion de aquellas, vagan por las alturas, o diseminadas, buscan la rejion mas pura i diáfana del cielo.

Al abarcar en un golpe de vista ese primer cuadro que no nos deja nada que envidiar a las famosas vistas de los Alpes i Piri-neos, recibe el viajero la mas grata impresion, que le predispone a sobrellevar cuantas penas i trabajos le presente el estudio de aquella naturaleza tan variada como grandiosa en sus producciones.

A unas cuatro o cinco leguas al oriente de la citada cuesta de Cumpeo, bajamos por la primera vez al fondo de la quebrada i pasamos un raudal de aguas puras cristalinas, cuyas orillas cavadas en la roca granítica se hunden en la espesura de los avellanos i canelos. Un poco mas al este, en un lugar llamado Veguilla, se pasa cerca de una habitacion situada a 860 varas sobre el nivel del mar, en una colina rodeada de robles, donde madura todavía el grano i se dan las hortalizas.

En este lugar nos despedimos de la parte cultivada del valle i de la lejana vista del llano; i luego entramos en la selva, bajo cuyo amparo pudimos desafiar los rayos mas abrasadores del sol. No es de describir el gran placer que recibe el viajero al ver por la primera vez la lozania de esos árboles i al respirar aquel aire de vegetacion silvestre, lleno de frescura i del mas puro bálsamo de las flores, que a la sazón abundaban en la montaña. Allí, en medio de lo mas espeso de innumerables yerbas i plantas que cubren el suelo, divisé unos riscos i peñasquería de lavas i escorias que apenas asoman i luego desaparecen, invadidas por la vegetacion, sin dejar el menor indicio de su procedencia.

Estas lavas son negras, bastante homojéneas, mui porosas, i sus poros prolongados en la direccion de la corriente; la masa no es porfirica ni contiene cristales de ninguna especie, i en esto se diferencia de las lavas mas modernas de los volcanes activos o recién apagados en los Andes. Pero lo que hai de mas notable, es que hallamos en este lugar, a unas 900 varas sobre el nivel del mar, lavas mui distantes del Descabezado i de todos los volcanes visibles; i que de aquí hasta el valle de los Leones, es decir, hasta la altura de 1,800 o 2,000 varas i a distancia de mas de siete leguas mas al oriente, no se vuelven a encontrar piedras volcánicas propiamente dichas, ni aun entre las piedras sueltas arrancadas por el agua. Presumo que en esta localidad (a una media legua de la

Veguilla), como en otras localidades análogas que he tenido oportunidad de observar en las Cordilleras de Chillan i de Antuco, esas primeras lavas que aparecen casi al pié de los Andes, léjos de los volcanes, hayan salido por abras i rajaduras *laterales* que hoi dia es mui difícil investigar, a causa de los inmensos depósitos de tierra vegetal e impenetrables bosques que estos mismos productos volcánicos, reducidos a polvo, hacen vivir i prosperar.

A un par de leguas de aquella lava, andando siempre por debajo de los árboles, pasamos el Rio Claro en un lugar llamado Portillo. Aquí se estrecha el cauce del rio; sus aguas, tan limpias i cristalinas que hacen brillar en el fondo el mas pequeño grano de arena, se precipitan con mucha fuerza i ruido. Una barranca de 20 a 30 varas de altura en la orilla izquierda descubre capas de formacion secundaria, anterior al solevantamiento de los Andes, compuestas de rocas compactas, homogéneas, partidas i fracturadas en todos sentidos, que anuncian algun indicio de la accion inmediata del fuego o de su proximidad oculta.

A la orilla opuesta, una inmensa selva del mas hermoso color verde se eleva casi perpendicularmente a mas de 300 o talvez 400 varas de altura, formando una pared viva, casi vertical, de cuya existencia duda el ojo detenido como por encanto; i solo al cobrar su hábito investigador advierte que lo constituye esa masa de vejetacion colosal, consta de diversos órdenes de bosques que se empinan unos sobre otros, cubriendo una pendiente casi perpendicular. Por una disposicion natural, debida a que las gruesas capas de roca que forman el cerro, unas de piedra sólida i resistente, otras blandas, dispuestas a disgregarse por la accion del aire i de la humedad, salen por los costados i alternan unas con otras, resulta que aquellas dan bastante fuerza i firmeza a los árboles que crecen en sus bordes, i éstas, reducidas a polvo, les suministran tierra i material para cubrir i alimentar las raices. Los robles mas frondosos de abajo alcanzan con sus cimas las cornizas de las rocas sobresalientes del primer alto, de cuyos bordes, partiendo los troncos de otros robles, coigües i canelos, entrelazados con infinidad de plantas parásitas i enredaderas, se elevan hasta el tercer piso de la selva, cubriendo con su lustrosa i verde ramazon la pared del cerro que se esconde tras ellos. Del mismo modo

siguen elevándose unas sobre otras repetidas órdenes de árboles hasta la cima del monte, de manera que colocado a su pié el ojo, no puede advertir el ligero declive que en su insensible retroceso guarda el cerro, para su propia estabilidad i para la conservacion del bosque. Penetrado de humedad el aire, el torrente de aguas que se despeña a la falda, las innumerables fuentes que destilan entre las hendiduras del cerro, i los raudales de luz que, llegando a la mitad de su camino, vierte el sol con profusion en aquel paraje circundado de montes, todo allí contribuye a espesar de tal modo el follaje, que no permite distinguir los árboles unos de otros, ni se ve lo impenetrable del interior de la selva: solo de distancia en distancia, asoman en los costados del cerro trechos de alguna roca, ya negra, dividida en columnas a modo de basalto, ya blanca, resplandeciente como caolina.

Lleno de las mas altas impresiones que recibí este dia, pasé la noche a unas 1300 varas sobre el nivel del mar, todavia en medio de la mas lozana selva, tan vírjen e intacta como las de Arauco i Valdivia. Pero al proseguir el dia siguiente la marcha, desde esta altura hácia el nacimiento del Río Claro, ví cambiar insensiblemente la robustez i el vigor de la vegetacion, resentida de los hielos i de los vientos de la Cordillera. Desaparecen con su fragante flor el teno i las lumas, escóndese el elegante avellano i su mas fiel compañero el canelo, bastardean los robles, se humillan, se cubren del barbudo musgo, i poco a poco se apoderan del terreno los cipreses, tristes precursores de la rejion donde se acaba la vida. Continúa todavia por algun tiempo cierta lucha entre estos últimos i el desairado raulí, lánzase por fortuna algun gigantesco coigüe, que con sus dilatadas ramas trata de abrazar la inmensidad del cielo; mas de repente, se aclara el campo, conclúyese la selva, i estamos en un valle desierto, fragoso, rodeado por todas partes de despeñaderos, llamado valle de los Leones.

La línea en que desaparecen las selvas en el Río Colorado, se halla a mil quinientas varas sobre el nivel del Pacífico; i aunque a poca distancia algunos árboles de pequeño porte, como el nirre i algunos arbustos mas sufridos, suben todavia por las quebradas i pendientes de los cerros que miran al norte, se puede sin embargo tomar la indicada altura por límite de vegetacion silvestre

en estas Cordilleras. Casi a la misma altura llegan todavía los robles i los coigües en la cordillera de Antuco (como a dos grados de latitud mas al sur), i luego veremos que estas mismas selvas alcanzan a subir de 400 a 500 varas mas en el cerro Nevado de Chillan, situado como a la mitad de la distancia entre el Descabezado i el Antuco. Esto me hace ver que el límite de los grandes bosques en la montaña sub-andina no sólo depende de la latitud i la altura, sino tambien de circunstancias locales mas o ménos favorables a la vejetacion silvestre, del amparo que le prestan los cerros, de la direccion de los vientos i de otras causas que no conocemos.

Rara vez en las *travesías* del norte i en los arenales mas áridos de Atacama, recibe el viajero impresiones tan fuertes del desierto, como al salir de aquellos hermosos bosques, a cien pasos de ellos, al divisar por la primera vez los cerros i los hielos que limitan el valle de los Leones.

Aquí vuelve a aparecer el granito, cuyas masas son las que sollevantan todo el sistema de los Andes. Situado en la ribera derecha, el Cerro Blanco es todo de esta roca; pero a poco un trecho mas al este, i por el lado del sur, la cubren los pórfidos i brechas porfíricas pertenecientes al terreno *secundario*, terreno sollevantado, anterior al alzamiento de los Andes. De este terreno constan los cerros que surjen del otro lado del valle, cerros que en sus declives presentan una *estratificacion* mui visible, distinta, bien arreglada i de poca ondulacion; apesar de que ya nos hallamos en la vecindad de los volcanes, cuya aparicion, mui posterior a la sublevacion de los Andes, deberá haber causado grandes trastornos en su derredor.

El valle de los Leones tiene una forma semi-circular, o mas bien semi-elíptica, prolongada en la direccion nor-este; su fondo, aunque mui quebrado, desigual i sembrado de piedras, no carece de pasto, particularmente en el lugar donde el Rio Claro toma su oríjen i, casi al nacer, da un salto, formando una hermosa cascada de aguas claras, heladas como la nieve. Del pié de esta cascada no se divisa todavía ni el Descabezado ni el Cerro Azul, escondidos por las aristas de los despeñaderos mas inmediatos, cubiertas por el lado del norte de bancos de hielo perpétua; solo

al oriente, encima del salto, levanta su frente un cerro puntiagudo, negro como el carbon, tajado a pico, parecido en su forma al diente de un tiburón.

Dos caminos parten de aquí: el uno, en dirección al sud-este, corta derecho al pie del Descabezado, i pasa por sus faldas occidentales; es el mismo por donde los habitantes del llano conducían sus ganados al otro lado, ántes que el nuevo volcán del Cerro Azul les estorbase el tránsito; el segundo, tuerce al norte, lleva a los baños termales de Moncada i ahora sirve de camino principal para la República Argentina.

Con el objeto de visitar los puntos esenciales de toda esta Cordillera, me dirijí por el camino del norte i regresé por el primero, dando vuelta al rededor del Descabezado i pasando por el mencionado volcán nuevo.

En ménos de dos horas de marcha desde los últimos árboles de la selva, llegué a la rejión de las nieves perpétuas. Colgado mi barómetro a las 11 del día (el 27 de Enero) sobre el primer banco de hielo que encontré en la Cuesta de las Ánimas, bajó a 592,1 milímetros, i el termómetro en la sombra marcaba 16°, 4 lo que me da 2,192 metros (como 2,600 varas) de altura sobre el nivel del mar. Es por cierto la menor altura a que en esta latitud se hallan las nieves durante el verano en los declives occidentales de los Andes. Mis guías me han asegurado que este banco de hielo nunca se deshace; su color i lo compacto que está lo demuestran; pero es de notar que su conservación no debe atribuirse únicamente a la altura de la cuesta, sino también a la situación peculiar del banco, resguardado en este lugar, de la acción directa del sol, por un inmenso pabellón de piedra que lo recibe bajo su sombra durante las horas más calurosas del día. Ello es que las nieves perpétuas en esta parte de la Cordillera apenas se elevan a unas mil varas de altura sobre la rejión de la vegetación más lozana de las selvas.

Casi a la altura del señalado banco de nieve en la Cuesta de las Ánimas, bajan los hielos perpétuos de este lado, a un grado de latitud más al sur, en las Cordilleras de Chillán; mientras el lugar más bajo en que he encontrado las nieves a un grado de latitud más al norte, en los mismos declives occidentales de los

Andes, se halla en el nacimiento del río de los Cipreses (Cordillera de Cauquenes), donde un banco de hielo de más de 100 varas de grueso ocupa el fondo de una quebrada situada a unas 3,000 varas sobre el nivel del mar. Pasada la Cuesta de las Animas, nos hallamos en una alta meseta en cuyo centro se ve una linda laguna, casi circular, que ocupa talvez el lugar de algun antiguo cráter de erupción, como lo parecen demostrar las escorias i otras rocas de origen volcánico, esparcidas en su contorno.

El camino pasa por la orilla oriental de esta laguna e insensiblemente sube por la falda de unas lomas *traquíticas* que nos conducen a lo alto de la cuesta de las Cruces, de precipitada pendiente, i cubierta de nieve: pertenece a las vertientes del río Lontué.

Observado el barómetro sobre una inmensa masa de nieve perpetua que cubre las cimas de dicha cuesta, marcaba 567,4 milímetros, su termómetro 24°,6 i el otro termómetro suspendido en la sombra de unos peñascos a una media vara sobre el hielo, daba todavía para la temperatura del aire 17°,6 de calor a la una de la tarde. Según esto las nieves de la cuesta de las Cruces deben estar a 2,580 metros (3,070 varas) sobre el nivel del mar; es decir a unas 470 varas mas arriba que el banco de hielo de la cuesta anterior.

Colocado el viajero en la nevada cumbre de la cuesta de las Cruces mira de frente la Cordillera del Planchon, toda cubierta de nieve, surcada de rocas muy negras. En vano intentará la mejor pluma describir el bello contraste que hacen aquellas relumbrantes masas de hielo, traslucientes en sus bordes como el mas puro cristal de Flintglas, algo azulejas, al lado de esos riscos negros como el asfalto, que rayan i cruzan las faldas mas escarpadas de todo el cerro desde la cima hasta la base.

Por lo grandioso de sus dimensiones, este cerro parece estar muy cerca de nosotros, aunque colocado ya del otro lado del Lontué, talvez a mas de una legua de distancia de la cuesta de las Cruces. En fin, de lo alto de esta cuesta mirando abajo, se hunde la vista a unas 1,200 varas de perpendicular, en un valle angosto en cuyo fondo, cercado por todas partes de despeñaderos, se ve una laguna de triste aspecto, verde, amarillenta, arropada por un

vapor blanco que se estiende sobre ella. Esta es la laguna de Mondaca, en la cual por lo comun se cree hallar el nacimiento del rio Lontué.

Ya hemos dicho que en las últimas lomas, pasada la Cuesta de las Ánimas, encontramos rocas de oríjen volcánico, en particular algunas que por sus caracteres mineralógicos parecen verdaderas *traquitas*. El elemento que predomina en ellas es el feldespato vidrioso, mui abundante, embutido en una masa negra algo porosa. De esta roca consta la cumbre de las Cruces; pero al bajar la cuesta, tan pronto como pasamos el mencionado banco de nieve, que en esta estacion mas calurosa del verano tenia cerca de una cuadra de anchura, empezamos a encontrar piedra pómez i obsidiana, o vidrio volcánico mui lustroso. Estos productos, llegando a media falda, se hallan en tanta abundancia que cubren todas las pendientes del cerro i forman inmensas masas de una arena blanca como la nieve, mui liviana, áspera al tacto i suavemente árida, que sin duda proviene de la destruccion de piedra pómez i de cenizas volcánicas. Mas abajo obstruyen el camino trozos de obsidiana tan grandes que algunos tienen 60 a 80 varas cúbicas de volúmen; i no son negras, sino de color gris ceniciento, llenas de feldespato vítreo i a veces algo porosas, que presentan caracteres intermedios entre los de la piedra pómez i la verdadera obsidiana. En fin, estas mismas rocas volcánicas rajadas i fracturadas, llegando al pié de la cuesta, se hallan con tanta profusion esparcidas en el suelo, que evidentemente señalan un antiguo torrente de lava, endurecido i hecho pedazos en su curso.

Al examinar la estension i el lugar que ocupan estos productos volcánicos, probablemente mui modernos, se nota que ellos bajan por una inmensa quebrada, que viene de la parte oriental de la Cordillera, donde mis guias me indicaron la existencia de unos volcanes antiguos, hoi dia enteramente apagados o *aplacados*, segun ellos me decian. Por esta quebrada se descuelga un raudal de agua mui amarilla, rojiza, causando gran estrépito en los cerros i acarreando masas de arena i fragmentos de piedra pómez.

Gran contraste hace, con lo ruidoso de aquel torrente, la imposible i quieta superficie del lago de Mondaca. En su orilla meri-

dional brotan las aguas termales que llevan el propio nombre de la laguna i se hallan a 1,300 varas de altura sobre el nivel del mar; es decir, a la misma altura en que pasé la última noche en medio de la mas hermosa montaña, debajo de los robles, mirtos i laureles.

¡Cuán diferente es el aspecto de este valle de Mondaca! Un duro suelo de cascajo, las aguas turbias e inmóviles de la laguna, enriscados montes i precipicios por todas partes: solo en la otra estremidad del valle, donde se acaba el lago, se ven reverdecer los prados, se levanta el suelo en forma de escalones i brilla una hermosa cascada del rio que cae en la laguna.

Las aguas termales que acabo de mencionar i que cada día adquieren mayor fama i crédito, salen de debajo de una roca granítica; mas el terreno en medio del cual aparecen es de puro cascajo i arena gruesa, que tapan i esconden todos los manantiales. La superficie del suelo es enteramente seca i árida, i para formar un baño se cava en el suelo un hoyo de una o dos varas de hondura, hasta que se llega al hilo del manantial, cuya agua sube en el acto sin poder elevarse jamas a la superficie.

Unos cinco o seis de estos hoyos he visto en ménos de una media cuadra de distancia, i en todos hallé agua mas o ménos caliente, mui clara, cristalina, en algunos de cierto olor poco perceptible i algo desagradable, pero que no era de hidrójeno sulfurado.

Estas aguas, aun espuestas al aire no se enturbian, ni producen precipitado alguno, i tienen el agradable sabor de las mejores aguas potables: tampoco desarrolla en ellas gas alguno visible.

Sumerjido el termómetro en tres hoyos que he examinado uno en pos de otro a las 4 de la tarde, hallándose la temperatura del aire a 26° 2, encontré que el calor

de uno de ellos subia a.....	44° centígr.	
el del segundo a.....	37°	»
i el del tercero a.....	28°	»

Pero es de advertir que estas mismas aguas al momento de brotar en el pozo recién hecho, tienen una temperatura mas elevada i se entibian algo despues.

Un análisis que he hecho del agua sacada del hoyo mas caliente me dió por su composicion:

En un litro de agua a la temperatura de 15°%.

Cloruro de sodio	0,0496
» de potasio	0,013
» de magnesio	0,009
Sulfato de soda	0,220
Carbonato de soda	0,032
» de cal	0,207
Sílice	0,079
Óxido de hierro i alúmina	0,023
	1,079

En medio de estos hoyos i montones de piedra rodada, hallé una pequeña choza de ramas secas, medio abierta, que no daba amparo ni contra los hielos de la mañana, ni contra los ardientes rayos del mediodía. En ella moraban unos cuantos enfermos tendidos sobre el suelo, abrasados por el esceseivo calor que hacia i atraídos a esa soledad i desierto por los maravillosos efectos que a estos baños se atribuyen. Al ver aquella jente débil i de pálido rostro, espuesta a toda la intemperie del clima, donde no se puede encontrar alma viviente, admiré el valor i la fé del hombre impedido a luchar contra todo el rigor de la naturaleza en busca de la salud; i estrañé que, a poca distancia de la capital de una populosa provincia, a unas cuatro o cinco leguas de la mejor madera de Chile, no se hubiese construido en este lugar tan famoso por sus baños termales, siquiera una casa de abrigo, i no se hubiese compuesto el camino para pasar las dos nevadas cuestras que forman el único trecho incómodo para los viajeros.

Los enfermos que aquí vienen, permanecen ocho o nueve dias, tomando agua i bañándose, los mas atacados de dolores reumáticos, de afecciones al estómago o de enfermedades cutáneas; al

cabo de este corto tiempo, casi todos, segun me han asegurado, se sienten mejor i vuelven felices a sus casas, si no les sorprende en el camino alguno de aquellos temporales que son tan frecuentes en esta cordillera (1).

Mui pronto me retiré de aquella triste mansion, i volviendo a mis estudios i observaciones jeológicas, seguí el camino por la orilla meridional de la laguna, cuyas aguas empezaba a inquietar la brisa de la tarde, echando a la playa bastante guijarro blanco, mui liviano, de piedra pómez i de escoria.

Ya hemos dicho que la roca inmediata a los baños es un granito. Esta roca compuesta de dos especies de feldespato, mica negra i cuarzo, se eleva casi perpendicularmente desde el plan del valle; i debe ser su aparicion en esta proximidad de los volcanes, de mucha importancia para la jeología, atendiendo al papel que los granitos hacen en todo el sistema de los Andes. En realidad, estas rocas son las que han solevado esa inmensa cadena de cerros, i por consiguiente en el seno de ellas debe hallarse reconcentrada la fuerza que ha causado aquel gran trastorno en la superficie del globo. De esto proviene probablemente, que en todos los volcanes activos o apagados que hasta ahora he visto en los Andes de Chile, se hallan siempre mui cerca de los centros de actividad volcánica, masas de granito, en medio de las cuales se habran abierto las grandes chimeneas volcánicas que hoi dia sirven de verdaderas válvulas de seguridad, por lo mismo que establecen comunicaciones entre el interior del globo i la superficie de la corteza terrestre.

El granito de que acabo de hablar no se muestra sino por un lado de la laguna; i ántes de alcanzar la cima del cerro, cuya base constituye, se cubre de gruesas capas de pórfidos que, segun parece, son los mismos pórfidos *secundarios* que pertenecen a la época anterior a los Andes. Toda la ribera opuesta del lago i los demas cerros que se prolongan en la direccion del propio valle hácia el este, constan de rocas volcánicas, mas modernas, de di-

(1) Sería de desear que la Municipalidad de Talca, ayudada de la jente mas acomodada de esta provincia, se empenase en proveer estos baños de casas i de las comodidades mas necesarias en la estacion del verano.

versas formas i composicion. Entre estas rocas, tres variedades principales merecen señalarse.

En primer lugar, las alturas se hallan coronadas de unas rocas negras que se dividen todas perpendicularmente en pilares i forman diversos grados de galerías que rodean en todas partes el valle. Estas rocas que por su aspecto exterior se parecen mucho a los basaltos, son unos pórfidos de masa mui compacta, negra, sin lustre, llena de pequeños cristales de feldespatos vítreos, sin ningun indicio de anfíbola, piroxena, ni olivina. Este pórfido, que mui amenudo encontramos al rededor del Descabezado, lo llamaremos por abreviacion *pórfido en columnas*.

En segundo lugar, estos mismos pórfidos se hallan asociados a otras rocas tambien porfíricas, que parecen contener el mismo feldespatos, mas no se dividen en columnas i se parecen mucho a lo que los jeólogos llaman traquitas modernas.

En fin, mas abajo, en el fondo del valle i de su centro asoma otra roca, que en su estructura i composicion presenta caracteres mui particulares. Es un pórfido o mas bien brecha porfírica, cuya masa es rojiza o gris, jaspeada con diversos grados de verde o amarillento, i en ella se ven embutidos fragmentos de obsidiana negra, lustrosa, que se empaña al aire i es apenas fusible al soplete en un vidrio o esmalte blanco. En esta misma masa se ven mui abundantes cristalitos de feldespatos i otros fragmentos que se asemejan a la piedra pómez, aunque algo mas duros i ménos porosos que esta última.

Es regular que esos conglomerados de obsidiana sean de formacion mui moderna; sin embargo, para decidir qué papel hacen con respecto a aquellos pórfidos en columnas i respecto de las lavas i erupciones pertenecientes a la última época, se necesitaria de un exámen i un estudio mas detenido del lugar, donde indispensablemente deberia pararse el jeólogo para estender sus escursiones no solo a todos los contornos del valle de Mondaca, sino tambien a los mencionados *volcanes* antiguos que deben hallarse a poca distancia de aquí, al sur de la cuesta de las Cruces.

No es exacto lo que se suele oír a los habitantes del llano que el rio Lontué nace en la laguna de Mondaca. Esta laguna es un gran sumidero de aguas traídas por un rio que nace 7 u 8 leguas

mas al oriente i se conoce bajo el nombre de Vertientes o de rio de Mondaca. El plan del valle de este rio se eleva por gradas o grandes escalones, i en cada escalon se ve un llano cubierto de praderías. Hai tres de esos llanos mas estensos, conocidos bajo el nombre de las vegas de San José, Santa Lucía i Santa Juana, cada una de las cuales forma un valle elíptico i ocupa el lugar de algun lago antiguo. Cerros del mismo pórfido en columnas que acabo de describir rodean estos valles i, al caer de un valle al otro se estrechan i se allegan unos a otros, dejando en las entradas riscos i precipicios de formas mas caprichosas i estrañas que las que pudiera inventar la imaginacion mas feliz de un pintor entusiasta. Los prismas i pilares del mencionado pórfido llegan en partes a tener apénas 8 o 10 pulgadas i son por lo comun de tres, cuatro o cinco caras, tan simétricos e iguales como si fuesen cortados a cincel. Millares de estas columnas forman como pórticos enriscados unos sobre otros, las mas mui derechas i verticales, otras encorvadas i estiradas en diversas direcciones, que a veces diverjen en radios i parten del vértice o de algun centro en los costados del cerro.

En lo mas alto de aquellas séries de pilares mui negros i en parte coronados de nieve, nacen i se descuelgan miles de fuentes i de arroyos, que, reunidos en la principal vertiente abajo, cruzan la vega i al bajar del último escalon en el valle de Mondaca, producen en repetidos saltos una hermosa cascada, arrojando sus aguas mui cristalinas sobre aquella *brecha* de obsidiana cuya formacion es todavia un misterio para el jeólogo. Fácil es concebir qué efecto produce sobre la superficie de esta roca, tan variada en su estructura i colores, el trasparente rio que se desliza sobre ella, puliéndola incesantemente i realzando sus matices con el reflejo mismo de la corriente.

No sin placer, en medio de estos cerros tan solitarios que no deslindan sino con un desierto todavia mas solitario que ellos mismos, hallé en el primer valle que se eleva sobre la laguna, un lindo prado cubierto de animales, una lechería i jente pastora. Pasé la noche en este lugar, i el dia siguiente me dirijí por la orilla del rio con el propósito de alcanzar la línea divisoria de las aguas ántes de visitar el Descabezado.

A unas cuatro o cinco leguas de la laguna, subiendo siempre por el mismo valle que se interpone entre el Planchon i el Descabezado, llegamos a la misma altura de la cuesta de las Cruces i allí encontramos otra vez la nieve, enfrente del Cerro Colorado. Las rocas que predominan en esta parte, son las traquitas porfíricas, asociadas con otras que se dividen en lajas como las esquistas, mui sonoras i de color parecido a la *fonolita* o piedra sonora de Aubernia.

Luego dejamos el curso de la vertiente de Mondaca cerca de su nacimiento, e inclinándonos hácia el sur-este, pasamos por una cuesta i una alta meseta cuya superficie toda cubierta de fragmentos de piedra, parece como de intento empedrada i no presenta el menor vestijio de vejetacion.

De lo alto de esta meseta se nos descubrió, por la primera vez, desde que entramos en el cordón de los Andes, la cumbre del Descabezado con sus dos mas sobresalientes conos volcánicos, uno del Descabezado Grande i otro del Descabezado Chico, unidos por un inmenso llano de hielos perpétuos. De debajo de esos hielos, cuya blancura i grandor esceden los del mismo Planchon, sale una antigua corriente de lavas, tan negras como el asfalto i tan quebradas i enriscadas en su superficie, que de léjos tienen el aspecto de un inmenso escorial arrojado a la puerta de un ingenio. Estas lavas bajan por el costado oriental del cerro i se dividen en dos ramas: la una mui ancha, invadió una parte del valle que se estiende hácia el este; la otra cae en una quebrada que se divide al sur i sigue el curso de uno de los principales manantiales del Maule, pasando por un hermoso valle, llamado valle de la Invernada.

Al divisar por la primera vez tan de cerca el Descabezado, involuntariamente nos asalta un pensamiento: ¡qué terrible aspecto debe de haber presentado en tiempos pasados este cerro, que hoy dia quieto i silencioso, descuella entre las mas atrevidas frentes de la cordillera, cual un inmenso fuerte con dos volcanes por torres, un campo de hielo por techo i torrentes de lavas por fosos!

Por las cimas de este cerro, como por las del Planchon, del Cerro Azul i del Cerro Nevado de Chillan, pasa la línea de la rejion mas elevada de los Andes, pero no la línea divisoria de las aguas,

la cual corre del otro lado de aquella a unas tres o cuatro leguas mas al oriente. Entre estas dos líneas, enfrente del Descabezado está un cerro llamado el Cerro del Medio, tambien nevado, volcánico, en cuyos cráteres hoi dia vacíos i en las faldas cubiertas de hielo, nace un gran arroyo, que luego toma el tamaño de un rio i se dirige al norte. Este rio pasa por un valle llamado Valle Grande, descendiende casi paralelamente a las vertientes de la Laguna de Mondaca i unido con el rio que sale de esta laguna, forman ámbos el rio Lontué, uno de los mas caudalosos del sur.

Tras el arroyo del Cerro del Medio, al este de este último, corren las lomas del cordon que divide las aguas i por un *por-tezuelo* en dichas lomas, llamado Puerta del Yeso, cruza el camino para la República Arjentina i para los potreros, donde los hacendados de Talca echan a pastar su ganado durante la estacion del verano.

El paso por la Puerta del Yeso no es malo, ni áspero, ni mui estrecho; queda en todos los meses del verano sin nieve i se halla a unas 2,400 varas de altura sobre el nivel del mar. Comparada esta altura con la de los análogos en todo el cordon de los Andes de Chile, hallamos que el paso de la Puerta del Yeso está, con poca diferencia, casi a la misma altura que el lugar donde el camino de las Pampas pasa por la línea divisoria a unas cien leguas mas al sur, en la Cordillera de Pichachen, frente del volcan de Antuco, i como de 2,500 a 3,000 varas mas abajo que los puntos en que los caminos cruzan la misma línea en las Cordilleras del norte, a la latitud de Copiapó, de Coquimbo i de Aconcagua.

En la Puerta del Yeso nace un arroyo que luego entra en una quebrada del mismo nombre, abierta en medio del mismo pórfido en columnas que ya he descrito entre las rocas del valle de Mondaca. Esta quebrada baja con un declive mui pendiente al este, i como a una legua de distancia recibe otro arroyo que cae casi perpendicularmente de un despeñadero de 200 a 300 varas de altura. Desde allí principia a ensancharse i se cambia en un hermoso valle cubierto de pastos, que sigue bajando hácia el oriente inclinándose un poco al norte. En este valle se halla el Potrero del Yeso que en esta estacion siempre está cubierto de ganado, perteneciente a las haciendas de Chile.

Desde este lugar ya se puede abrazar de un golpe de vista los cerros que constituyen el declive oriental de los Andes, cerros mas llanos, ménos pendientes i ménos variados en sus formas i colores que los de este lado. Se echa al mismo tiempo de ménos aquella variedad de árboles i arbustos que forman el mas lindo adorno de los Andes de Chile, i se estraña este inesplicable cambio en la naturaleza.

En realidad, un mismo cielo cubre las dos pendientes de las cordilleras, unas mismas rocas bajan sobre sus costados; la rejion de las nieves parece huir por aquel lado hácia la cumbre; abundantes aguas corren por todos los valles i quebradas, i no obstante un color triste, monótono i sombrío cubre los declives que miran a la Pampa, i solo queda al viajero un grato recuerdo de los hermosos robles i cipreses que tanta admiracion le inspiraron en el ameno valle de Rio Claro.

Por un espacio de dos a tres leguas mas al oriente he seguido el curso del mencionado estero del Yeso, hasta una colina donde se esplotan las minas de yeso que dieron el nombre a este valle. De lo alto de esta colina se divisa el mismo valle que baja todavia mas de una legua al este, i se une con otro que viene del norte. Los hombres que me acompañaron i que habian atravesado repetidas veces esta cordillera, me han asegurado que las aguas del estero del Yeso se juntan con el Rio Grande, uno de los rios principales de la provincia de Mendoza, que reúne todas las vertientes orientales de esta cordillera.

El yeso de la mencionada mina constituye una capa de quince a veinte metros de espesor, dividida en capas mas delgadas que parecen estar en *estratificacion* concordante con todo el terreno que las cubre. Este terreno es de pórfidos estratificados *secundarios*, que alternan con rocas compactas, *esquitosas*, no calizas, i todo el terreno parece idéntico con el que se observa en la parte superior de las faldas occidentales de los Andes, terreno anterior al solevantamiento de estos, i mui distinto de los terrenos volcánicos mas modernos. El yeso es compacto, blanco, fajado de venas mas oscuras que a veces dan a toda la piedra un color gris negruzco; las venas en jeneral se estienden paralelamente en la direccion de los planos de division. En fin, toda la capa de yeso sale

de debajo del terreno de *aluvion* o de *acarreo* al pié de la cuesta meridional del valle, i no se deja ver qué grueso tiene i sobre qué descansa.

Una formacion de yeso de igual naturaleza he tenido ocasion de observar en un terreno análogo en el norte de Chile en medio del terreno porfirico estratificado, mui léjos de los volcanes; i, por la situacion en que se halla este yeso, su estructura, propia de los terrenos de sedimento, su concordancia con las *estratas* secundarias, i otros caracteres jeolójicos, no parece que su formacion, aun en este valle, tuviese conexion mui íntima con los fenómenos volcánicos, particularmente con el Descabezado, del cual se hallan estas minas como seis a siete leguas al oriente i unos 1,500 metros mas abajo.

Debo agregar que minas de yeso, iguales a las que acabo de señalar, se hallan tambien en el Valle Grande al este del Planchon, en el valle de aquel ya mencionado rio que nace en el cerro del Medio i que se junta con el rio de Mondaca para formar el Lontué. Estas minas que no se deben equivocar con las del Potrero del Yeso, se hallan incontestablemente en las vertientes de las aguas que corren al Pacífico, miéntras aquellas, situadas a muchas leguas mas al oriente, se hallan en un valle cuyas aguas corren al este.

De la mina del «Yeso» he vuelto atras sin poder proseguir mis escursiones mas al oriente; i de regreso por el mismo Potrero del Yeso, noté, como dos leguas ántes de llegar a la línea divisoria, la presencia del granito que en esta parte rompe todo el terreno *solevantado* i aparece con los mismos caracteres i en las mismas circunstancias que el granito de la laguna de Mondaca.

El trecho en que estas *masas de solevantamiento* se manifiestan en este paraje es de poca estension; en ellas hallé una veta de hierro olivístico (hierro espejado), la única veta metálica que en estas cordilleras he encontrado; i al subir sobre el citado granito, he hallado en contacto i al rededor de él, los mismos pórfidos volcánicos, brechas porfíricas de fragmentos de obsidiana i los mismos pórfidos en columnas que ví en los contornos del valle de la laguna de Mondaca.

Solo aquí, al acercarme mas a la *línea*, (como a una legua al

este de la Puerta del Yeso), examinando mas detenidamente las mencionadas brechas de obsidiana, noté que estas rocas, por la descomposicion i modificacion que el vidrio volcánico sufre con el tiempo i con el contacto del aire, se trasforman en otra roca de diferente aspecto, que importa mucho conocer para esplicar la presencia de ella en otro lugar donde este pasaje de unas rocas a otras no sea tan visible.

He aquí en lo que consiste esta metamórfosis de las citadas brechas: la obsidiana que en ellas se halla, forma unos fragmentos embutidos, de todo tamaño, pero los mas de forma lenticular, largos, rara vez de mas de 6 a 8 líneas de grueso; algunos tienen mas de un pié de largo i con frecuencia se hallan colocados paralelamente a los planes en que se divide la masa. Esta obsidiana, miéntras se conserva intacta, tiene color negro, lustre de vidrio algo resinoso, fractura desigual o concoídea imperfecta; al soplete se funde con alguna dificultad solo en los bordes, i se pone blanca o descolorida; calcinada hasta enrojecerse pierde cerca de uno por ciento de su peso. Pero estos caracteres no se conservan sino en las fracturas recientes de la roca i en la parte mas baja de la quebrada, donde el influjo de los agentes atmosféricos no ha penetrado todavía en el interior de la piedra; miéntras tanto, en los peñascos separados, en los despeñaderos espuestos a toda la accion de la atmósfera, i en jeneral, en la parte mas encumbrada del terreno, la misma obsidiana cambia de aspecto: primero se empaña, su color negro de terciopelo se aclara, su estructura se hace ménos i ménos compacta, la fractura ménos concoídea, i en fin, toda la sustancia se transforma en una piedra gris cenicienta, enteramente opaca, sin lustre, algo granuda; i solo quedan, apénas visibles, los pequeños cristalitos de feldespato que esta misma obsidiana tenia, sin que al propio tiempo sus fragmentos cambien de forma i de tamaño. Calcinando esta piedra ya enteramente cambiada en su aspecto, a un grado de temperatura bien elevado, he visto que perdía todavía un poco ménos de su peso que la obsidiana negra lustrosa, i presumo que en su composicion no presente diferencia alguna de esta última: luego esta metamórfosis debe provenir de algun cambio molecular que se opera en medio de la roca misma, sin que se haya alterado la masa que la constitu-

ye. Al mismo tiempo que una trasformacion tan inesperada se nota en los fragmentos de obsidiana, otra sustancia que tambien forma partes distintas en el mismo conglomerado, sustancia parecida a la piedra pómez, pero mucho mas densa i compacta i que forma globulitos i fragmentos redondos u ovalados, tambien se convierte en terrosa, de color gris claro, i se reduce a polvo en la parte descubierta de la roca. De modo que vaciándose poco a poco los huecos que dicha sustancia llenaba, quedan agujeros mas o ménos grandes, entapizados de materia terrosa, a veces amarillenta, o de otros colores, i toda la roca se hace porosa, agujereada en su masa, asemejándose algo a ciertas variedades de dolomia, solo mas notable por la variedad de sus colores i lo hetereojénea que es en su estructura.

Estas rocas se hallan, como ya he dicho, asociadas con el pórfido en columnas, aun en la puerta del Yeso, del mismo modo que en las vertientes de Mondaca; i el citado pórfido parece siempre contener la misma especie de feldespato, en cristalitos mui pequeños, diseminados en una masa compacta, tenaz, sin el menor indicio de piroxena ni anfíbola. Sus columnas tienen aquí hasta 8 o 9 varas de altura i son perfectamente verticales; pero al lado de ellas, hai otras mui estiradas, delgadas, como tubos de órganos, algunas encorvadas i retorcidas.

Aunque estos pórfidos ocupan principalmente el centro de la quebrada i a primera vista parecen surgir de debajo del conglomerado de obsidiana, examinando sin embargo su situacion, se ve que forman unas capas sobrepuestas a aquel, capas que se prolongan mui léjos por el lado del norte en el valle del Yeso, terminándose en unas torrecillas i galerías que coronan la cuesta: son, en jeneral, rocas que habrán salido del seno de la tierra en estado mui líquido, i que deben sus divisiones prismáticas al modo como se han enfriado i a la disminucion de volúmen que habran sufrido en su enfriamiento i solidificacion.

Al volver de la línea divisoria de las aguas hácia el Descabezado, me dirijí por las faldas del Cerro del Medio, en cuyas pendientes vueltas hácia el nor-este, cubiertas de lavas i escorias vomitadas por el mismo Cerro, hallé un banco de hielo mui considerable a la altura de 3,300 varas sobre el nivel del mar, i por

consiguiente, como 900 varas mas elevado que el primer banco de nieve que encontramos en las faldas occidentales de los Andes en la mencionada cuesta de las Animas.

Por todas partes el Cerro del Medio tiene a sus pies capas de lavas, mientras su cumbre no parece sino un horno recién apagado con inmensas chimeneas derrumbadas, huecas, cavernosas, i su amazon toda enriscada, trizada i rayada con materias negras, blancas i rojas como la sangre. En un lugar llamado Aguas Calientes, en frente del Descabezado Chico, se ven en la superficie del terreno trozos aislados de obsidiana de tamaño prodijioso, que parecen haber caido del Cerro del Medio. En este lugar, siempre espuesto a grandes vientos i temporales, deberia detenerse el jeólogo por un par de dias para hacer un estudio particular del Cerro del Medio i de sus alrededores, teniendo solo cuidado de traer consigo leña para su alojamiento; porque el lugar carece enteramente de arbustos i no de pasto, que aunque mui bajo i algo escaso, da bastante alimento a los animales.

Apremiado por el tiempo, no hice mas que recorrer la parte occidental del cerro, i el mismo dia, como a las dos de la tarde, bajé al valle llamado Invernada de Jirones, de que ya hice mencion hablando del Descabezado.

Este valle, como he dicho, viene bajando casi al pié del Descabezado Chico, con una inmensa corrida de lavas, i da vuelta por el lado del oriente al rededor de la masa principal que sirve de base o de apoyo no solo a todo el Descabezado, sino tambien, aunque en parte, a su vecino Cerro Azul. En estos volcanes, como en cualquiera de los Andes, el naturalista ha de distinguir: 1.º la parte inferior, la mas volcánica, en que se apoya i está arraigado el volcan, parte que pertenece todavía al cuerpo principal de los Andes i data de la época del solevantamiento de éstos; 2.º la parte superior i mas moderna, la que se ha elevado a su altura actual en tiempo del solevantamiento del volcan, i por lo mismo, se debe considerar como posterior a la aparicion de los Andes: ella consta por lo comun de algunas rocas análogas a las primeras, pero ya modificadas mas o ménos por la accion volcánica, mediata o inmediata, i de otras que vieron la luz en el acto de la aparicion del volcan; en fin, 3.º la parte de arriba que consta de mate-

rias arrojadas, lavas i productos incoherentes que se amontonaron en forma de cono en los cráteres o bocas principales del volcan. La dificultad principal que presentan estos estudios consiste en saber distinguir estas tres épocas: la anterior, la contemporánea i la posterior, que forman la historia de todos los volcanes.

El fondo del valle de la Invernada tiene en partes como un cuarto de legua de anchura, i los despeñaderos que lo encajonan alcanzan a tener 400 a 500 varas de elevacion sobre las aguas que lo recorren. Estos despeñaderos constan, por el lado del poniente, de innumerables capas de aquellos mismos pórfidos i conglomerados porfíricos de fragmentos de obsidiana, que ya hemos examinado en la Puerta del Yeso i en la Laguna de Mondaca. Aquí tambien como en otros lugares, las capas superiores presentan la misma modificacion en su aspecto que ya hemos señalado mas arriba: es decir, la obsidiana que contienen ha perdido completamente su lustre i ha variado de tal modo en color i en estructura, que ni parece obsidiana, miéntras abajo ella conserva todavia sus caracteres, constituyendo conglomerados porfíricos de fragmentos lustrosos, negros, lenticulares o enteramente irregulares, embutidos en una masa violácea o de los diversos matices que abundan en el feldespató vítreo. En medio de estas rocas, en el centro del valle, i en el mismo cauce del arroyo, aparece tambien el pórfido en columnas, que tan constantemente acompaña a dichos conglomerados en toda la estension del terreno comprendido entre las cumbres del Descabezado, el Planchon i los lomajes de la línea divisoria.

Ahora, si de la cuesta oriental de la Invernada pasamos al lado opuesto i examinamos los cerros que cierran la parte superior de este valle por el lado del Descabezado Chico, descubrimos que allí los mencionados conglomerados de obsidiana no se hallan sino en lo mas alto de la cuesta i descansan sobre los pórfidos *abigarrados* o pórfidos *secundarios* estratificados (sin obsidiana), que no son de formacion volcánica propiamente dicha i pertenecen a la época anterior al solevantamiento de los Andes. Estos pórfidos, que, en el mismo lugar, se ven atravesados por un inmenso *dique* o vetarron porfírico mas moderno, presentan en cuanto a su altitud, un desnivel tan considerable respecto de sus análogos en la

misma cadena de los Andes, que para esplicarlo, fuerza es suponer que toda la masa del cerro que sirve de apoyo al Descabezado, surgió levantada por la fuerza volcánica del lugar, cuando ya la cadena principal de los Andes estaba formada; i talvez, en este trastorno local se hayan abierto grandes grietas, por las que salieron masas de aquellas traquitas i conglomerados de obsidiana que en la actualidad llenan la parte baja de las mesetas comprendidas entre el Descabezado, el Planchon i la línea divisoria.

Volviendo ahora a aquella *corrida* de lavas arriba citadas, que vienen del antiguo cráter del Descabezado Chico, i bajando con ellas al pintoresco valle de la Invernada, notamos que un brazo de esta corrida se estiende sobre toda la parte mas baja del valle i tiene mas de tres leguas de largo, alcanzando a llegar hasta el pié de la cordillera que sirve de base al Cerro Azul.

Esta lava descansa sobre las tierras i arenas mui modernas del propio fondo del valle, i sigue sus sinuosidades por ámbos lados del estero, sin tener en ninguna parte mas de 5 a 6 varas de espesor. La masa de que consta no se parece ni a las lavas que se encuentran en las faldas occidentales del volcan de Antuco i que contienen mucha olivina, ni a las lavas todavia mas porosas i livianas de los volcanes modernos del antiguo continente. Las de este sitio son porfíricas, compuestas de una masa vidriosa negra, de verdadera obsidiana i de cristalitos blancos mui abundantes, tambien con el lustre del vidrio, sin el menor indicio de cualquiera otra especie mineral.

Pero lo que se nota de mas particular en esta lava i en lo que ella se parece a las lavas modernas de Antuco, especialmente a las que se estienden por el lado de la laguna de la Laja, es que en toda la estension, como de tres leguas, que dicha lava ocupa, en lugar de formar una capa continua, paralela al terreno en que ha corrido, no se ven sino trozos de esta lava mui grandes, fracturados, de formas estremadamente irregulares i caprichosas: unos, enteramente torcidos, encorvados, presentan superficies curvas trizadas en todos sentidos; otros, erguidos i derechos, descansan en la parte fracturada, levantando los dos planos de la corrida casi verticalmente; otros forman como troncos de árboles retorcidos i quebrados: en jeneral se parecen algo a ciertas escorias de fundi-

cion, mui refractarias, que al *sangrar* el horno corren con mucha rapidez, i al enfriarse, se rajan, saltan, desfiguran i tuercen, conservando por mucho tiempo el calor i a veces la fluidez de la materia en su interior.

Reparando en el aspecto tan estraño de estas lavas, no se entiende, cómo han podido correr mas de tres leguas de camino conservando en todo su largo casi un mismo espesor, i cómo se puede explicar su quebrantamiento, sobre todo sus formas; pues si estas lavas las hubiesen tomado en el acto de correr por el valle, su movimiento habria sido mui lento i se habria obstruido el paso.

Creo que este punto tan difícil como interesante en la jeolojía del Descabezado se aclara admitiendo: 1.º que esta lava ha salido en estado de fusion i fluidez tan perfecta, que en mui corto tiempo ha podido desparramarse en todo el fondo del valle de la Invernada, a lo que no poco habrá contribuido el gran declive de este fondo por donde hoi dia corre un torrente de agua; 2.º que por la poca conductibilidad para el calórico de las sustancias vítreas i mui poco ferrujinosas de esta lava, ha podido retardar el *punto de su solidificacion* i ha tenido tiempo para llegar al término de su corrida ántes de principiar a cambiar de estado: por lo que ha podido estenderse en forma de una capa delgada i casi del mismo espesor en toda su longitud; 3.º por la misma razon, empezando ella a espesarse, i a pasar al estado sólido, luego que se formó la costra exterior, el enfriamiento debia continuarse lenta i gradualmente, pudiéndose al mismo tiempo efectuar el libre arreglo de las moléculas, indispensable para la cristalización del feldespato; 4.º que en fin, esta misma masa llegando a cierto grado de solidez, tirada interiormente i de un modo desigual por la fuerza de contraccion a que se hallan sujetas las materias vítreas al tiempo de enfriarse, estando ella todavia en partes blanda en partes medio líquida i mui espesa, tuvo que partirse en trozos mas o ménos grandes, i cada trozo, cada fragmento, repentinamente libre de la cohesion que lo unia a toda la masa, debió de moverse, de saltar, de dislocarse, i algunos mas blandos tuvieron que torcerse i estirarse, tomando las formas i tamaños que conservan actualmente.

Puede ser que para producir este poderoso efecto mecánico en la fractura i torcimiento de los trozos, haya en cierto modo contribuido la fuerza de cristalización, la que en medio de la masa vítrea de obsidiana de que se compone la lava, tuvo que atraer unos a otros los elementos necesarios para la formación del feldespato i los unió en cristales.

A estas consideraciones debemos agregar que en toda la extensión del valle por donde corrió esta lava, como también en todos los alrededores del Descabezado por el lado del oriente, es decir, en la dirección de los vientos reinantes, se ven desparramados en la superficie del suelo pequeños fragmentos de piedra pómez, que rara vez esceden en tamaño a una nuez i contienen en su interior hojillas de mica: igual fenómeno se nota en las inmediaciones del volcan activo de Antuco, con la diferencia de que los pequeños fragmentos volcánicos que este último arroja, no son de piedra pómez, sino de una escoria mas sólida i dura, mui liviana, i en cuyos poros, mucho mas grandes que los de la piedra pómez, se ven a veces cristalitos de feldespato.

Presumo que en aquella terrible erupción que de la boca del Descabezado Chico hizo salir esta inmensa corriente de lavas, debe haberse gastado mas de la mitad del cono que hoy día se ve trunco i escotado en sus bordes: desde entónces ha dormido el volcan i sobre su cráter empezaron a acumularse los hielos en la misma boca que en los tiempos pasados arrojó fuego.

Retirándonos ahora de ese gran monumento de la antigua historia del Descabezado, iremos a observar cómo la misma fuerza interior, el mismo fuego que nunca se apaga, manifestó su poderosa acción, hace dos años, al otro lado del Descabezado, por la parte en que dicho cerro se une en su base con el Cerro Azul.

SEGUNDA PARTE

DESCRIPCION DEL NUEVO VOLCAN SOLFATARA
APARECIDO HACE DOS AÑOS EN EL CERRO AZUL (CORDILLERA
DE TALCA)

Mas de tres leguas hemos de caminar, bajando por el valle de la Invernada, hácia el sur, para llegar al lugar en que este valle i el rio que lo riega tuercen al sur-este, buscando paso para juntarse con el Maule. En todo este valle, en medio de lavas, guijarros de piedra pómez i cenizas volcánicas, reverdece un abundante pasto, crecen arbustos, levántase como por acaso uno que otro maiten, el mas vistoso de los árboles de Chile, i se apacienta numeroso ganado que allí hasta invernar puede sin temer grandes nevadas i temporales de Cordillera: casi se olvida que nos hallamos en un paraje de conmociones volcánicas, en la vecindad de un terrible enemigo.

Pero llegando a la estremidad de ese valle, nos detiene la aparicion de un fenómeno, que aun a primera vista causa asombro i admiracion.

En el mismo lugar donde, hace dos años, las fértiles vegas de San Juan estaban cubiertas de ganado, i por donde pasaba un buen camino que venia del Portezuelo del mismo nombre, colocado entre el Cerro Azul i el Descabezado, se levanta hoi dia un inmenso monton de piedras, como de escombros de un cerro recién derrumbado.

Este monton tiene mas de cien metros de altura i cubre 20 a 30 cuadras de superficie de la parte plana del valle: tiene en grande, la forma de una gigantezca obra de defensa o de desmontes de alguna mina por muchos siglos trabajada. Sus flancos i laderas son mui inclinados, cubiertos de tierra i de piedra menuda, miéntras sus aristas superiores, casi horizontales, se ven erizadas de riscos puntiagudos, de los que algunos como torrecillas pintadas de verde, amarillo i rojizo, humean casi sin cesar, despidiendo un olor desagradable de azufre quemado. A cada rato alguna piedra mal asegurada se descuelga de los bordes del mon-

ton, rueda levantando grandes polvaredas i cae en un torrente que ruje al pié del despeñadero. En fin, por momentos salen de adentro i de los mas altos baluartes de esta *ruda estructura* unas bocanadas de humo, i se lanzan al aire pequeños conos de nubes, parecidos a los que producen las válvulas de una máquina de vapor. Con estos humos i polvaredas juega el furioso viento del Descabezado, que allí mas que en otras partes brama con frecuencia, atizando aquellos hogares de fuego mal apagado.

A pesar de que una lijera niebla, que de tiempo en tiempo cambia de intensidad, llena todo el ambiente del lugar, se divisa al traves de ella otra masa de escombros, que a continuacion de la primera sube por la parte donde los dos cerros inmediatos se estrechan uno a otro. Esta masa, surcada en su longitud por unas rayas, que de léjos parecen como huellas de los inmensos riscos caidos de arriba, va elevándose hácia el mencionado Portezuelo de San Juan, pero ántes de alcanzarlo, se pierde en la garganta entre los Cerros, oscurecida por los humos mas espesos i mas abultados que los de abajo.

Con este aspecto se me presentó el primer dia el denominado Volcan Nuevo del Cerro Azul, i, tomada la altura barométrica al pié de los últimos escombros del gran monton que acabo de describir, hallé que el valle de la Invernada en este lugar, a la orilla del rio, se eleva a 1,650 metros, es decir, a unas 2,000 varas sobre el nivel del mar.

Por la noche volví al alojamiento que mis guias habian escojido como a dos leguas mas arriba en el mismo valle, a la orilla izquierda del rio, en un lugar abrigado i abundante en pasto i leña.

El dia siguiente, 31 de Enero, a tiempo que ya alboreaba, me hallé apercebido i pronto para tantear la subida del volcan; i sin tardanza, acompañado de dos hombres, me aproveché de la hora en que todos los esteros i manantiales están mas bajos en la Cordillera, para pasar el vado del rio de la Invernada i un estero que se descuelga del Descabezado.

El primer estorbo que encontramos en nuestra expedicion fué el gran declive del monton i el movedizo suelo de sus costados. Por fortuna divisamos que por el lado del norte, en el lugar don-

de el citado estero atajado por grandes riscos recién derrumbados forma una pequeña laguna de agua verde, amarillenta, cargada de alumbre, habia posibilidad de elevarse por una quebrada, la cual, aunque mui pendiente i de incómodo acceso, tenia piedra firme i mejor asegurada.

Por esta quebrada empezamos a subir, saltando de un risco sobre otro, por encima de innumerables huecos e intersticios, de donde por momentos salia vapor de agua i ácido sulfuroso. Llegando a la cima de lo que, mirado de abajo, me habia parecido como un terraplen parejo i horizontal, no vi sino un vasto campo de empinados riscos i hondonadas, todo formado de grandes trozos de piedra amontonados unos sobre otros sin ninguna ligazon ni enlace. El tamaño de las piedras llega a veces a igualar el de medianas casas de mil i mas varas cúbicas, i raras son las que tienen ménos de una o dos varas cúbicas de volúmen. Echadas como por acaso i en la mayor confusion imaginable, dejan entre sí abras i huecos cuyo fondo se pierde en la oscuridad del cerro. Muchas se ven cruzadas de venas de azufre, cuyo color amarillo claro hace contraste con la masa negra de la roca; otras tocadas por el fuego i rajadas en todo sentido estan cubiertas de una corteza de escoria o de un barniz de diversos matices que consta de alumbre, alcaparrosa i diversas arcillas tostadas.

Entre esa variedad de peñas, llaman sobre todo la atencion algunas, de donde con mayor frecuencia sale un abundante humo de azufre quemado i bocanadas de vapor. Ellas, por lo comun, son de color gris ceniciento, blandas, fracturadas en piedra menuda, o bien reducidas a polvo mui fino i a una especie de arcilla, a veces rojiza, que encubre todos los huecos i desigualdades del terreno. Estas peñas, en que se manifiesta mayor fuerza i actividad volcánica, son mui numerosas, esparcidas por todas partes sin regla ni simetría; no tienen forma de cráteres ni arrojan materia alguna fundida o incoherente; solo se nota que las que producen humaredas frecuentes, sublimados de azufre i mayor acopio de materias tostadas, se hallan en los bordes exteriores de los montones, en sus aristas mas salientes, i nunca en los bajos i partes mas hundidas del monton. Al pisar las tierras i resíduos esparcidos en las inmediaciones de esos focos de combustion oculta, tie-

rras que por su blandura i emparejado piso parecen brindar mejor paso i mejor camino, se hunde el pié, se entierra en arenas abrasadoras, i desquiciada la armazon de los fragmentos que componen la masa caldeada del peñasco, ruedan los escombros, levántase polvo, i destapado algun respiradero oculto, se arrojan al aire soplos de vapor que oscurecen el cielo.

Por entre peñas, riscos, humos i polvaredas, quebrado el suelo e infestado el aire, tuvimos que marchar ocho a diez cuadras, ántes de arrimarnos a las faldas del Cerro Azul. En ese largo espacio no se podia dar un solo paso sin cuidado: subir i bajar i volver a subir, trepando sobre empinadas piedras i atravesando grandes hondonadas, era un trabajo continuo, en que no hallábamos, para el descanso, un solo trecho ménos áspero i dificultoso.

En cuanto a la composicion i la naturaleza mineralógica de la piedra, esta ofrece pocas variedades i poco que notar. Por lo comun consta de una masa algo vidriosa, parecida a la obsidiana, i en la cual se ve en abundancia diseminado el feldespato semejante al de las lavas del Descabezado; la parte vidriosa compacta es bastante refractaria, i no se funde al soplete sino en los bordes, perdiendo su color negruzco. Otra roca casi de igual abundancia es tambien una especie de pórfido traquítico cuya masa principal es sin lustre i casi terrosa; hai tambien trozos de una masa compacta, de poco lustre, llena de agujeros en su interior i los huecos ocupados por otra sustancia gris terrosa, feldespática, formando núcleos i pequeñas esferas de una a dos pulgadas de diámetro. Algunas piedras son de brecha recién formada o manifiestan en su superficie costras de escorias que nunca tienen mas de una pulgada de espesor, i en ninguna he encontrado el menor indicio de la presencia de anfíbola, de piroxena, de peridota, ni de *zeolita* alguna.

Tampoco se hallan en todos esos montones de piedra, lavas recién producidas, ni obsidiana propiamente dicha, ni piedra pómez, o sustancia alguna de las que arrojan los volcanes modernos.

Todas las piedras son de aristas bien conservadas, esquinadas como serian las piedras recién fracturadas i no traídas de lejos, ni rodadas ni roídas por las corrientes de aguas. Algunas presentan, en sus costados, señas de haberse deslizado i rozado contra otras, i, sin embargo, sus aristas i esquinas permanecen enteras, no

embotadas; las mas presentan en su superficie i hasta una media pulgada de profundidad, indicios de descomposicion o modificacion ocasionada por la accion de vapores de agua i de ácidos gaseosos.

Los innumerables bajos de que ya hemos hecho mencion, i los que se hunden en todas direcciones en medio de aquellos montones de piedra, tienen algunos hasta 100 varas de largo i 40 a 50 de ancho. En lo mas hondo de ellos se ven piedras bien conservadas i jamas se esparce humo ni vapor, ni se siente mayor calor que en las partes mas elevadas i en las peñas sobresalientes.

Eran las diez cuando llegamos al lugar en que el terreno empieza a elevarse por la quebrada de San Juan, situada entre los dos cerros vecinos, el Azul i el Descabezado. Uno de mis guias se me habia quedado atras hacía rato, maltratado por los malos pasos i falto de aliento; acompañado del otro, no vacilé en continuar mi camino sin arrostrar mayores peligros, que en realidad no existian.

En efecto, ninguna nueva dificultad experimenté en esta parte inclinada del terreno i pocos nuevos fenómenos noté: siempre el mismo hacinamiento de piedras; repetidos altos i bajos; innumerables *solfataras* en puntos preeminentes, i grandes acopios de tierras i residuos de combustion. Solo la estension del campo que los abraza, va disminuyendo a medida que se eleva, i llegando a una altura como de cuatrocientas a quinientas varas sobre el valle, tanto se angosta, que talvez ni doscientas varas de ancho tiene.

Hallábase el sol como a mitad de su curso, cuando, cansado i cubierto de sudor, llegué a este punto, de donde, en un golpe de vista se puede abarcar tanto la rejion inferior del volcan hasta el rio de la Invernada, como la parte superior casi hasta la cumbre del Cerro Azul.

Lo primero que en esta parte advierte la vista i lo que con preferencia llama la atencion del jeólogo, es la estraña configuracion de los montones que al bajar por la mencionada quebrada, unen las *solfataras* de arriba con las de la Invernada.

En siete o mas bien nueve rayas, que son como otros tantos fosos i trincheras, se dividen estos montones, en la parte mas pendiente de la quebrada.

La raya mas ancha, que es la del medio, consta de inmensos bajos que tienen hasta 70 u 100 varas de hondura i no se diferencian en nada de los anteriores. De ámbos lados de estos bajos corren dos grandes promontorios que se prolongan en la direccion de la quebrada i se apartan uno del otro a medida que se acercan al valle: éstos son compuestos de piedra mui voluminosa, empinada confusamente, i erizada de otros pequeños montones mas sobresalientes, de los que con abundancia sale el humo i por momentos se oye arrojarse algun soplo de vapor. Mas a las faldas de los dos cerros se ven prolongadas otras dos trincheras, separadas de las anteriores por fosos de poca hondura, compuestas de tierras i piedra menuda, que ya no despiden ningun vapor visible, i segun parece son resíduos de combustion ya apagada. En fin, entre estas últimas séries de montones i las faldas de los dos cerros, corren otros dos fosos que dan salida a los arroyos i manantiales de la quebrada.

En este órden bajan los cuatro cordones de riscos con sus fosos i hondanadas hasta el vasto campo de peñasquería que cubre las vegas, i en el mismo órden suben, por escalones, formando en la parte superior de la quebrada, hácia el Portezuelo de San Juan, baluartes i montones parecidos a los de abajo. Detras de cada escalon o de cada nueva obra que forman dichos montones, i que se estienen trasversalmente a la quebrada, salen i se esparcen en el aire masas de humo que en ninguna parte se centralizan ni forman conos de esplosion parecidos a los que arrojaria cualquier cráter volcánico. Por causa de esas humaredas se nos pierde de vista la cumbre del Cerro Azul i solo por momentos se descubren los empinados hielos del Descabezado.

Mas de media legua todavía distaba la parte central i mas elevada de las solfataras; el aire se sentia a cada paso peor e irrespirable; el viento no penetraba en la quebrada, i de trecho en trecho salia de algunas aberturas entre las piedras el aire cargado de ácido sulfuroso tan ardiente que convertia en un momento en carbon el papel metido adentro.

El calor se hacia inaguantable, atizado por los rayos casi verticales del sol; i como por otra parte no se divisaba nada de nuevo en las alturas, ninguna variacion de los fenómenos, ningun indi-

cio de cráter, i me aseguraba mi guía que por otros caminos era posible llegar a la altura del citado Portezuelo, donde se encontraban las solfataras mas elevadas del volcan, me determiné a regresar, apartándome algo del camino por donde habia subido.

Ya eran como las tres de la tarde cuando empezamos a descender, i en toda la bajada experimentamos mayores penas i trabajos que en el ascenso. El menor descuido al poner el pié nos esponia a deslizar sobre piedras i caer en respiraderos llenos de un aire fétido, que me parecia una mezcla de ácido sulfuroso i de ácido muriático.

Las fuerzas se debilitaban a cada momento mas, la sed nos abrasaba, i mui luego me separé del hombre que me acompañaba, el cual se apresuró a adelantarse i fué mas feliz que yo, acertando con la bajada hácia el estero, en cuya orilla pudo reponer sus fuerzas.

Mas de cuatro horas anduve todavia, errando en medio de aquellos riscos, i a duras penas logré llegar a la orilla de la citada laguna, cuando las sombras de la noche ya se habian apoderado del valle i solo en las nevadas cimas de los montes doraba el último rayo del ocaso.

Un terrible temporal de lluvia, nieve i granizo me detuvo el dia siguiente en la Invernada i era forzoso esperar todavia un dia mas, para dar tiempo a que se derritiesen las abundantes nieves recién caídas, que cubrieron todo el valle i las quebradas inmediatas.

El tercer dia amanecieron todavia las faldas de los cerros cargadas de nieve i solo las vegas del fondo del valle habian vuelto a tomar su color verde; pero el tiempo ya estaba en calma, el cielo sereno, i todo enmudeció en la naturaleza, aun la tempestad misma, cansada de enfurecerse contra las impasibles peñas.

No he dejado de extrañar que en la parte mas baja de este valle que apenas se eleva a unos 1,700 metros sobre el nivel del mar i a una latitud que no pasa de 35°, haya podido caer tanta nieve, en lo mas avanzado del verano.

El 3 de Febrero, en una mañana que me recordó una de las mas brillantes de la primavera en las rejiones boreales del otro hemisferio, subimos por la cuesta del Descabezado Chico; i en

esta subida he tenido la oportunidad de convencerme que aquella formacion de conglomerados traquíticos de obsidiana, la cual, como he dicho, ocupa todo el espacio comprendido entre el Descabezado i el Cerro del Medio i se estiende hasta la línea divisoria de las aguas, descansa sobre los pórfidos *secundarios* estratificados, que en mis anteriores memorias sobre la jeología de Chile he denominado pórfidos abigarrados (1).

A las 3 de la tarde llegamos a la meseta superior del Descabezado cubierta de nieves perpétuas, a un lugar donde por un lado surge el pico del Descabezado Grande, por el otro el Descabezado Chico, i a poca distancia, casi a la orilla de los inmensos bancos de hielo, se ve una pequeña laguna tan mansa i quieta como si estuviera en el valle mas ameno i apacible del mundo. En frente de esta laguna, en medio de los dos Descabezados, levanta su negra cabeza un risco cortado tan perpendicularmente que en sus gigantescos hombros no pára la nieve. A este risco llaman la Puerta de la Iglesia, i de su pié parte una corrida de lavas parecidas a las que hemos descrito de la Invernada.

Por este mismo lugar, situado a 2,600 metros (3120 varas) sobre el nivel del mar, la jente de Talca suele conducir sus numerosos ganados a los potreros de la Invernada, a los de la Puerta del Yeso i a muchos otros en esta Cordillera.

De allí, para pasar la noche, tuvimos que bajar a las vegas llamadas Potrero de Meneses, situadas a unos 2,200 metros sobre el nivel del mar, al pié de la parte mas encumbrada del Descabezado Grande. Estas praderías son las mas elevadas que se encuentran a esta latitud i deben probablemente su linda vejetacion al abrigo que les prestan los cerros de que estan rodeadas. En este lugar hallamos bastante ganado, una lechería i, por la jente que allí moraba, supe que estas vegas ahora provistas de abundantes pastos i arbustos, se habian secado enteramente en tiempo de la erupcion del volcan nuevo, i solo este año volvieron a retoñar.

Por las vegas de Meneses baja un manso arroyo, el que, al juntarse con otro que se descuelga del vértice del Descabezado Gran-

(1) Annales des Mines.— Quatrième Serie, Tom. IX i XIV—1846-1848.

de, se despeña a unas 600 a 700 varas de hondura, cayendo justamente al pié de las solfataras de la Invernada, cerca del lugar por donde tres dias ántes intentamos la subida.

De este lado se nos presenta la cumbre del Descabezado Grande como una cúpula redonda, toda cubierta de hielo i accesible por el norte, de donde los bancos de nieve vienen a empinarse hasta la cima. Mas abajo se descubren fajas de rocas estratificadas que se elevan hácia el centro de la masa i bajan por los costados. Estas rocas son de color gris claro, de estructura porfirica, no hacen efervescencia con los ácidos, contiene mucha olivina diseminada en su masa i se parecen a las que he hallado en una situacion análoga al rededor del volcan activo de Antuco i del volcan apagado de Chillan: son probablemente materias de erupcion anterior al solevantamiento de la parte central del Descabezado, pero posterior a la formacion de los Andes.

En todos los declives por este lado encontramos en la superficie piedra pómez menuda i aun en pedazos medianos, aunque no tan grandes como los de la cuesta de las Cruces en el valle de Mondaca.

De las vegas de Meneses hai mas de una hora de camino para pasar un brazo del Descabezado que las separa del Cerro Azul, i se llega como a la mitad de las alturas ocupadas por los escombros del volcan nuevo.

En un lugar llamado Placilla de San Juan, donde ántes habia existido un pequeño plano, formado por las pendientes mas suaves de los cerros, plano que podia tener tres o cuatro cuadras de ancho, se levanta ahora un monton de peñascos confusamente fracturados, terminado como por un terraplen, enteramente parecido a lo que hemos visto en el valle de la Invernada. Aquí tambien los costados del monton son mui inclinados, cubiertos de piedra menuda i polvo, i la superficie inferior erizada de riscos sobresalientes, pintados en diversos grados de verde, rojo i amarillo. Las puntas mas empinadas de los bordes humeaban incesantemente i emitian por momentos soplos de vapor; el aire tenia un olor tan fuerte de ácido sulfuroso i quizás de ácido muriático, como en la region de abajo.

En el momento de pararme al pié de este monton, que no es

sino uno de los grandes escalones que forma en toda su longitud la parte del terreno mas quebrada por las solfataras, se lanzó por un costado un cono de vapor tan violento i espeso, que causó gran trastorno en todo el monton por aquel lado i rodaron grandes trozos de piedra con mucho ruido i polvareda.

Dicha Placilla de San Juan dista mui poco del Portezuelo del Viento, que era el punto mas elevado por donde pasaba el camino. Impedido hoi dia este paso por los riscos, tuvimos que doblar a la izquierda, i por una ladera de no mui difícil acceso, llegamos en ménos de una hora al Portezuelo del Descabezado, de donde se nos abrió la mejor vista, no solamente sobre la parte central i la mas elevada de las Solfataras, sino tambien sobre su brazo occidental que ha echado ramas inmensas en los declives occidentales del Cerro Azul.

Colocado en una altura de 2,887 metros (3,480 varas) sobre el nivel del mar respaldado por la cima del Descabezado, cuyos hielos parecian colgados sobre mi cabeza, me hallé en frente de uno de los mas imponentes cuadros, que voi a bosquejar, aunque imperfectamente.

A unas ciento o ciento cincuenta varas del vértice del Cerro Azul, se ve toda la cumbre de aquel inmenso cerro, escarpado, desnudo i como ampollado en una media cúpula, de color negro, rayado de venas amarillentas, verdes i rojizas. Mas abajo, delante aquella vasta redondez, se ve otro bulto mas pequeño cubierto de sublimados amarillos. Detras de este último sale una humareda continúa que abraza mucha estension, sin producir ruido ni soplos violentos de vapor i sin arrojar cosa alguna al aire; asemejándose a un hogar de incendio recién sofocado, o bien a la combustion lenta de grandes montones de pirita que de intento se hiciera calcinar al aire para espeler el azufre.

Luego debajo de este cerrito amarillo que, por momentos del todo se cubre de humo, principian los grandes montones de piedra i quebrados riscos, en parte negros como el carbon, en parte grises i amarillentos. Estos montones se estienden primero sin ningun arreglo ni simetría, afirmándose unos sobre otros, como el gran declive del cerro les ha permitido; pero luego se ensanchan considerablemente, formando un vasto campo, cuya super-

ficie, de léjos, parece como horizontal i está toda quebrada, cubierta de bajos i peñas sobresalientes, del mismo aspecto i forma que el gran monton en las antiguas vegas de San Juan i el otro igual de la placilla del mismo nombre.

Este inmenso campo de fracturada piedra no me parece tener mayor estension en su anchura que la que tienen los montones del valle de abajo, i aun la piedra que los constituye no ha llenado ni la mitad del hundimiento del terreno interpuesto entre los dos cerros, ni tampoco las quebradas que bajan entre ellos. Antes bien, llegando como a distancia de cuatro o cinco cuabras de la falda del cerro, todo este gran monton de peñascos se termina en costados mui pendientes, que tendrán mas de cien varas de altura i en cuyos bordes superiores, bien marcados, se divisan las mismas peñas matizadas de diversos colores, que hemos señalado en los terraplenes i baluartes del valle.

En fin, en todo el contorno del enriscado campo que acabo de describir, levántanse de tiempo en tiempo nubes de humo con soplos de vapor i a veces se oyen bufidos semejantes a los que producen, al abrirse, las válvulas de grandes calderas de vapor. Mas, en ninguna parte se manifiesta el menor indicio de verdadero cráter ni cosa alguna que se asemeje a él, i tampoco se notan fenómenos que en alguna parte indicasen centralizacion de las fuerzas subterráneas. Aun he notado, que durante todo el tiempo como de dos horas que he permanecido en esta altura, salian de los montones de abajo, i de las solfataras mas distantes, masas de humo mucho mas considerables, mas violentas i espesas que de la parte central o mas elevada del Cerro Azul.

De esta parte principia a bajar la segunda rama del denominado volcan, no ménos larga i abultada que la primera, compuesta de una série de inmensos montones de peñascos i piedras fracturadas, que dan vuelta por la espalda occidental del Cerro Azul i bajan a la quebrada del antiguo camino del Blanquillo.

Dicha quebrada, por la relacion que me hicieron mis guias, tenia ántes un fondo mui llano, parejo, cubierto de arena, i subia con un declive mui suave e igual hasta el mismo Portezuelo del San Juan, es decir, hasta la parte mas encumbrada entre los dos cerros vecinos, el Cerro Azul i el Descabezado. Las grandes ma-

sas de piedra que ocupan ahora esta quebrada i cuyos costados mui pendientes se elevan a unas 80 o 100 varas de altura, dejan apénas un pasadizo estremadamente angosto por el lado del Descabezado, un bajo mui hondo, espuesto a contiúuas rodaduras de riscos.

Estas masas con sus estribos i contrafuertes de piedra suelta confusamente amontonada, bajan hoi dia casi hasta los prados, llamados vegas del Blanquillo, que se hallan como a una legua de distancia de la parte central de las solfataras en el Cerro Azul i a una altura casi igual a la de las antiguas vegas de San Juan. Atendiendo pues a que la mencionada parte central i la mas elevada de todo el terreno trastornado por este volcan, está como a 3,000 metros de altura sobre el nivel del mar i las citadas vegas de ámbos lados del Cerro Azul a 1,650 o 1,700 metros sobre el mismo nivel, resulta que *toda aquella série de amontonados riscos que constituyen el vasto campo de las solfataras, ocupa hoi dia una rejion que tiene mas de mil doscientos metros de altura vertical i mas de dos leguas de lonjitud de una estre-midad a otra, sobre una anchura de dos, tres i talvez en algunas partes, mas de ocho cuadras entre los dos cerros vecinos.*

Por la estrechísima senda que queda todavia de los restos de la antigua quebrada, i por unos hoyos cubiertos de nieve recién caída, llenos de piedra rodada, bajamos al pié de la rama occidental de las solfataras, las cuales, segun la opinion unánime de los cuidadores de ganado en esta Cordillera, no llegaban al principio a donde se hallan ahora.

En la misma tarde seguimos nuestro camino por la falda occidental del Descabezado, mucho mas pendiente e inclinada que la del otro lado, cubierta de lavas modernas parecidas a las de la Invernada i sembrada de inmensos trozos de piedra pómez i de obsidiana. Antes de ponerse el sol pasamos la cuesta del Blanquillo i empezamos a bajar por el valle de los Leones, de donde 10 dias ántes habíamos partido para la laguna de Mondaca. La misma noche alojamos en el primer bosque situado a los límites de las selvas, en un prado delicioso, en medio de objetos que hacian gran contraste con aquellas altas rejiones que acabamos de recorrer.

Esta repentina mutacion de escenas i decoraciones, cambiado el cuadro del desierto i de lo mas grandioso en trastornos i desolacion, por lo mas ameno i apacible en la naturaleza; el mismo aire, ántes tan seco, sofocante, penetrado de vapor de azufre, ahora tan puro, fragante, mera exhalacion del rocío, tornaron a vivificar en mi imaginacion los fenómenos que habia visto, i empecé a reflexionar sobre el modo de que se han podido producir esas inmensas solfataras de mas de dos leguas de estension i de mil metros de altura, sin cráter, sin erupciones de materias incoherentes, sin esplosiones fuertes ni temblores.

Principiemos por reasumir en pocas palabras los principales hechos que hasta ahora he referido, i en seguida procuraremos unirlos en una explicacion jeológica.

Todo lo que se considera como volcan nuevo i lo que, en realidad, es de aparicion mui reciente, consta de grandes masas de piedra recién fracturada i amontonada en forma de altos baluartes i esplanadas que se levantan por escalones, i que presentan en su superficie riscos sobresalientes i grandes hondonadas.

En toda la estension de estos montones no se divisa cráter propiamente dicho, ni se experimentan grandes esplosiones ni sacudimientos del terreno; pero se exhalan humos de azufre i soplos de vapor: de modo que todo este volcan no es sino una inmensa solfatará, que es el nombre que suelen dar los jeólogos a los terrenos recién conmovidos, en cuyas hendiduras i huecos se producen sublimados de azufre i se desarrolla ácido sulfuroso con vapor de agua.

El material de dichos montones consta de rocas traquíticas, diferentes de las que arrojan los volcanes actuales de los Andes, i no se manifiesta indicio alguno de que en tiempo de la aparicion de estas solfataras hayan corrido lavas fundidas o escorias parecidas a las de los volcanes modernos.

Tampoco se ven materias incoherentes de piedra pómez, fragmentos de escorias, piedrecillas (*lapilli*), ni cenizas o arenas volcánicas, que acompañan por lo comun toda erupcion volcánica propiamente dicha.

En fin, todo el suelo trastornado por las solfataras forma como una lonja de terreno que principia al otro lado de la línea mas

encumbrada de los Andes, como a 1,700 metros de altura sobre el nivel del mar, sube a unos 2,800 metros de elevacion sobre esta línea, i baja de este lado casi al mismo nivel que su estremidad oriental, pasando por las inflexiones del hundimiento comprendido entre el Cerro Azul i el Descabezado.

Agregaré lo que sobre el oríjen de este fenómeno he podido recoger de boca de los habitantes mas inmediatos a esta cordillera i de algunos montañeses que en aquella época se hallaban a corta distancia del Cerro Azul.

«El volcan, (dice el *Alfa* del 2 de Enero, periódico redactado en Talca) se descubrió el 26 de Noviembre de 1847. Su apertura fué precedida de estraordinario ruido, i sobre todo un espantoso estrépito se dejó sentir en la circunferencia de doce leguas al hacer la primera erupcion. La aparicion ha sido en el Cerro Azul i a distancia de 26 leguas se percibe todavía el olor de azufre que despiden en sus erupciones. Contiguo al Cerro Azul atraviesa el camino principal por donde se conducen los ganados de esta provincia a las invernadas de las Cordilleras, i como se ha derrumbado ya una gran parte de aquél, fundadamente se cree que bien pronto quedará obstruido, etc.»

Los habitantes de Cumpeo i del valle del Río Claro convienen unánimemente en que el volcan se abrió el citado dia por la tarde, que este dia llovió mucho, se oyeron truenos, i el cerro daba (sirviéndome de la espresion de los que me contaron aquellos sucesos) un bramido contínuo. Todos convienen en que no hubo temblor, ni se habla de temblor en el citado periódico.

La noche que siguió fué mui oscura, llovió a cántaros; a cada momento veian los habitantes del llano relámpagos en la Cordillera i los que se hallaban en la parte mas elevada del Río Claro veian *toda la cordillera en fuego*. Un hombre que a la sazón vivia en el Valle de los Leones cuidando animales, me aseguró que todos los cerros por el lado del Descabezado estaban alumbrados i *bramaban* produciendo como tiros, i se oian grandes derrumbamientos de peñas; que todo el cerro parecia hacerse pedazos; pero no se sentía ningun temblor ni ningun sacudimiento del suelo.

El aire estaba tan impregnado de olor de azufre quemado, que incomodaba a la jente, no solo a la que vivia en Río Claro sino

tambien en las casas de Cumpeo i en todas las partes habitadas al pié de los Andes.

El dia siguiente amaneció lloviendo; los ruidos se producian de un momento a otro; el aire exhalaba un olor insoportable, i solo el tercer dia, segun la opinion de las personas con quienes he hablado, empezó a *aplacarse el volcan*, se acallaron los ruidos i empezó a purificarse el aire; luego despues se esparció la voz de haberse abierto un nuevo volcan en el Cerro Azul.

Quince dias despues, teniendo que pasar por este camino dos vaqueros, hallaron la quebrada i el Portezuelo del Viento enteramente obstruidos; toda la espalda del Cerro Azul humeaba; grandes masas de piedra recién amontonadas exhalaban *espesos humos* de olor mui fétido i aun parecian en algunos puntos llamas; pero segun la confesion de ellos, los montones de riscos se hallaban entónces léjos todavía de las vegas del Blanquillo.

Obligados los mismos hombres i varios otros a penetrar en este mismo tiempo en el valle de la Invernada, hallaron las vegas de San Juan ya invadidas por los mismos montones de riscos que se ven ahora, i no pudieron acercarse a ellas por la inmensidad de humo i de *vapor de azufre* que despedian. Esos montones ocupaban pues ya en aquella época el mismo lugar en que se hallan actualmente, miéntras los del declive occidental de los Andes parecen haberse removido i acercado mas al Blanquillo.

Al combinar ahora estos datos con mis propias observaciones, la gran cuestion que se nos presenta es la siguiente:

¿De dónde han venido esas inmensas masas de piedra que hoi dia se hallan amontonadas en el Cerro Azul; i de qué modo han sido ellas depositadas en el lugar que ocupan actualmente?

Dos suposiciones podemos hacer para contestar a esta pregunta: *estas masas de piedra han sido arrojadas por algun boqueron de la parte mas elevada del Cerro Azul i rodadas abajo; o bien han provenido de la fracturacion de las rocas superficiales en toda aquella lonja del terreno que cubren actualmente, i han sido trastornadas i levantadas por la fuerza elástica de los vapores salidos de diversas hendiduras que se han abierto en diversas alturas del cerro.*

Hartas razones se oponen a que se admita la primera suposicion i ellas son:

1.º Sabemos que las materias de erupcion, materias que un verdadero cráter volcánico arroja de su seno son, o bien líquidas, o bien sólidas, pastosas, escoriáceas, pulverulentas. Las primeras, que son verdaderas corrientes de lavas, tienden a nivelarse i se esplayan al rededor del volcan en planos de poca pendiente, cuyo ángulo con el horizonte rara vez pasa de 5 a 6 grados; las segundas se amontonan simétricamente al rededor de la boca misma del cráter, formando un cono mas o ménos escarpado. En toda la estension del nuevo volcan del Cerro Azul no se ve indicio alguno del derramamiento de las lavas i los productos volcánicos forman unos montones mui largos que se elevan por escalones sin ninguna disposicion a formar conos.

2.º No es cosa rara ni nueva que un volcan lance a mucha distancia trozos de piedra de gran tamaño: se sabe que el Vesubio suele arrojar trozos de lava de 8 a 10 metros cúbicos de volúmen a distancia de 3 a 4 mil metros de su boca; los volcanes de Islanda han arrojado piedras de tamaño de casas a alturas prodijiosas; i el Cotopaxi en 1533 lanzó algunos riscos de 100 a 300 pies cúbicos de volúmen a 3 leguas de distancia del cráter. Pero los grandes trozos así arrojados se hallan por lo comun separados, aislados, miéntras en estas solfataras del Cerro Azul hallamos riscos que en cantidad i tamaño esceden a todo lo que se ha observado en las erupciones mas violentas de los volcanes conocidos; i allí, como se ha dicho, no se ven trozos aislados, que se puedan contar, sino grandes montones de piedra i nada mas que piedra fracturada, sin el menor indicio de otras materias que en toda esplosion capaz de levantar masas de tanto tamaño se arrojarian precisamente en cantidad inmensurable.

3.º Si se admite que toda esta piedra ha venido de la parte mas elevada del Cerro Azul, no se entiende de qué modo estos enormes bultos hayan podido volar por encima de las grandes hondonadas que hemos notado en la superficie de los montones sin haberlas llenado; i aun ántes de alcanzar a las vegas de San Juan i del Blanquillo, situadas como a una legua de distancia de ámbos lados de la cima del Cerro Azul, estas piedras habrian lle-

nado la concavidad del terreno comprendida entre esta última i la del Descabezado; es decir, habrian llenado todo el Portezuelo i las quebradas mas inmediatas.

4.º Tampoco se entiende cómo este volcan ha podido arrojar tanta piedra en 24 horas o cuando mas en unos dos dias de borrasca (aun suponiendo que el gran boqueron por donde esas masas fueron arrojadas, se haya cerrado i llenado despues con una parte de material fracturado del cerro mismo); i ¿cómo es que esas piedras tienen bastante material combustible para arder por 26 meses, exhalando incesantemente vapor de agua i de ácido sulfuroso, cuando en su composicion no entra el azufre ni el agua?

En una palabra, seria imposible esplicar un solo fenómeno de cuantos se observan en estas solfataras, i si se las quiere equivocar con cualquiera de los volcanes que presentan en su configuracion *cráteres de solevantamiento* o *cráteres de erupcion* mas o ménos visibles. Las dificultades se allanan admitiendo los hechos i suposiciones siguientes.

El Descabezado i su vecino el Cerro Azul son de formacion volcánica, mucho posterior al solevantamiento de los Andes. Estos volcanes, hoi apagados, habian abierto su camino al traves de las rocas graníticas que constituyen la masa solevantante de los Andes; i, habiendo roto i removido las rocas *preexistentes* que descansaban sobre aquellas, derramaron inmensidad de materias traquíticas i vidriosas, entre las cuales ocupan un vasto espacio los conglomerados de obsidiana i los pórfidos *columnarios*.

Crecido el acopio de esas materias, i obstruidos por ellas los principales conductos de comunicacion con el exterior, principió a reconcentrarse interiormente la fuerza que las habia arrojado; i, con el tiempo, tuvieron que renovarse las esplosiones mas violentas, las que obrando sobre los *puntos* mas débiles, causaron el solevantamiento *local* de las masas en parte fundidas, en parte ablandadas por el fuego, i formaron, si bien en diferentes épocas, las dos cumbres vecinas que hoi día señorean esta cadena.

Entónces, por las bocas que en sus cimas quedaron abiertas, se arrojó piedra pómez, quizas con otras materias incoherentes, i se desparramaron corrientes de lavas, de las que unas bajaron hasta

el valle de la Invernada por el lado del oriente, i otras hasta las vegas del Blanquillo por el del ocaso.

Volvieron despues a cerrarse los cráteres; siglos de hielo los tienen tapados; i no por esto el fuego, los fluidos elásticos, los agentes interiores, que en los tiempos antiguos habian buscado desahogo por el conducto de aquellas válvulas de seguridad, quedaron aplacados, anonadados, tranquilos. Ellos obran, se avivan en el seno de la cordillera en sus mas profundos abismos, i descargan todo su poder contra las materias sólidas que los tienen encadenados, buscando salida por los costados de *menor resistencia*.

Ahora, en estos últimos tiempos, existia entre los dos mas grandes colosos de produccion volcánica, el Cerro Azul i el Descabezado, cierta depresion del terreno: una larga quebrada que los separa el uno del otro, una, talvez, de las antiguas *abras* o *hendiduras*, cubierta i tapada por capas de rocas traquíticas i vítreas que provenian de las antiguas erupciones i derrames (*épenchemens*) volcánicos. Estas rocas debian de estar en aquel lugar, mas que en ningun otro, espuestas a la accion directa de las fuerzas interiores; i, sea por haberse hallado mas inmediatas al fuego, o por ser mas frágiles o mejores conductores de calórico, o por haber existido debajo de ellas mayor acopio de materias combustibles (como piritas de hierro, azufre i otros agentes que no conocemos) estas rocas, debilitadas por siglos, tuvieron al cabo que ceder i se *fracturaron*, sin necesidad de producir alguna de aquellas grandes conmociones en todo el sistema de los Andes, que se producen cuando se levanta un cerro i se abre un cráter en su vértice.

Se abrieron pues los costados mas débiles en ámbos cerros al propio tiempo: situada no mui léjos de la superficie la causa del trastorno, se contentó con romper i hacer pedazos la corteza traquítica que mas estaba espuesta a su accion; i desencadenados los gases i vapores que se hallaban condensados debajo de ella, tuvieron que remover i levantar sobre el mismo lugar toda la parte fracturada para abrirse paso a sí mismos.

Entónces, valiéndome de la espresion de mis guias, se *encendió aquella grande mina de azufre* que por siglos habia estado

oculta en las entrañas del cerro; i empezaron a exhalar miles de humaredas formando una vasta solfatara que se extendió desde la cumbre del Cerro Azul hasta su base por sus dos declives opuestos.

A medida que la combustion iba avanzando, desnudáronse las espaldas del citado cerro, cayeron en pedazos sus partes desmoronadas, cubriéronse otras con sublimados de azufre i costras de alumbre; desde entónces, caldeadas de piedras, se desmenuzan gradualmente, i poco a poco se apagan los hogares en toda la estension del terreno.

La consecuencia mas natural de esto es que, a medida que los grandes trozos de fracturada roca, ablandados i corroidos por la accion corrosiva de los ácidos i de vapor de agua, vayan deshaciéndose i reduciéndose a pequeños fragmentos i a polvo, la masa de ellos va ocupando ménos espacio, i ellos mismos vuelven a hundirse i caer en el propio abismo que la fuerza elástica de los mencionados vapores, en su primer enfurecimiento habia abierto. De ahí resultan aquellos bajos i hondonadas que se ven en la superficie de los montones, i se entiende, por qué estos huecos se forman mas bien en la parte media, es decir en las partes que se hallan encima de las grandes aberturas, por donde recibieron el primer empuje los despedazados riscos, que no en la circunferencia i en los bordes de dichos montones. Es tambien natural que, obstruidos con esas tierras i pequeños fragmentos los intersticios entre piedras, han de arrojarse de tiempo en tiempo bocanadas i como tiros de humo i vapor, siempre que este último adquiriera todavía bastante fuerza para despertarlos momentáneamente, i estos tiros removerán en su asiento los peñascos i los harán rodar abajo.

Esta es la idea que me he formado del *nuevo volcan del Cerro Azul* i de su naturaleza. El viaje al Cerro Nevado de Chillan, i a las solfataras situadas en este cerro, que voi a describir a continuacion, echarán nueva luz sobre esta clase de fenómenos, cuyo estudio contribuirá sin duda a resolver muchas cuestiones jeológicas inaccesibles hasta ahora a la ciencia. Entre tanto, la proximidad del Cerro Azul a la ciudad de Talca, el trajin continuo de jente por aquella cordillera i el interes científico que cada día

mas se despierta en Chile, no permitirán que se pierda de vista la marcha i el desarrollo de los fenómenos mas notables en esta nueva solfatar, que talvez escede en sus dimensiones a cualquiera otra conocida hasta ahora en el globo, i cuya historia, estudiada desde su oríjen, puede ser susceptible de mayor exactitud que la de ningun otro volcan de la tierra.

TERCERA PARTE

CERRO NEVADO DE CHILLAN.—VALLE DEL RENEGADO.—AGUAS SULFUROSAS.—SOLFATARAS DEL CERRO DE AZUFRE.—LAVADEROS DE ORO DE LA CORDILLERA.

En frente del nuevo i antiguo Chillan, dos ciudades edificadas en el llano intermedio, domina en los Andes el cerro conocido bajo el nombre de la Sierra Nevada de Chillan. Es una masa semi-esférica de nieve, ceñida de inmensas selvas que descienden hasta el pié de la Cordillera. El llano en esta parte es de superficie bastante igual, i casi enteramente desprovista de árboles salvo algunos valles de poca hondura, entre los cuales el del pequeño rio de Chillan descubre en su fondo conglomerados volcánicos, semejantes a los del Salto de la Laja, apoyados en arenisca moderna de la misma edad jeológica que las areniscas (*toscas*) de la costa, donde se esplotan las abundantes lignitas de Talcahuano i de Colcura.

En toda la ceja de la montaña, donde las antiguas selvas subandinas tocan al llano, aquellas insensiblemente se aclaran o se esparcen en innumerables bosques i arboledas, en medio de los cuales se ven habitaciones rodeadas de huertos i sementeras, mucha poblacion agrícola, cierto bienestar en la clase trabajadora, i animadas campiñas. Parece que los ancianos peumos i robles, bajo cuya sombra i amparo trabajan allí los hombres, conservan odavia su influjo tutelar, inaccesible a la codicia i la desmesurada ambicion del gran mundo.

A medida que avanzamos se nos estrechan los sitios por donde

no ha pasado todavía el hacha del hombre; elévase mas i mas el terreno, entallado en forma de valles i colinas, sin que aparezcan rocas ni piedra dura que en cualquiera otra parte de los Andes resguardan por lo comun las entradas i obstruyen el paso. Todo aquí nos brinda los atractivos del mas feliz viaje, i nos dispone a ver las rejiones llenas de grandes obras de la naturaleza.

He de advertir que me tocó la suerte de entrar a esta Cordillera por el camino ménos conocido, pero talvez mas interesante que el de Chillan, camino que parte en derechura de la hacienda de San Javier en cuyas hospitalarias casas hallé buena acogida i recursos para el viaje.

Solo llegando a unas 900 varas de altura sobre el nivel del mar, i como a 740 sobre Chillan, encontramos por la primera vez, en un lugar que llaman Potrero de los Peñascos, las primeras peñas que se descubren de debajo la tierra. Estas peñas son de unas lavas porosas, negras, mui parecidas a las que hemos señalado cerca de la Veguilla en el Rio Claro, donde las mismas rocas aparecen casi a la misma altura (con unos 150 metros de diferencia) i en una situacion análoga. Mas aquí ellas tienen mayor estension i forman una corrida mui larga de rocas volcánicas depositadas en el fondo de un valle que descende del mismo cerro nevado de Chillan. Otra particularidad digna de notarse en estas lavas es la configuracion exterior de ellas, mui semejante a la de aquella corrida de las lavas del Descabezado Chico, que hemos señalado en la descripcion del valle de la Invernada.

Al propio tiempo que estas peñas de oríjen volcánico mui moderno aparecen en la parte mas baja del valle, se ven otras mas antiguas, que asoman por los costados. Estas últimas, aunque modificadas en su estructura, me parecen pertenecer a los pórfidos secundarios, los que descansan directamente sobre el granito.

En efecto, como a una legua de distancia del mencionado Potrero de los Peñascos, ya se descubren en el mismo valle masas graníticas que lo rodean por el lado del sur i se estienden casi hasta el pié del cerro nevado de Chillan.

Las selvas que llenan el valle suben hasta las mas elevadas cimas de ámbos lados, i aunque hayan perdido algo de su carácter virjen i salvaje por el cuidado de los rozadores, i el numeroso

ganado que pasta en medio de ellas, no ceden en hermosura i lozanía a las del Rio Claro.

Solo aqui el valle parece mas ensanchado i la vista del viajero puede libremente esplayarse por la inmensidad de florestas que parecen no tener fin ni límite sino en la rejion del hielo perpétuo. Tras las mas altas, asoman todavía los vértices de otras mas elevadas, i otras de mayor estension cierran las entradas del mismo valle, de modo que no se divisa ni se sospecha la existencia de los lejanos llanos i campos abiertos. Si a esto se agrega un silencio i calma que por lo comun reinan en la profundidad de aquellas montañas, i en cuyas cumbres solamente suele bramar el viento, como un remoto mar no sosegado, tendremos una reseña de estas rejiones, a cuyo carácter grave i misterioso mui bien asientan las frecuentes brumas i neblinas que de la misma cumbre de la Sierra nevada se descuelgan i bajan silenciosamente por las faldas i quebradas de los cerros, parándose en los parajes mas ásperos i escarpados.

Como a tres o cuatro leguas ántes de llegar al pié del cerro nevado, en un lugar donde las selvas, por el lado del norte, forman un nuevo escalon, buscando mayor altura i abrazando uno de los valles laterales, llamó mi atencion el hombre que me acompañaba hácia una cordillera que por su aspecto i configuracion parece formar un bulto aparte no perteneciente a la familia de los demas cerros. De su encumbrada frente, arrugada confusamente i encapotada todavía en nieblas de la mañana, bajaban restos de nieve caida en la última tempestad; de su espalda pende una selva densa i oscura, quedando todo el costado meridional del cerro, escarpado i desnudo, todo trizado i enriscado, de color gris de ceniza jaspeada de negro. A este inmenso cerro de tan estraña forma i carácter llaman Cordillera del Purgatorio. De su seno sale un ruidoso torrenton que lleva el nombre del Renegado i cuyas aguas, despeñadas por la quebrada, huyen precipitadamente, espumeando en su cauce; i no se aquietan sino llegando al valle principal, al cual este rio da su nombre i es uno de los principales tributarios del Diguillin.

Por mucho rato miraba hácia ese punto el montañes i en seguida me señaló mas abajo otro cerro que él llama Cerro del

Frayle, cuya cumbre cortada en forma de los antiguos castillos i conventos está llena de grutas i de cavernas. La temerosa imaginacion del hombre veia en ellas puertas i ventanas, i poblaba aquello de sombras de anacoreta cuyo retiro nadie se atreveria a turbar. La mas linda vejétation adorna este cerro; árboles solitarios salen de las negras bocas de las cavernas i se encorvan buscando la luz del dia; innumerables bosques que nacen arriba, descienden por las grietas, i al bajar se espesan, i se juntan al pié del cerro en una hermosa selva, en medio de la cual pasa el Renegado; ya tranquilo i apaciguado en su corriente.

Por este valle del Renegado, lleno de encantos i misterios, sube un camino carretero, blando i cómodo, hasta la altura de 1,700 a 1,800 varas sobre el nivel del mar, sin que se advierta todavia cambio en la robustez i lozanía de los árboles. Mas a esta altura la vejétation principia a debilitarse i palidecer considerablemente; el valle se angosta, interrumpido por cuestras i colinas; i aparecen grandes trechos de bosques enteramente secos, compuestos de árboles torcidos i tronchados, víctimas de los grandes temporales que deben reinar en estos parajes aislados en la ingrata estacion del invierno. Mas arriba volvemos todavia a encontrar selvas mejor conservadas; e insensiblemente llegamos a la altura de 2,200 varas sobre el nivel del mar, alturas cubiertas de puros bosques de robles, que en estos cerros parecen tener mayor frondosidad que en otros situados mas al sur o al norte.

Apénas principian a aclararse las selvas, cuando de repente nos hallamos en frente de la cumbre del Cerro Nevado, a pocas cuabras de distancia de los hielos perpétuos; i al propio tiempo sentimos un olor desagradable a huevos podridos que sale de una quebrada inmediata.

Del fondo de esta quebrada i de las lomas todavia mas aproximadas a la rejion del hielo, se levantan humaredas de solfataras parecidas a las del Cerro Azul, i en medio de todo aquel terreno quebrado i enriscado caprichosamente, divisamos unas cuantas pequeñas casitas, algunas ramadas, mucha jente, grandes fogatas, caballos ensillados, i carretas de bueyes.

He aquí el lugar de los baños de aguas termales sulfurosas de

Chillan que por su importancia i utilidad pública han de llamar ante todo la atencion del viajero.

No son de nuevo descubrimiento estas aguas; aun parece que los habitantes del sur las visitaban desde los tiempos mas remotos, i el uso de ellas cada dia mas i mas se acreditaba a pesar de la gran distancia i del ingrato suelo en que se hallan. Felizmente un activo empresario, vecino de Chillan, supo sacar partido de ellas: compuso el camino, edificó casitas i proporcionó lo mas necesario e indispensable para la comodidad de los enfermos, que desde entónces, en gran número, concurren durante la estacion del verano. Es actualmente uno de los establecimientos de baños mejor provisto de recursos en Chile, i, aunque colocado a unas 140 leguas de Santiago, en lo mas alto i desierto de las cordilleras, lleva inmensa ventaja a los de Apoquindo, que se hallan casi a la puerta de la capital.

Para edificar las casas se ha escojido el mismo lugar de donde brotan unos cinco a seis manantiales de agua sulfurosa, de diversa temperatura. Los principales marcan 48°, 50° i el mas caliente 60° en el termómetro centígrado: son los que sirven para baños i uso interior de los enfermos.

El agua al salir de los agujeros es clara i perfectamente diáfana, despidе un olor de hidrógeno sulfurado mui fuerte, i a pocos ratos empieza a enturbiarse, perdiendo su olor i formando un depósito de polvo blanco de azufre, ténue i mui dividido. Este depósito se forma tambien en el baño miéntras el enfermo está bañándose i todo el ambiente de la quebrada se halla tan penetrado del olor a huevos podridos que incomoda mucho a la jente recién venida.

Los agujeros de donde salen dichos manantiales exhalan vapor de agua i en algunos se acumula un sublimado de azufre, ya terroso o en pequeñas concreciones, ya en agujas mui finas i frágiles.

Estas aguas dan un abundante precipitado negro con una disolucion de acetato de plomo o de cobre; hervidas, desarrollan gas hidrógeno sulfurado, ázoe i gas ácido carbónico; se forma un hiposulfito i se precipita el azufre con una lijera película de carbo-

nato de cal, el que se halla disuelto en estas aguas al estado de bicarbonato.

Tres repetidos análisis de estas aguas me dieron para su composicion los elementos siguientes, en un litro o mil gramos en peso:

	gr.
Sulfato de soda.....	0,090
Súlfuro de sodio.....	0,050
Cloruro de sodio.....	0,012
Carbonato de soda.....	0,044
Carbonato de cal.....	0,250
Sulfato de magnesia	0,006
Hierro i alúmina	0,024
Sílice	—
Acido carbónico libre i ázoe, cantidad indeterminada.....	—
Materia orgánica.....	0,495

Esta agua no alcanza, por consiguiente, a dar por la evaporacion ni un medio por mil de materias salinas, i un litro contiene 0. gr. 0204 de azufre. Lo mas notable en ella es que no contiene sino una cantidad escesivamente pequeña de sal comun i un pequeño exceso de carbonato de soda, que no alcanza aun a comunicarle una reaccion alcalina.

Una botella de agua tomada de otro agujero i guardada por mas de seis meses en una botella bien tapada i lacrada, conservó su claridad i olor sulfuroso; mas dió solo 0,36 por mil de residuo de evaporacion compuesto de:

Sulfato de soda.....	0,0614
Súlfuro de sodio.....	0,0134
Cloruro de sodio.....	0,0024
Carbonato de soda.....	0,0410
Carbonato de cal.....	0,1780
Sulfato de magnesia.....	0,0026
Hierro i alúmina.....	0,0120
Sílice.....	0,0440
Materia orgánica, ácido carbónico, etc.....	—
	0,3548

En la misma quebrada donde se hallan los manantiales, de que se acaba de hablar i como a cien varas mas abajo, brotan otros manantiales de agua tambien sulfurosa, en medio de verdaderas *fumarolas*, es decir, en unos agujeros donde se desarrolla ácido sulfuroso, vapor de agua, i se sublima azufre. De uno de estos agujeros como de media vara de diámetro, sale un chorro de agua mui caliente, que da 64° en el termómetro centígrado i en medio de ella se desarrolla el gas con tanta abundancia, que en un punto logré llenar de este gas un vaso de medio litro de volúmen en ménos de 10 minutos. Este gas es sin color, apaga los cuerpos en combustion, enturbia la disolucion de barita, i es una mezcla de ácido carbónico i de ázoe; el hidrógeno sulfurado se halla todo disuelto en el agua i no se separa de ella sino despues de un rato, cuando empieza a formarse un lijero precipitado de azufre.

A unos pocos pasos de este manantial, se ve otro que se lanza en grandes burbujas del interior de la tierra, marca 88° centígrados de calor, despide un fuerte olor de hidrógeno sulfurado i es de agua enteramente turbia. El boqueron de donde sale esta agua es todo de piedra mui caliente, i en algunas partes tan caldeada que a poco rato de sentarse en ella, se tiene la ropa quemada. En el mismo lugar se oye hervir otro manantial, el que produce un ruido subterráneo parecido al de una gran caldera, i se esparén humos de ácido sulfuroso, se forman depósitos de una arcilla gris cenicienta i de azufre, i todas las piedras al rededor se hallan cubiertas de un barniz amarillento o gris rojizo parecido al que se produce en la superficie de las piedras de la solfatará del Cerro Azul.

En fin, otras fuentes i *fumarolas* iguales, inmediatas a la anterior salen a luz en esta misma quebrada al pié de una barranca de 30 a 40 varas de altura, toda compuesta de piedra fracturada i argamasada por una arcilla parecida a la que he visto formarse en las citadas solfataras del Cerro Azul. Todo anuncia que esta capa de conglomerados volcánicos es un resto de alguna conmocion análoga a la que aconteció en Cerro Azul, vestijio de la fracturacion de la corteza superficial del terreno, causada por la combustion o volatilizacion del azufre i por la repentina evaporacion del agua. En efecto, al examinar atentamente esta barranca se ven

reproducirse en ella, en una pequeña escala, los fenómenos que hemos observado en nuestra ascension a las citadas solfataras por el valle de la Invernada; i se nota que debajo de aquella gruesa capa de conglomerados existen todavía rocas enteras, pero descompuestas i contorneadas.

Partiendo de este lugar, donde se hallan los últimos manantiales de agua sulfurosa i las últimas *fumarolas* en la parte mas baja de la quebrada de los Baños, si se dirige la vista mas hácia sur-este, por la falda de los cerros inmediatos al cerro nevado, se nota, que en esta direccion se estienden las rocas del mismo aspecto exterior que las de dicha quebrada, rocas descompuestas, roidas por las solfataras, blanquizas i jaspeadas de diversos grados de amarillo i rojizo. Estas rocas son enteramente parecidas a los denominados tofos o *polcuras*, que en toda la cadena de los Andes de Chile suelen aparecer en el contacto de los granitos con los terrenos porfíricos estratificados; i lo que hai de mas notable es que, aun en esta misma localidad, tenemos a la derecha (es decir por el lado del oeste) inmensas masas de granito, las mismas que ya hemos indicado en la orilla izquierda del valle del Renegado, i las que llegan aquí hasta tocar al cuerpo del Cerro Nevado.

En esta direccion sur-este de las rocas descompuestas, tras los baños, i como a doscientas varas arriba de estos, existe una solfataras mas grande que las de abajo, la cual despide sin cesar mucho humo enteramente parecido por su forma, olor i aspecto al humo que se desarrolla en toda la estension de las solfataras del Cerro Azul. Solo aquí, al olor del ácido sulfuroso se mezcla el de hidrógeno sulfurado, el que se desarrolla en todos los manantiales de agua que brotan en medio de las humaredas.

Estos manantiales hierven continuamente en unos hoyos mas grandes que los de abajo, i sumerjido mi termómetro centígrado en uno de los que hervian con mayor violencia marcó 92°, 50 de calor. El agua es enteramente turbia, llena de polvo de azufre que se separa durante la ebullicion i de una greda o arcilla de color gris oscuro que proviene de la disgregacion i descomposicion de las rocas felpáticas, espuestas a la accion del fuego, del vapor de agua, del azufre i del ácido sulfuroso. Todo el suelo en

una estension como de 50 varas de anchura i de mas de 60 varas de largo es caliente, en parte tan caldeado que no se le puede tocar con la mano: todo se halla cubierto de grandes depósitos de azufre, yeso i tierras recién formadas, i todo atravesado por arroyos de agua que al pasar por este lugar se convierten en vapor, causando gran ruido parecido al que se produce al echar agua sobre piedras enrojecidas en un horno. A este ruido superficial se unen otros subterráneos que imitan el hervor de algun líquido en grandes calderas, i por esto se llama este lugar Los Fondos, que es el nombre vulgar que se da en el pais a las grandes calderas empleadas en la fabricacion del jabon, del aguardiente, etc.

Las rocas que componen este terreno son porfíricas i me parecen pertenecer al sistema de los pórfidos secundarios (no volcánicos), cuya estratificacion se estiende sobre los mencionados granitos por todo el valle del estero de los Baños i del Renegado. Estas rocas serian en tal caso idénticas con las que en toda la cadena de los Andes, aun en el norte donde no hai volcanes, aparecen en medio de aquellos *tofós*, *polcuras* o sirviéndome de términos mineralójicos, en medio de caolinas i rocas de alumbre, que en toda la cadena de los Andes se hallan en los contactos del granito con los terrenos porfíricos *secundarios*. Esto me induce a suponer que todos aquellos parajes tan frecuentes en la parte mas elevada de los Andes, donde se ven blanquear las masas convertidas en caolinas i rocas de alumbre i cuyas aguas son vi-triólicas, son restos i vestijios de antiguas solfataras.

El lugar del establecimiento actual de los Baños se halla a 1,864 metros de altura sobre el nivel del mar. A esta misma altura suelen bajar por las faldas inmediatas del Cerro Nevado bancos de hielo considerables; i aun en esta estacion, es decir en lo mas caluroso del verano, este año (1848) que se consideraba como el mas escaso de nieve, la rejion de las nieves perpétuas se mantiene cuando mas a unas 300 varas de distancia vertical sobre el punto observado; de modo que el límite inferior de estas nieves en los declives occidentales del Cerro Nevado no pasa de 2,500 varas de altura sobre el nivel del mar.

A pesar de la proximidad de los hielos i de la gran elevacion del lugar, el temperamento de estos baños es mui templado i no

se sienten los frios aun por las mañanas i en la noche. Esto se debe probablemente al amparo que da a este lugar el Cerro Nevado, contra los *puelches* (o vientos del este) i contra los sures, como tambien al continuo desarrollo de vapor de agua, a la combustion de las solfataras i al suelo caliente de la quebrada. Si a esto se agrega que el viento dominante durante el dia viene del occidente, es decir del lado opuesto a las solfataras, entenderemos por qué los árboles mas frondosos que en ninguna otra cordillera se atreven a acercarse aquí tanto a la region de las nieves i al lugar donde se desarrollan los gases tan nocivos a la vejetacion i en tanta cantidad.

El dia siguiente a mi llegada a los baños (16 de Febrero) proseguí mi escursion en la direccion sur-este, subiendo por los cerros colocados al sur de la Sierra Nevada hasta el Cerro de Azufre que se halla en la espalda meridional de la primera.

En esta direccion hallamos todavia varias solfataras i fuentes de aguas termales, en medio de rocas análogas a las anteriores. El camino no es demasiado malo esceptuando una alta cuesta llamada Repecho de los Perales, cuyo acceso es algo difícil pero no presenta peligro alguno. Esta cuesta es una especie de contrafuerte del Cerro Nevado por el lado sur-oeste, i consta de pórfidos estratificados secundarios; en lo mas alto de ella hallamos almendrilla porfírica de núcleos de cuarzo i de estilbita, idéntica con las rocas de igual especie que se encuentran en el terreno secundario de los Andes; lo que nos hace ver que la accion volcánica del Cerro Nevado no se ha estendido mucho de este lado; i que el mismo volcan, cuyo cráter, hoi dia tapado de hielos, está en la cumbre de dicho cerro, se abrió en medio de los pórfidos secundarios i de los granitos en que estos últimos descansan.

Pasado el Repecho de los Perales, que se halla como a la mitad de distancia de los baños al Cerro de Azufre, cambia el terreno i toma un carácter enteramente volcánico. Las rocas que lo componen bajan por el declive meridional del Cerro Nevado hácia las quebradas que se juntan en un valle mui hondo i no ménos ancho que el del Renegado, llamado Valle de la Niebla, cuyo estero o rio del mismo nombre va a juntarse al pié de los Andes

con el rio Renegado, para formar el rio Diguillin, uno de los principales tributarios del Itata.

Subiendo por este lado a la cumbre del Cerro Nevado, hallamos las mismas brechas porfíricas de obsidiana que las de Mondaca i del valle de la Invernada; en seguida, las rocas traquíticas i pórfidos en columnas, como tambien pórfidos de color gris ceniciento con olivina, i las mismas rocas fonolíticas rajadas en tablas i pizarras que he descrito en mi viaje al Descabezado; solo al acercarnos a la rejion de los hielos perpétuos, a unas ocho a diez cuadradas de la cima, hallamos lavas o materias de erupcion volcánica, parecidas a las del Descabezado, pero diferentes de las del volcan activo de Antuco.

Estas lavas del Cerro Nevado son porfíricas, de una masa de obsidiana no porosa, penetrada de cristalitos de felspato vítreo, sin indicio alguno de peridota. La masa principal no siempre conserva su lustre de vidrio, sino se empaña i a veces pierde enteramente su brillo i se pone como terrosa o como la de pórfidos felspáticos ordinarios: esta masa al soplete es fusible en los bordes en un vidrio sin color, no ampolloso, i sin ebullicion. Entre las diversas variedades de esta roca hai algunas rayadas o jaspeadas en venas, otras granudas a modo de algunas especies de perlita i otras conglomeradas compuestas de fragmentos de obsidiana.

Toda la cumbre del Cerro Nevado parece formada de estas rocas, pero la cubre un vasto campo de hielos perpétuos, de debajo del cual asoman algunos riscos sobresalientes en cuyas faldas casi verticales no puede pararse la nieve.

Habiéndoseme quebrado el barómetro en un estrecho paso a la salida de los baños, por esta razon no he podido determinar la altura a que bajan por este lado las nieves perpétuas ni la de la cima del Cerro Nevado. En recompensa, mas tiempo me quedaba para examinar el Cerro de Azufre i los raros fenómenos que se observan en su alrededor.

Este cerro que aun de léjos se nos presenta como si fuera todo de azufre, se halla de todas partes rodeado de rocas volcánicas i despidе humo continuo de vapor de agua i de ácido sulfuroso. Está, como ya hemos dicho, situado en la espalda meridional del Cerro Nevado, mui cerca de la cima mas elevada de este último,

a unas dos o cuando mas tres cuadras de distancia del inmenso banco de hielo, que la cubre i que descende tras el Cerro de Azufre a unas doscientas varas mas abajo que la solfatara; de modo que, para tener una idea exacta de este cerro, debemos figurarnos una masa convexa semi-esférica de un amarillo claro, ceñida primero de un manto negro o mui oscuro, i seguida de un otro mui blanco, resplandeciente, coronada de una niebla lijera i dominada por el pico mas elevado del antiguo volcan.

Casi toda la parte amarillenta consta de una sustancia terrosa que es una mezcla de yeso, azufre i arcilla, i en ella hai partes concrecionadas o porosas, otras bastante compactas, sólidas, que tienen mas de la mitad de su peso de azufre: rara vez se encuentran masas de dos a tres pulgadas de azufre puro. En medio de esta masa que forma la corteza del cerro i la cual exhala un fuerte olor de ácido sulfuroso, se ve infinidad de agujeros que tienen como ocho, diez i pocas veces mas de doce pulgadas de diámetro, de donde sale con mayor abundancia el gas ácido sulfuroso i vapor de agua. La combustion es lenta, sin proyecciones o bufidos de vapor; el humo se esparce i se dispersa libremente en hebras de una niebla apenas visible. La boca de cada agujero está tapizada de cristalitos, agujas, hojuelas i a veces como de flechas triangulares, transparentes, de azufre mui puro, liviano, que al tocarlo cae i se reduce a polvo; metido adentro el martillo o cualquiera cosa metálica, luego se cubre de un abundante rocío que cae a gotas, i el agua que produce es ácida; pero no se percibe olor de hidrójeno sulfurado. En partes el suelo es mui caliente i la costra que lo cubre es porosa, blanda, en partes como ampollada, desmenuzable, i se hunde debajo el pié emitiendo gran desarrollo de gas ácido sulfuroso.

Miles de quintales se pueden recojer en la superficie de este mineral de azufre, que solo necesita una refinacion para ser empleado en las artes: ello es que Chile posee en este cerro una preciosa mina de azufre, que podrá explotarse con ventaja; i el camino no es demasiadamente malo ni el lugar mui distante de Chillan para que los fletes sean escesivos.

En la superficie del cerro se ven esparcidos grandes trozos de obsidiana encostrados o penetrados de sublimado puro de azufre.

Estos trozos provienen de las lavas que sobresalen en la cima i por los costados del mismo cerro. En ellos se ve mucha variedad de piedra, pero siempre predomina una masa vidriosa de obsidiana, la cual, como ya he notado, cambia pronto de aspecto, pierde su lustre de vidrio i su bello color negro se empaña i pasa a materias parecidas a sustancias felpáticas compactas.

El lugar de la mas activa combustion i el que abunda mas en *fumarolas* i sublimados de azufre, se halla en el borde de una cuesta mui escarpada que baja al valle llamado Aguas Calientes, cuyo fondo debe de hallarse a unas quinientas varas o talvez mas, de distancia vertical, de la cima del Cerro de Azufre. Por la falda de esta cuesta descende un enorme banco de hielo casi al mismo valle, i, en la estremidad de dicho banco, casi de debajo del hielo, sale de una gruta cavada en el costado del propio cerro, un raudal de agua caliente, un rio, que a distancia de tres a cuatro cuabras de su nacimiento, marca todavía 57° de calor en el termómetro centígrado.

Por todas partes en este valle, que toma oríjen casi al este del Cerro Nevado i lo rodea por sus costados meridionales, brotan fuentes i manantiales de agua sulfurosa i de aguas termales; a pesar de esto, por el centro del mismo valle, corre un torrente de agua pura, fria, cristalina, i sus orillas se ven esmaltadas de un pasto verde mui bajo i mui tupido, cubiertas de numeroso ganado.

Los arroyos i manantiales del valle de las Aguas Calientes se unen en un rio que a poca distancia de aquí se junta con el de la Niebla, i en todo el contorno del otro lado de este valle surgen inmensos despeñaderos de rocas estratificadas, cortadas casi perpendicularmente, compuestas de mucha variedad de traquitas. Los planos que dividen la estratificacion de estas rocas son bastante arreglados, paralelos unos a otros; i parece que la línea de estos despeñaderos no hace mas que señalar el borde de la rotura que padeció el terreno preexistente al solevantamiento del Cerro Nevado.

Para dar una idea de la distancia a que se hallan los lugares indicados en esta excursion, basta decir que, saliendo por la mañana del establecimiento de los baños, alcancé el mismo dia a llegar a las nieves perpétuas que cubren la cima del Cerro Nevado,

he recorrido las lavas que descienden de esta cima i el Cerro de Azufre, bajé en seguida al valle de las Aguas Calientes casi hasta su union con el de la Niebla, pasé por los elevados cerros que separan este último de la quebrada de los Baños i regresé al anocheecer a las casas del establecimiento.

Si al salir de este lugar queremos buscar cuadros de otra naturaleza, que hagan contraste con aquellos cerros donde el hielo i el fuego se dan la mano para poblar la aridez del desierto con los fantasmas mas sublimes i mas grandiosos, volvamos a sumerjirnos en las inmediatas selvas; i, habiéndolas atravesado en la direccion del rio Chillan, que a unas ocho a diez leguas de aquí baja de la cordillera, sigamos el curso de ese rio hasta el pié de los cerros. No hai belleza en el reino mineral i vegetal de los Andes que no concurra a adornar estos sitios. Las habitaciones del hombre i sus campos recién desmontados nos hacen pasar insensiblemente de los parajes mas salvajes de un desierto a lo que puede haber de mas animado i ameno en la naturaleza. I si nos internamos otra vez en la espesura de los bosques, a unas cuatro leguas mas al norte, hallamos un pueblo recién formado en el seno de los Andes, donde hace doce años no habia una sola alma viviente.

Este pueblo que hoi dia cuenta tres o cuatro mil habitantes, lleva el nombre del Pueblo de las Minas i sus pobladores conservan todavia el primitivo carácter de colonos que por la primera vez hacen sonar sus herramientas en los robustos troncos de una selva virjen. Quebrado el suelo, no acabadas las casas, desparramados palos i malezas, árboles enteros despojados de su ramazon i ennegrecidos, redoblados golpes de hachas, i humaredas de los incendios, todo, en una palabra, se pone en armonía para bosquejar un pueblo en su cuna.

Pero lo que da un carácter particular, distinto de cualquiera otra poblacion del mundo, es la circunstancia algo rara, que en los mismos sitios donde se encontraron minas de oro, abundan tambien terrenos mui buenos para la siembra, sin que, ni las primeras sean bastante ricas para exitar la codicia del hombre i hacerles despreciar la agricultura, ni estas últimas bastante feraces para ahogar la minería. Se ven pues, en medio de los tajos i profundas quebradas donde se lava el oro, en medio de desmontes i boca-

minas, rastros de trigo, eras i mieses recién cosechadas, yuntas de bueyes, i habitaciones que en nada se parecen a los ranchos de los mineros. En todo se ve gran movimiento i trajin de jente; a los subterráneos tiros de minas, responden las voces mas alegres de los trilladores, al grito de los pastores en la inmediata montaña, el bullicio de la jente reunida en las plazas de juego: solo el comercio, siempre calculador, tranquilo i silencioso, queda en sus tiendas i almacenes, avivando la circulacion del oro, cuyo polvo bruto, apenas lavado, sirve para los cambios en lugar de moneda.

Estas minas, como todas las minas, de oro de Chile, se hallan en medio de un terreno granítico, de cuya disgregacion i la coopecion de las aguas se formaron grandes depósitos de arenas i arcillas auríferas que, en partes, constituyen aquí capas de doce i mas varas de espesor. El granito sirve de fondo a todas estas materias de acarreo, i no se descubre sino en algunos puntos culminantes o bien en el fondo de algunas quebradas.

La mayor riqueza que dió lugar al descubrimiento de estas minas se halla en la confluencia de dos pequeños esteros, de los que uno baja del este de las Cordilleras inmediatas, enteramente cubiertas de bosques, i el otro corre paralelamente a los Andes. En este mismo lugar se principió a edificar el pueblo i se extendieron los trabajos hácia arriba, a mas de una legua de distancia al este; pero no de un modo seguido, sino a grandes trechos e intervalos, en el seno de las mas antiguas selvas.

Parece que, a medida que se alejaban del lugar del descubrimiento primitivo, la riqueza i la produccion de oro se iba minorando, i al propio tiempo el instinto natural del minero le impulsaba a buscar el tesoro orijinal de donde venia ese gran cúmulo de arenas auríferas. En efecto, no tardaron en hallar, en el cerro de las Nalcas, situado a media legua de distancia del pueblo, vetas i guías en medio de la roca misma, de cuyos derrumbes se habian encontrado en la quebrada piedras mui ricas claveteadas de oro.

Desde entónces en diversos ramos se han dividido los trabajos de explotacion de estas minas: los mas mineros proseguian el trabajo de lavadero, otros se dedican a la explotacion de las vetas, otros, en fin, andan en busca de los tesoros mas escondidos que presu-

men existir en lo mas frondoso de la montaña, de cuyo misterioso aspecto, grande elevacion i la frecuencia de temporales que reinan en su cumbre, sacan los *cateadores* el buen agüero para su empresa.

En efecto, es mui grande la estension que tiene en esa parte de los Andes el terreno de disgregacion aurífera; i la riqueza que se halló en los primeros tiempos del descubrimiento de estas minas, da suficientes motivos para creer que debe haber vetas de oro mui importantes en los cerros inmediatos. Desgraciadamente una gran capa de tierra vegetal, cubierta de inmensos bosques, pone grandes dificultades a toda investigacion minera.

La explotacion de las tierras auríferas se hace a tajo abierto. Los trabajos denominados de Cato, de las Ramadillas, de las Chilcas, etc., se prosiguen en grande escala, i se han estendido a mas de una legua de distancia del sur al norte. El terreno consta de dos altos principales que importa distinguir: el de arriba consta de *aluviones* modernos, de arena mas fina, arcillosa, mezclada de tierra vegetal, sin grandes fragmentos de roca, ni mucho guijarro; es la que da vida a la vegetacion mas activa i mas lozana de esas selvas; pero apénas tiene algun indicio de oro que se halle diseminado en hojillas mui menudas, i en tan poca cantidad que no hace cuenta lavar estas tierras ni someterlas a beneficio alguno. El otro alto, que es el de abajo, inferior al precedente, consta de materias de acarreo mas gruesas, de arena felspática, de varias especies de arcillas que provienen de la descomposicion del felpato, i de grandes piedras rodadas, mas o ménos redondas, i mucho guijarro mui grueso. Las mas de estas piedras son de granito medio descompuesto i de diversos pórfidos pertenecientes jeológicamente al grupo de rocas graníticas; pero no se encuentran en todo este terreno guijarros de cuarzo, ni de mineral de hierro, ni de otras sustancias minerales que son tan frecuentes i abundantes en todo terreno aurífero. Solo se hallan algunos trozos redondos como papas o riñones, de jaspe i de calcedonia, que parecen provenir de la destruccion de los pórfidos *secundarios* que en todo el sistema de los Andes descansan sobre el granito. En todo el espesor de este alto inferior se ha hallado oro diseminado de un

modo mui irregular: en partes de grano grueso i abundante, en partes apénas visible.

Las capas inferiores de este alto descansan sobre un fondo de roca firme, que los mineros llaman *circa* i la cual no es otra cosa mas que una roca granítica, unas veces de granito bien determinado, otras veces de feldspato compacto, de pórfido eurítico o de alguna brecha granítica. En las arcillas inmediatas a esta roca es donde suelen hallar el *manto* aurífero mas rico en oro; pero sea cual fuere el éxito de la empresa, ello es que llegando a la denominada *circa*, se pára el trabajo, i se ha reconocido que seria inútil proseguirlo en el interior del granito, a ménos que en medio de él se encontrase alguna veta o guia metalífera.

Varia mucho el grueso de las capas que constituyen los dos indicados altos, i las de arriba aumentan con el espesor de las selvas que las cubren. En jeneral, tres a cuatro varas de grueso tienen los aluviones superiores, mui pobres en oro o enteramente estériles, i seis a siete los verdaderamente auríferos que forman objeto de la explotacion.

Esta se hace en grande, de un modo económico i mui apropiado a la localidad; se principia por cortar el terreno casi verticalmente desde la superficie hasta la misma *circa*; i en seguida se aprovecha el agua que viene de los arroyos i esteros de la Cordillera para dirijir chorros de esta agua sobre la parte útil de las tierras. A medida que éstas se gastan i se desmoronan, se caen las piedras, i se deslaman las partes terrosas i arcillosas que se arrastran por la corriente. Destruida que está cierta cantidad del terreno, sacan los mineros la piedra que se ha amontonado al pié de la barranca i la ponen a un lado, bien arreglada, para que ocupe el menor espacio posible; en seguida vuelven a lavar *a la batea* todo el depósito de arena gruesa i guijarro que se habia unido con esa piedra i separan el oro.

Lo que mas se opone al progreso i desarrollo de estos trabajos, es la escasez de agua, que por ahora es apénas suficiente a una explotacion mui limitada. Si algun empresario capitalista aventurase su dinero para traer mas agua de las cordilleras inmediatas, por algun canal bien dirijido, no dudo que la produccion de oro

de estas minas podría competir con la de los mejores *lavaderos* de Chile.

Ménos todavía avanza la explotación de unas cuatro minas abiertas en el Cerro de las Nalcas, en medio de una roca felspática atravesada por muchas venas mui angostas, pero bastante ricas en oro. La roca, en la parte superficial, se halla casi enteramente trasformada en caolina, i en la parte inferior pasa a ser mui dura i es una variedad de pórfido eurítico, el mismo que aparece en la *circa* de los lavaderos.

Para el beneficio de estos minerales de vetas, faltan todavía trapiches, maritatas i hombres intelijentes; aun temo que ese ramo de industria minera quede aquí por mucho tiempo en su infancia.

Entre tanto, la agricultura, sostenida con los productos diarios de los lavaderos, aumenta i progresa visiblemente, el bienestar se pinta hasta en el rostro i la robustez de los habitantes; la poblacion se estiende a pesar de los repetidos incendios que no bien se acaba en una estremidad de la aldea cuando nuevas casas, improvisadas de repente, ya se burlan del fuego. Lástima que a este feliz i pacífico rincón del mundo, donde los hombres son todos, a un mismo tiempo, propietarios i jornaleros, i donde probablemente nunca se hablará del derecho al trabajo, ni de la validez de la propiedad, han alcanzado ya a llegar las seductoras noticias de California, que inquietan i alborotan las familias i las alejan de su selva natal.

IX

ESCURSION JEOLÓGICA

A LAS CORDILLERAS DE SAN FERNANDO,

(FEBRERO DE 1861) (1).

LAS MESETAS DE TALCAREGUA I DE LA ISLA.—JEOLÓJIA DEL VALLE DE TINGUIRIRICA
HASTA LOS BAÑOS.—LAS AGUAS TERMALES.—TERRENO LIÁSICO DE LAS DAMAS.—
RIO DEL AZUFRE I SUS TRAQUITAS.—SOLFATARA I DEPÓSITO DE AZUFRE DEL
MORRO DE AZUFRE (VOLCAN DE TINGUIRIRICA).

A pesar del gran interes que presenta al estudio la Cordillera de San Fernando por sus solfataras i depósitos de azufre, sus aguas termales, sus volcanes apagados i un terreno de sedimento con fósiles marinos, colocado a unos 3,000 metros de altitud en la línea divisoria; esta Cordillera ha sido hasta ahora ménos visitada, ménos conocida por los viajeros que las de Uspallata i del Portillo, al norte, i las del Descabezado i de Antuco, al sur de San Fernando. En balde en ellas buscará el jeógrafo los volcanes de Peteroa i del Tinguiririca, marcados en todos los mapas jeográficos i en las obras mas sábias modernas; los únicos jeógrafos de estas cordilleras, que son los vaqueros, los capataces, los cuidadores de animales, señalarán con sus verdaderos nombres, en lugar primero de los dos mencionados volcanes, el Planchon, i en lugar del segundo el Morro de Azufre.

De estas dos inmensas montañas, cuyas cumbres dominan todo el cordon, la que mejor se conoce hasta ahora es la primera, por-

(1) Publicado en Los Anales de la Universidad, tomo XX, páj. 22.

que pasa por el Planchon un buen camino para la República Arjentina, camino que sirve de comunicacion a los habitantes del sur de Chile con Mendoza, i por el cual mucho ganado se conduce de aquí, en tiempo de verano, para las praderías situadas al otro lado de los Andes. Méno accesible es la gran cordillera de Tinguiririca i su paso de las Damas, por donde, con gran trabajo i peligro, cruzó los Andes por el año 1821 el doctor Guillies de Edimburgo (1). Ocho o diez años mas tarde fueron a visitar la misma Cordillera el señor Gay i el doctor Mayen de Berlin. Ascendieron por la orilla derecha del Tinguiririca i recojieron gran acopio de plantas; pero a los tres días tuvo que regresar el doctor Mayen a San Fernando (2), miéntras que el señor Gay proseguia su viaje hasta el Morro de Azufre (3).

Con el propósito de explorar ante todo, el curso del rio principal en estas cordilleras, el Tinguiririca, pasamos este rio por el puente colgado en el llano mismo de San Fernando i tomamos el camino de la orilla izquierda.

De lo alto de la primera cuesta que asciende este camino, ya se abre una hermosa vista, la cual hace olvidar i mas que compensar el corto fastidio que se experimenta atravesando los cauces de los numerosos ramales del rio i de sus canales, sembrados de piedra. De allí se divisan tres, i en partes, cuatro escalones de llanos, que se elevan, unos detras de otros, ostentando cual mejor su rica vejétation, i haciendo recordar al jeólogo las tres o cuatro gradas en que por lo comun se ven cortados los llanos *terciarios* de la costa de Chile. Esta cortadura de los llanos en escalones, no solamente de los llanos litorales sino interiores, llama a cada instante la atencion del viajero en Chile, como seña de los últimos cambios i revoluciones que ha sufrido el Continente Americano. I apesar de que en ciertas localidades, como lo observa Pissis en su *descripcion jeológica* de esta provincia, se puede atribuir esta configuracion a causas locales sin ocurrir para explicarla a efectos

(1) *Buenos Aires i las Provincias del Rio de la Plata*, por WARISH, t. 2. páj. 303.—El viaje de Guillies tuvo lugar por el año de 1821 o 1823.

(2) *Viaje al rededor del mundo* por MAYEN, t. 1, páj. 293.

(3) *El Araucano*, número del 12 de Mayo de 1831.

jenerales, debidos al solevantamiento de la costa, difícil seria desconocer el influjo que ha debido ejercer este último, tanto en la parte litoral como en los valles interiores, sobre todo en los valles trasversales que tienen mucha anchura, si se atiende a la semejanza en la cortadura de ellos, e igual o casi igual número de gradadas en que están cortados.

Es lo que viene al pensamiento del viajero a la vista de la extensa llanura de Talcaregua, que casi en su totalidad se divisa de la citada cuesta de la Punta. Al bajar esta cuesta, un nuevo objeto nos detiene, objeto digno de ser estudiado detenidamente.

Llano de la Isla.—Es un llano, llamado Isla, mas elevado que el de Talcaregua, cortado en forma de una meseta (plateau), cubierto en su superficie por un sedimento arenoso, verdadera pampa sin árboles ni arbustos, dominada por unos cuantos cerrillos de roca, los cuales, no sin fundamento, halló mi compañero de viaje, semejantes a los cerrillos de Teno. Esta meseta se eleva i está comprendida entre el curso del Tinguiririca i el río Claro, que es uno de los principales afluentes del primero, por su ribera izquierda. Mas de dos leguas de longitud tiene esa planicie, i va subiendo insensiblemente hacia el Este, estrechándose mas i mas entre los dos ríos mencionados.

Entre los citados cerrillos, hai algunos que son como unos montones de piedra suelta, traída de otra parte; pero al acercarse a ellos, fácil es reconocer que se hallan en el lugar mismo donde se elevaba la roca de cuya descomposicion i deterioracion provienen. Los mas, son de roca firme, que se eleva a unos 10, o cuando mas, 15 metros sobre la superficie, i se parte en trozos muy grandes e irregulares. Esta roca es porfirica, su felpato tiene aspecto vidrioso, i la masa es parecida a la de las traquitas mas antiguas, cuya base debe haber sido obsidiana, que con el tiempo ha perdido su lustre de vidrio. En jeneral, esta masa no es porosa, ménos en la parte mas aproximada a la superficie; i con dificultad hubiéramos conocido su verdadera naturaleza si no hubiésemos encontrado en unos cerrillos, mas hacia la cordillera una verdadera traquita, de masa gris, porosa, con cristales de felpato; roca enteramente parecida a la de las traquitas antiguas del Descabezado i de Chillan.

Es, por consiguiente, una meseta que se ha formado con la salida de una masa mui considerable traquítica, cuya superficie se habia allanado incompletamente por la accion de las aguas i por el depósito de sedimento, quedando salientes solamente las partes mas duras i tenaces de la roca eruptiva.

Diferénciase este terreno del de los cerrillos de Teno, en que la roca de estos últimos es toda escoriácea, enteramente parecida a las lavas modernas, i segun Pissis, es una corrida que descansa sobre el cascajo moderno, miéntras que la de la Isla, que es el nombre de esta planicie comprendida entre los dos rios, es probablemente una masa traquítica, salida de una inmensa abertura longitudinal, en el lugar mismo donde se halla.

Jeolojía del cajon principal del rio Tinguiririca.—Llegando a la estremidad superior de esta pampa, que por un largo trecho sigue todavia elevándose i estrechándose a modo de un istmo entre los dos rios, varia enteramente la naturaleza del paisaje i cambia la escena. Dejamos a la derecha el curso del rio Claro, cuyo ruido se oye por momentos en una profunda garganta; i al tomar la ribera izquierda del Tinguiririca, entramos en una série de hermosos bosques de mirtos i quillayes, que se empinan sobre la falda de las cuestras meridionales del cajon.

En uno de estos bosques, en el lugar llamado *Iglesia*, pasamos la noche del 7 de Febrero, a unos 1,000 metros de altitud. Rujia a unos 100 metros mas abajo, en una estrecha quebrada, el rio Tinguiririca, i teníamos en frente, al otro lado, un cerro, en cuya espalda asoma por la primera vez a esta altura una masa traquítica, que de léjos se hace distinguir por su forma algo estraña i sus divisiones columnarias. Esceptuando esta roca, todos los cerros inmediatos pertenecen al sistema de los *pórfidos estratificados*, pórfidos metamórficos, o abigarrados (sea cual fuere el nombre que se les dé,) cuyas estratas inclinadas hácia el oeste pierden u ocultan insensiblemente sus planos de divisiones. Este terreno solevantado porfirico, no encierra en su seno restos orgánicos, i por lo mismo aventurada seria cualquiera suposicion sobre la época a que pertenece; pero es este terreno el que invariablemente aparece en la primera línea mas trastornada de la cadena de los Andes propiamente dichos.

En este lugar llamado *Iglesia* es donde el sistema de estratificación, que desde su aparición se ha visto inclinado hácia el oeste parece cambiar de inclinación, i se complica, de tal modo, que cuando lo volvemos a divisar en el Valle, a unas seis u ocho leguas mas adentro, hallamos el mismo terreno solevantado, porfirico, inclinado en el sentido contrario, es decir, hácia el este. En este lugar, por consiguiente, deberia hacerse el estudio jeológico mas prolijo, para conocer todas las condiciones que acompañan el espresado cambio de sistema.

De la *Iglesia* hácia el este, desaparece la traquita columnaria del otro lado del rio, pero luego se divisan todas las cimas de los cerros que se elevan de la ribera izquierda del Tinguiririca, coronadas de la misma traquita, cuyos inmensos prismas, cortados a pique, dispuestos en hileras, negros i en todo parecidos al basalto, se parten fácilmente en los grandes sacudimientos del suelo, se descuelgan i ruedan al pié de las barrancas. Los hallamos en las pendientes de las numerosas cuestas cubiertas de árboles por donde pasa el camino. La roca es en todo parecida a las traquitas columnarias de las cordilleras del Descabezado (1), compuesta de una masa negruzca, sin lustre, algo porosa i de feldespato vidrioso blanquecino; su estructura es siempre porfirica, i los cristallitos de feldespato mui pequeños irregulares i medianos. En algunos trozos, en la fractura recién hecha, se ven puntillas que tienen lustre semi-metálico, tornasolados, talvez sean de hierro titánico.

Es de notar que estas traquitas ocupan solamente la parte mas elevada del cordón que abriga el cajón del rio Tinguiririca por el lado del sur, i allí forman masas redondeadas, como cúpulas i redomas, las mas, erizadas de prismas diverjentes en sus cumbres, miéntras que en sus costados se ven cortadas en hileras de columnas verticales. Estas columnas son mui gruesas e irregulares en la parte inferior, donde principia a cubrirlas un antiguo terreno de acarreo que constituye las cuestas cubiertas de vejación.

Estas últimas i los inmensos montones de piedra rodada impiden al principio ver lo que son estas masas traquíticas en el fondo

(1) Véase el viaje a las cordilleras de Talca i Chillan, página 330.

del valle del rio, i con qué rocas estan en contacto. Pero a unas cinco o seis leguas mas a la cordillera (siguiendo siempre el camino por la izquierda del rio) se descubren estas rocas casi al pié de la cuesta, divididas en prismas casi horizontales.

Mas al este, en el mismo camino (al bajar el Carrizalillo) ántes de llegar a la confluencia del Tinguiririca con el rio de Azufre, rio que en esta parte es casi tan caudaloso como el primero, hallamos en el fondo del valle i hasta en la cima de la cuesta meridional masas inmensas de granito, compuestas en su mayor parte de feldespato, de otro silicato que parece ser talco, i en parte de cuarzo.

Esta roca granítica, la cual en todo el sistema de los Andes hace el papel de las principales masas de solevantamiento, se haya aquí en contacto con las traquitas. Su aparicion en este lugar inclina a creer que estas últimas han hecho su salida a traves del mismo granito, i talvez no provienen sino de la fundicion de este último.

En este mismo lugar cambia su direccion el Tinguiririca, i al dar vuelta hácia el sur-oeste, se estrecha sobre manera su cauce, trasformándose en un inmenso desfiladero, hondo i angosto, sembrado en su fondo de rodados de granito i brechas porfíricas.

En esta parte tambien hallamos mas incómodo i penoso el camino, siendo mui escarpadas las cuestas que hai que pasar para salvar el desfiladero.

Pero a un par de leguas mas al Este, se abre considerablemente el valle, toma en partes como una legua de anchura, i su direccion es casi de nor-este a sur-oeste: aquí cambia por la segunda vez la naturaleza jeológica de los cerros, i un nuevo campo se presenta para las observaciones.

El Valle. — Llámase por lo comun Valle esta parte del curso superior del Tinguiririca, que se estiende desde la angostura en que acabo de señalar la confluencia de este rio con el rio de Azufre, hasta un cordon de cerros llamado *Las Damas*, por el cual, cortado este Valle al este, se ramifica en dos grandes quebradas. Por una de ellas, que es la principal, i la que tuerce hácia el oriente, baja el rio Tinguiririca, i cerca de su nacimiento se halla el portezuelo llamado *Paso de las Damas*. Por la segunda que

baja del sur-este, se precipita un torrente bastante rápido, río de Herrera. Suelen también llamar la primera de las dos ramas de que nace el río Tinguiririca, estero de las Damas, i la segunda estero de Herrera.

Tendrá como seis a ocho leguas de longitud el Valle, i en su mayor parte media legua de anchura; su altitud no pasa de 1,500 metros en la parte media, i asciende a 2,000 metros al pié del cordón de las Damas, en el lugar en que da vuelta el río hácia el citado Portezuelo de las Damas.

En esta última altitud permanecen ya, en las faldas meridionales de los cerros, montones de nieve en todo el verano, de manera que esta altitud de 2,000 metros puede también considerarse como el límite de las nieves esporádicas en esta cordillera.

Tiene también este valle un aspecto enteramente distinto del de la parte baja del cañón de Tinguiririca por donde venimos. En lugar de las hermosas selvas, estrechas quebradas i escarpadas cuevas, no se ve aquí sino un ancho llano cubierto de vegas, mucho ganado en la estación del verano, i unos pocos arbustos al pié de las cuevas meridionales.

Aguas minerales. — En este valle, en la ribera derecha del río Tinguiririca, brotan los manantiales de aguas termales muy abundantes, casi del todo desconocidas hasta ahora. Unas nubes de vapor que a toda hora despiden, señalan de lejos el lugar i el terreno de donde salen. Es un terreno de acarreo, compuesto de arena gruesa i de cascajo de la misma orilla del río; pero la verdadera roca en que nacen, debe ser el mismo pórfido i las brechas porfíricas de que constan los cerros inmediatos.

Sobre más de una cuadra, por la orilla derecha del río, en partes a 3 o 4 metros, en partes apenas a un metro del río i casi al nivel de sus aguas, se ven unos agujeros en el suelo, de cuyo interior salen burbujas de agua, con cierta fuerza, como si fueran empujadas por una presión interior bastante considerable. En algunos agujeros saltan gotas a dos o tres pulgadas de altura; en otras, hierve el agua como en una olla, i en otras mana sosegadamente, con ligero desarrollo de gas.

Los chorros que con mayor fuerza se elevan, marcan al termómetro 96° centígrados, otros a poca distancia no tienen más

que 90°, i otros 86°, 74° i 70° centígrados. El arroyo que reúne gran número de estos manantiales, mezclados con uno superficial de agua fria, es como un estero bastante crecido i marca mas de 48° centígrados de temperatura. Este arroyo en la salida, como a una cuadra de distancia de los primeros chorros, marca todavía 46°; en este lugar, algunos enfermos que vinieron el año pasado para curarse, habian acomodado una represa para el baño. Nótase que en el lugar de donde el agua salta con mayor rapidez i tiene 96° de temperatura, el termómetro se hunde con facilidad a unos 7 a 8 centímetros en la arena, cuya temperatura se mantiene solo a 92°, el agua sale por bufidos i con intervalos pequeños, como destapando a ratos el conduto que se le cierra.

Ningun mal olor despiden estas aguas; ensayadas por el acetato de plomo que llevábamos con este objeto, no dieron el menor indicio de hidrógeno sulfurado; tampoco tienen reaccion ácida, ni alcalina; pero sí, un sabor salado; son mui claras, i vertidas en un vaso no exhalan ningun gas ni se enturbian.

No se nota en ellas sedimento alguno, salvo una lijera costra de sal comun que queda en la superficie de las piedras bañadas por esta agua, i una que otra piedra cubierta de una materia ocrácea superficial, que proviene de la accion del agua salada en ebullicion sobre los elementos mismos de la roca.

El análisis de esta agua ha dado para su composicion, por un litro de agua:

Cloruro de sodio.....	2,2730	gramos
— potasio.....	0,0631	»
— calcio.....	0,1135	»
— magnesia.....	0,0230	»
Sulfato de cal.....	0,1980	»
Alúmina.....	0,0100	»
Ox. de fierro.....	0,0040	»
Sílice.....	0,0995	»
	2,7841	»

Es decir, contienen 278 centígramos de materias estrañas por

cada litro de agua, i de ellas, casi los $\frac{11}{12}$ constan de cloruros de sodio, calcio i magnesio: lo que las hace poner en la categoría de las aguas cloruradas de Chile, análogas, por ejemplo, a las de Cauquenes o de Apoquindo, pero mucho mas abundantes, mas calientes i ménos cargadas de cloruro de calcio que la de estas dos últimas localidades.

Colgado en la sombra el barómetro de Bunsen, a unos 8 metros arriba de los manantiales, en un lugar donde se ven los restos de un pequeño rancho construido por los enfermos, bajó a las 9 h. de la mañana a 625.9 metros

Term. del Barom. 20° +; libre, 10°2: lo que, comparado con las observaciones hechas a la misma hora (a las 9 h. de la m.) por don Pablo Zorrilla en el Instituto, da para la altitud de los baños 1736.5 metros.

El Psicrómetro de August marcaba:

Termómetro seco	10.8	grados
Húmedo.....	7.4	"
Temperatura al sol.....	22	"
De la arena en la superficie.....	35 a 36	"

El cielo a esta hora estaba perfectamente claro, de un hermoso azul en el zenit; a pesar de que en la misma mañana, al aclarar el día, se veían dos estratas de nubes encima de la cordillera: unas de mas arriba, casi estacionarias, delgadas; se deshacían en forma de unas hebras filamentosas; i otras de mas abajo, que venían del mar, eran infladas, llenas, de contornos marcados, pero al acercarse a la línea divisoria de los Andes se disolvían i volvían a aparecer al otro lado de las cumbres. Este mismo fenómeno tuve ocasion de observar casi en todo el tiempo que estuve esta vez en la cordillera.

Jeolójía del lugar; terreno fosilífero.—Del lugar mismo de las aguas termales, o mejor todavia, del llano que las domina, se divisa, por el lado del sur en toda la cadena de los cerros que cubren este valle por aquel lado, un inmenso sistema de estratas inclinadas hácia la cordillera central de los Andes, es decir, en el sentido contrario a la inclinacion de las estratas que vimos al

dejar el llano de San Fernando. Ya desde la aparicion del granito i la mencionada angostura en la confluencia de los dos rios, se pierden de vista las traquitas columnarias que dan un carácter tan pintoresco a los cerros. Aquí todo ha cambiado: las cordilleras, sobre todo las de la ribera izquierda del rio, nos presentan el cuadro de un inmenso terreno estratificado solevantado por la fuerza central de los Andes. Una série de innumerables capas en estratificacion concordante, apoyadas unas sobre otras, con un ángulo de inclinacion de 30 a 35 grados con el horizonte, forman una inmensa cresta dentellada, que se eleva mas i mas a medida que se acerca a la línea central de los Andes, i en esta línea se une con un cordon mas elevado, que es el cordon de las Damas, donde se pierde esta uniformidad de estratificacion por la proximidad de las masas que sin duda causaron este solevantamiento.

Echemos primero una mirada sobre la parte en que este terreno guarda toda su simetría i arreglo primitivo de estratas, e iremos en seguida a examinar la parte mas complicada del todo, en la extremidad del valle.

Al hacer este estudio, debo ante todo señalar la causa de un error a que está espuesto un viajero, cuando quiere juzgar de la inclinacion i direccion de las estratas, colocándose a cierta distancia de ellas en una situacion, por ejemplo, análoga a aquella en que yo me hallaba, mirando del lugar de los baños el terreno estratificado colocado del otro lado del rio, cortado por el ancho valle del Tinguiririca, en la direccion de SE. a NO.

Las estratas que tenia en frente parecian como encorvadas, conforme a lo indicado en la figura 1.

Las que estaban mas cerca (en *a*), se veian apoyados contra una masa no estratificada *D*, que es la verdadera roca de solevantamiento o una parte del mismo terreno solevantado, enteramente trastornada, i modificada por la proximidad de esta roca i del foco principal de la fuerza que la arrojó de la tierra. Estas estratas (en *a*) parecian doblemente encorvadas, como si hubiesen sufrido un ablandamiento i flexibilidad en su trastorno; i a medida que la vista, al partir de esta parte del terreno, iba deslizándose mas i mas hácia el oeste, sobre el mismo ramal de la cordillera, se veian, a cada interrupcion por las quebradas que cortan

este ramal de sur a norte (en *b*, en *c* etc.), nuevos sistemas de capas ménos encorvadas, como lo indica la figura, pero capas que no parecían guardar *concordancia* con las anteriores. Miéntas mas al oeste, mayor estension tomaban las partes horizontales de las capas, i menor las partes inclinadas de ellas, hasta que en la estremidad occidental de esta série de estratificaciones, no se veían sino capas enteramente horizontales.

De este modo se me presentó a la vista el corte jeneral del terreno sobre una longitud de 6 a 8 leguas del este a oeste, mirado desde los Baños. Mas, luego, al recorrer el mismo valle desde este lugar hasta abajo, vi que todas estas capas, tanto en (*a*), como en *b*, en *c*, etc., son paralelas unas a otras, todas en estratificación concordante, planas, no encorvadas, i forman un sistema de estratificación bien arreglado, inclinado hácia el centro de los Andes, haciendo un ángulo de 30 a 35 grados con el horizonte.

La causa de la primera ilusion que sufrió mi vista, i la cual mui a menudo puede producir el mismo efecto en los Andes de Chile, es la siguiente:

Las capas de este terreno estratificado corren de norte a sur, con mui pequeño desvío de esta direccion, que no he podido determinar con exactitud. Todo el sistema de estas capas está cortado por el valle de Tinguiririca que va de S. E. a N. O., i al mismo tiempo por unos planos trasversales a este valle, que son planos de las mencionadas quebradas. Estas últimas, paralelas poco mas o ménos a la direccion de las capas, las cortan formando *líneas de interseccion horizontales*, miéntas que el plano que las corta paralelamente al valle (casi perpendicularmente a la direccion de las estratas) produce *líneas de interseccion inclinadas*. Ahora, colocado el ojo oblicuamente a estos dos sistemas de planos, de manera que divise a un tiempo el corte paralelo al valle i los cortes trasversales, ve arriba las líneas de interseccion horizontales formadas por las quebradas, i mas abajo líneas de interseccion inclinadas, pertenecientes a las mismas capas, formadas por el corte longitudinal del valle. I como las primeras se unen con las segundas en las esquinas redondeadas, pasando insensiblemente las horizontales a las inclinadas, resulta que las estratas mismas aparecen como encorvadas. Es tambien claro que

mirando de la estremidad superior de este valle, del mismo lugar de los Baños hácia abajo, es decir, hácia el oeste, los planos de divisiones horizontales toman para la vista un desarrollo tanto mayor, i con tanta mayor oblicuidad se presentan los inclinados, cuanto mas distantes sean las estratas del observador; de suerte que todo este sistema de estratificacion, aunque inclinado, se presenta como si en la parte occidental cambiase gradualmente de declive i pasase a ser horizontal. Esta ilusion no es sino efecto de cierto lugar que ocupa el ojo con respecto al terreno, cortado por los planos en dos direcciones oblicuas.

Pasando ahora, de la construccion de este terreno i sus divisiones en grande, al exámen de las rocas que lo constituyen, hallamos que el lugar mas interesante es todavia el cerro situado casi enfrente de las aguas termales.

Consta este cerro de capas calizas, arcillosas, fosilíferas, que descansan sobre brechas porfíricas, i desde luego debo observar que estas capas calizas, inclinadas hácia la línea divisoria de los Andes, se hallan casi en la estremidad oriental de un largo sistema de estratas, que, segun parece, descansa sobre ellas.

Los detalles que a continuacion se espresan, nos darán idea de la composicion de este terreno. Con este objeto seguiremos el órden en que se hallan sobrepuestas las diferentes capas en esta parte, principiando por abajo, desde el pié del cerro.

En este lugar, dos o tres grandes bancales de brecha asoman de debajo; i se componen de una masa porfírica verdosa, con grandes fragmentos de pórfidos de todos colores i fragmentos de rocas mas homogéneas. Esta brecha no tiene nada de particular que la distinga de las brechas mas abundantes del terreno de pórfidos estratificados, o metamórficos de San Lorenzo, de San Pedro Nolasco, de la Compañía, i en jeneral, de todos los de la rejion superior de los Andes.

Inmediatamente, sobre estas brechas, se apoya una capa de caliza mui compacta, silicosa, de un gris oscuro, como de media vara, sin fósiles. Sobre esta caliza vienen 15 a 20 capas, de las cuales algunas son de caliza gris, clara, algo arenosa, pero mui dura, en partes toda penetrada de fósiles i mui resistente a la accion del aire; otras, de caliza amarillenta, que, por la accion del aire, se parte en

pedazos de superficies redondeadas, sin fósiles; otras de caliza arcillosa o arenosa con ostreas de gran tamaño. Entre estas capas, en la cima de la costa, se ven bancos casi enteramente compuestos de ostreas. Algunas de estas capas tienen hasta 4 i 6 metros de potencia, otras solamente 4 a 5 decímetros. Una muestra de estas calizas, que por su grano medio cristalino, su aspecto seco i color amarillento se parecia a una dolomia, fué analizado en el laboratorio del Instituto, i dió para su composicion:

Carbonato de cal	77,3
Magnesia.....	0,9
Hierro	4,4
Resíduo arsiloso i arenoso.....	17,4

Los fósiles se hallan de tal modo embutidos en la roca, que es casi imposible sacarlos enteros; pero, en jeneral, se hallan en su situacion natural con respecto a los planos de estratificacion i por familia. Entre las muestrás que hemos podido recojer ménos imperfectas, citaré:

Una pholadomya, tal vez *ph. acostæ*.

Una bivalva embutida en la roca, que por su forma i tamaño es idéntica con la *cardita Valencianensii. nob.*

Un amonites entero.

Fragmento de otro amonites.

Fragmento de una terebrátula (parecida a *t. tetraedra.*)

Fragmento de una grifea, que parece ser grifea arcuata.

Impresiones i fragmentos de ostreas que parecen ser ostrea concina.

Impresion de un pecten, talvez *pecten alatus*.

Unas univalvas turbinadas en la superficie de la parte saliente de una capa de arriba.

Aunque el estado mui imperfecto en que se hallan los fósiles de este terreno, no permite todavía determinar con seguridad a que época pertenecen; presenta, sin embargo, el conjunto de sus fósiles i de rocas que lo componen, tanta analogía con el terreno *liásico* del norte, particularmente el de Jorquera, que, desde luego, podemos considerarlo como perteneciente a este mismo te-

rreno, o bien al terreno *oolítico* inferior. Es el mismo que se halla en el Portillo, en los cerros de San José, etc.

Todas estas capas fosilíferas o sin fósiles, son perfectamente regulares, de planos de divisiones paralelos i concordantes con los de las brechas de abajo.

3. Detras de estas quince a veinte capas calizas fosilíferas, se ve un pequeño intervalo de estratificacion algo borrada; la última de arriba cubre el cerro, i a unos 100 metros del borde principian otras capas igualmente regulares que descansan sobre las anteriores, de calizas mas arenosas pero duras; en seguida vienen los pórfidos i brechas porfíricas como las de abajo. Llegando como a media legua mas abajo, al lugar llamado *Vega del Flaco*, no hallamos sino brechas porfíricas que alternan con pórfidos, i que constituyen casi la totalidad de este terreno.

Difícil seria, i mucho tiempo exijiria, el estudio especial de las innumerables capas de esta parte porfírica del terreno: dificulto aun, que este estudio pudiera ser tan útil a la Jeología como el de las capas fosilíferas. El hecho es que la intercalacion de estas últimas, en estratificacion concordante con aquellas, dá mucha luz sobre la edad de todo el terreno, i no permite considerarlo como mas antiguo que la formacion de *lias* (llamada por los jeólogos franceses *marnes et calcaires à belenmites*.)

Si ahora vamos a investigar la continuacion de este terreno en la línea central de los Andes, hallamos que en la estremidad de este valle, donde el rio de Tinguiririca se divide, como ya se ha dicho, en sus dos tributarios, el estero de Herrera i el de las Damas, es decir, en el rincon en que este valle queda como interceptado por el cordon de las Damas, todo el terreno, aunque compuesto de pórfidos i brechas porfíricas como el anterior, pierde enteramente el arreglo de sus capas, se ven en parte borradas las divisiones de las estratas; i en esta parte aparecen vetas metalíferas, vetas de cobre. Es precisamente la altura en que hallamos grandes manchones de nieves *sporádicas*, i allí mismo, a las dos i media el barómetro bajó a 616.6 metros T. del Barómetro 31, libre 21, lo que corresponde a 1987.5 metros de altitud.

En el lugar mismo en que el rio de Tinguiririca, reducido ya a ser un torrente angosto i rápido, da vuelta hácia el Portezuelo de

las Damas, vimos un trabajo abandonado de los mineros i un monton de minerales bastante ricos en cobre, compuesto de cobre sulfúreo, i cobre silicatado, con un criadero silicatado i feldspático, talco i clorita. Señas de minerales de igual especie se notan en la inmensidad de piedra rodada que cubre este rincon, i todo anuncia en este lugar probabilidades de riqueza minera i esperanzas de mucho interes para los cateadores.

Un pésimo camino que pasa sobre esos montones de rodados, cortado actualmente por un inmenso trozo de roca caido sobre el torrente de las Damas, conduce de aquí, por el mencionado Portezuelo de las Damas a la provincia de Mendoza, i desciende al otro lado por el Valle Hermoso para unirse con el camino mas ancho i mas cómodo del Planchon. Al otro lado de la cima de este cordon de las Damas, es donde se halla, segun lo indicado en el mapa de Pissis i los datos que tengo del doctor Schneider de San Fernando, el terreno liásico desarrollado en una escala mui vasta.

Rio de Azufre. — No pudiendo hallar un paso por el Portezuelo de las Damas al Cerro de Azufre que formaba el segundo objeto de nuestro viaje, bajamos por el rio Tinguiririca hasta su confluencia con el rio de Azufre i fuimos ascendiendo por este rio hacia el este. Este rio i su valle ofrecen al viajero vistas mas hermosas, vejetacion pintoresca, mejor clima i camino mas blando que el de Tinguiririca: es un paseo agradable, no solamente para un jeólogo i un naturalista, sino tambien para los turistas aficionados a las vistas i para los fotógrafos.

A poca distancia del lugar donde se juntan los dos rios, pasamos el Tinguiririca sobre un puente colgado entre las peñas bañadas en espuma del embravecido rio: puente que, si bien haria admirable efecto en un hermoso cuadro de paisaje, no servirá de modelo a los ingenieros, ni ofrece demasiada seguridad a los transeuntes.

Apénas pasamos la primera loma cubierta de un espeso bosque de árboles frondosos, nos hallamos en un espacioso valle que se dirige casi del poniente al oriente i por cuya orilla septentrional corre el caudaloso rio del Azufre. Hermosos maitenes i quillayes adornan este valle, a pesar de que su suelo se ve sembrado de

piedra pomez i obsidiana porosa, cuya aparicion nos anuncia la proximidad del fuego volcánico.

Un inmenso cordon de terreno porfirico estratificado se eleva al otro lado del rio (por el lado del Norte), i en sus faldas cortadas a pique, se descubren innumerables capas de rocas del mismo aspecto que las del Valle de los Baños, miéntras que por el lado del Sur, en el mismo camino, volvemos a encontrar traquitas columnarias, las mismas que hemos dejado en la primera parte de nuestra escursion, al otro lado del Tinguiririca.

Pero en este valle del rio Azufre, las rocas traquíticas se hacen notables por la grandeza i hermosura de sus formas, mucho mas que en cualquiera otra parte de los Andes.

Llama sobre todo la atencion del viajero un cerro desnudo, amarillento, redondeado en su cumbre i estirado en el sentido del valle; todo rayado en grupos i ramilletes, de prismas diverjentes en su parte superior, i dividido en anchas columnas, casi verticales, en su base. Cortado i separado se ve este cerro de los de atras que lo rodean, divididos en capas, cuyas estratas, mui variadas en sus matices, cortadas casi verticalmente, dominan el cerro central traquítico i se inclinan hácia este centro, de manera que, al verlas, se tiene motivo de suponer que hayan sido solevantadas por la traquita, la cual forma como un solo bulto, arrojado del seno de la tierra. Dos lindas cascadas se descuelgan de las escarpadas cuestras de atras, en la parte mas árida i sombría del lugar. Una de ellas, por el lado del oeste, cae verticalmente de una arista mui saliente de la cumbre i se pierde en el fondo del precipicio. La segunda al este, asoma en la cima de unas masas traquíticas mas elevadas, corre unos cien metros sobre la pared mui inclinada de ellas, i llegada al lugar donde esta pared retrocede i se hunde por dentro, queda el gran chorro, sin apoyo en el aire i se dispersa en una nube de vapor. Añadiré que todo este cerro del medio i sus compañeros que lo rodean, se ven ceñidos a su pié de una vejetacion hermosa de flores i de un follaje de primavera, con gran variedad de plantas, arbustos i árboles.

Valle de las Pomas.— En la prolongacion del cerro traquítico que acabo de señalar, siguen apareciendo en alturas las mismas rocas de divisiones prismáticas, de las cuales algunas se ven como

entalladas en columnas verticales de 60 a 80 metros de altura, algo irregulares, de aristas encorvadas, i de color gris amarillento, en partes rojizo o negruzco. Estas rocas con sus columnas no bajan hasta el plan del valle, sino que, a cierta altura, como de 40 a 50 metros, en partes a mayor altura sobre el fondo del valle, se hunden en un terreno de acarreo, compuesto de fragmentos rodados de prismas de estas mismas rocas i de grandes trozos sueltos de granito, envueltos en materias terrosas i arenosas. Este terreno forma cuestras apoyadas contra las masas traquíticas, por todo el lado meridional del valle i se halla cubierto de vejetacion mui variada en sus formas.

Para aclarar las suposiciones que se puede formar sobre el origen de los mencionados trozos graníticos, si son *piedras erráticas* o vienen de mui cerca, indicaré en la figura 2 el lugar que ocupan dichas cuestras formadas de terreno de acarreo, con relacion tanto al fondo del valle como al lugar que ocupan las masas traquíticas de la ribera izquierda, i las de pórfidos estratificados de la derecha del rio.

a. El rio de Azufre.

b. El fondo del valle, formado en parte de materias incoherentes volcánicas i en cuya superficie se ven trozos de piedra pomez i obsidiana.

c. Cuestras formadas de los fragmentos de rocas traquíticas i graníticas, envueltas en el *detritus* mas menudo de ellas.

d. Masas traquíticas columnarias (roca de solevantamiento).

e. Terreno estratificado de pórfidos abigarrados como solevantado, al otro lado del rio.

f. Estratas que de léjos se divisan por el lado del sur.

En este orden se ven colocados los diversos terrenos que forman la jeología del rio de Azufre, cuando por un camino que pasa por las cuestras *d* bajamos el hermoso llano, al fondo del valle que llaman *Las Pomas* por los pedazos de pomez desparramados en su superficie.

Al examinar de cerca los grandes trozos de granito, unos desparramados en la superficie de la cuesta, otros enterrados hasta la mitad o casi enteramente en los despojos terrosos que provienen de la descomposicion de las rocas traquíticas i en materiales

de acarreo, se nota que estos trozos tienen sus cantos i aristas bastante salientes, bien conservados, i sus caras son mas o ménos planas, sin señal de roce o de accion de las aguas. Esto nos advierte que dichos trozos no pueden haber sido traídos de mui léjos por los grandes torrentes de aguas. Ahora, en los cerros inmediatos i vecinos de todo este valle, hasta el mismo Morro del Azufre, no se divisa roca granítica en su lugar, tanto en las cimas de las montañas, como en el fondo del rio, i por otra parte, aparecen estos trozos graníticos sueltos en las cuestras *d*, en una situacion, mui análoga a la que tiene el granito, que he señalado en la orilla izquierda del Tinguiririca al bajar la cuesta del Carrizalillo. Allí, recordaré, se ve infinidad de trozos sueltos i fragmentos de prismas traquíticas en la parte superior de la cuesta, i mas abajo hallamos el granito *en su lugar*, granito que se descubre en toda su magnitud desde el fondo del valle hasta la rejion mas elevada de las masas traquíticas.

Presumo que si en el fondo del valle de este rio de Azufre no se descubre el granito como en el de Tinguiririca, es que probablemente ocupa la rejion inferior de aquél i se haya tapado por los depósitos mas modernos. En efecto, es de suponer que en esta parte, como en jeneral en toda la cadena de los Andes, la roca de solevantamiento mas antigua es roca granítica, i en tal caso, las traquitas columnarias que son rocas eruptivas posteriores al granito, habrán abierto su paso en medio de este último, trastornando todas las rocas preexistentes.

Puede ser, por consiguiente, que esos trozos de granito que se acaba de señalar en la mencionada cuesta *d*, hayan sido restos de la parte mas dura i mas resistente de la roca fracturada i arrastrada por las traquitas, en tiempo de la salida de estas últimas. Diré mas: todo el valle actual del rio de Azufre (en las Pomas, i desde la union de este rio con el Tinguiririca), estaba quizas en su oríjen, ocupado por el granito mas desmoronadizo i mas fácil de descomponerse, granito cuya destruccion ha dado lugar a este valle.

En este valle de las Pomas, en un hermoso bosque de maitenes, lugar llamado Carrizal de las Pomas, a 1,268 metros de altitud, pasamos la noche con el ánimo de ascender el dia siguiente al potrero de Azufre.

El 11 de Febrero por la mañana observé el mismo fenómeno que el de las mañanas anteriores: es decir, dos estratas de nubes, una superior a los Andes, de nubes delgadas, estendidas en mantos i hebras que apenas empañaban el cielo, i otra de nubes infladas, redondeadas, que venian del mar i las cuales, al acercarse a la línea de las cumbres andinas, iban disolviéndose, mientras que en los valles i quebradas se sentian todavia restos del terral o puelche que sopla desde la cordillera hacia el oeste.

En medio de este mismo valle ancho de las Pomas, valle que se estiende en la direccion poco mas o ménos del poniente hacia el oriente, da vuelta el rio de Azufre hacia el sur, i al tocar a la cuesta que limita el valle por este lado, vuelve a dirijirse en su subida hacia el oriente, estrechado por las peñas de la mas alta cordillera. En este codo que hace el rio, recibe por su ribera derecha las aguas que le traen dos grandes esteros, el del Portillo i el de San José, ámbos nacidos en la cordillera inmediata al Morro de Azufre. En este lugar pasamos por la segunda vez el rio Azufre sobre un puente, colgado de unas peñas que recibe todo el ímpetu de las aguas reconcentradas en una honda i estrecha quebrada. Rara vez se ve un lugar mas pintoresco que la salida del rio por una garganta que, a poca distancia del mencionado puente, se abre, i de cuyas paredes, negras, casi verticales, brotan i se encorvan unos cipreses, ocultando en su fondo al ruidoso torrente.

Al otro lado del rio se prolonga todavia el llano por una media legua, bastante ancho i parejo, sembrado en su superficie de piedra pómez, i en seguida se subdivide en dos valles que son, uno el gran estero que reune, como ya he dicho, los del Portillo i de San José, i el segundo el del rio de Azufre. El cerro que los divide es una masa traquítica, inmensa, la cual, partida en columnas verticales por el lado del norte, pasa a una especie de fonolita, dividida en lajas, por el lado del rio de Azufre.

Antes de pasar adelante, diré que las rocas traquíticas columnarias, de todo este valle, como las del rio Tinguiririca, se parecen tanto a las que he descrito en mi viaje al Descabezado i a las de la Cordillera de Antuco, que he creído indispensable analizar una muestra de traquita tomada de cada una de estas tres cordi-

lleras, colocadas a mas de 40 a 50 leguas una de otra. He escojido para esto rocas que se dividen con mayor perfeccion en prismas mas regulares i mas parecidas al basalto. Todas tenian estructura porfírica; i tanto el felpato como la masa de ellas, tenia el mismo aspecto.

He aquí la composicion de las tres muestras traídas de las tres cordilleras arriba indicadas:

	1	2	3
	Del rio de Azufre (Tinguiririca)	Del Descabezado (Mondaca)	De Antuco (Pichonquenes)
Sílice.....	58.43	59.5	52.5
Alúmina.....	16.75	16.9	18.0
Óxido de hierro....	11.00	7.3	14.5
Cal.....	4.94	6.0	8.8
Magnesia.....	3.27	3.0	3.7
Soda.....	2.94	4.2	1.3
Potasa.....	0.05	0.05	0.2
Agua.	1.00	2.7	—
	98.38	98.65	99.0

Al pié de la última masa traquítica que acabo de señalar, hallamos todavia trozos sueltos de granito, compuesto de mica negra, felpato rosado i cuarzo, bastante duros aunque no tan grandes i abundantes como en las mencionadas cuestras del Carrizal de las Pomas.

El llano, en el lugar donde se dividen los dos valles, tiene 1,533 metros de altitud.

Por la orilla derecha del rio de Azufre, i por la cuesta de este lado se eleva, sube el camino hácia el este, i luego pasamos por la tercera vez el rio, dirijiéndonos hácia unas vegas que llevan el nombre del Potrero de Azufre.

Es mui elevada pero de fácil acceso la cuesta en cuya cumbre se hallan estas vegas, vecinas de la rejion de nieves perpétuas. Mucho ganado hallamos en ellas, pero los hombres que lo cuidaban nos decian que, a fines de Marzo, tendrian que bajar con el ganado, por causa de las nieves que a principios de Abril suelen

cerrar completamente esta Cordillera. Ningun árbol, ni gran arbusto crece en esta altura; algunos manchones de nieve caída a fines de Enero, quedaban mui cerca en los declives meridionales del cerro, en frente; i sin embargo el suelo en varias partes estaba alfombrado de hermosas flores como en medio de la primavera.

El 11 de Febrero, el barómetro, a las 3 de la tarde, con cielo claro en el lugar del alojamiento de los cuidadores de los animales, marcó 580.5 milímetros, el termómetro del barómetro marcó 21.3 i el termómetro libre 17.4, lo que corresponde a una altitud de 1,813 metros.

Solfatara, minas de azufre.—El día siguiente (Febrero 12) subimos por la mañana al lugar de donde se estrae el azufre, llamado Mina de Azufre, que se halla a un par de leguas del mencionado alojamiento de los vaqueros, i precisamente en la falda del cerro mas elevado de los Andes de San Fernando, marcado en los mapas con el nombre del Volcan de Tinguiririca, conocido entre los vaqueros bajo el nombre del *Morro de Azufre*.

Este cerro tiene de altitud 4,478 metros segun Pissis, i como a 1,500 metros debajo de su cumbre, se halla en este cerro una solfatara que es de donde se estrae actualmente el azufre. Todo este cerro es traquítico, i todo el cordon que conduce a él, desde aquellas masas columnarias que he descrito en las Pomas, es traquítico. Pero no se parten estas rocas en las inmediaciones del cerro, i en este mismo cerro volcánico en prismas tan menudos i regulares, como a grandes distancias.

El cerro mismo es por este lado bastante parejo, redondeado; no es un cerro aislado sino como estirado de sur a norte, unido con masas traquíticas igualmente parejas en la superficie, amarillentas, cubiertas de los residuos de composicion de la roca. En la cima del cerro, que parece inaccesible, se divisa una arista semejante al borde de un cráter, i a unos 200 o 300 metros mas abajo sobresalen en su dorso, hileras de rocas columnarias i se ve como seña de una rotura. Añadiremos que en lo demas de la superficie del mismo cerro hasta la mencionada solfatara, aparecen de trecho en trecho crestones irregulares i riscos de la misma roca, en todas direcciones, pero poco estensos, de manera que mi-

rándolos de léjos no destruyen la regularidad de las faldas redondeadas del cerro.

A continuacion de uno de estos riscos, por abajo, se halla la solfataras en que nos detuvimos. Los crestones de la roca aparecen como si hubiesen venido de la fracturacion de la masa i del empuje que esta masa recibiera del interior del cerro. En su fractura conserva todavia restos de lustre i aspecto de obsidiana porfírica, idéntica con las rocas mas abundantes de las solfataras del Descabezado i del cerro Nevado de Chillan. Estas partes salientes de la roca, rajadas i partidas en todos sentidos, torcidas i estiradas, presentan tambien, como en las de las mencionadas solfataras, en el interior de las rendijas, señas de la accion del fuego, escorificaciones o frituras superficiales; i los planos de separacion o de fracturas son encorvados, de curvaturas mui anchas.

A continuacion de esta parte enriscada del cerro, hácia abajo, i en gran parte en estas mismas peñas, se halla la solfataras, cuya actividad consiste actualmente en el desarrollo del vapor de agua que sale de unos agujeros abiertos en la superficie del cerro; se siente a un tiempo olor a ácido sulfuroso que despiden este mismo vapor i se sublima azufre en las bocas de las aberturas. Cerca de cien metros de longitud i poco ménos de ancho mide el campo en que se reproducen estos fenómenos, sin ser acompañados de ruidos ni de pequeñas esplosiones o bufidos de vapor, parecidos a los de la solfataras del Cerro Azul. El vapor se eleva sosegadamente, i a poca altura se desvanece i se dispersa en el aire, como el humo que produjeren los restos de un incendio medio apagado.

Los agujeros o respiraderos estan abiertos en medio de una masa terrosa, blanquecina, que cubre la superficie de esta parte del cerro i del medio de la cual asoma o sobresale una que otra peña, emblanquecida en su superficie. Las mas aberturas se hallan al lado o debajo de las peñas, i tienen por lo comun 6 a 8 centímetros de diámetro; casi todas redondas.

Introducido en el interior de cualquiera de estas aberturas un palito, entra con facilidad i penetra a mas de un metro de hondura, i en la proximidad de las aberturas el pié se hunde en el suelo caliente, compuesto de las mencionadas materias terrosas, blancas, en partes amarillentas. El termómetro en la boca de las

aberturas marca constantemente 88° centígrados, i mas adentro, a unos 30 o 35 centímetros de hondura, sube a 90.° Esta temperatura es la misma en todas las aberturas de la solfatara, tanto en la parte superior como en la inferior del cerro.

Al remover la tierra, al rededor de los agujeros, hallamos en todas partes azufre sublimado, por lo comun en agujas i astillas brillantes i mui frágiles, en partes de contestura fibrosa, en partes compacta, rara vez concrecionado. Aun las bocas de algunos agujeros se ven entapizadas con agujas de azufre, como en la solfatara de Chillan. Segun toda probabilidad, todo el suelo move-dizo, blanquecino, está penetrado de azufre, i con mayor abundancia abajo que cerca de la superficie. Alrededor de este campo de actividad, yacen en la superficie, particularmente por abajo, trozos de materia traquítica o de obsidiana porfírica, medio descompuesta, tiznada de diversos colores, con escarificaciones pegadas a la roca.

Colgado el barómetro en el borde de esta solfatara, en la sombra de un gran peñasco, en un lugar de donde no se desarrollaba el vapor, marcó a las 9 de la mañana 519.5 metros, el termómetro del barómetro 13.8; termómetro libre en la sombra 8° (la temperatura de la mañana, al salir el sol, era de 6 a 7°.)

Lo que corresponde a 2,716 metros de altitud.

El psicrómetro en el mismo lugar dió: termómetro seco 8.8; húmedo 5.5 por ciento.

A mas de la parte principal de la solfatara que acabo de describir, se ven, a mucha distancia de ella, hácia abajo i casi al pié del cerro en la quebrada, salidas del vapor de debajo de los riscos; lo que prueba que la misma actividad de la fuerza volcánica se prolonga en esta parte debajo de las peñas. Pero a unos 40 a 50 metros al lado de la solfatara i a unos 15 metros mas abajo hácia el sur, se halla el depósito principal de azufre, de donde se estrae actualmente este precioso producto para las fábricas de pólvora i otros usos en el pais.

En esta parte, el azufre forma un liston parecido a una veta irregular de 10 a 15 centímetros de grueso, con cortas ramificaciones cegadas, en medio de la misma masa terrosa que la de los agujeros i en medio de una roca traquítica, ya enteramente tras-

formada en una roca compacta, blanca, sin indicio siquiera de estructura porfirica. Este liston se halla a unos dos metros debajo de la superficie, i es de azufre compacto, enteramente puro, sin indicio de cristalizacion, de mui poco lustre. Su aspecto i modo de hallarse, me parecen probar que este gran liston o veta de azufre provienen de una masa fundida de azufre que se habia sublimado en la parte de arriba, i la cual una vez fundida, abrió para sí el paso por ese lado de la pendiente.

El hecho es que en este lugar se halla actualmente la principal explotacion de la mina, a cielo abierto, i es regular que la cantidad aumente al acercarse hácia la solfatara.

En cuanto a la roca blanca, de contestura terrosa, en medio de la cual se halla este gran depósito de azufre, roca que sin la menor duda es masa traquítica, enteramente descompuesta por la accion del vapor de agua i del ácido sulfuroso. Un análisis hecho en el laboratorio del Instituto ha dado para su composicion los siguientes resultados:

Sílice.....	79.0
Alúmina i algo de protóxido de hierro.	9.3
Cal.....	8.1
Magnesia.....	indicios
Agua.....	12.0

De manera, que, comparada esta composicion con la de las traquitas arriba descritas, nos demuestra que la accion prolongada del vapor de agua i del ácido sulfuroso, ha tenido por efecto la eliminacion de una gran parte de las bases e hidratacion de la sílice.

Estensos bancos de nieve aparecen en toda la altura, i sobre algunos tuvimos que pasar para llegar a la solfatara, de manera que, esta altitud es al mismo tiempo la de la rejion de las nieves en verano en esta parte de los Andes, no solamente en los declives meridionales, sino tambien en los occidentes de poca pendiente i del sur-oeste. Es tambien una altura en que no hemos hallado la menor seña de vegetacion.

Al volver a nuestro alojamiento del Potrero de Azufre, nos fi-

jamos sobre todo en la disposicion que toman, en los cerros inmediatos al Morro de Azufre i a su solfataras, las masas traquíticas; i puedo decir que, en jeneral, se reconocen señas de que en toda esta parte, hasta el mencionado Potrero, el suelo habia sido en tiempos antiguos minado por erupciones laterales, análogas a las de las solfataras del Cerro Azul i del Descabezado. Largos crestones, semejantes a corridas de lavas, bajan de arriba abajo, i entre ellos, el suelo está cubierto de roca fracturada. La roca en el interior conserva restos de sus caracteres de obsidiana porfírica, i en la superficie como tambien en los agujeros, rendijas i aberturas se ven como costras de escorificaciones; entre los trozos sueltos o rodados de arriba, se reconocen algunos, medio descompuestos, teñidos en la superficie de diversos colores, como los de las mencionadas solfataras del Descabezado.

Obsérvase solamente que aquellas solfataras son mas modernas miéntras que la del Morro de Azufre, que acabo de describir, parece estar en el último período de su actividad, i se parece bajo todo respecto a la del Cerro Nevado de Chillan.

Sabedora de todas las rinconadas de esta cordillera la jente, que cuida de los animales i penetra en los parajes mas inaccesibles, asegura que al otro lado del mismo Morro de Azufre existe otra *mina de azufre*, enteramente parecida a la que vimos, i que en las quebradas mas inmediatas brotan las aguas calientes en abundancia. Nosotros divisamos solamente de léjos, durante nuestra escursion a la *mina de azufre* por la mañana, en un estero que baja del pié del Morro, nubes de vapor en un manantial, parecidas a las que despiden las aguas termales del Tinguiririca, sin tener tiempo para detenernos en el exámen de este manantial.

X

MEMORIA

SOBRE LAS SOLFATARAS LATERALES DE LOS VOLCANES

DE LA CADENA MERIDIONAL DE LOS ANDES

El número de volcanes activo de Chile es escaso: no se cuentan mas de cuatro o cinco, contrariamente a lo que indican los atlas físicos i los tratados de jeología en los cuales este número se eleva a mas de veinte. Sin embargo, toda la cadena meridional de los Andes de Chile, desde la latitud 32° hasta mas allá de la latitud del golfo de Reloncaví (latitud 42°-43°) está erizada de conos volcánicos que desde tiempo inmemorial, tienen sus cráteres cerrados por ventisqueros i no muestran ningun signo de erupciones recientes. Varios de esos volcanes apagados tienen sus flancos i cerca de sus bases aparentes, *solfataras* que deben tener influencia sobre la inactividad de los cráteres.

Esas *solfataras* parecen desempeñar un rol importante en el sistema de los volcanes de Chile, i se les podria denominar *solfataras laterales*, para distinguirlas de las *solfataras centrales* o *crateriformes*.

El estudio que desde hace muchos años hago sobre las *solfataras laterales* de Chile, me conduce a hacer una distincion de dos clases cuyos rasgos principales podrian definirse de la manera siguiente:

1.º *Solfataras con grietas alargadas, desprendimiento violento, pero pasajero, de gases i vapores; formacion de conglomerados traquíticos.*

2.º *Solfataras permanentes debidas, en gran parte, al reblandecimiento e hinchamiento de la costra; desprendimiento lento i continuo de fluidos elásticos; sublimacion del azufre i kaolinizacion de las rocas.*

Empezaré por las solfataras de la primera clase, i para dar un ejemplo de ellas me propongo hacer una monografía de la solfatar de Cerro Azul que he tenido ocasion de observar i de hacer sobre ella un estudio especial desde el momento de su formacion hasta el dia en que la he visto completamente estinguida. Señalaré al mismo tiempo, otras solfataras de la misma naturaleza, de las cuales no se ven actualmente mas que por los restos i que se agrupan, conjuntamente con la del Cerro Azul, alrededor del gran macizo de los dos Descabezados.

I. — SOLFATARAS LATERALES DE LA PRIMERA CLASE

Situacion del gran macizo del Descabezado; estudio de las traquitas que lo componen; solfatar nueva de Cerro Azul; solfataras antiguas del mismo macizo.

Situacion i forma del gran macizo del Descabezado.— A partir de los 33º de latitud (sur) próximamente, la cadena de los Andes de Chile empieza a descender considerablemente i a ser dominada por cerros volcánicos cuyas alturas disminuyen tambien a medida que se avanza hácia el sur. Así, mientras el volcan San José (latitud 33º 40') se eleva a mas de 6,000 metros sobre el nivel del mar, el de Maipo (lat. 34º) solo tiene 5,384 metros de altura; el Tinguiririca (lat. 34º 50'), 4,478 metros; el Descabezado Grande (lat. 35º 30'), 3,888 metros; el Cerro Nevado de Chillan, (lat. 36º 50'), 2,879 metros; el Antuco, (lat. 37º 20') 2,735 metros i la cumbre del Calbuco (lat. 40º 20') apenas pasa la altura de 1,700 metros sobre el nivel del mar (1).

(1) Estas alturas i latitudes han sido tomadas de la gran carta de la República de Chile, debida al señor Pissis.

Las líneas de las cumbres que pasa por las cimas de estos conos no coincide seguramente con la línea de separación de las aguas; se desvía al oeste, formando con esta última un ángulo muy agudo.

En esa línea de las cumbres, atravesando la provincia de Maule, se perciben las cimas cubiertas de nieves eternas del Descabezado Grande i del Cerro Azul (Véase fig. 1).

En la depresión de la cadena entre estos dos conos es donde se encuentra la solfatará conocida ya bajo el nombre de Descabezado, ya con el de Cerro Azul.

El sistema de las montañas en esta parte de los Andes es ménos complicado que en el norte. Ante todo se ve en primera línea, hacia el oeste, a partir del llano intermedio entre la Cordillera de la Costa i la cadena de los Andes propiamente dicha masas graníticas que se elevan hasta mas de 1,000 metros sobre el nivel del mar (cuesta de Hastilleros). Después vienen las traquitas que forman toda la parte central de la cadena. No contienen sino algunos restos de terrenos porfiróideos metamórficos. Las rocas calcáreas faltan completamente.

En medio de esta formación traquítica muy extendida se encuentra un gran macizo, compuesto también de traquitas, que se prolonga en la dirección SO., NE. i domina las montañas de los alrededores. Debe tener mas de 30 kilómetros de largo; tiene en su estremidad sur-oeste el cono culminante del Descabezado Grande (3,888 metros) i al otro extremo, cerca de la línea de separación de las aguas de los Andes, al cono del Descabezado Chico cuyo cráter, segun el señor Pissis, se eleva a 3,253 metros sobre el mar. Todo el macizo tiene la forma de un triángulo escaleno cuya cúspide se halla en el Descabezado Chico, i la base frente al Cerro Azul.

Los tres lados estan marcados:

1.º *Al nor-oeste* por la cadena que une los dos Descabezados i cuya cresta se mantiene a alturas próximas a 2,500 i 3,000 metros;

2.º *Al nor-este*, por un valle profundo llamado Invernada de los Jirones que toma su oríjen cerca de la base aparente del Descabezado Chico i baja ensanchándose hacia el sur;

3.º *Al sur-oeste* por la depresion que separa el Descabezado Grande del Cerro Azul, i de donde baja un torrente que, despues de haber regado las Vegas de San Juan cae en el valle de los Jirones. Se separan de este macizo, por el lado de la cadena, algunos contrafuertes i al pié de esa misma cadena nacen varios arroyos que se dirijen al oeste. La cresta de esta misma cadena forma el borde mas elevado del macizo que de ahí baja visiblemente al este i al sur, formando una meseta anchurosa cuyos bordes se levantan por el este. En medio de esa meseta i en su parte mas baja, a 2,300 i 2,400 metros de altura, se hallan los potreros que llevan el nombre de Meneses.

En los tres lados de este macizo triangular es precisamente donde se hallan abiertas las solfataras que voi a describir (1).

Los dos volcanes que acabo de nombrar, el Descabezado Grande i el Descabezado Chico, situados en los dos extremos del macizo, estan apagados desde tiempos inmemoriales; a lo ménos no se sabe que hayan tenido erupciones desde tiempos inmemoriales; a lo ménos, no hai noticias de que ello haya sucedido, desde el descubrimiento de América; sus cimas, hasta cerca de 3,000 metros de altura, i sus cráteres estan cubiertos de ventisqueros. El cono del Descabezado Grande (véase figura 2) que se le ve de léjos, viniendo del norte, se presenta truncado por un llano que se deprime hácia el lado del observador; pero cuando se llega a la meseta del macizo i cuando reobserva el mismo cerro desde el lugar llamado Meneses, se ve que por el lado nor-este se halla una gran escotadura del cono, aristas salientes i escarpes desnudos, contrastando con la parte opuesta del cerro, la cual en su contorno occidental i sur-oeste, muestra una forma cónica bastante regular. No se ve por el oeste i sur-oeste corrientes de lava parecidas a las que producen el Antuco i el viejo Chillan. No se hallan tampoco bien pronunciadas en la vertiente oriental. Existe solamente en

(1) Todos los detalles que acabo de dar sobre la situacion de los dos Descabezados i sobre la configuracion del macizo de que forman parte se hallan perfectamente bien representados en el mapa de Chile del señor Pissis. De esta carta, agregándole algunas localidades que señalo en esta memoria, me he tomado la libertad de estraer el plano (figura 6) que podrá hacer mas claras mis esplicaciones.

la meseta, por el lado del norte i del nor-este, grandes yacimientos de obsidianas, i se ven en las pendientes orientales a alturas de 3,000 a 3,100 metros sobre el nivel del mar, materias porosas o porfiroídeas, semejantes a las lavas de Antuco i que tienen en un todo la apariencia de lavas modernas. Se encuentran tambien otras parecidas en masas desprendidas, en el fondo del valle de los Jirones, provenientes probablemente del Descabezado Chico.

En ausencia de chorros de lava, las pendientes setentrionales del Descabezado Grande, las quebradas i la mayor parte de la superficie del macizo i de su meseta por el lado nor-este, es decir por el lado de la parte escotada, estan cubiertas de inmensas cantidades de materias incoherentes, de piedra pómez i de lápilis. Los trozos de piedra pómez son de todos tamaños, pero rara vez pasan de un decímetro de diámetro. Los lápilis estan en corta cantidad i se parecen a las pequeñas escorias que el volcan Antuco proyecta en sus erupciones.

Para dar ahora una idea de la composicion del macizo que se estiende entre los dos conos volcánicos del Descabezado, describiré las rocas de que está formado ese macizo i que son todas traquitas, pero con grandes variaciones en sus caracteres mineralójicos.

Esta materia demandaria, sin duda, un estudio mas profundo que el que he podido hacer hasta el presente; deseo solamente señalar las variedades de esas rocas que me han parecido mas notables.

Descripcion de las rocas que entran en la composicion del gran macizo de los dos Descabezados. — 1.º *Traquita prismática o columnaria* — Se dividen ordinariamente en columnas prismáticas de tres, cuatro o cinco caras como los basaltos; se presentan en los flancos o escarpes de los cerros, o forman aristas salientes. Su estructura es porfiroídea, poco porosa: la masa es litoídea sin brillo, granulosa, gris, i el feldespato diseminado en pequeños cristales mui irregulares e incompletos, mas o ménos vidriosos i agrietados. En esas rocas se constata a veces la presencia de la olivina, pero nunca la de la anfíbola ni de la piroxena; sus escarpes se presentan a veces a cierta distancia de los conos volcánicos, separados de estos últimos por algunas quebradas o valles profundos. Esas rocas tienen siempre la misma con-

figuracion exterior, i a menudo ademas de sus divisiones prismáticas se ven otras en bolas o esferoídes. En cuanto a su composicion media, i sobre todo a la proporcion de sílices que contienen, ellas no coinciden, ni con las rocas que se adoptan como tipo de los basaltos ni con las que se considera como tipo de las traquitas; no son sino rocas híbridas, de composicion intermedia entre la de la traquita saturada de sílice i la de las rocas básicas basálticas. He aquí la composicion de diversas muestras de esas rocas, tomadas en los macizos de Tinguiririca, de Descabezado i de Antuco, alejados a grandes distancias los unos de los otros.

	Tinguiririca	Descabezado	Antuco
Sílice.....	58.43	59.50	52.5
Aluminio.....	16.75	16.90	18.0
Óxido de fierro (1)	11.—	7.32	14.5
Cal.....	4.94	6.—	8.8
Magnesia.....	3.27	3.01	4.7
Sosa.....	2.94	4.21	1.3
Potasa.....	0.05	0.04	0.3
Pérdida al fuego...	1.—	2.70	1.—
	98.38	99.68	99.—

2.º *Traquitas porfiroídeas mas silicatadas que las precedentes, conteniendo a veces puntos i partículas cuarzosas que producen chispas al martillo, formando casi siempre bancos densos que no se dividen en prismas.*—La masa de estas traquitas es gris parduzca, a menudo violácea, litoídea, compacta, porosa; los poros i los huecos no son circulares, pero ordinariamente mui irregulares. Estas traquitas parecen ser mas modernas que las precedentes; se hallan en gran abundancia sobre los flancos del Descabezado, i forman con las que siguen los yacimientos superiores i la costra del macizo. Los caracteres exteriores de estas rocas varian mucho i no son fáciles de describir; la masa parece ser una modificacion o una deterioracion de la obsidiana que ha

(1) El óxido de fierro es dado en el estado de sesquióxido, sin que se haya investigado en qué estado se encuentra.

perdido su brillo; el feldespato tiene jeneralmente un color blanco sucio, en cristales mui irregulares. El análisis de una muestra de esas traquitas desprendidas de los bloques que se hallan en mayor abundancia en los trozos arrojados por la solfatara de Cerro Azul, me ha dado para la composicion de la muestra:

Sílice.....	69.75
Alúmina.....	16.33
Óxido de fierro.....	4.63
Cal.....	1.73
Magnesia.....	0.20
Sosa.....	3.00
Potasa.....	1.30
Pérdida al fuego.....	1.13

98.05

3.º *Traquitas con masa de obsidiana.*— Esas rocas forman tambien bancos irregulares de mucha potencia, i no presentan divisiones columnarias. Su masa es de un color negro mas o ménos parduzco i conserva a veces algun lustre vidrioso. El feldespato, que se halla diseminado i forma puntas o pequeñas estrechidades de cristales, tiene el lustre vidrioso bien pronunciado. La roca es ordinariamente tenaz i parece resistir mejor que las otras, a la accion corrosiva de gases i vapores ácidos de las solfataras. Se ven bloques enormes de mas de 150 metros cúbicos de volúmen de esas traquitas en los escombros de las solfataras.

Un fragmento de esos bloques ha dado en el análisis:

Sílice.....	68.58
Alúmina.....	20.03
Óxido de fierro.....	5.50
Cal.....	5.65
Sosa (e indicios de potasa).....	0.90

100.58

4.º *Traquitas porfíricas granitoúdeas.*— Estas traquitas se parecen a primera vista, por sus caractéres mineralójicos, a ciertas rocas feldespáticas que se encuentran en los grupos de las

rocas cristalinas granitoideas de Chile. Su masa es poco porosa, de poros mui pequeños, perceptibles con el lente; gris, granulosa, opaca; el feldespato que es de color mas claro que la masa, forma en medio de ella cristales gemelos, unidas por sus caras anchas, i parecidos a los cristales feldespáticos, pertenecientes al sistema triclinico, que se encuentran frecuentemente en diversos pórfiros i rocas graníticas de Chile.

El clivaje de este feldespato, paralelo al plano de union, tiene un lustre craso, i su superficie es desigual, agrietada como la de los clivajes del feldespato vidrioso de las rocas traquíticas, la fractura transversal tiene un lustre vivo vidrioso i presenta en el medio, una línea de separacion bien neta. Esos cristales adhieren tan fuertemente a la masa que es imposible desprenderlos para hacer un análisis; pero por los caracteres mineralógicos i la composicion de la roca, me parecen ser feldespato labrador.

Se perciben tambien en algunas partes de la roca granos pequeños de olivina i algunas manchas granulosas, negras, que podrian ser piroxena, pero cuya naturaleza me ha sido imposible reconocer.

Esta roca es ordinariamente tenaz; se encuentra en yacimientos escepcionales, saliendo de en medio de otras traquitas, sin que esos yacimientos presenten formas determinables; la de que envío una muestra sale al sol sobre el flanco nor-este del Descabezado Grande mas o ménos a 2,500 metros de altura sobre el camino que conduce directamente de Meneses al Portezuelo de Cerro Azul. El análisis de un comun, hecho sobre una parte considerable de esta roca, ha dado para su composicion:

Sílice.....	62.86
Alúmina i una pequeña proporcion de	
óxido de fierro.....	25.05
Cal.....	3.35
Magnesia.....	1.40
Sosa.....	4.06
Potasa.....	0.55
Pérdida al fuego.....	1.50
	98.77

5.º *Traquitas con olivina*.—Estas traquitas entran tambien en la composicion del cono volcánico del Descabezado Grande i tiene una tendencia a dividirse en placas como las fonolitas de la Auvernia, a las cuales se parece por sus colores. Su masa es de un gris algo oscuro i de estructura mas bien granulosa que compacta; su fractura es desigual i sin lustre; la olivina se encuentra diseminada en pequeñas partículas amorfas de un amarillo aceitinado, cristalinos, dotados de un vivo lustre vidrioso.

La roca de esta especie que he recojido en el Descabezado es en gran parte atacable por los ácidos, principalmente por el ácido clorhídrico concentrado e hirviente; pero no es hidratada; deja en el ácido 75.4% de materia inatacable i contiene cerca de 8% de sílice, soluble en una disolucion de potasa. La parte disuelta en el ácido contiene todo el fierro i la magnesia que pertenece a la olivina; la roca no pierde al fuego sino 0.0035 de su peso.

Estas traquitas con olivina son, sobre todo, mui abundantes en los terrenos volcánicos del mediodía de Chile i en las islas de Juan Fernández i de Mas Afuera.

6.º *Traquitas brechoídes con fragmentos, guías i núcleos de obsidiana negra*.—Esas rocas se encuentran mui desarrolladas en la parte nor-este del macizo i mas allá del Descabezado Chico, hasta la línea de separacion de las aguas de los Andes del lado de la Puerta.

La parte de esas traquitas es gris porosa; en medio de ella se ve diseminada, i mui irregularmente repartida, una materia feldespática mas clara, blanquizca, sin lustre, porosa, pasando a terrosa. Esta materia tapiza tambien el interior de los huecos redondeados o elípticos, en medio de la roca, i sus pequeñas masas afectan a veces formas propias de las rocas amigdalóideas. En medio de la masa mui heterojénea de la roca, se ve brillar la obsidiana negra, vidriosa, compacta, que se encuentra aquí incrustada ya en fragmentos angulosos, completamente irregulares, ya en núcleos i guías lenticulares, ya en fin, en guías delgadas que se alargan las unas paralelamente a las otras i adhieren fuertemente a la masa.

Esta obsidiana, que en la roca recién triturada es brillante, mui compacta i de un hermoso color negro aterciopelado se em-

paña al contacto prolongado del aire i sufre modificaciones notables, aun en el interior de la roca. Perdiendo, gradualmente su brillo, en su metamórfosis se hace al mismo tiempo mas i mas parduzca i su estructura cambia completamente: termina por tomar un color gris casi tan claro como la pasta que la rodea, no conservando la menor huella de su lustre primitivo; su fractura se hace al mismo tiempo plana, granulosa, pasando a veces a terrosa. La roca, en este caso, es tan inconocible que seria difícil adivinar su naturaleza si no se siguiera en su lugar de formacion sus modificaciones graduales. Los núcleos, los fragmentos i las guias de obsidiana siempre conservan sin embargo, sus formas; se reconoce fácilmente sus planos de separacion con la masa i se observan, a veces, en su estructura metamorfoseada, algunas huellas de la estructura debilmente porfiroídea que existe en la obsidiana vidriosa.

No he hecho análisis de la obsidiana negra, tomada en su estado primitivo vidrioso, ni de la materia litoídea, gris, opaca, que no es sino una modificacion molecular de la otra; solo he constatado que, miéntras la obsidiana negra dotada de todo su lustre vidrioso, es perfectamente anhidra, la materia litoídea gris que le da oríjen, pierde al fuego 1.2 a 1.5 de su peso.

Las rocas que siguen pueden ser consideradas como subordinadas a las precedentes, i en jeneral, mui modernas o de la época actual.

7.º *Masas de obsidiana formando corrientes considerables superpuestas a las traquitas.* — Las mas antiguas de esas rocas son negras sin brillo o presentan un lustre mui débil en su fractura, son jeneralmente compactas, de fractura plana o concoídea, ancha, imperfecta, homogénea en su estructura, la que sin embargo en fracturas que han soportado el efecto del tiempo i de los agentes atmosféricos, presenta dibujos i relieves listados, concéntricos.

No se encuentran en el *macizo* de los dos Descabezados esas obsidianas negras en masas, que han conservado su lustre vidrioso; pero existe por el lado del Descabezado Chico en la cuesta de las Animas, dos inmensos chorros de obsidiana vidriosa, de un gris claro, porfiroídea, poco homogénea, de fractura desigual, a veces de estructura porosa, pasando insensiblemente a masas no

ménos considerables de piedra pómez, completamente parecidas a las del Descabezado Grande.

Se encuentran tambien en las pendientes orientales de este último algunos trozos de perlita negra o de obsidiana cuya estructura es de grandes granos irregulares, dotados de un lustre resinoso.

8.º *Traquitas porosas, celulares*, que forman capas superficiales, conteniendo a menudo feldespato vidrioso diseminados en pequeña proporcion, i pasando a menudo a las verdaderas lavas, semejantes a las que actualmente arrojan los volcanes activos de los Andes, particularmente el de Antuco.

9.º Entre esas lavas he tratado de reconocer la composicion de ciertas variedades de rocas porfiroídeas, de las que he podido separar, por el análisis, el feldespato, diseminado en cristales ménos pequeños i ménos adherentes a la masa que los de las traquitas mas ordinarias i abundantes de estas montañas. Este feldespato de las lavas, blanco, vidrioso i agrietado, me ha dado la siguiente composicion:

Sílice.....	0.553
Alúmina.....	0.265
Sosa.....	0.067
Cal.....	0.062
Magnesia.....	0.006
Óxido de fierro.....	0.043
	0.996

Esta composicion se acerca a la de la andesita de pisoje, de los alrededores de Popayan, analizada por Francis (*Minéralogie de Nicol, 1840*).

Se puede decir que casi todas las variedades de la lavas modernas de los volcanes de los Andes i de sus lápilis que no son sino pequeñas escorias livianas, contienen olivina i feldespato, teniendo el mismo lustre vidrioso i la misma fractura agrietada que aquella cuya composicion acabo de citar; pero nunca he encontrado en esas rocas, anfíbola, piroxena, anfijena, ni ninguna especie de zeolita.

Descripcion de la solfataras de Cerro Azul.—Paso ahora a la descripcion de la solfataras de Cerro Azul, que es, por así decirlo, el objeto principal de esta memoria i que se halla, como ya he dicho, en la depresion que forman entre sí dos cerros volcánicos: el Descabezado Grande i el Cerro Azul.

Por la garganta misma entre los dos cerros pasaba hace veinte i siete años, un camino bastante cómodo por el cual los habitantes de la provincia de Talca conducian sus tropas del otro lado de la Cordillera, donde se encuentran los valles ricos en pastos. Este estrecho pasaje servia de comunicacion entre las dos repúblicas vecinas i se le llamaba Portezuelo de San Juan, o Portezuelo del Viento, a causa de los vientos estremadamente fuertes que reinan en ese lugar. El camino tenia una pendiente moderada, cubierta de arena, i bajaba al este en las praderas llamadas las Vegas de San Juan, que forman la parte baja del valle de los Jirones (Invernada de los Jirones.)

Segun una relacion bastante exacta del diario *Alfa* redactado en Talca, capital de la provincia de este nombre i ciudad situada a unas cincuenta (?) leguas en línea recta del Descabezado i del Cerro Azul, «el 26 de Noviembre de 1847 llovía a cántaros desde la mañana, i se oían ruidos semejantes a truenos en la Cordillera. Mas tarde, cerca de las 4 o 5 de la tarde se oyó un ruido mas fuerte, extraordinario, un estruendo que se oía en todo el llano intermedio hasta o mas de 60 kilómetros del lugar de donde venia. Los habitantes de campo que viven al pié de los Andes, mas o ménos a 35 kilómetros del Descabezado Grande, i los del valle del rio Colorado, afirman que no hubo temblores de tierra i que no se ha sentido la menor sacudida en toda la provincia; pero todo el mundo está de acuerdo en decir que en el momento en que se oyó ese gran ruido extraordinario, semejante a una detonacion, todo el Cerro Azul, por el lado del norte, se puso como de fuego i se veía en las nubes el reflejo de un inmenso incendio. Al mismo tiempo se sintió en Talca el olor del *azufre quemado*, i el mismo olor, segun la aseveracion de los habitantes del llano *intermedio*, se propagó a mas de 100 kilómetros de distancia en la direccion del viento sur que soplabas. Continuó lloviendo durante la noche i de tiempo en tiempo se apercibia

desde el llano de Talca grandes resplandores en la Cordillera del Descabezado.»

Los montañeses que habitan la parte alta del valle del río Colorado, aseguran que «los dos cerros estaban ardiendo.» Un pastor de ganados a quien esa noche lo había sorprendido en el valle de los Leones, a unas 12 leguas al nor-este del Cerro Azul, me decía que «no solo este cerro, sino que el Descabezado i las cordilleras que le rodean, bramaban horriblemente, lanzaban truenos i producian estrépitos espantosos, que parecian provenir de la quebradura de las rocas i de los choques de sus fragmentos unos contra otros; el aire estaba infestado, difícil de respirar i tenia el olor de azufre quemado.»

Al día siguiente llovía aun; ruidos parecidos a los de la víspera aunque ménos fuertes, llegaban a Talca i el aire tenia aun un olor desagradable. Se pretende aun que el viento traía cenizas de la cordillera. Fué solo al tercer día cuando, valiéndome de la espresion de los campesinos, «el volcan empezó a domarse i callarse»; pues desde la víspera se aseguraba que un *nuevo volcan* se habia abierto en los Andes.

Quince días despues, dos *vaqueros* (pastores del ganado) de la hacienda de Cumpeo, queriendo pasar por el antiguo camino del Portezuelo del Viento para ver sus vacas que habian dejado en las Vegas de San Juan, hallaron el paso completamente obstruido por montones de enormes bloques de piedras que exhalaban humos espesos i en medio de los cuales se apercibian llamas. Los dos vaqueros se vieron obligados a deshacer su camino i hacer un largo rodeo para pasar el *macizo* al norte del Descabezado, por un lugar llamado los Rajos i de ahí descendieron al valle de los Jirones. Llegando ahí se sorprendieron al percibir de léjos hasta en las Vegas de San Juan, los mismos montones de escombros i de rocas quebradas, que esparcian nubes de humo i arrojaban algunas llamas que habian visto ya en el antiguo paso del Portezuelo del Viento. El aire, en todo el valle estaba infestado; los animales se habian refugiado en la parte alta de las quebradas, del lado del Descabezado Chico; la vegetacion estaba destruida i se veia bien, decian los montañeses, que «era una gran mina de azufre que se habia incendiado i rajado los cerros.»

Tres meses mas tarde partí para el Descabezado con el objeto de ver i de examinar de cerca el pretendido «volcan del Cerro Azul.» El camino que he seguido en este viaje pasa por el valle del rio Colorado, sembrado por hermosos bosques vírjenes hasta una altura próxima a 1,500 metros sobre el nivel del mar, donde se encuentra el límite de esos bosques. De ahí tomé el camino de la Cuesta de las Animas (2,185 metros) i del de las Cruces (2,570 metros), para bajar el valle del lago Mondaca donde nace el rio Lontué. Al borde de este lago i al pié de un cerro granítico, salen las fuentes minerales de Mondaca, i por el lado del norte empiezan dos filas de traquitas columnarias. Remontando por este valle, formado todo de rocas traquíticas, entre las cuales se hallan mui desarrolladas las *traquitas brechoídeas con fragmentos de obsidiana*, se llega a la línea de separacion de las aguas de los Andes al *paso* llamado la Puerta (2,496 metros) donde se encuentran depósitos considerables de yeso. De este lugar, volviendo al sur-oeste, bajé por la pendiente occidental del Cerro del Medio que es un cerro volcánico situado frente al Descabezado Chico, en el profundo valle de los Jirones, que limita por ese lado al gran *macizo* de los dos Descabezados. En este trayecto tuve ocasion de observar los contornos del extremo sur-este del *macizo* i de los cerros que lo rodean.

Llegando a la Invernada de los Jirones, partí al dia siguiente (el 30 de Enero), al despuntar el dia, i cerca de las cinco de la mañana me hallaba ya en las Vegas de San Juan, al pié de la solfatara i en su estremidad oriental a 1,642 metros sobre el mar.

Acercándome a este lugar cuando no estaba sino a unos cincuenta metros de la solfatara, creia ver delante de mí una gran cortadura, obra de fortificacion mui regular, de mas de 80 metros de altura, de pendientes con 30 a 40 grados de inclinacion, cortado en lo alto por una especie de esplanada que se elevaba visiblemente del lado del oeste i cuyos bordes i aristas superiores estaban guarnecidos de algunas rocas puntiagudas prismáticas, en forma de torrecillas. Las faldas eran de un gris ceniciento i las torrecillas jaspes, de diversos matices de colores amarillos, rojos, verdosos i negros. Detras de las aristas mas salientes, i en toda la estension de la esplanada, se veian elevarse chorros de

vapores, nubes de humo, i de tiempo en tiempo se lanzaban i remolineaban en el aire, chorros de vapor mas elevados, acompañados de ruidos, de pequeñas esplosiones que proyectaban arena i fragmentos de piedras.

Despues de algunas tentativas infructuosas para abordar la solfatara por el lado de su estremidad oriental, mis guias hallaron un acceso aun ménos difícil al oeste, cerca de un pequeño lago que acababan de formar las aguas de un arroyo, retenidas por la erupción de la solfatara.

Desde que empecé a trepar por las faldas de la solfatara i penetrar en una quebrada que daba salida a las aguas por este lado, noté que la solfatara no era sino un inmenso monton de rocas recién fracturadas i de bloques de todos tamaños, agrietados en todos sentidos, acumulados los unos sobre los otros, i dejando entre ellos huecos, cuya mayor parte estaban ya llenos de materias desagregadas; otras entreabiertas, exhalaban en abundancia vapor de agua, cargado de ácido clorhídrico i de ácido sulfuroso.

Llegando arriba, al borde de lo que me habia parecido, mirándolo a cierta distancia de la solfatara, como una esplanada, no vi sino aglomeraciones completamente irregulares de esos mismos bloques traquíticos que formaban los flancos; en medio de esos bloques i del fondo de las cavidades que las separaban, se veia en un gran espacio, en todo el ancho de la solfatara, de un cerro a otro, desprendimientos de vapores i erupciones formando conos mas elevados que llenaban el aire de un olor insoportable a ácido sulfuroso.

Varios de estos bloques de rocas tenian mas de 200 metros cúbicos de volúmen i conservaban sus planos de fracturas intactos; sus aristas no embotadas, algunas presentaban aun en sus flancos estrías que atestiguaban efectos del frotamiento que esas rocas habian debido sufrir en su solevantamiento. La mayor parte, sin embargo, de las piedras i de esas rocas quebradas habian sido atacadas por la acción del fuego i vapores de agua ácida. Se veian algunas que estaban completamente desagregadas, transformándose en pequeños fragmentos i en polvo; otras hendidas por grietas de superficies curvas, apretadas o apenas entre abier-

tas llevaban en sus bordes materias fundidas o escorificadas; otras, en fin, i eran bloques de ciertas traquitas porfiroídeas trasformadas casi completamente en masas terrosas, estaban cubiertas superficialmente con un baño blanco amarilloso o diversamente coloreado. Los bloques que resistian mas eran ordinariamente los que se componian de masas de obsidiana negra casi sin lustre, compactas i débilmente porfíricas. Las rocas salientes que de lejos parecian como torrecillas, eran grandes bloques prismáticos a cuyo alrededor salian los vapores del interior de los huecos, i que por la accion de esos vapores se rodeaban en su sitio, desprendiéndose sus restos por placas o en el estado de polvo.

En jeneral, los puntos sobre los cuales la fuerza interior de la solfatara parecia dirigirse con preferencia, estaban mui desigualmente distribuidos. Se veian ya aparecer las mas grandes proyecciones i las fumarolas en mayor abundancia en los bordes, i las aristas mas salientes de los montones, a los dos lados de la solfatara; ya se producian en las partes bajas i en el fondo de las cavidades desde mucho tiempo cerradas i llenas de escombros de las proyecciones mas violentas de vapores, acompañadas de ruidos, análogos a los que producen las grandes calderas de vapor en el momento en que se abren sus válvulas. En este caso se veian casi siempre algunas grandes piedras o arenas i polvos lanzados al aire i cayendo a grandes distancias aun fuera de la solfatara.

Habia sitios donde, del interior de los huecos que dejaban entre sí los bloques mas voluminosos, salia a veces la llama proveniente de la combustion del azufre i donde mis guias prendian sus cigarros.

Casi todas las veces que el viento empezaba a soplar con mas violencia, los principales focos de desprendimiento de los gases i vapores se reanimaban tambien con mucha fuerza, principalmente los que se hallaban en los bordes i partes mas salientes de la solfatara.

En ninguna parte he encontrado materias fundidas ni piedra pómez, ni esos lápilis de escorias menudas que lanzan en sus erupciones los volcanes activos de Chile. En cuanto a la sublimacion del azufre, no se veia sino algunos indicios en las hendiduras estrechas de algunos bloques enfriados.

No me detuve mucho tiempo en esta rama oriental de la solfatara que cubre una buena parte de los antiguos prados de San Juan, i sin perder tiempo traté de introducirme en la rejion mas elevada donde esta misma solfatara penetra en la garganta que separa el Cerro Azul de los Descabezados.

Despues de 50 metros de una marcha mas i mas penosa i elevarse la solfatara bruscamente en todo su ancho, formando una gradería de 20 a 30 metros mas o ménos de altura. A 200 o 300 metros mas léjos en una pendiente mas suave constaté que todo el monton que componia la solfatara formaba una segunda gradería parecida a la precedente, i esas graderías se repetian cada 2 a 300 metros, que la pendiente jeneral del fondo del valle invadido por la solfatara se hacia mas i mas rápida.

En todo este trayecto era necesario que evitara andar por las partes blandas, desagregadas, donde se hundia uno hasta la rodilla en arenas ardientes; era preciso buscar paso sobre bloques i piedras enfriadas o mas o ménos desprovistas de fumarolas; pero no veia nada de nuevo i ningun cambio en el aspecto de los fenómenos, ni en la configuracion de la solfatara, ni en la fuerza de su actividad, ni en la abundancia o actividad de las fumarolas i de las proyecciones en conos de vapor que parecian trasladarse hácia los bordes de la solfatara i de las gradas i escalones que la atravesaban. Las hondonadas i los hundimientos mas considerables del terreno en medio de esos escombros se muestran sobre todo en la parte del medio, i parecen indicar los lugares donde una gran parte de ese calcinamiento de rocas solevantadas ya se habia precipitado en el abismo de la grieta.

Eran las doce del dia, el sol ardia; el viento del oeste, que ordinariamente llega a esta hora a su máximo de fuerza en la Cordillera parecia redoblar este dia su violencia, volvia a encender en diversos puntos nuevas fumarolas, i llevaba masas de vapores ácidos hácia el lado de donde yo venia. Mis guias ya me habian abandonado, no pudiendo soportar la sed i el malestar que les ocasionaba, como ellos decian, *el azufre ardiente del infierno*.

Me hallaba aun a mas de dos kilómetros de distancia de la parte mas estrecha de la garganta (Portezuelo de San Juan) entre dos cerros de donde contaba ver el centro de la parte mas eleva-

da de la solfatara. Despues de algunos esfuerzos inútiles para penetrar allí, me vi obligado a empezar a descender, dejando para el dia siguiente el proyecto de visitar esta parte central por otro camino que me habian asegurado que existia por el lado del Descabezado.

En mi descenso, no pudiendo avanzar sino con la mayor lentitud, i obligado a detenerme a cada rato, a causa de la fatiga, del calor i del aire cargado de ácido sulfuroso que molestaba la respiracion, tuve tiempo de dirigir mi atencion sobre la configuracion jeneral de la solfatara.

Veia que, independientemente de su elevacion por gradas, la aglomeracion de los mayores bloques i de sus escombros eran aunque mui regularmente, alargados en la direccion de la solfatara, i dejaban entre sí hileras de cavidades o de barrancos que se alimentaban tambien en la misma direccion.

Los mas anchos de esos barrancos, aunque obstruidos por pilas de rocas amontonadas las unas sobre las otras, ocupaban visiblemente la línea central, i se distinguia en medio de la gran confusion de los escombros, otros cinco o seis barrancos separados por otras tantas hileras de bloques salientes, formados de cavidades ménos profundas que las del medio i que se prolongaban tambien paralelamente las unas a las otras, de manera que yo podria representar la configuracion jeneral de la solfatara, aunque mui imperfectamente, por las dos figuras 3 i 4, la primera que da el corte trasversal, i la segunda el corte longitudinal de la parte que acabo de describir.

Solo al anocheecer pude llegar al pié de la solfatara, a la orilla de la laguna ya ántes mencionada, donde uno de mis guias se habia detenido para esperarme i ya iba a partir, creyéndome perdido.

La nieve que, durante la noche, cayó en abundancia en todo el valle de los Jirones, i que cubrió los cerros de los alrededores, no me permitió remontar, sino tres dias mas tarde a la meseta de Meneses al pié del Descabezado, desde donde pude bajar al Portezuelo de San Juan i ver ahí la parte de la solfatara situada frente al Cerro Azul.

Antes de llegar ahí me detuve (como a las 10 i media de la

mañana) en la falda meridional del Descabezado Grande en el lugar donde baja un ventisquero desde la cumbre del cerro. En el límite inferior de este ventisquero que presentaba una masa de casi 3 o 4 metros de potencia, de un color verde pálido, trasluciente que presentaba algunos delgados lechos (?) blanquiscos, hice mis observaciones barométricas; mi barómetro (construcción Guntten) marcaba en este límite 545 metros 9 milímetros, el termómetro del barómetro $+12.8^{\circ}$; temperatura del aire $+9.5^{\circ}$, lo que relacionado a las observaciones hechas a la misma hora en Santiago, cuya altura es conocida, me dió para el límite de los ventisqueros que bajan por ese lado, 3,453 metros sobre el nivel del mar.

A partir de este punto, hasta a mas de 1,000 metros mas abajo, capas de nieves recién caídas se conservaban aun en la meseta de Meneses i en los cerros de los alrededores, toda la pendiente meridional del Descabezado Grande hasta el pié de la solfatara, estaba completamente descubierta; no se veían ni restos de nieves que ya se habían fundido por el calor que desprendían las masas de vapores de agua i de gases de la solfatara.

He aquí ahora el aspecto que presentaba por ese lado la solfatara: a algunos centenares de metros de la cumbre del Cerro Azul i en su falda setentrional, se veía una protuberancia de color negro abigarrado con diversos matices de blanco, verde i rojo, que no exhalaba vapores, formada de un monton de piedras i asemejándose, en cuanto a la forma a un monton de desmontes de las minas que se explotan en las pendientes escarpadas de la Cordillera. A 2 o 300 metros mas abajo se apercibía una segunda protuberancia parecida a la primera, pero que exhalaba a veces humos i estos se dispersaban en copos.

Se creía ver ahí, los escombros de un incendio mal apagado, o un enorme monton de minerales piritosos en la tuesta.

Estas dos protuberancias estaban unidas por una cresta negruzca erizada de rocas quebradas, que parecían señalar las huellas de una grieta producida en la dirección de la línea de mayor pendiente del Cerro Azul.

A partir de la segunda protuberancia, la solfatara se ensancha, toma completamente el carácter i la configuración de su rama oriental i concluye por invadir toda la extensión del antiguo Por-

tezuelo del Viento. De ahí descende ménos rápidamente que por la pendiente de Cerro Azul en dos sentidos opuestos: al este, hácia los prados de San Juan, donde acabamos de verla en plena actividad, i al oeste por el lado del lago de Blanquillo.

En todo este espacio que abarca en anchura 7 a 8 kilómetros de una estremidad a otra, no se veian sino fumarolas, algunos chorros de vapores algo mas fuertes, i de tiempo en tiempo algunas explosiones acompañadas de ruidos i de proyecciones de arena i piedras. En el intervalo de 3 a 4 horas que pasé observando esta parte de la solfatara, una explosion mas violenta, producida no léjos de su borde, i que lanzó al aire un cono de vapor de mas de 20 metros de altura, proyectó un fragmento de roca de 2 a 300 kilos de peso, a 20 metros de distancia del pié de la solfatara. Se halla tambien en las pendientes del Descabezado a mas de 50 o 60 metros de la solfatara piedras de la misma naturaleza, con partes fundidas o escorificadas en su superficie, que pesaban mas de 50 a 60 kilógramos, arrojados por la solfatara.

Por lo demas no se apercibia en ninguna parte, en todo el campo de actividad, focos de concentracion de la fuerza ni aberturas crateriformes. Las fumarolas se presentaban en una infinidad de puntos, irregularmente distribuidas i cambiando de lugar. La altura misma i la configuracion de los montones eran mas o ménos las mismas en esta parte de la solfatara, la mas cercana de su oríjen i la mas elevada, que en su estremidad mas baja, por el lado de las Vegas de San Juan i en su rama occidental, por el lado de Blanquillo.

He conseguido ver esta última parte de la solfatara i llegar a su estremidad el mismo dia al anoecer sin notar nada de nuevo que pudiese agregar a mis observaciones precedentes.

He aquí ahora el *resúmen* de lo que he recojido en este viaje sobre la naturaleza de la solfatara:

Ella se ha abierto en una profunda garganta entre dos cerros volcánicos i en el límite meridional del macizo de los dos Descabezados: tiene su oríjen en una altura de 3,000 metros próximamente sobre el nivel del mar, en el espinazo del Cerro-Azul i baja por una desgarradura de la costra traquítica hasta el Portezuelo del Viento situado a 2,700 metros de altura; de ahí se le

ve bajar en dos direcciones opuestas: por el este a 1,650 metros de altura, i por el oeste a mas o ménos 2,000 metros. Su ancho es de cerca de dos leguas (8 a 9 kilómetros) de una estremidad a la otra i en toda su estension la solfatara se compone de enormes bloques traquíticos fracturados, solevantados i amontonados los unos sobre los otros, formando montones que tienen 80 a 100 metros de altura sobre el suelo. Del medio de esos montones se ve salir en todo el largo de la solfatara, innumerables fumarolas i de tiempo en tiempo conos de vapor mas elevados acompañados de ruidos i de proyecciones de piedras; pero no se ven materias fundidas ni proyecciones de lápilis de piedra pómez o cenizas volcánicas, que los volcanes activos de Chile arrojan en sus erupciones. Todo anuncia que la solfatara se ha abierto de una vez en una grieta longitudinal formada en la costra traquítica del macizo, i producido por el desprendimiento violento del gas de la combustion del azufre, i del vapor de agua.

No he analizado los gases que salian de la solfatara i cuya composicion debia ser mui variable. Habia lugares donde se producía ácido sulfuroso casi puro; en otros puntos era vapor de agua cargado abundantemente de ácido clorhídrico. El aire atmosférico al penetrar en el interior de los huecos que dejan entre sí los grandes bloques amontonados, debia cambiar, necesariamente las proporciones de los elementos que entran en la composicion de los productos gaseosos de la solfatara.

Solo he traído algunas muestras de rocas i de productos sólidos que, de preferencia, habian llamado mi atencion i que he analizado a mi vuelta a Santiago.

a) Entre esos productos he examinado primero la parte mas desagregada, la que se pulveriza i tapa los intersticios. Este polvo es de un color gris, mas o ménos claro, fusible al rojo claro en una materia blanquiza opaca; digerida por el ácido nítrico débil, en frio, en un matraz cerrado, da 0,01 de cal i no se encuentran indicios de ácido sulfúrico: deja cerca de 4% de su peso de bases solubles en el ácido clorhídrico concentrado e hirviente, i contiene 3 a 6% de sílice soluble en una disolucion potásica. La encuentro compuesta de:

Sílice.....	68.34
Alúmina.....	14.24
Óxido de fierro.....	4.25
Cal.....	1.30
Magnesia.....	0.40
Sosa.....	6.60
Potasa.....	1.80
Pérdida al fuego	1.00
	97.93

b) La materia terrosa blanca que cubre la mayor parte de las piedras mas espuestas a la accion corrosiva de las fumarolas, es de alúmina hidratada mezclada con hidrato de fierro. Es soluble en el ácido nítrico débil i en frio: la disolucion no da sino un débil precipitado por el nitrato de plata, no es alterada por una sal de barita, i da un abundante precipitado por el amoníaco. Se halla compuesta de:

Alúmina.....	59.7
Óxido de fierro.....	5.3
Sílice soluble.....	1.2
Agua.....	23.0
Cloro.....	0.5
Materia inatacable.....	9.0
	98.7

El óxido de fierro se halla desigualmente repartido, cambiando de proporcion i en diversos grados de oxidacion: lo que da a las rocas mas espuestas a la accion ácida de los vapores de agua coloraciones mui variadas.

c) He sometido al análisis la parte interior de una piedra traquítica que estaba cubierta de materia blanca hidratada (?), i cuyo centro, habiendo cambiado de carácter, se habia vuelto mas porosa, pasando a la estructura terrosa. Los cristales feldespáticos diseminados, conservaban aun, sin embargo, una parte

de su lustre vidrioso. La masa estaba endurecida, era parduzca, i contenia algunas partículas cupríferas que daban chispas al martillo, como lo hacen varias variedades de rocas traquíticas de estos cerros.

Encuentro como composicion media obtenida de mezclas hechas en cantidades considerables de masas interiores de esas piedras, mas o ménos los mismos elementos i en la misma proporcion que los que existen en las traquitas todavia crudas de la misma solfatará. Solamente la proporcion de bases alcalinas en los que habian sido atacados por el fuego i la accion de los vapores, disminuye al mismo tiempo que la proporcion del agua aumenta insensiblemente. Así el análisis de una muestra de esta especie me ha dado:

Sílice	68.25
Alúmina.....	17.80
Óxido de fierro.....	4.93
Cal.....	2.85
Magnesia.....	0.40
Sosa (e indicio de potasa).....	2.55
Pérdida al fuego.....	1 a 2%

Se encuentra al mismo tiempo en estas traquitas, medio descompuestas, casi siempre algunos indicios de cloro i nunca materias sulfatadas.

En cuanto a las variedades de traquitas que componen la mayor parte de los grandes bloques de la solfatará, i que se hallan allí en gran abundancia, pertenecen en jeneral a las especies (2) i (3) (páginas 416-17) o difieren de ellas de manera poco notable.

Segundo viaje a la solfatará en 1857.—La ventaja de haber visto la solfatará de Cerro Azul casi al principio de su actividad i el vivo interes que me ha inspirado su estudio, me han dado naturalmente el deseo de volverla a ver mas tarde, para observar las faces por las cuales debia pasar en su desarrollo.

La distancia que lo separa del lugar de mi residencia en Santiago, las dificultades del viaje i mis ocupaciones, no me permitieron hacer una segunda excursion al Descabezado sino a fines del mes de Febrero de 1857.

Para abreviar mi camino partí esta vez de la hacienda de las Mariposas situada al pié de los Andes i me diriji directamente al Blanquillo para empezar la inspeccion de la solfatara en el lugar donde habia terminado el estudio en mi primer viaje. Contaba poder volver a tomar en seguida el camino de la falda meridional de los Descabezados i volver a bajar por la meseta de Meneses al valle de los Jirones.

Desgraciadamente, las nieves que cayeron en gran abundancia en esas cordilleras, el mismo dia que yo llegaba al lago de Blanquillo, me detuvieron a la orilla de ese lago donde encontré pastos para mis caballos i pastores del ganado. Estos hombres que ordinariamente pasan el verano en las montañas, me aseguraban que desde tres años el *volcan* (la solfatara) estaba *mudo*, no producía ruidos i no lanzaba mas bocanadas de vapor, pero aun exhalaba humos i se cubria de nubes cada vez que el viento se hacia mui fuerte i tempestuoso. Los mismos pastores me advirtieron que el camino de la falda meridional del Descabezado estaba impracticable.

Despues de dos dias de espera conseguí penetrar en los desfiladeros que se interponen entre el Cerro Azul i el Descabezado i a alcanzar alguna pequeña altura en la falda de este último, donde pude pasear mi vista, con comodidad, sobre la parte central de la solfatara i en su rama occidental, por el lado de Blanquillo.

La solfatara conservaba su forma, su tamaño i no ha avanzado por el oeste, como pretendian algunos de los montañeses que encontré en este viaje i que decian que el *volcan continuaba guardando el fuego bajo la tierra i desgarrando el suelo*. Las dos protuberancias del Cerro Azul (páj. 413) i la parte de la solfatara que las unia a la de abajo, del Portezuelo del Viento, estaban completamente descubiertas, i no se veia ni la menor traza de desprendimiento de vapores. Todo el resto de los montones estaba aun perdido en los vapores i humos de las fumarolas, i se veia cernerse arriba nubes que se disipaban por momentos i que se renovaban. Pero los puntos salientes de los bloques que a guisa de torrecillas guarnecian en 1847 los bordes de la solfatara, ya habian desaparecido, i no se apercibian ya esos chorros de vapor

que en un tiempo se elevaban en forma de conos; tampoco esos ruidos i proyecciones de piedras. De los flancos de la solfatara, que conservaban su color gris ceniciento, salian puntas de bloques ennegrecidos, pero no se veian grandes escotaduras ni grietas.

Todas las faldas del Descabezado Grande desde la base de la solfatara hasta la altura del ventisquero cuya altura habia determinado en mi primer viaje, todas esas faldas que en aquel tiempo estaban descubiertas i dejaban libre paso al viajero, se hallaban actualmente obstruidas, no solamente con nieves recién caidas sino tambien con hielos i nieves endurecidas, provenientes de años anteriores.

Me fué imposible franquear las alturas que me separaban de la meseta de Meneses, donde me proponia buscar un paso hacia las Vegas de San Juan para visitar de nuevo el extremo oriental de la solfatara. El tiempo amenazaba una nueva tempestad i con gran pesar mio, me vi obligado a volver a bajar al borde del lago de Blanquillo.

Aproveché solamente de mi estadía en este punto para reconocer en la vecindad de este lago i cerca de la base aparente del Cerro Azul, la existencia de escombros i ruinas de una antigua solfatara que habia debido tener el mismo orijen i los mismos caracteres que la de aquella cuyos restos de actividad acababa de ver.

Esta antigua solfatara se presenta de léjos como una fila de rocas salientes, mui accidentadas e irregulares en sus formas ennegrecidas i de un color pardo oscuro, alargándose oblicuamente con respecto a la línea de mayor pendiente del Cerro Azul, i ensanchándose al pié del cerro. Llegando ahí se ve que son montones de bloques i de rocas fracturadas, completamente del mismo aspecto, arregladas de la misma manera, cortadas por quebradas longitudinales como la rama oriental de la nueva solfatara, solo se encuentran ya esos bloques i no escombros en su mayor parte conglomerados, la masa que los contiene endurecida i faltan las fumarolas. Los bloques mas grandes de los que algunos tienen mas de 20 a 30 metros de volúmen, llevan en su superficie materias fundidas o en parte escorificadas, i en sus flancos descubiertos se ven hendiduras curvas, no concéntricas,

formando entre sí, por decirlo así, ángulos esféricos. Esas hendiduras difieren notablemente de las grietas de superficies planas que se observan en los grandes bloques rodados al pié de las altas montañas i provenientes del hundimiento de las rocas.

En ninguna parte, recorriendo esos restos de la antigua solfatará recientemente estinguida, he encontrado sublimaciones de azufre, ni trazas de desprendimientos de gas o de vapores.

Obligado a volver por el mismo camino que habia seguido para llegar al lago de Blanquillo noté que existe en la pendiente occidental del Descabezado Grande, i mas o ménos a la misma altura que las dos solfataras de Cerro Azul, un enorme monton de conglomerados que se prolonga paralelamente a la base aparente del cerro, i que, segun toda probabilidad ha debido su origen a otra grieta i a una tercera solfatará parecida a las otras.

No existe entre la jente del lugar ninguna tradicion sobre la época de actividad de estas dos últimas solfataras, como tampoco existen sobre las erupciones del Descabezado que han producido esas inmensas cantidades de piedra pómez, cuyos principales depósitos, como he dicho, cubren las pendientes setentrionales i la meseta al otro lado de este volcan.

TERCER VIAJE A LAS SOLFATARAS EN 1873

Me resta dar cuenta de mi último viaje que acabo de hacer con el objeto de completar mi estudio de las solfataras del macizo de los Descabezados.

Partí de las Mariposas con uno de mis alumnos, el señor González, hijo del propietario de esta hacienda, que me ha provisto de los guías, de los caballos i de todo lo necesario para este viaje. Para llegar al macizo i franquear la cadena que une el Descabezado Grande con el Descabezado Chico, tenemos el camino intermedio entre el que habia seguido en 1847 i el de mi segundo viaje de 1857. Este camino intermedio que corta la cresta de dicha cadena mas o ménos a la mitad de la distancia entre los dos Descabezados, no presenta ya peligros a los viajeros desde que los pobladores, no hallando paso por el lado de Cerro Azul, se han visto obligados a abrir este camino para numerosos rebaños

de animales que llevan a los llanos situados al otro lado de la cordillera.

Este nuevo camino atraviesa el valle alto de Manantial Pelado (2,682 metros) remonta por el de los Volcanes i llega, por pendientes cubiertas de nieve i de ventisqueros hasta el borde occidental i la arista mas saliente por ese lado del macizo, en el lugar que lleva actualmente el nombre de los Deshechos (a 3,154 metros de altura). De ahí se descende por pendientes mas suaves i en su mayor parte desprovistas de nieve, en la parte mas ancha de la meseta de Meneses, donde se haya, como ya hemos indicado, un paso bastante cómodo para el valle de los Jirones.

Por este último llegamos, sin detenernos, hasta las Vegas de San Juan en la estremidad oriental de la solfatara. Ya estaba completamente apagada i no exhalaba ni humo ni vapores; pero conservaba mas o ménos completamente la configuracion i la altura que poseia en la época de su formacion, hace veinte i seis años. Era aun, mirándolo a cierta distancia, un sólido de forma bastante regular, que representa la figura 5.

Los flancos del monton tenian las pendientes naturales que podria tomar un monton de piedras arregladas con cuidado i desagregadas en su sitio; su superficie de arriba era aplanada, i los bordes conservaban apénas algunos puntos salientes, restos de antiguos crestones, trasformados en conglomerados.

Sin embargo, yo no habia visto todavia mas que la estremidad de la solfatara. Para verla en toda su estension, me vi obligado a volver sobre mis pasos, remontar el valle de los Jirones i despues de un rodeo de varias leguas, pasando la meseta Meneses, para buscar las alturas situadas en las faldas meridionales del *macizo* que dominan al antiguo Portezuelo del Viento, invadido por la solfatara.

De esas alturas, frente al Cerro Azul, pude abrazar con una mirada la mayor parte del antiguo campo de actividad de la solfatara, hasta los sitios donde se oculta en las revueltas de los desfiladeros entre los dos cerros.

El tiempo estaba sereno (el 17 de Febrero, a las diez de la mañana), el cielo de un hermoso azul, el viento apénas empezaba a levantarse; pude fácilmente dirigir mis miradas hasta el fondo

de la parte mas ancha i mas estendida de la solfatara. En ninguna parte se veia el menor indicio de desprendimiento de vapores i humos. Las dos protuberancias sobre el Cerro Azul, estaban bien descubiertas i conservaban mas o ménos sus antiguas formas. Todo el resto, observado de arriba tenia el aspecto de una masa cavernosa, negra o parduzca, cortada por grietas que las aguas ya habian ensanchado. Se distinguian perfectamente en la configuracion, esos escalonamientos que habia observado en mi primer viaje, i el descenso jeneral de la solfatara por escalones, en las dos direcciones opuestas.

Los hombres que me acompañaban i que vienen todos los años, hácia fines de Diciembre, para apacentar sus ganados en estas montañas, me aseguraban que toda la solfatara se hallaba en ese estado desde hacia cuatro o cinco años, i que ya no daba *signos de vida*, aun en los tiempos mas tempestuosos.

He ahí, pues, la historia mas completa que puedo dar de esta solfatara, desde su nacimiento hasta su total estincion. Se ve que su actividad no ha durado sino veintidos a veintitres años, a lo mas.

En el curso de los estudios, cuyo resultado acabo de indicar, tuve la ocasion de reconocer la existencia de restos de diversas otras solfataras análogas, en varios puntos del macizo de los dos Descabezados.

Antigua solfatara del Descabezado Chico, en el valle de los Jirones.—Así, pasando dos veces, en mi último viaje por el valle de los Jirones me ha sido fácil reconocer en el fondo de este valle, i en su parte superior, el emplazamiento i los escombros de una antigua solfatara que ha debido tener dimensiones mas vastas que la de Cerro Azul. La estremidad meridional de esta antigua solfatara se halla mas o ménos a una altura de 1,800 a 1,850 metros en dicho valle a mas de 8 kilómetros del lugar donde termina la nueva. Yo subí por el mismo valle de los Jirones a lo largo del borde occidental de los montones de rocas que la antigua solfatara habia solevantado, hasta la altura de 2,300 a 2,350 metros sobre el nivel del mar, i estaba aun léjos de su oríjen que se halla por el lado del Descabezado Chico, al pié de su cerro volcánico, i cerca de la estremidad setentrional del macizo. En todo este

trayecto no veia sinó montones de bloques i de piedras fracturadas, apiladas unas sobre otras i compuestas de las mismas traquitas i de las mismas materias que la nueva solfatara. En varios puntos esos bloques i fragmentos de rocas ya estaban conglomerados i unidos por productos de sus descomposiciones; en otros, se los veia aun medio desagregados i volviéndose polvo. Solamente el derretimiento de las nieves i los torrentes de la cordillera ya han cortado los montones i formado lagunas i represas de agua en medio de los escombros. La principal corriente de las aguas ha cavado su lecho por el lado del oeste i se ven en esa parte varios montones prismáticos o irregularmente redondeados, verdaderas brechas o conglomerados de paredes verticales teniendo 30 a 40 metros de altura. Tambien se encuentran en abundancia, sea en medio de esos conglomerados, sea en medio de los montones intactos que conservan su forma, grandes bloques traquíticos rodeados de algunas materias fundidas, o imperfectamente escorificadas, pegadas por sus superficies, i en las paredes de los costados de esos bloques, que a menudo no son sino planos de fracturas, se ven hendiduras curvas i a veces grietas entreabiertas. En el interior de esas grietas se encuentran a veces huellas de la antigua accion del fuego. Pero todo está enfriado; en ninguna parte he encontrado el menor indicio de desprendimiento de gases ni de vapores, i en ninguna parte depósitos de azufre.

Entre las rocas que entran en la composicion de los restos de esta solfatara debo citar las traquitas brechoideas en fragmentos, núcleos i guías de obsidiana negra, que no se encuentran en la parte meridional del macizo del Descabezado ni en el Cerro Azul, pero que se hallan, como ya he dicho, mui desarrolladas por el lado norte i cerca de la línea de separacion de las aguas de los Andes. Se ven grandes fragmentos de esas traquitas de mas de un metro cúbico de volúmen, con ángulos i aristas no embotadas, arrojadas por la solfatara a mas de 40 metros de distancia de su base, lo que puede dar una idea de la intensidad de las acciones volcánicas que se han ejercido en esta rejion.

En el plano que acompaño a esta memoria está indicada una quinta solfatara situada en la vertiente nor-este del Descabezado Grande i cuyos restos no pude ver desde lejos, pasando, a mi

vuelta, por el camino del Deshecho i ántes de llegar al Manantial Pelado. No he tenido tiempo para visitarla; pero se veia claramente que era una solfataras completamente apagada; que los escombros de rocas formaban un monton de forma completamente parecida a la de las otras solfataras, i que este monton se prolongaba paralelamente a la base aparente del macizo. Si debo juzgar segun la altura a la cual se halla esta antigua solfataras sobre el valle de Manantial Pelado, cuya altura, en el paso del rio, es de 2,600 metros creeria que esta antigua solfataras pertenece a la misma rejion alta que ha visto nacer las solfataras de Cerro Azul i del Descabezado Chico.

Si ahora se echa una mirada sobre el llano en que se hallan reunidas las cinco solfataras que acabo de señalar, se ve que ellas se agrupan alrededor del *macizo* triangular dominado por dos enormes conos volcánicos de cráteres apagados. Esas solfataras (i probablemente una sesta, que me han asegurado que existe mas al norte, en quebradas situadas cerca de la estremidad nor-este del Descabezado Chico, en el sitio que las jentes del lugar designan con el nombre de los Volcanes) se hallan en la rejion comprendida entre 1,700 i 2,900 metros de altura; ellas solo muestran ahora las huellas de otros tantos respiraderos o de grietas laterales que, en diversas épocas, se habian abierto en los flancos del macizo, i servian para moderar o detener la actividad de los volcanes.

Debo agregar que fenómenos semejantes a los que tienen lugar en el nacimiento i durante toda la época de actividad de la solfataras de Cerro Azul, se reproducen, aunque con grandes intervalos de tiempo en otros puntos de la cadena meridional de los Andes. Así se sabe que en 1843 en las cercanías del volcán apagado de San José (lat. $33^{\circ}40'$ alt. 6,098 mts.), se oian a varias leguas de distancia ruidos espantosos que venian de esta cordillera; se formó una grieta en la direccion del volcán, hácia el valle de Yeso por donde pasa el camino a Mendoza; enormes montones de piedras i de rocas quebradas fueron arrojadas e invadieron el valle. Durante mucho tiempo esos escombros exhalaban humos i vapor de agua, sin que hubiera el menor indicio de erupcion i de actividad en el cráter del volcán.

Esos fenómenos indican el oríjen i sirven para esplicar la formacion de filas de conglomerados traquíticos que a menudo forman crestas alargadas i salientes en las faldas que parecen unidas o poco accidentadas de los cerros volcánicos.

II. SOLFATARAS DE LA SEGUNDA CLASE

Estas solfataras se parecen a las precedentes en que tambien son *laterales*, es decir, formadas en los flancos i las pendientes de los cerros volcánicos, a varios centenares de metros abajo de sus cráteres, i nunca en la cima de las montañas. Tampoco presentan en su configuracion formas que podrian tomarse como conos o cráteres parásitos, i no producen absolutamente esas lavas líquidas o esos lápilis que arrojan los volcanes activos de Chile.

Los principales caracteres que distinguen a esta solfataras de las otras, son los siguientes:

1.º No forman esos montones de escombros i de rocas fracturadas que se prolongan en ciertas direcciones, como se ven en las solfataras que acabo de describir.

2.º No se percibe en esas solfataras nada que anuncie rupturas violentas, grietas alargadas producidas por la quebradura de la costra. Se notan ahí mas bien, ciertos efectos de ablandamiento i de hinchamiento de la roca, que se halla penetrada por pequeños agujeros i hendiduras irregulares por donde se desprenden los gases i vapores.

3.º Estas solfataras son permanentes; su actividad se reduce a desprendimientos de gases i de vapores lentos i continuos; se produce ahí, al mismo tiempo, ácido sulfuroso, hidrógeno sulfurado i grandes depósitos de azufre.

Yo no he visto i examinado sino dos de esas solfataras cuya descripcion voi a dar.

Solfataras de Chillan.—Frente a la ciudad de Chillan, capital de la provincia del Ñuble, latitud $36^{\circ}48'$, i un poco al oeste de la línea de separacion de las aguas, en los Andes, se levantan el uno al lado del otro dos conos volcánicos, llamados *Volcan nuevo de Chillan* i *Nevado o Volcan viejo de Chillan*. La cima crateriforme del Nevado alcanza una altura próxima a 3,000 metros sobre el nivel del mar.

De estos dos volcanes el Nevado parece que está apagado desde tiempos inmemoriales, mientras que su vecino, el volcan Nuevo, situado al nor-oeste del primero, ha producido, el 2 de Agosto de 1861, erupciones de lavas acompañadas de materias incoherentes i de cenizas que el viento llevaba a mas de doce leguas de distancia (1).

En jeneral, este grupo volcánico i los cerros que lo rodean se componen de rocas traquíticas de la misma especie que las del macizo de los dos Descabezados, i las lavas salidas en 1861, las escorias i los lápilis que habia arrojado el nuevo volcan i que me habia traido mi amigo el doctor Philippi de su viaje a este volcan en 1862, son en un todo idénticos a los que produce el volcan Antuco.

La solfatara que voi a describir se halla en el dorso i la vertiente sur-este del Nevado, es decir en el lado opuesto al que ha dado lugar al derramamiento de lavas en la última erupcion del volcan Nuevo.

Partiendo de la ciudad de Chillan se puede llegar actualmente a la solfatara en carruaje hasta los baños minerales sulfurados, situados en el límite superior de los hermosos bosques i no léjos de la altura en que empiezan las nieves eternas del Cerro Nevado. Esas aguas que exhalan un fuerte olor a hidrójeno sulfurado, i marcan en el termómetro centígrado 57 a 64 grados de temperatura salen del fondo de la llamada Quebrada de los Baños a 1,900 metros sobre el nivel del mar. Mas allá del establecimiento el camino se hace mui incómodo i solo se le puede recorrer a caballo. Se dirige primero al sur-este, i a poca distancia se llega al lugar llamado los Fondos, donde las mismas aguas cargadas de hidrójeno sulfurado salen en ebullicion de las aberturas formadas en medio de un suelo agrietado con produccion intermitente de chorros de vapor. En el interior de esas grietas se siente hervir el agua como en calderas i en una de las corrientes que pro-

(1). El doctor Philippi ha visitado este volcan en Marzo de 1862 i lo ha visto en esta época aun en plena actividad. (*Anales de la Universidad de Chile*, Tomo XX, 1862); pero parece que tres o cuatro años mas tarde no se apercibia ni en el mismo cráter el menor signo de erupcion. (N. del A.)

duce en abundancia agua turbia, conteniendo arcilla desleida i azufre, el termómetro acusa una temperatura de 92.5 grados centígrados. El suelo en muchos lugares, aun en la superficie, es tan caliente, que no se lo puede tocar con la mano por mas de un minuto. El terreno es traquítico, descompuesto, en gran parte trasformado en caolina i en masas arcillosas mezcladas con azufre. En algunos puntos sale de las hendiduras ácido sulfuroso que se descubre por su olor; pero el campo de actividad de esta pequeña solfatará mui limitada no se estiende sino en 30 o 40 metros de longitud i mas o ménos otro tanto de anchura. No se ven rocas accidentadas o fracturadas ni conglomerados brechoídeos.

Desde este lugar hai aun cuatro horas de mui mal camino para llegar a la gran solfatará de Chillan, que se conoce tambien bajo el nombre de Cerro de Azufre o Morro de Azufre a causa de las grandes cantidades de azufre que se sacan para las necesidades del comercio i de la industria.

Cuando uno se halla mas o ménos a medio kilómetro de distancia de la solfatará, ve desde la cima de la última cuesta que se atraviesa para llegar ahí todo el cono del Cerro Nevado cubierto de nieve. Cerca del límite inferior de esta nieve se descubre una masa negra i se ve una aglomeracion de materias amarillas i blanquizas cuya superficie ora se halla velada por los humos i las nubes de vapores, ora queda completamente descubierta.

Se llega ahí sin dificultad i se reconoce que la masa negra es obsidiana, que a veces es obsidiana negra, homogénea, conservando su lustre vidrioso, a veces es la misma obsidiana ya opaca, homogénea, en ocasiones cavernosa, o listada, porfiroídea, o tomando un lustre resinoso. Las materias amarillas o blanquizas que ocupan el verdadero campo de actividad de la solfatará se componen de esas mismas rocas con obsidiana, o rocas traquíticas completamente desagregadas, caolinizadas, hidratadas i en gran parte penetradas de azufre casi puro, i de materias terrosas que contiene mas de la mitad de su peso de azufre.

La mayor parte de esos montones de materias blancas, amarillosas, terrosas, i una parte de la masa de obsidiana que la rodea, se hallan atravesadas por agujeros i hendiduras, con aberturas

irregulares, mas o ménos redondeadas que exhalan vapor de agua i un fuerte olor a ácido sulfuroso. El diámetro de las aberturas no pasa ordinariamente de 25 a 30 centímetros i se ven los bordes de la boca de cada abertura, tapizados de azufre cristalizado en agujas i en laminitas mui delgadas, transparentes, de un amarillo pálido, tan delgadas, livianas i frágiles, que se vuelven polvo apénas se las toma i se trata de recojerlas. El vapor de agua i los gases que salen de las aberturas se disipan luego en el aire; su desprendimiento es lento, uniforme, sin producir chorros mas o ménos violentos. El martillo introducido a 1 o 2 decímetros en el interior de las hendiduras se cubre inmediatamente con un rocío ácido.

El actual campo de actividad de la solfatara, tiene forma i contornos irregulares. Las aberturas que dan salida a los gases i vapores se hallan mui desigualmente diseminadas en un espacio de 100 metros en diferentes direcciones. Pero ciertamente, la solfatara no ha debido guardar siempre el mismo estado de tranquilidad en que se halla hoi dia, pues se ve al rededor de ella, i a mas de 20 o 30 metros de distancia, en la superficie del suelo, piedras de obsidiana aisladas, con fracturas planas i aristas no embotadas, que probablemente han sido arrojadas por la solfatara, i de las cuales varias llevan en su superficie i en el interior de sus hendiduras azufre sublimado puro.

Examinando la composicion mui heterojénea de la parte mas rica en azufre de la masa que constituye la solfatara i que se explota actualmente por azufre, se comprende que las aberturas i hendiduras por donde se han desprendido el vapor de agua i el azufre, han debido cambiar continuamente de lugar i se han abierto en diversas épocas en medio de la masa descompuesta.

El depósito principal de esos antiguos productos de la accion de la solfatara sobre las rocas preexistentes se halla cerca del borde donde empiezan las pendientes mas rápidas por el lado del mediodía, i los escarpes que bajan al valle de las Aguas Calientes. El fondo de este valle se halla a mas de 500 metros abajo de la solfatara. Los ventisqueros que vienen de la vertiente sur-este del Cerro Nevado descienden mas abajo del emplazamiento actual de la parte activa de la solfatara, miéntras que al pié del escarpe,

sale del interior de un abismo un torrente de agua termal que, a una distancia de mas de 300 metros de su oríjen, marca todavia, en el valle de las Aguas Calientes, $+57^{\circ}$ centígrados.

Este valle separa, por el lado del sur i del este, el macizo del Nevado, de las filas de escarpes de traquitas columnarias i de otras que son porosas o celulares con divisiones prismáticas (1).

Solfataras de Tinguiririca.— Esta solfataras situada a dos grados de latitud al norte de la de Chillan se halla en el dorso i cerca de la base aparente del cono volcánico de Tinguiririca, cuya cima se eleva, segun el señor Pissis, a 4,478 metros sobre el nivel del mar.

Este volcan, que lleva tambien el nombre de Cerro de Azufre, se halla desde un tiempo inmemorial, completamente apagado, i el camino que conduce a su solfataras parte de San Fernando, capital de la provincia de Colchagua. Se sube primero por la orilla izquierda del valle del rio Tinguiririca hasta la confluencia de este rio con el del Azufre que nace en la vertiente occidental del volcan. Se pasa en seguida al valle del rio del Azufre, cuya orilla izquierda está dominada por hermosos escarpes traquíticos, divididos en columnas de mas de 10 metros de altura, i coronados por las mismas rocas con divisiones esféricas.

Cuando se llega mas o ménos a la distancia de 7 u 8 kilómetros, en línea recta, el gran cono volcánico del Cerro de Azufre, se ve todo el fondo del valle sembrado, i en parte, completamente cubierto de piedra pómez.

Se vuelve a la derecha i el camino sube por una cuesta bastante escarpada hasta el Potrero de Azufre, una especie de meseta cubierta de pastos, que tiene 1,815 metros de altura, ahí se encuentra ordinariamente pastores de ganados i un abrigo bastante cómodo contra las tempestades que ya al principio del mes de Marzo traen masas considerables de nieve. Despues de un corto descanso en ese lugar, llegamos sin dificultad, despues de una

(1) En un accidente que me ocurrió en el camino del establecimiento de los baños de la solfataras, se quebró mi barómetro, i dos tubos que llevaba para recojer los gases corrieron la misma suerte; esto me ha impedido medir la altura de la solfataras i determinar la composicion de los productos gaseosos. (N. del A.)

hora i media de marcha a paso de mula, a la solfatar que se conoce en el pais bajo el nombre de Mina de Azufre, porque, en efecto, es una mina que se explota por azufre.

Se halla, como acabo de decir, cerca de la base aparente del cono volcánico, en su vertiente sur-oeste. El 12 de Febrero de 1861, el día que visité esta solfatar acompañado de mi antiguo alumno el doctor Diaz, mi barómetro, a las 9 de la mañana dió para la presión atmosférica en el sitio del foco principal del desprendimiento de los vapores, 519 milímetros, el termómetro libre + 8° centígrados, el termómetro del barómetro 5,5°, lo que me da (comparando estas observaciones con las que se habian hecho a la misma hora en el observatorio de Santiago) 2,716 metros para la altura del lugar.

Se ve, por consiguiente, que esta solfatar se halla mas o ménos a la misma altura que las partes mas elevadas de las solfataras de Cerro Azul, del Descabezado Chico i probablemente del de Chillan; con la diferencia de que el volcan de Tinguiririca, situado en una parte de la cadena de los Andes un tercio mas elevada que la de Chillan i del Descabezado, el cráter se eleva tambien mas de un tercio sobre la cima de esos dos últimos volcanes. La solfatar se halla a 1,763 metros abajo de la cumbre, mucho mas bajas que las otras solfataras, relativamente a los cráteres de los volcanes a los cuales pertenecen.

A pesar de una cierta regularidad que presenta la superficie cónica del cerro, cuando se lo mira de léjos, se ve que en diversas alturas debajo de su cumbre se descubren bajo los ventisqueros i en las pendientes desprovistas de nieves, filas de rocas con divisiones prisináticas i diques o crestas salientes que las surcan en diversas direcciones. En la prolongacion de una de esas crestas que descende casi en la direccion de la línea de mayor pendiente, se halla la solfatar.

Se asemeja en todo a la de Chillan. Se ve ahí, primeramente, una cresta saliente de rocas traquíticas porfiroídeas con pasta de obsidiana, torcida i hendida en diversos lugares, llevando en la superficie i en el interior de las hendiduras, materias fundidas o escofificadas; pero no se encuentran esos montones de bloques

fracturados i apilados los unos sobre los otros, que caracterizan las solfataras del macizo Descabezado.

Esta cresta de rocas que no se eleva sino a 2 o 2,50 metros sobre el suelo, no es sino un chorro traquítico antiguo; limita por el norte el campo de actividad de la solfatara, que se estiende a mas de 60 metros hácia la base del cerro i abarca un centenar de metros de lonjitud de este a oeste. El suelo se halla allí cubierto de una masa terrosa, blanca amarillenta, penetrada de azufre i en parte de una especie de caolina blanca sin azufre, proveniente de la descomposicion de las rocas traquíticas. Bajo esta masa se presentan al sol algunas puntas de esas mismas rocas que forman la cresta, i al mismo tiempo todo el suelo está lleno de numerosas aberturas de 6 a 8 centímetros de diámetro, que exhalan vapor de agua i esparcen un fuerte olor a ácido sulfuroso. Las bocas i las gargantas de esas aberturas estan tapizadas de azufre cristalizado en agujas i en laminillas, como en las fumarolas de Chillan, i el desprendimiento del gas i los vapores se efectúa tambien de una manera lenta, tranquila, continúa, sin ruido i sin bocanadas de humo, exactamente como en la solfatara de Chillan.

Los gases i los vapores, al salir de las aberturas, solo tienen 88° centígrados de temperatura, pero a 4 decímetros de profundidad en el interior de las hendiduras, el termómetro sube ya a 90° centígrados. La misma temperatura se observa en todas las bocas de las fumarolas, i he observado que, ni el desprendimiento de los gases ni el del vapor de agua aumentaban con el calor del dia o con la fuerza del viento que cerca del medio dia se hacia mas violento e insoportable.

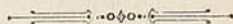
En algunas de esas hendiduras se ha podido introducir, sin encontrar resistencia, una varilla a mas de un metro de hondura. Alrededor de sus bocas, el suelo es blando i la tierra mui rica en azufre. Removiendo el terreno aun a cierta distancia de las aberturas se llega a masas mas i mas penetradas de azufre, después a pequeñas aglomeraciones mui irregulares de azufre casi puro.

Sin embargo, el gran depósito que actualmente se explota por azufre, i del que se estraen cantidades considerables no se halla en la parte mas activa de la solfatara, sino a unos cincuenta metros mas abajo, en el lugar donde no hai ni aberturas, ni ninguna

especie de grietas. No se ve mas que una masa de caolina (traquita terrosa), ya pura sin la menor traza de azufre, ya atravesada por vetas i pequeñas masas de azufre perfectamente puro i compacto. El mismo azufre forma una veta de 10 a 15 metros de ancho, de la que se ven desprenderse algunas ramas mas delgadas que se pierden en la masa. La roca que las contiene es hidratada, completamente semejante a las caolinas de los terrenos graníticos i feldespáticos de la parte litoral de Chile, i provienen aquí de la accion que han ejercido los elementos de la solfatara sobre las traquitas, accion que ha tenido por efecto la eliminacion de las bases enérgicas i la hidratacion. Una muestra de esta roca, analizada en el laboratorio del Instituto de Santiago, ha dado para su composicion:

Sílice.....	79.0
Alúmina.....	9.3
Cal.....	0.1
Magnesia.....	indicios
Agua.....	12.0

A los alrededores de esta solfatara, en las rejiones bajas del mismo macizo, se notan varias vertientes de aguas termales cuya composicion se ignora todavia. Se conoce solamente, a algunas leguas de distancia mas al sur, vertientes mui abundantes de agua mineral cargada de sal marina, saliendo casi en ebullicion, del fondo del valle que lleva el nombre de *Valle de los Baños*.



BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION CHILENA

XI

ESPLORACION DE LAS LAGUNAS DE LLANQUIHUE I DE PICHILAGUNA. — VOLCANES DE OSORNO I DE CALBUCO. — CORDILLERA DE NAHUELHUAPI.

No ha trascurrido todavía un año de la fecha en que estábamos en una ignorancia casi completa de la jeografía de uno de los puntos mas interesantes de Chile; hablo del lugar en que el llano intermedio despues de 300 leguas de curso se transforma de repente en el golfo de Reloncaví, dejando un poco atras una grande laguna, el mas estenso de todos los lagos de Chile, i dos grandes volcanes con una Cordillera llena de fabulosas tradiciones. El estado de conocimiento acerca de este lugar se limitaba a la existencia de un volcan que llevaba dos nombres, el de Calbuco i de Osorno; al pié de este volcan se suponía haber una inmensa laguna o bien dos lagunas que circundaban dicho volcan, i se creía que una de ellas entraba en la cadena de los Andes, que, segun se decía, sufrían en este punto una interrupcion completa, uniéndose dicha laguna con otra llamada Nahuelhuapi, de la cual se creía que salían las aguas en dos direcciones opuestas, unas hacía el Pacífico, otras hacía el Rio Negro que desemboca en el Océano Atlántico. De allí provenían las opiniones erróneas acerca de la posibilidad de unir en esta parte, por un sistema de canalizacion, los dos Océanos, i se contaba infinidad de otras noticias que escitaban la curiosidad del público.

Es de advertir, sin embargo, que ya en el precioso mapa de Moraleda levantado de real orden i comision de don Francisco Jil i Lémos, virrei del Perú en los años 1792 a 1796, tenemos suficientemente indicada la situacion del volcan de Osorno, colocado entre la laguna de Llanquihue (designada en dicho mapa con el nombre de la laguna Purahillo) i la de Todos Santos, como tambien se ve señalada la orilla occidental de la laguna Nahuelhuapi, averiguada en 1795. En este mapa, en la primera de las lagunas, es decir la de Purahillo, toma su oríjen el Maullin; pero se creia entónces, probablemente por causa de la gran estension de dicha aguna i lo inaccesible de sus riberas, que ella estaba enteramente distinta i separada de la laguna Llanquihue, cuyas riberas se conocian solamente por el lado del norte en la parte que toca a los llanos de Osorno. Por lo contrario, el lago de Todos Santos i su desagüe en el golfo de Reloncaví se hallan trazados con mucha prolijidad en dicho mapa. A este lago daban los indios el nombre de Pichilaguna (o laguna chica), i los españoles de la provincia de Valdivia lo llamaban laguna de las Esmeraldas: es natural que esta variedad de nombres habrá contribuido a confundir los lugares. Es tambien de notar en el citado mapa que en un punto situado cerca de la desembocadura del estero que parte de la laguna de Todos Santos se dice: «*Entrada del camino de Bariloche por donde los vecinos de Chiloé transitaban a la antigua mision de Nahuelhuapi:*» cosa admirable, que en aquellos tiempos los españoles hayan tenido una mision i un camino transitable en un lugar que parece inaccesible para nosotros, lugar cuya situacion parece pertenecer ahora a las rejiones fabulosas.

Hace apénas siete a ocho años que el señor Espiñeira, intendente en aquel tiempo de Chiloé, recorrió con don Bernardo Philippi el corto trecho de 3 a 4 leguas que separa el golfo de Reloncaví de la laguna de Llanquihue, trecho completamente cubierto de alerzales i de fácil tránsito. Luego despues penetró don Bernardo Philippi a la laguna de Llanquihue por el rio Maullin, i reconoció las riberas setentrionales de ella i la distancia que la separa de Osorno.

A principios del año pasado atravesó don Juan Renous la mis-

ma laguna hasta el pié del volcan, subió al volcan de Osorno i de allí alcanzó a divisar los contornos de la laguna de Todos Santos i su desagüe en el golfo de Reloncaví (véase la sesion de las Facultades del 12 de Junio de 1849). Casi a un mismo tiempo se publicó en *El Araucano* una corta noticia sobre los mismos lugares, por el señor Döll, quien fué talvez el primero que señaló la existencia de dos volcanes en lugar del uno, i la verdadera situacion del volcan de Osorno al lado del de Calbuco. Al propio tiempo emitió todavia dicho señor algunas dudas sobre la probabilidad de una comunicacion por la laguna con el otro lado de la cordillera.

En fin, celoso por la ilustracion i conocimiento del pais, el Supremo Gobierno mandó el año pasado una espedicion bajo las órdenes del benemérito oficial de marina don Benjamin Muñoz Gamero, encargado de explorar las dos lagunas i la Cordillera situada enfrente de ellas, hasta la laguna de Nahuelhuapi.

El señor Muñoz desembarcó en el puerto de Melipulli, golfo de Reloncaví, atravesó el trecho de tres o cuatro leguas cubierto de alerzales, que separa dicho golfo de la laguna de Llanquihue; allí construyó una embarcacion i en ella llegó a un punto mas inmediato a los dos mencionados volcanes situados en la orilla de la propia laguna: punto situado a los 41° 12' latitud sur, i 72° 99' lonjitud oeste de Greenwich. De este lugar subió el viajero por entre los dos volcanes hasta la laguna de Todos Santos situada del otro lado del volcan de Osorno, i la recorrió con la misma prolijidad que la primera. De la laguna de Todos Santos, reconoció en primer lugar el curso del rio Petrohué, por el cual las aguas de dicha laguna corren con mucha velocidad hácia el golfo de Reloncaví; en segundo lugar, el desaguadero de otra pequeña laguna llamada de Calbutue; en tercer lugar el rio Peulla, cuyas aguas alimentan el lago de Todos Santos i por el cual logró la espedicion ascender unas 8 o 10 millas mas hácia la Cordillera hasta el cerro Tronador. En este cerro se vieron caidas de masas de hielo, fenómeno parecido a las *avalanchas* de Suiza, desconocido en las Cordilleras del norte. Lo impenetrable del camino i la falta de recursos no permitieron a los viajeros llegar por este lado hasta la cima de los Andes, ni tocar la laguna de Nahuelhuapi;

mas a su regreso, recorrieron todas las orillas de la laguna de Llanquihue, desde el nacimiento del rio Maullin hasta la costa setentrional, llamada Cuesta de Chanchan.

Hé aquí los importantes datos adquiridos en esta expedición para la jeografía de Chile.

Como a tres leguas de las orillas mas avanzadas hácia el norte del Golfo de Ancud i en el propio llano Intermedio (situado entre la cadena de los Andes i la de la costa) está la laguna de Llanquihue, que se estiende como de 9 a 10 leguas del norte al sur i de 5 a 6 del este al oeste.

El nivel de sus aguas, segun las observaciones barométricas del señor Muñoz, se halla a unas 67 varas sobre el nivel del mar, miéntras la lengua del continente que las separa del golfo de Reloncaví, asciende en algunas partes a 184 varas de altura sobre el mismo nivel.

Esta laguna se halla al pié de dos grandes volcanes, de los que uno al norte es el volcan de Osorno, cubierto casi hasta la tercera parte de su altura (contando desde la cima) de nieves perpétuas: el otro al sur lleva el nombre de volcan de Calbuco i es mucho mas pequeño que el primero; ámbos, situados al pié de los Andes, se hallan fuera de la direccion de los grandes volcanes colocados en la línea divisoria de esta cadena, i segun parece, solo el primero da, de vez en cuando, señas de actividad.

Un trecho como de cinco leguas de longitud i 380 varas (300 m.) de *altitud* (altura sobre el nivel del golfo) separa estos dos volcanes uno de otro, i luego tras estos volcanes hállase la ribera occidental de la laguna de Todos Santos, cuyo nivel por el lado de su desembocadero en el rio Petrohué tiene 257 varas de altitud (214 m.) Luego la laguna de Todos Santos, que es la misma que se conoce con el nombre de Pichilaguna o de las Esmeraldas, está situada 190 varas mas arriba que la de Llanquihue.

El rio Petrohué lleva mucha corriente, se hunde entre rocas cortadas casi verticalmente i desemboca en el golfo de Reloncaví; miéntras la laguna que lo alimenta parece no ser sino un gran resumidero de agua que trae el rio Peulla, cuyo nacimiento se halla en lo mas elevado de los Andes en la region de las nieves perpétuas.

En fin, se ve que detras de las dos lagunas i de los dos volcanes arriba mencionados, la cadena de los Andes no sufre interrupcion alguna; sus cimas siempre cubiertas de hielo tendrán probablemente 2,500 a 3,000 metros de altura sobre el nivel del mar, i desde este lugar los Andes forman la costa misma del golfo, descendiendo a la ribera misma del Pacifico.

En cuanto a la laguna de Nahuelhuapi, sin duda se halla situada del otro lado de los Andes, en la region mas elevada de los cerros, i sus aguas corren hácia el Atlántico, sin que haya o pueda haber comunicacion alguna entre dicha laguna i el rio Peulla, tributario de la laguna de Todos Santos.

Es tambien digno de notar que en la ribera misma del golfo de Reloncaví i en las de la laguna de Llanquihue, aparecen, segun los datos que tengo del señor Muñoz i de don Bernardo Philippi, tres o cuatro escalones de llano enteramente análogos a los que se ven en las bahías de Copiapó, de Coquimbo, de Tongoi, i en jeneral en toda la costa de Chile, donde quiera que aparecen los terrenos modernos, posteriores al solevantamiento de los Andes. Estos escalones que marcan otras tantas líneas del antiguo nivel de las aguas, son tanto mas dignos de estudio, cuanto que hechos análogos se han observado en el otro hemisferio en la costa de Escocia, Noruega i Laponia, donde existen casi las mismas líneas en igual número i de poca diferencia en alturas (1).

(1) Véanse: *Comptes Rendus de l'Académie des sciences*, 31 de Octubre de 1842, o *Annales de Mines*, Tom. XIV—IV livraison de 1848.

ÍNDICE

	PÁJS.
I. <i>Excursion jeológica a Huasco i Copiapó (1840)</i>	3
Minas del departamento de Huasco Bajo.....	6
Minas de Carrizal.....	11
Minas de Copiapó.....	16
Minas de Ladrillos i Chañarcillo.....	19
Chañarcillo.....	25
II. <i>Cateo a los minas de la cordillera de Cauquenes a San Pedro Nolasco</i>	43
Cerros de Cauquenes, situados entre el rio Tinguiririca i Cachapoal.....	45
Cerros situados entre el valle de Cachapoal i el estero de Codegua.....	56
Cerro del Teniente.....	65
Cerros situados entre el estero de Codegua i el valle de Maipo.....	69
Cerros al norte del rio de Maipo.....	78
III. <i>Excursion a las cordilleras de Copiapó</i>	89
IV. <i>Noticias sobre un terreno estratificado en la alta cordillera</i>	111
Cerro de Tres Cruces..	113
Terreno situado al otro lado del rio Claro.....	115
Terreno situado al otro lado del rio Turbio.....	117
V. <i>Memoria sobre la estructura jeológica de Chile en la latitud de Concepcion</i>	123
Bahía de Talcahuano.....	123
Terrenos terciarios de la costa.....	125

	PAjs.
Terrenos de cristalización en la costa.....	130
Primera cadena en la cordillera.....	132
Llano intermedio. Salto del Laja.....	133
Cadena principal de los Andes, terreno secundario....	137
Volcan de Antuco.....	140
Rocas que componen el volcan de Antuco i los maci- zos vecinos.....	144
Escursion al volcan Antuco.....	151
Reflexiones sobre la naturaleza, edad i situacion del volcan Antuco..	164
VI. <i>Memoria sobre la constitucion jeológica de Chile</i>	173
Constitucion jeológica del sistema andino frente a Co- piapó.....	173
Constitucion jeológica de los terrenos comprendidos entre Copiapó i Coquimbo.....	215
Chañarcillo.....	220
Agua Amarga.....	247
Constitucion jeológica del sistema andino i de los te- rrenos que atraviesa a la latitud de Coquimbo.....	258
VII. <i>Investigaciones sobre la jeologia de Chile</i> . Terrenos de pórfido estratificado situado en la alta cordillera....	295
VIII. <i>Viaje a las cordilleras de Talca i Chillan</i>	319
Primera parte.....	319
Segunda parte.....	347
Tercera parte.....	366
IX. <i>Escursion jeológica a las cordilleras de San Fernando</i> ...	385
Llano de la Isla	387
El Valle.....	390
Aguas minerales.....	391
Rio del Azufre.....	399
Valle de las Pomas.....	400
Solfatara, minas de azufre.....	405
X. <i>Memoria sobre las solfataras laterales de los volcanes de la cadena meridional de los Andes</i>	411
Solfataras de primera clase, Descabezado i Cerro Azul	412
Rocas del gran macizo del Descabezado, traquitas co- lumarias.....	415

	PÁjs.
Traquitas porfíricas.....	416
Traquitas con obsidiana.....	417
Traquita porfírica granitoide.....	417
Traquita brechoide.....	419
Masas de obsidiana.....	420
Traquitas porosas.....	421
Solfataras del Cerro Azul.....	422
Segundo viaje a la solfataras en 1857.....	433
Tercer viaje a las solfataras en 1873.....	436
Solfataras antigua del Descabezado chico, valle de Los Jirones.....	438
Solfataras de segunda clase..	441
Solfataras de Chillan.....	441
Solfataras de Tinguiririca.....	445
XI. <i>Esploracion de las lagunas de Llanquihue i de Pichilaguna, volcanes de Osorno i de Calbuco. Cordilleras de Nahuelhuapi.....</i>	449

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION CHILENA



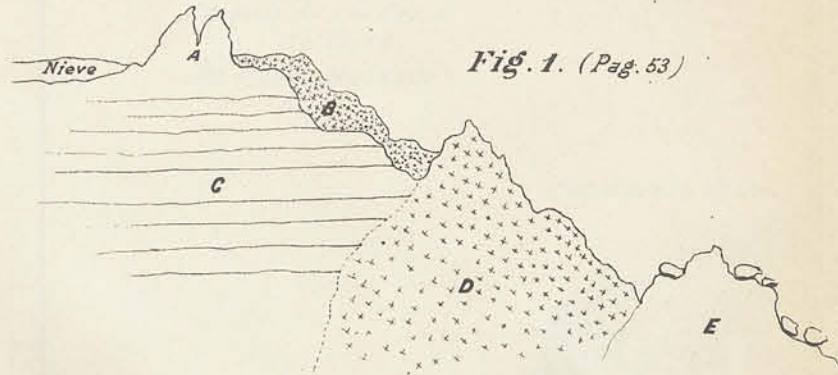


Fig. 1. (Pag. 53)

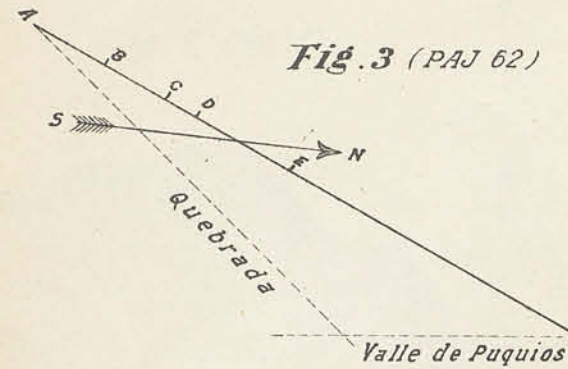


Fig. 3 (PAJ 62)

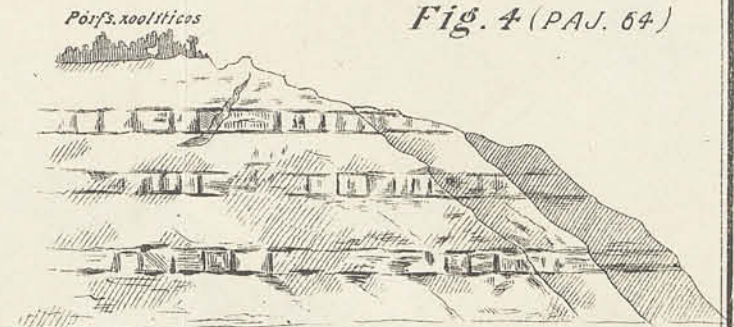


Fig. 4 (PAJ. 64)

Fig. 2 (PAJ. 55)
Cerro de las Mineras

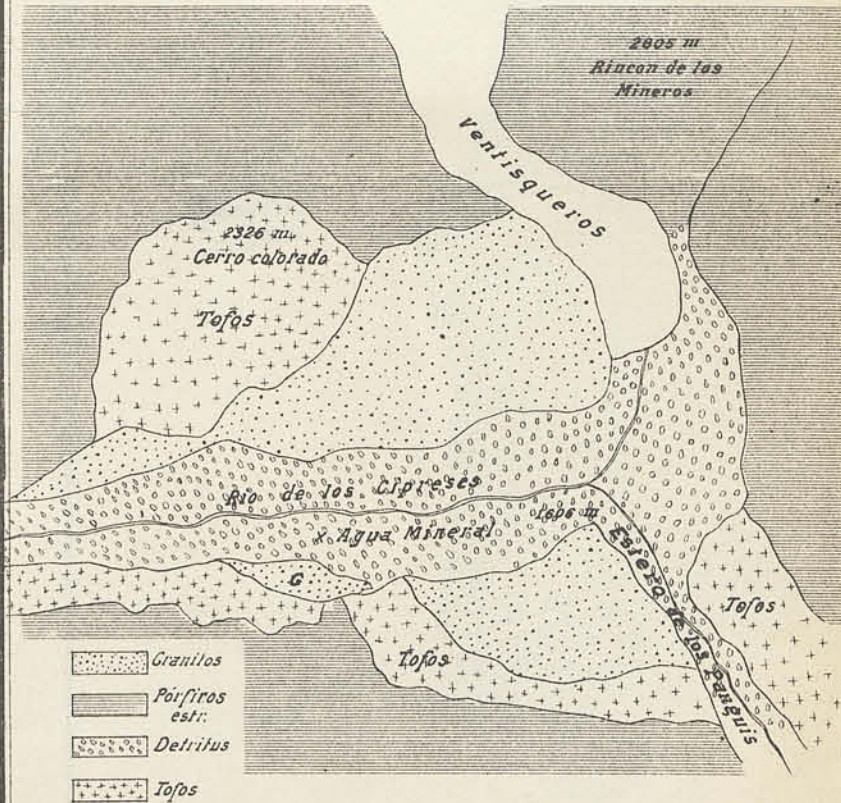


Fig. 5 (PAJ. 66)

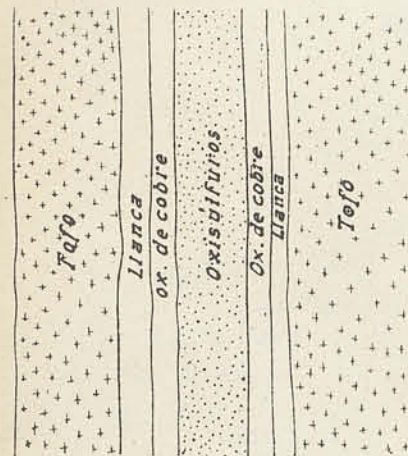


Fig. 6 (PAJ. 71)

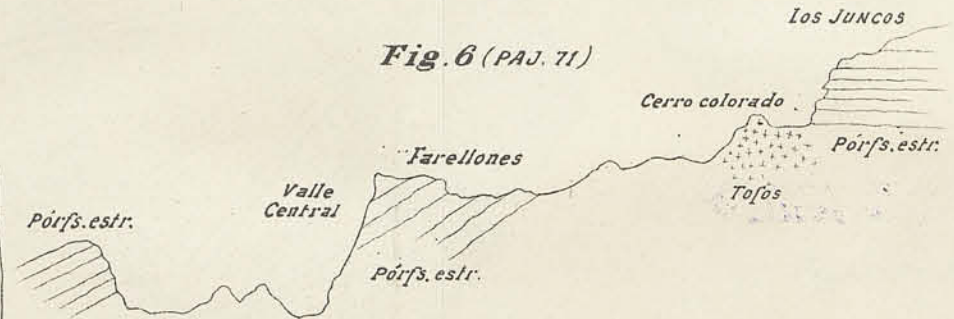
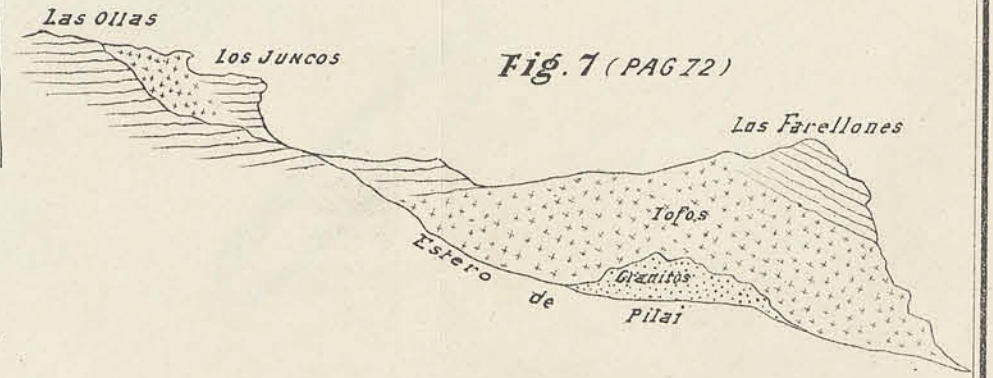


Fig. 7 (PAG 72)



Croquis de una Carta
del Cerro
Sn. Pedro Nolasco

Fig. 2 (Pág. 76)

N
S

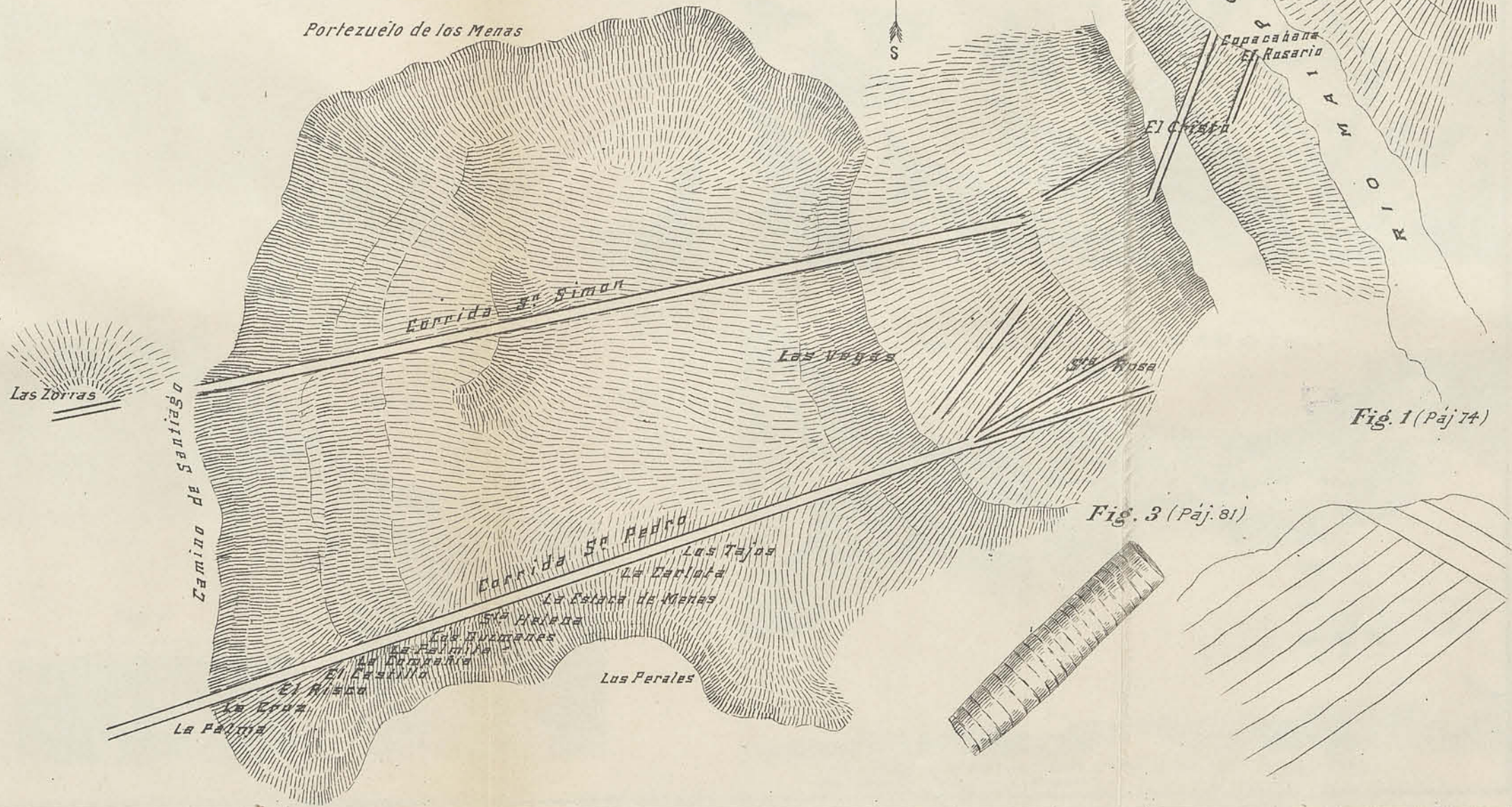
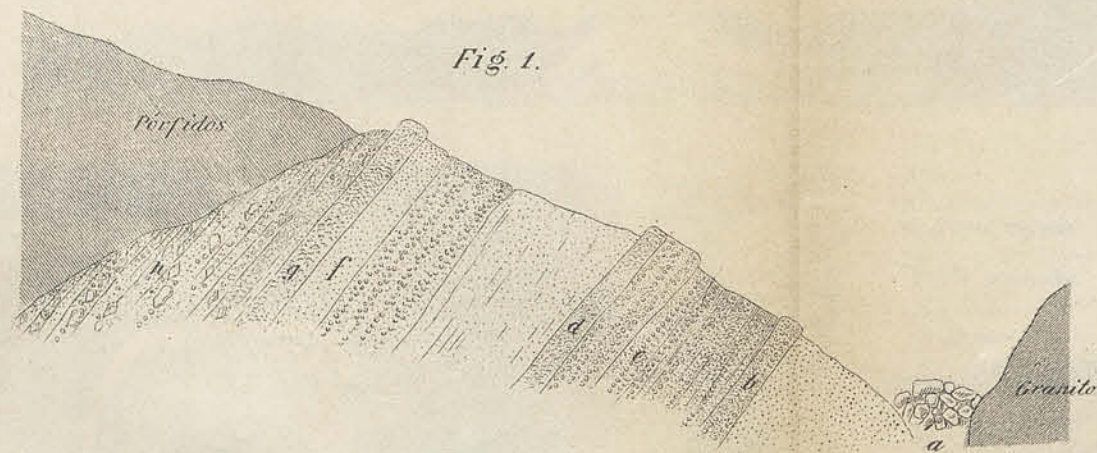


Fig. 1.



Brechas pórfiricas

Fig. 3.

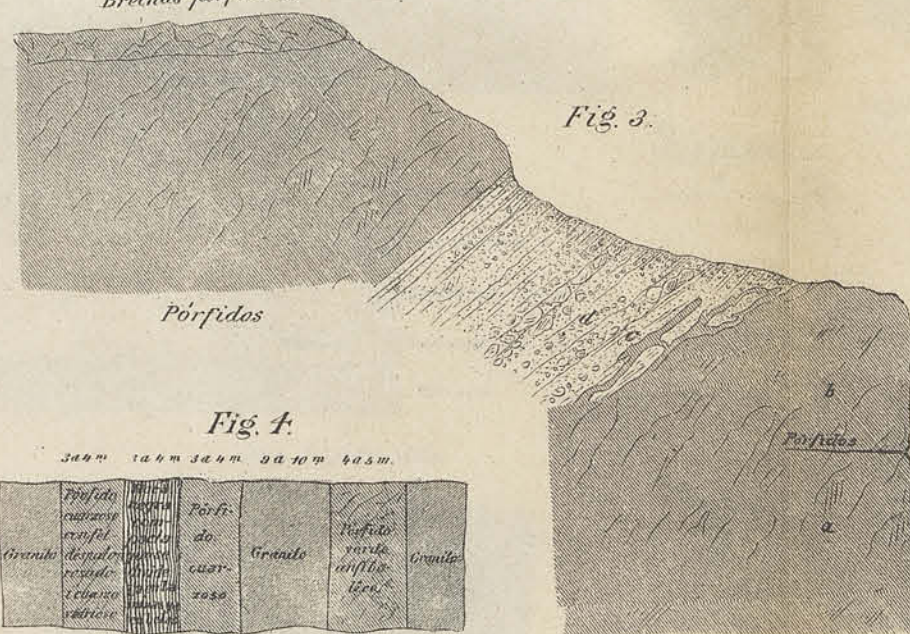


Fig. 4.

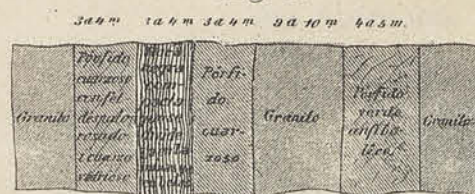
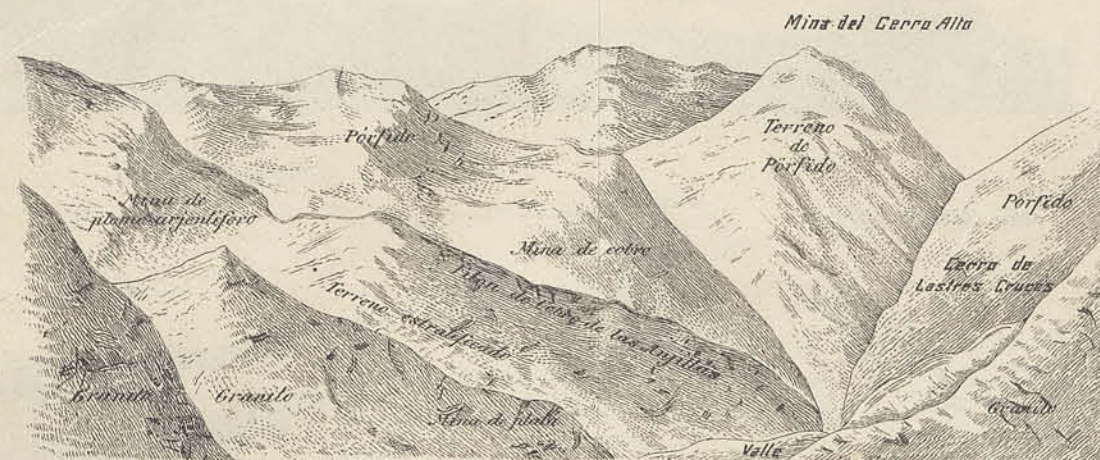
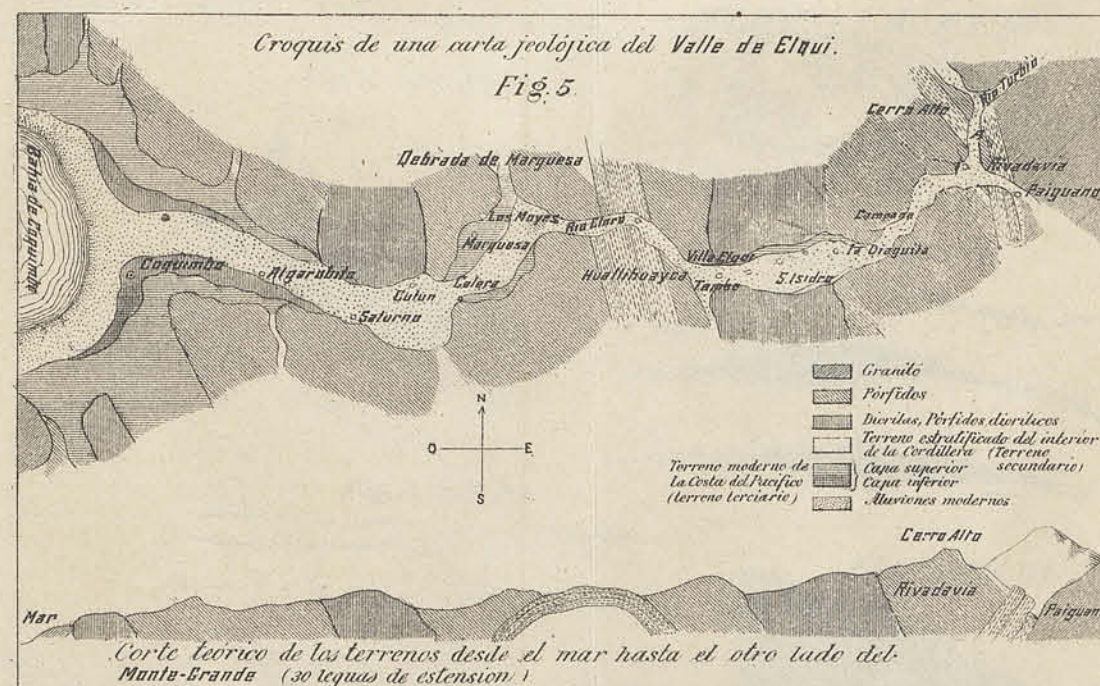


Fig. 2.



Croquis de una carta geológica del Valle de Elqui.

Fig. 5.



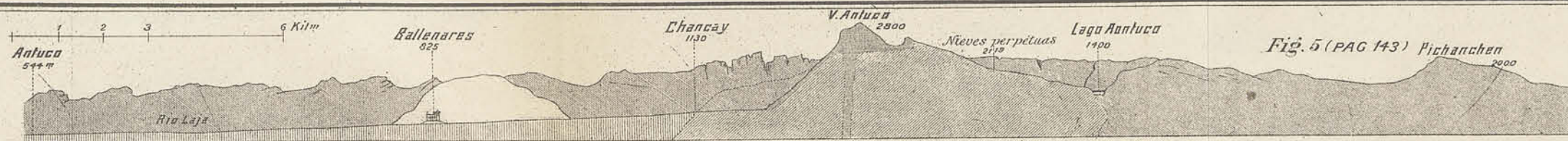


Fig. 6 (PÁG 141)

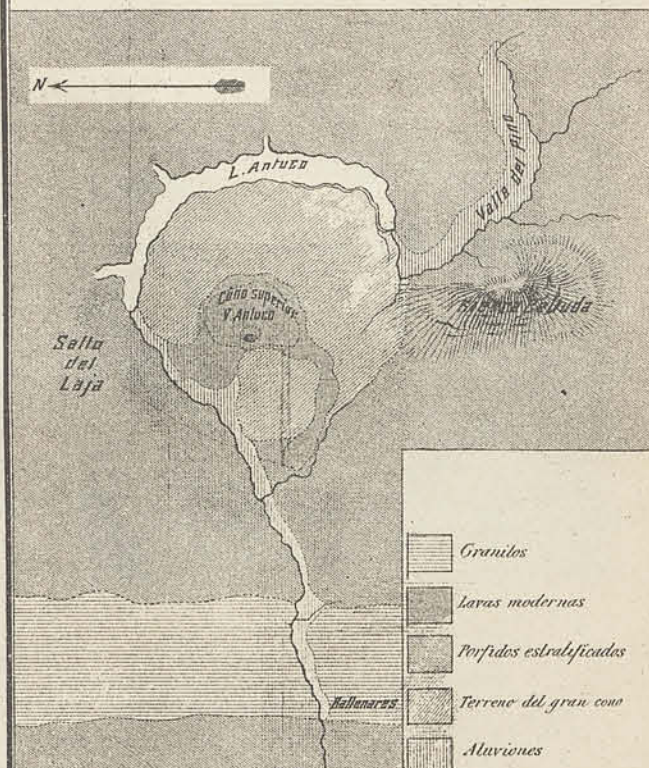


Fig. 7 (PÁG 148)



Fig. 1 (PÁG 127)

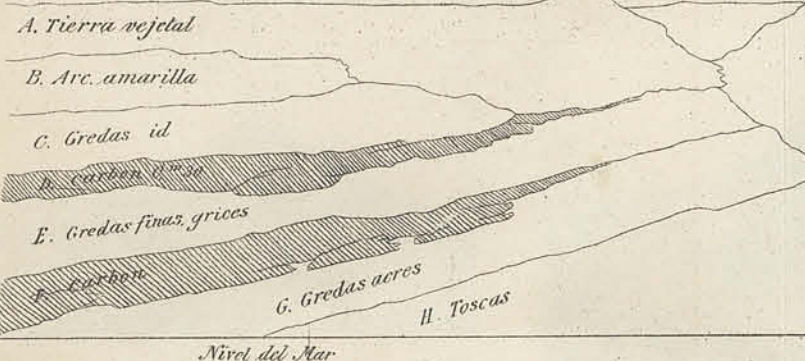


Fig. 2 (PÁG 129)

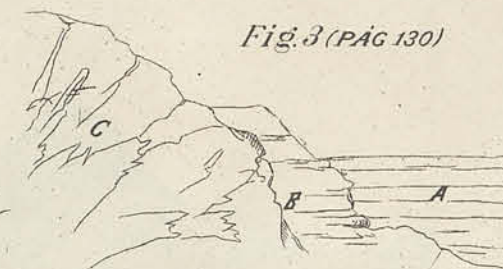


Fig. 3 (PÁG 130)

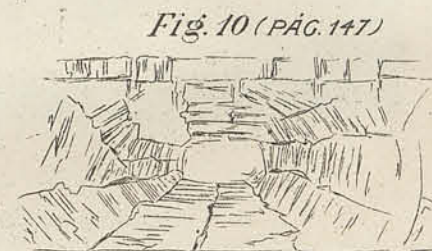


Fig. 10 (PÁG 147)

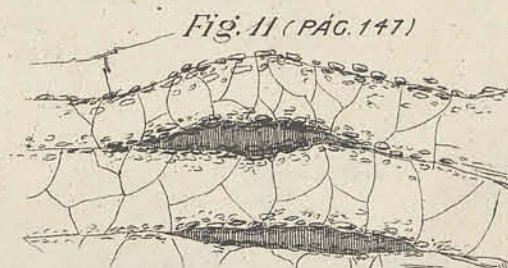


Fig. 11 (PÁG 147)

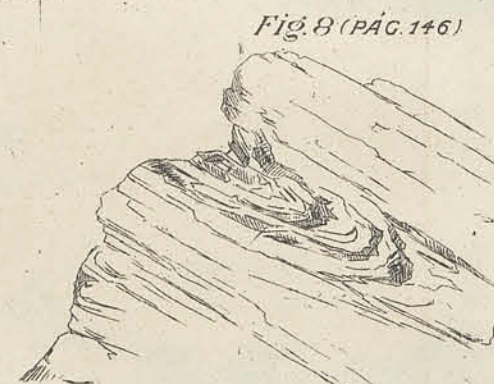


Fig. 8 (PÁG 146)

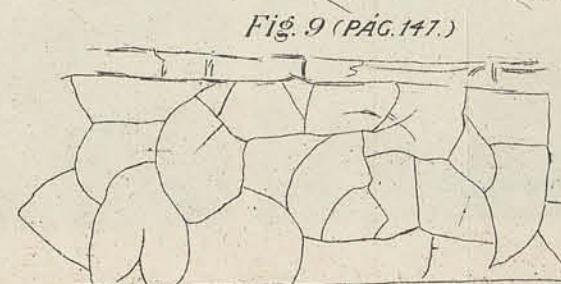


Fig. 9 (PÁG 147)



Fig. 12 (PÁG 161)



Fig. 4 (PÁG 135)

Fig. 1 (PÁJ. 152)

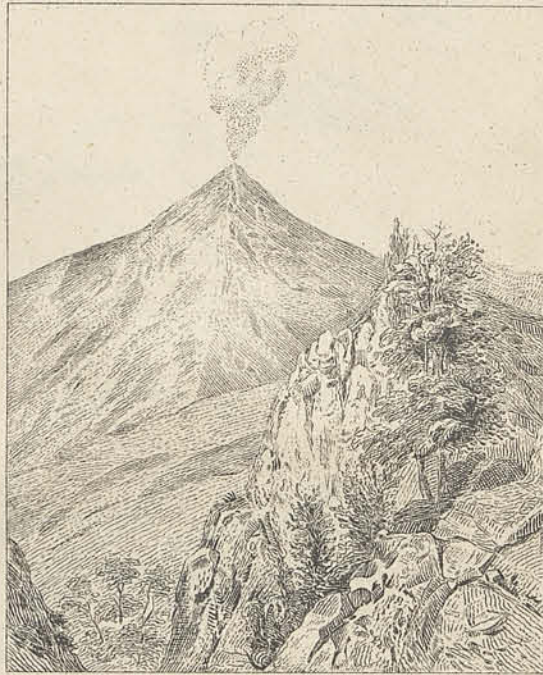


Fig. 3 (PÁJ. 155)

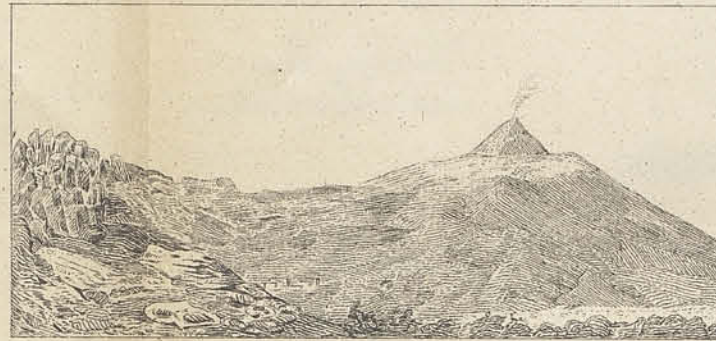


Fig. 5 (PÁJ. 160)

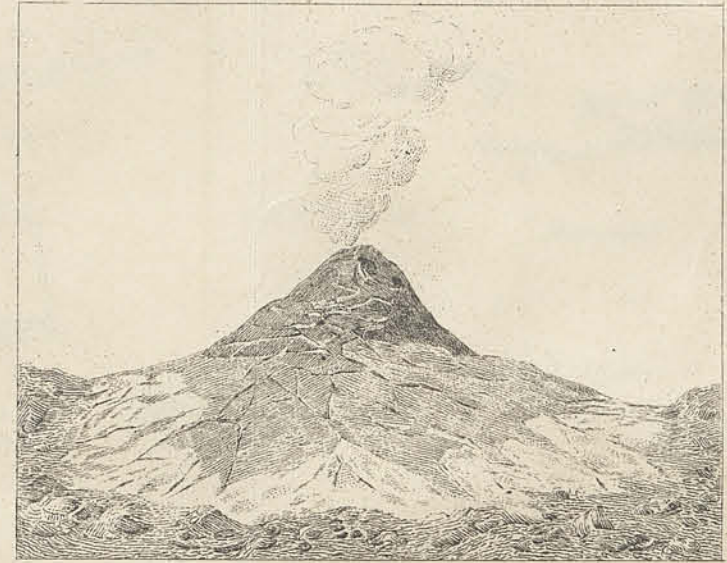


Fig. 4 (PÁJ. 156)



Fig. 6 (PÁJ. 164)



Fig. 2 (PÁJ. 155)

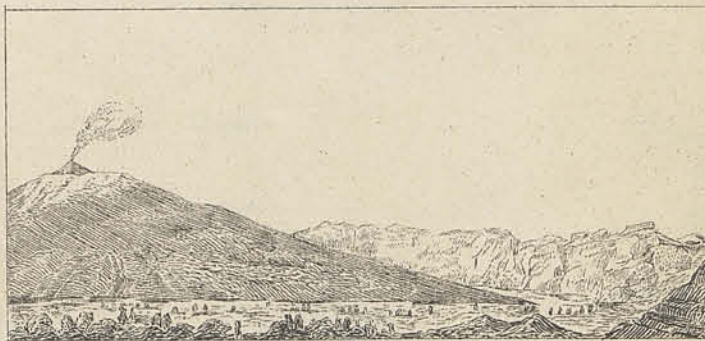


Fig. 1.

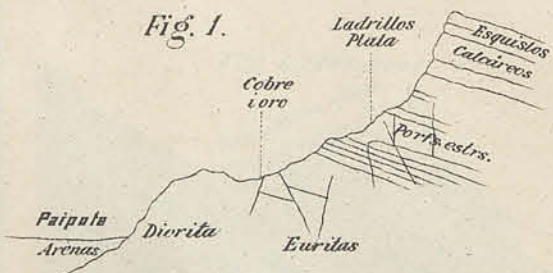


Fig. 2. (PÁJ. 184)

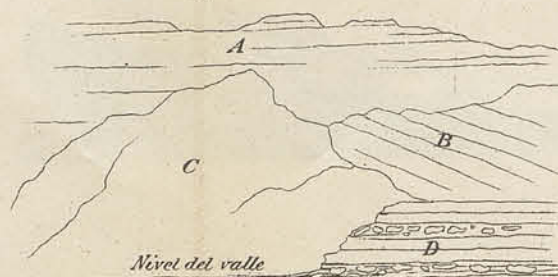


Fig. 3. (PÁJ. 211)



Fig. 6 (PÁJ. 263)

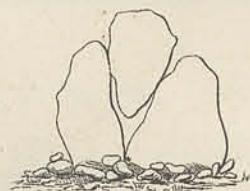


Fig. 4 (PÁJ. 223)

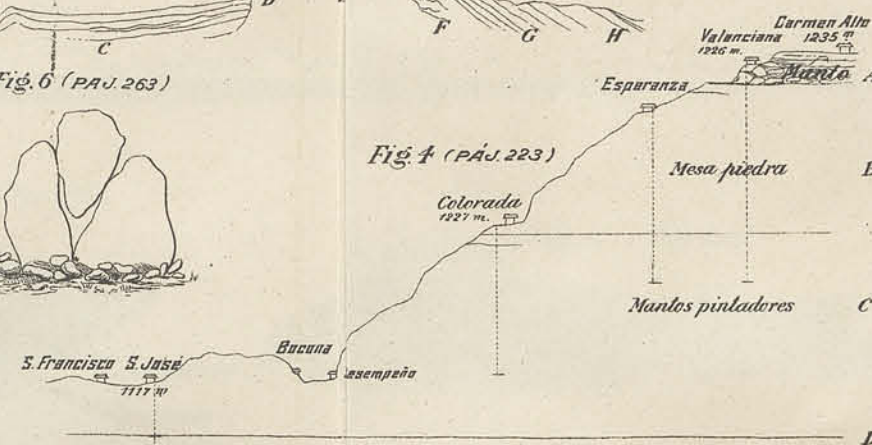


Fig. 7. (PÁJ. 275)

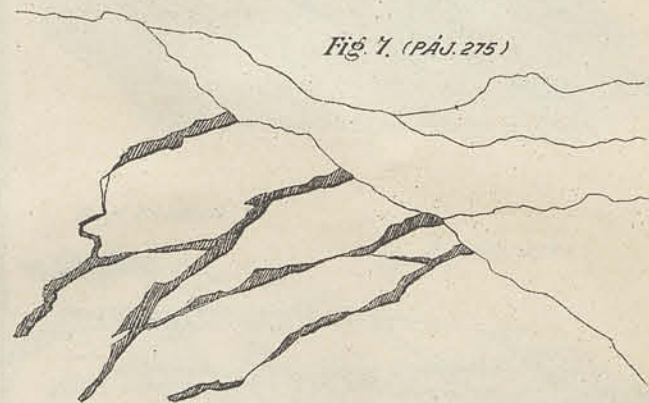


Fig. 5. (PÁJ. 255)



Fig. 10. (PÁJ. 283)

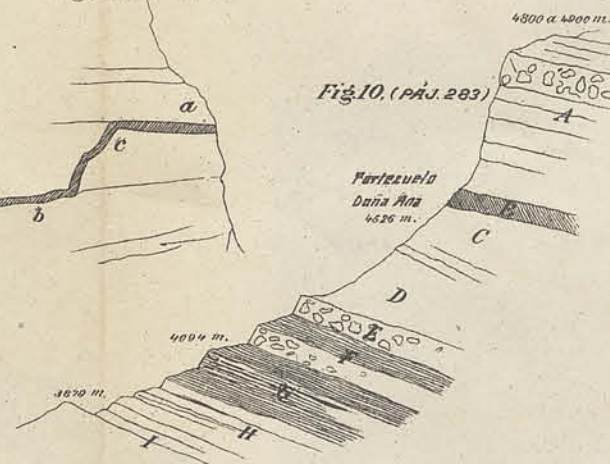


Fig. 8 (PÁJ. 278.)

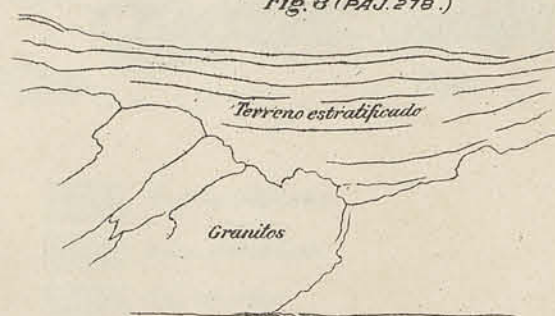


Fig. 9 (PÁJ. 279)



Fig. 11 (PÁJ. 283)

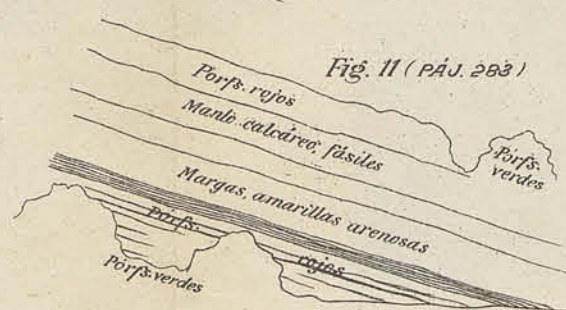


Fig. 12 (PÁJ. 286)

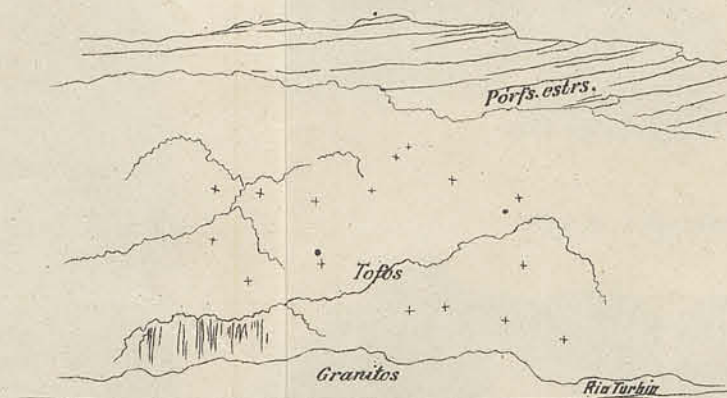
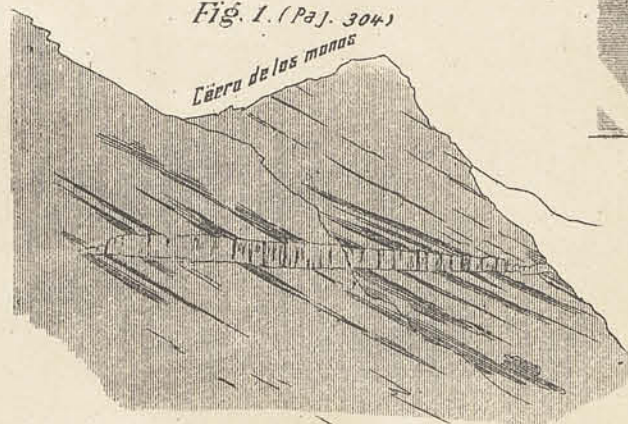


Fig. 13 (PÁJ. 288)

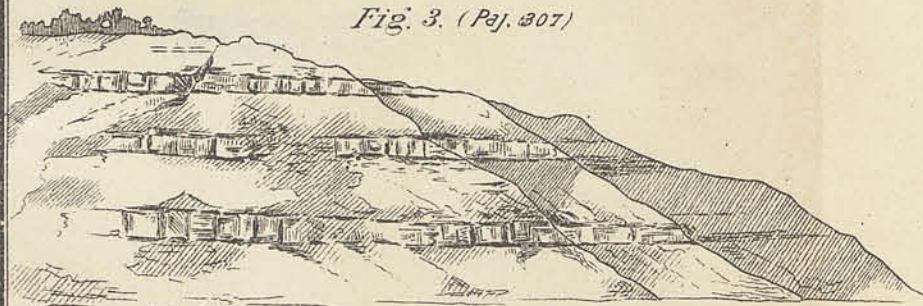


Fig. 1. (Paj. 304)



Porfs. neolíticos.

Fig. 3. (Paj. 307)



-  Porfs. estratificados
-  Rocas solenitadas
-  Velas de cobre
-  id. de plata
-  Tofos

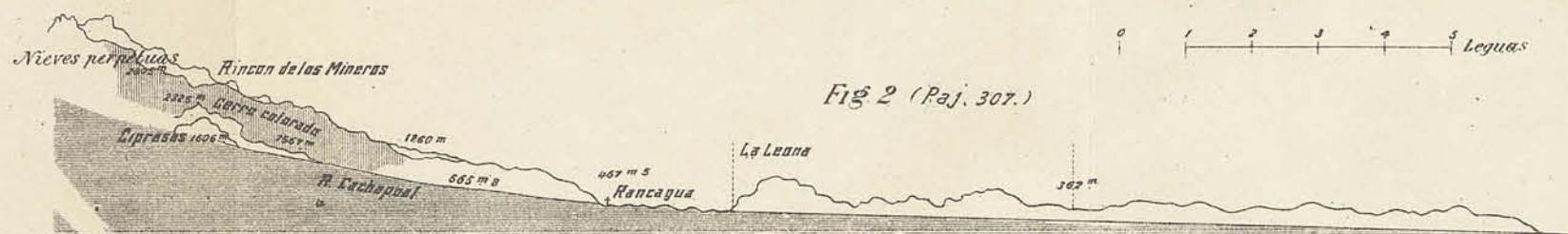


Fig. 2 (Paj. 307.)

Fig. 4. (Paj. 314)

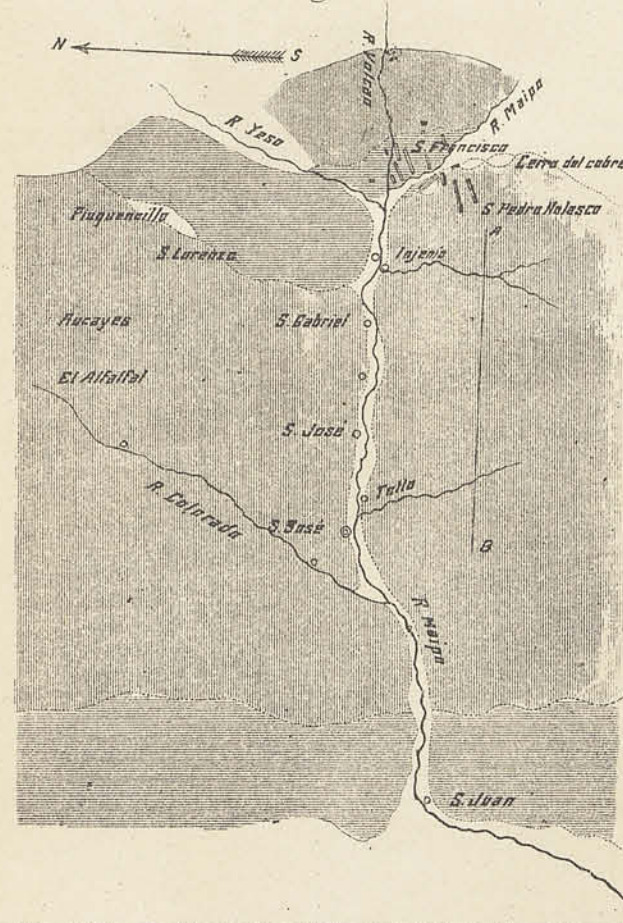


Fig. 5. (Paj. 315)



S. Gabriel

Fig. 6. (Paj. 316)

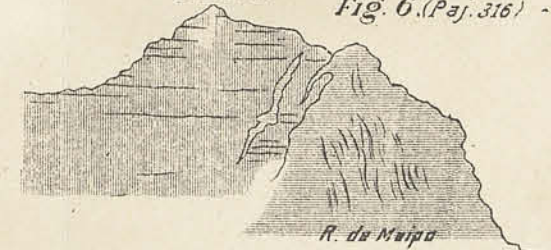


Fig. 7. (Paj. 316)



