

MEMORIAS CIENTÍFICAS I LITERARIAS.

JEOLÓJIA MINERA.—*Ensayo sobre los depósitos metalíferos de Chile, con relación a su jeolójia i configuración exterior.—Memoria escrita a ocasión de la Exposición Internacional chilena en 1875, por el presidente de la seccion de materias primas en esta Exposición, don Ignacio Domejko.*

SUMARIO.—INTRODUCCION.—Coleccion de minerales exhibidos.—Configuración exterior del territorio; su division en cuatro zonas.

PRIMERA PARTE.—BOSQUEJO JEOLÓJICO.

I. Jeolójia del sistema de la Cordillera Litoral:—(A) formación plutónica;—(B) siluriana o devoniana;—(C) Hoyas terciarias i cuaternarias con indicio de terreno cretáceo.

II. Jeolójia de los Andes:

Horizonte jeolójico: *bas.*

(A) Período *trifásico*; que comprende los grupos *permiano* i *trias* de Písis.

(B) Período *jurásico* i *cretáceo*.

(C) masas sublevantes, *plutónicas* i *volcánicas*.

III. Línea de demarcación jeolójica entre los dos sistemas de las Cordilleras.

SEGUNDA PARTE.—DEPOSITOS METALÍFEROS

Caracteres peculiares del reino mineral de Chile.—(1) en cuanto a los elementos que entra en la composición de los depósitos metalíferos;—(2) ¿bajo qué forma aparecen estos depósitos?—3) ¿en qué rejiones se hallan?—(1) rocas *metalíferas* i *estériles*.

(A) Rejion mas allegada al *plano de contacto* entre la formación de la Cordillera Occidental i la de los Andes:—Caracoles, Florida, Ladrillos, Chañarillo, Agua-Amarga, i Arqueros.

(B) Rejion Oriental Andina, situada al este de la anterior:—*(a) la del norte.*—Pampalarga, Punta-Brava, Rosarno, Lomas-Bayas, San Antonio, Carrizo, Tunas, Checo, Garín, Paquinos, Punta del Cobre, Cerro-Diablo, etc., etc., etc., *(de del sur)*, Catemo, Las-Condas, San Lorenzo, San Pedro Solís, etc., etc., etc.

(C) Rejion Occidental (litoral).—El Cobre, Pajoso, Taital, Carrizal, San Juan, El Morado, La Higuera, Brillador, Panulicillo, Tamaya.

Depósitos metalíferos en masas irregulares;—Audacollo, El Teuiente.

TERCERA PARTE.—MINERIA

I. Estado de las minas de *labor corriente* en Chile a principio del siglo: sacado del informe que don Juan Egaña, pasó al Real Tribunal de Minería en 1802.

II. Estado de la industria minera en Chile en 1873, 1874, i 1865 sacado del anuario estadístico de la República; i algunas observaciones generales sobre los hechos que del modo mas visible contribuyeron al progreso de la industria minera en Chile i sobre las medidas que podria exigir esta industria en lo futuro para su desarrollo en provecho del país.

INTRODUCCION.

REINO MINERAL DE CHILE EN LA EXPOSICION INTERNACIONAL DE 1875 EN SANTIAGO.

Con placer se acordará todavía el público que el año pasado visitó la Exposición Internacional, cuán brillante e imponente vista tenia aquel gran salon en que mas de cien armarios apenas podian contener el inmenso surtido de productos minerales enviados de todas partes de Chi-

lo i de las Repúblicas vecinas. Cada asiento de minas de plata, de cobre, de plomo, de cobalto, etc., ostentaba su propia riqueza.

Allí, ante todo, llamaban la atención de los curiosos las masas de plata nativa del norte, acompañadas de grandes trozos de plata córnea de Caracoles i de Florida, cristales de plata sulfúrea i de bello color rojo como rubíes, los de rosicler. Al lado de esa valiosa coleccion exhibida por el señor Escobar, se veía otra, numerosísima i mas variada en especies, de gran mérito científico, enviada por la junta de minería de Atacama, compuesta en gran parte de muestras pertenecientes al gran museo mineralójico del Liceo de Concepcion i arreglada por los hábiles conocedores de la mineralojía chilena, injenieros Carvajal i Mandiola.

En medio del salon entre aquellas dos colecciones que parecian señorear, como mensajeras de la rejion mas rica en plata, estaban agrupados unos cincuenta trozos de ricos minerales de plata córnea, de plata nativa i algunos sulfurados de las de tanta fama *Las Descubridoras de Caracoles*, con muestras de rocas, de criaderos metálicos i de fósiles del mismo cerro.

Venia en seguida la coleccion de minerales de la provincia de Coquimbo, mandada por la junta de la Serena. En esta coleccion, que ocupaba ocho armarios, estaban comprendidas tres colecciones de propiedad particular de los señores Videla, Campino i Campbel, i en ellas se hallaban hermosas muestras de cobre nativo de Andacollo, ricos minerales de azogue de Punitaqui, otras de cobalto, de oro, i entre otras, algunas de amalgama nativa de Arqueros, que hacian recordar la antigua riqueza de aquel poderoso asiento de minas.

En otra parte del salon llamaba la atencion una larga serie de estantes llenos de productos minerales de cobre, plata i plomo, de las minas de los *Fuquios*, de *Agua Amarja*, *Carrizal* i *Tunas*. Distinguianse entre ellos al-

gunos de gran tamaño, de mas de un quintal de peso, exhibidos por el señor Aranda i otros, tambien enormes, ricos en plata, enviados a la Esposicion por don Nicolas Naraujo.

De gran mérito industrial minero, digna de una mencion especial ha sido la coleccion de minerales i de productos metalúrgicos de las minas i establecimiento de fundicion de las cordilleras de Maipo, exhibida por el señor Lapostol, restaurador del antiguo mineral de San Pedro Nolasco. Se sabe cuánto sacrificio i trabajo ha costado al benemérito, infatigable empresario, para poner aquellas minas en el estado de prosperidad en que se hallan actualmente.

Con interes i atencion, no menos decidida, solian detenerse los empresarios de minas en la otra estremidad del mismo salon donde con maestria i buen gusto estaba arreglado por un propietario de minas, un grupo de minerales de cobre i de plata de las cordilleras mas vecinas a la capital, es decir, de las de la Dñesa i de las Condes, que en la actualidad i para el futuro, parecen dispuestas a entrar i entrarán en competencia con los asientos de minas mas importantes del norte, si las grandes empresas i la organizacion de las sociedades llamadas a explorar estas cordilleras se lleven a efecto.

Debo tambien señalar como objeto de estudio i obra de gran mérito, digna de todo elogio, una coleccion jeológica i mineralógica recojida en un viaje a la cordillera de San José, del Volcan i de San Pedro Nolasco, promovido i costeadó espresamente para la Esposicion por la junta departamental de la Victoria; particularmente por el empeño del señor Baeza. El entusiasta comisionado para este viaje, don Luis Zegers, no se limitó a recojer muestras de minerales, de rocas, de fósiles i de aguas minerales que fueron objeto de sus especiales investigaciones, sino que tambien escribió un folleto, publicado por la misma

junta, sobre la jeología i los productos minerales de aquellas cordilleras.

Largo seria enumerar todos los objetos i colecciones de minerales que se han enviado a la Esposicion por las juntas departamentales, i particularmente los que provenian de las minas situadas en los departamentos de la Ligua, de Limache, de San Fernando i de la cordillera de Teno, como tambien las muestras de cales, de azufre, de bórax, de caolina, enviadas a la Esposicion de todas partes de Chile. Las provincias aún mas lejanas, las de Concepcion, de Valdivia i de Chiloé, enviaron los combustibles que producen sus territorios. Una pirámide de carbon fósil de buena calidad, representaba con su altura mas de cuatro metros, la potencia de un inmenso depósito de combustible recién descubierto en Valdivia; a su lado se elevaba otra de igual tamaño, pero toda formada con grandes trozos, algunos de mas de un quintal de peso, de ricos minerales de cobalto gris i de cobalto rojo, estraídos de las minas del departamento de Freirina, pertenecientes a la señora Montt.

Ahora bien, en medio de todas esas colecciones de minerales ya metálicos, ya no metálicos, que acabo de mencionar i en cuyo conjunto se veía el estado actual de las minas i la magnitud de la riqueza mineral que está en poder de la industria minera, se hallaban tambien para la ciencia de la mineralojía pura, tres grandes colecciones mineralójicas pertenecientes a los señores Ovalle, Huidobro i Riso-Patron, compuestas de muestras bien escogidas de las especies peculiares de la mineralojía de Chile; una cuarta coleccion mas pequeña, servia para completar aquéllas. La mas hermosa de estas colecciones que comprendian un surtido de minerales estraídos indistintamente de todas partes de Chile, ha sido sin duda la de don Francisco Javier Ovalle, cuya dedicacion al estudio del reino mineral de Chile i vastos conocimientos en la mineralojía se hacian notar tanto en la eleccion de las mues-

tras como en el arreglo i exacta apreciacion de ellas. Al mismo mineralojista pertenecia una mui valiosa coleccion de fósiles chilenos.

En cuanto a los planos de minas i planos jeolójicos que se hallaron exhibidos en el mismo salon que las materias primas del reino mineral, ocupaba el primer lugar el gran mapa jeolójico de Chile, obra monumental, a cuya ejecucion consagró mas de 20 años de penoso trabajo el ilustre jeólogo Pissis. Ahí tambien se veía sobre una mesa el plano que tenia mas de tres metros cuadrados de estension, del cerro de Tamaya, cuyas minas han sido i son todavía unas de las mas ricas del mundo en minerales de cobre. Un otro plano, no menos estenso, representaba el corte vertical del terreno en que se explotan las minas de carbon fósil del señor Errázuriz, en Lebu. A este plano fué anexa una serie de muestras tomadas de cada manto, que entran en la composicion de dicho terreno con anotacion del espesor o potencia de cada estrata. La otra, no menos interesante por su ejecucion en gran escala, fué el perfil que tenia cuatro metros de longitud i representaba el terreno de las minas de Lota i Coronel, con la indicacion de los mantos de combustible explorados hasta ahora i de las *fallas* que sufren en sus *echados*. El mas precioso talvez de los planos i mui detallado, ha sido el que representaba en una gran escala el inmenso laboreo *submarino* de las minas de carbon fósil de Playa Negra, exhibido por la Compañía Exploradora, de cuyas minas causaba admiracion un trozo de buen carbon, de dos a tres metros cúbicos de volúmen.

Tampoco faltaron a la coleccion de los planos los de las minas mas ricas del norte, como los de Chañarcillo, de Carrizal i de una parte de Caracoles.

Este es el cuadro jeneral de los objetos que representaron la riqueza mineral de Chile en la Esposicion Internacional de Chile de 1875. Pasarán años antes que se vean otra vez reunidos en un recinto tantos i tan variados

productos minerales de los *depósitos metalíferos* i de otros que interesan a la industria minera, desde el paralelo 24 en el desierto hasta mas allá de la latitud 40° en la rejion selvática.

Voi, pues, a bosquejar en esta memoria lo que al recorrer ésta serie de colecciones, la vista i el estudio de ellas me han sujerido o me han hecho recordar de lo sabido, sobre los *depósitos metalíferos* de Chile con relacion a la jeolojía i configuracion exterior de su territorio.

CONFIGURACION EXTERIOR I DIVISION DEL TERRITORIO CHILENO EN CUATRO ZONAS NATURALES.

Comprendido entre el Pacífico i la línea divisoria de las aguas en los Andes el territorio chileno, forma el declive occidental del inmenso sistema de las cordilleras que comprende dos cordones principales de serranía: uno mas occidental, lleva el nombre de Cordillera Marítima, (Cordillera litoral, Cordillera de la Costa) i el otro de los Andes propiamente dichos. Este último es el que se desprende del gran macizo boliviano, donde se unen los dos cordones de los Andes del Alto Perú i de donde se destacan varios ramales al S.E.

Si a cierta distancia de la ribera oceánica pudiera la vista abarcar en una sola ojeada los relieves mas salientes de las cordilleras de Chile (particularmente desde el 24 a 44° de latitud), veria, *en primer lugar*, un liston de rocas cortadas casi a pique que con suaves ondulaciones corre por toda la ribera, elevándose unos 10, 30, 40 o 50 metros sobre el nivel del mar. Este liston, de distancia en distancia, se ve interrumpido por unas aberturas que dan salida a los rios, en cuyas embocaduras se divisan pequeños golfos i playas. Este mismo liston de barrancos riberianos cortado por lo comun por unas planicies, lleva de trecho en trecho lomas que lo dominan i que son remates de algunos ramales que vienen del interior del continente. En la prolongacion de estos ramales suelen

asomar de debajo del agua series de peñascos ennegrecidos i una que otra isleta.

En segundo lugar, detrás de este listón i a poca distancia, que rara vez pasa de 2 a 3 kilómetros de la mar, principian a elevarse cerros que constituyen *el sistema* de la Cordillera Marítima: cerros que en jeneral tienen pendientes i relieves suaves, perfiles redondeados i son masas que no se aunan en crestas o cadenas de larga corrida. Sus cumbres rara vez se elevan a mas de 500 a 600 metros de altitud.

En tercer lugar, detras de estas serranías se levanta la cadena mas unida de los Andes, de altitudes siempre dobles o triples de las de la Cordillera occidental. Las montañas de aquella cadena son de pendientes mas rápidas i se ven dominadas por cúpulas, crestas o masas cónicas cubiertas de hielo perpétuo.

Si ahora, pudiera la vista recorrer con alguna coloridad toda esa banda formada por las dos cordilleras de norte a sur hasta Magallanes (desde 24 a 52° latitud sur) divisaria que las dos tienen su mayor elevacion en la parte setentrional, i van creciendo paulatinamente desde 24°30' hasta 32 a 34° de latitud. En esta parte (entre 32 i 34°) los Andes, dominados por el Aconcagua, el Tupungato i el San José, cuyo grupo forma la parte mas elevada del hemisferio, adquieren el máximum de su elevacion. Pasada la latitud 34°, ambas cordilleras, conservando entre sí, poco mas o menos, iguales altitudes *relativas medias*, bajan gradualmente, con tanto descenso que, llegando a la latitud de Chilóé, ya no conservan sino el tercio de sus altitudes anteriores. Desde allí se separan una de la otra estas dos cordilleras, de manera que la que llamamos marítima se trasforma en islas i la de los Andes pasa a formar el borde occidental del continente.

Este es el bosquejo mas jeneral *del relieve* de las dos cadenas de las cordilleras, entre cuyas corridas se interponen numerosos valles, relativamente angostos. Aho-

ra bien, esplorando el interior del territorio en toda su estension, estudiando detenidamente su jeografía, jeolojía i en jeneral, su naturaleza física en relacion a sus producciones del reino mineral i vejetal, se distinguen en toda esa inmensa banda de continente litoral que abraza mas de 30° de latitud i unos 2° de longitud, cuatro zonas cuyos caractéres mas notables son los siguientes:

A.—*Primera zona-setentrional.*

Conocida bajo el nombre de Desierto de Atacama (24-27 latitud sur); sus caractéres son: falta casi absoluta de lluvias, de aguas corrientes i de vejetacion; uno que otro cono volcánico apagado i gran desarrollo de formaciones traquíticas; inmensidad de depósitos salinos en los valles, guaneras en la costa, ricos depósitos metalíferos en la cordillera.

B.—*Segunda zona, média-setentrional* (de 27 a 33° latitud sur).

Podría llamarse por su principal riqueza *zona minera*. Allí los Andes adquieren su mayor altitud i de ellos se destacan numerosos ramales hácia el oeste; faltan los cerros volcánicos i escasean las traquitas; aparece la formación *secundaria* (jurásica), arcillosa caliza en las rejiones médias i mas altas de los Andes; abundancia de depósitos metalíferos en vetas i masas irregulares, pocas lluvias en invierno; seis o siete rios apenas alcanzan a traer escasa agua a la mar; poca, limitada vejetacion.

C.—*Tercera zona, média-meridional* (33 a 42° latitud sur),

zona agrícola.

En esta zona bajan los Andes gradualmente hasta descender a la tercera parte de altitud que habian adquirido en la zona exterior. En la línea divisoria de ellas aparecen

conos volcánicos i solfataras, los mas, apagados, algunos abiertos, todos, en medio de la formacion traquítica mui estensa. Un gran *valle* longitudinal, fértil i poblado separa las dos Cordilleras una de la otra i con un descenso suave i continuo remata en el golfo de Reloncaví (41°30' latitud sur); temperamento tanto mas lluvioso cuanto mas avanzamos hasta el sur; abundancia en aguas corrientes i de lagos; en los valles gran riqueza agrícola; en la costa, grandes depósitos de carbon fósil; selvas *subandinas* al este, otras *costeñas* al poniente. Retírase hasta la línea divisoria i al otro lado de los Andes la formacion arcillosa-caliza jurásica, e invaden toda la costa las rocas graníticas esquitosas i no esquitosas.

D.—*Cuarta zona, meridional-isleña.*

Temperamento lluvioso isleño. Una serie de islas i archipiélagos, en la prolongacion de la cordillera marítima i unos golfos en la del valle longitudinal que en la zona anterior separa esta última de los Andes. Cubiertos de selvas virjenes los declives occidentales de los Andes bajan hasta la mar. Las islas constan de la misma formacion jeológica, granitoídea, que la cordillera marítima; los Andes de la misma que tienen en la zona anterior.

Dos son las causas que mas influyen en la diversidad de la naturaleza física de las cuatro indicadas zonas: el *clima* i la *composicion jeológica* del territorio.

Me limitaré al estudio de la parte jeológica, en cuanto la naturaleza de las rocas, la formacion i la edad relativa del *terreno*, se relacionan con la diversa calidad i diversa situacion de los *depósitos metalíferos*, conocidos hasta ahora en Chile. En este estudio tengo que principiar por dar una reseña de lo que se sabe de mas positivo hasta ahora, acerca de la composicion jeológica del territorio chileno; i admitido que éste consta de dos sistemas de las cordilleras, es decir, de las de la Costa i de los Andes, procu-

raré bosquejar la jeolojía de cada uno de los dos separadamente, empezando por el sistema de las cordilleras occidentales.

PRIMERA PARTE.

ESQUEJO JEOLÓJICO.

I.

JEOLÓJIA DE LA PARTE LITORAL DE CHILE, LA QUE CONSTITUYE LAS CORDILLERAS DE LA COSTA, LLAMADAS TAMBIEN CORDILLERA MARÍTIMA.

Consta esta parte principalmente de:

(A) Rocas que por lo comun llevan el nombre de *plutónicas*: masas de cristalización, graníticas, porfíricas, no divididas por estratas, algunas esquitosas, otras en su mayor parte no esquitosas, masas eruptivas, muy variadas en su composición.

En medio de ellas ocupan lugar de trecho en trecho:

(B) Un terreno antiguo estratificado que por sus caracteres petrográficos, faltándole absolutamente restos orgánicos, se atribuye a algun período de la época de transición, siluriano o devoniano, sin que se haya podido determinar positivamente su edad relativa.

(C) Hoyas terciarias i cuaternarias, en los lugares de los antiguos golfos i ensenadas. En este grupo de rocas se divisan en la ribera del Pacífico indicios de formación que parece pertenecer a la época cretácea.

(D) Aluviones modernos, de que constan los valles de creación reciente, lechos de los ríos, las playas, etc.

A.—Formación *plutónica*.

Las rocas mas abundantes de esta formación son las siguientes:

1. El *granito* propiamente dicho, compuesto por lo comun de dos especies de feldspato, ortoclasia i oligoclasa (o albita?), cuarzo i mica. Predomina por lo comun el feldspato, escasea la mica, i en su lugar o con ella, suelen aparecer anfíbola, hierro titánico, casualmente, la epidota i la turmalina.

2. La *pegmatita*.

3. *Rocas esclusivamente feldspáticas*, caolinas.

4. La *sienita* compuesta de ortoclasia (acompañada de oligoclasa) anfíbola i cuarzo.

5. *Rocas dioríticas* que constan principalmente de un feldspato blanco (oligoclasa o albita) i de anfíbola negra o verdi-negra. Estas rocas se hallan mui amenudo asociadas a unos pórfidos verdosos, o bien a masas casi homogéneas que provienen de las mezclas mas o menos íntimas de feldspato i de anfíbola, i en jeneral, de diversas variedades de rocas que los jeólogos suelen comprender bajo la denominacion de *rocas verdes* (gürnstein.)

6. *Rocas hipersénicas*. En ellas el silicato negro parecido a anfíbola aparece de vez en cuando fibroso, a veces de contextura hojosa, tiene aspecto de hiperstena i el feldspato se asemeja a la labradorita. (Tanto el silicato que en esas rocas se considera como hiperstena, como el que en las anteriores se toma por anfíbola contienen proporcion variable i mui notable de alumina, nunca se hallan cristalizados i sus análisis no conducen a fórmulas determinables.)

7. Diversos pórfidos i rocas euríticas no estratificados cuyos elementos inmediatos i naturaleza poco se han estudiado hasta ahora i no se conocen.

La masa principal de todo este grupo de rocas que constituyen la *Cordillera Marítima* es granítica, (1) granito que con facilidad se desmorona, poco cuarzo tiene, menos todavia de mica. Por la prontitud con que, cediendo a la accion de los agentes atmosféricos, se reducen a polvo o guijarro i arena gruesa, forman estos granitos cerros que

se redondean, tienen pendientes suaves, son por lo común bajos o forman mesetas de superficie ondulada.

Pero esas masas de granito mas o menos desmoronado o blando, las que, sin embargo, adquieren amenudo mayor dureza, i pasan a pegmatitas o rocas casi enteramente felspáticas, atraviesa multitud de rocas dioríticas (5) (6) que forman cerros mas elevados. Estas rocas forman tambien gruesos diques o masas irregulares en el seno del granito i son mas duras i mas resistentes que el granito (1). Los agentes atmosféricos no dejan de ejercer tambien su accion destructora sobre los cantos i puntas mas salientes de estas rocas; pero en lugar de reducir las directamente a arena o cascajo menudo, las roen i hacen caer por placas o planchas gruesas o delgadas, i estas con el tiempo se ablandan, se parten en el mismo lugar, suelen formar al pié de los cerros montones de detritus, parecidos a los de *acarreo* por las aguas.

Estas rocas dioríticas o sieníticas, con otras asociadas a ellas, mui variadas en su aspecto i composicion, masas porfíricas i *rocas verdes* (*grünstein*), forman las crestas o relieves menos suaves de la Cordillera Marítima o vetarrones salientes, que los mineros de Chile llaman *farellones*.

Añadiré que existe tanta variedad de caractéres exteriores en estas rocas i cambio tan continuo en la composicion *inmediata* de ellas que mui amenudo, al recojer las muestras de un mismo cerro no mui estenso, tomándolas ya de las cumbres, ya de los costados del cerro, se reunen 30 a 40 especies que parecen provenir de diversos cerros i formaciones.

No menos variadas en su composicion mineralójica son las rocas de cristalización esquistosas que comprenden el *grupo de esquistos cristalinos*, asociadas a las masas graníticas anteriores i las que constituyen una gran parte de la misma Cordillera Marítima meridional.

Estas rocas graníticas esquistosas son:

el gneis
 el mica-esquito
 el talcoesquito
 esquito arcilloso, piedra de amolar, rara vez esquito
 machífero.

Estas rocas apenas asoman en la parte septentrional de Chile, i no se apartan lejos de la orilla del Pacífico. Así, por ejemplo, las encontramos en una que otra localidad en el camino de la costa de Freirina a Coquimbo i en el de Tongoi a Conchalí (en los Amolanas). Mas desarrollada, esta formacion se halla en la orilla izquierda de Maule, en el camino de Constitucion a Perales, i la mayor parte de los declives occidentales de las cordilleras de la costa de la Araucanía, i de la provincia de Valdivia constan de estas rocas: ellas en jeneral forman cerros bajos i collados de poca altitud.

(B).—*Terreno siluriano i devoniano.*

Por falta absoluta de fósiles en este terreno que presenta divisiones por estratos i en jeneral caracteres de un terreno de sedimento mui antiguo, Pissis se vale de sus caracteres petrográficos i de cierta analogía que presenta este terreno, en cuanto al lugar que ocupan relativamente al sistema de las cordilleras con el terreno paleozoico de Bolivia, para considerar el de Chile como perteneciente a la época siluriana i devoniana.

Consta este terreno principalmente de cuarcitas, de unas areniscas micáceas i de ciertas especies de esquito arcilloso o silicoso. Segun Pissis, en algunos de estos esquitos se descubren indicios de impresiones de vejetales i de una especie de conchas indeterminables.

Segun el mismo autor, el terreno siluriano forma una pequeña cadena de cerros al este de la Cordillera Marítima en el sur, entre el Bio-Bio i el Cachapoal. En el norte, segun Pissis, las areniscas de esta época se hallan

representadas por unas rocas porfíricas (1) i les asigna el jeólogo una estension mui grande, talvez exajerada en su mapa, entre el Huaseo i Copiapó; siendo notorio que existen en esta parte cerros dioríticos (Carrizal) mui estensos i otros análogos de rocas graníticas pertenecientes al grupo anterior, plutónico.

Hai localidades, como por ejemplo, en el camino de la costa por la latitud 32 (Pichidanguí, Los Vilos) donde este terreno manifiesta caractéres incuestionables de una formacion sedimentaria antigua. Con caractéres mas dudosos, problemáticos, se presentan en otras partes unas masas mas o menos homogéneas o porfíricas, felspáticas, hendidas en diversas direcciones, de modo mui irregular, que me parecen ser modificacion de algunas rocas de la formacion plutónica eruptiva.

(C).—*Hoyas terciarias i cuaternarias con indicio del terreno cretáceo superior.*

El carácter jeológico de estos terrenos es que, siendo de formacion posterior al sollevamiento de la Cordillera Marítima i de la de los Andes, no han sufrido en su estratificacion el trastorno que se nota en la de los terrenos anteriores. Por otra parte, las estratas de la formacion terciaria i cuaternaria, que en jeneral son horizontales o poco inclinadas, llenan hoyas en las rejiones mas bajas i presentan en su arreglo i configuracion, principalmente en las riberas del Pacífico, señales: 1.º del sollevamiento lento i continuo de la costa; 2.º de hundimientos i en virtud de esos hundimientos, roturas, fallas i señas de movimientos posteriores a la época terciaria.

Las primeras de esas señales se conocen por las gradas o escalones que se notan en los relieves o cortaduras de dichos terrenos (en Copiapó, Coquimbo, etc., hasta en el

(1) *Mémoire sur la constitution géologique de la Chaîne des Andes entre les 16° est 53° de latitude sud*, por M. Pissis, Paris, 1873.

Puerto-Mouat) por el lado de la mar i en cuyos relieves se distinguen por lo jeneral cuatro o cinco *líneas del antiguo nivel oceánico*.

Las *segundas* se manifiestan en las *fallas* que los explotadores de los ricos depósitos de carbon fósil de Coronel, de Lota, de Lebu, etc., encuentran por desgracia en aquellas minas i cuyos accidentes se ven tambien detallados en los mencionados planos exhibidos ultimamente en la Exposicion Internacional, particularmente en el estenso *corte del terreno* de Lota hecho por Oxenius, en el perfil del terreno sub-marino de la Playa Negra i en el corte del terreno de Lebu presentado por el señor don Máximo Larrazuriz.

Las mencionadas gradas terciarias, que de manera tan estrana se elevan en forma de anfiteatro al rededor de la hermosa bahía de Coquimbo, llamaron primero la atencion del viajero capitan Holl, fueron en seguida estudiados por Darwin, i se hallan con mayor exactitud reproducidas en las diversas memorias publicadas en los *Anales de la Universidad* (2). En ellas, no sin fundamento, se ha reconocido cierta analogía entre las cuatro o cinco mencionadas líneas del antiguo nivel de la mar de la costa de Chile i las que fueron estudiadas i sus altitudes bien determinadas en la costa setentrional escandinava (en 1841) por Bravais i Silgestrom. En efecto, mientras que las cuatro aristas mas salientes de las *gradas*, que son otras tantas *líneas de nivel* en la bahía de Coquimbo, se elevan a 7 metros 3 centímetros, 14 metros 3 centímetros, 33 metros 8 centímetros i 87 metros 6 centímetros sobre el nivel medio del Pacífico, aparecen semejantes *líneas* en la costa del mar polar del otro hemisferio en *Atenford*, i en otros lugares de aquellas rejiones a 10 metros, a 27 metros 7 centímetros, a 40 metros 5 centímetros i a 67 metros 4 centímetros de altitud.

(2) Investigaciones acerca de las gradas en que está cortado el terreno de la costa de Chile, etc., *Anales de la Universidad*, 1852 pág. 131.

Se sabe que igual fenómeno jeolójico, es decir, la aparición de gradas i de las únicas, 6 o 7 líneas del antiguo nivel oceánico, (mejor decir, líneas que señalan hasta qué límites en diversas épocas estaba sumerjida la ribera del continente) se observa en varias otras partes del otro hemisferio, señaladamente en los *parall roads* de Escocia, en la isla Rollisøe. Esto prueba que la formación de las espresadas gradas, o sucesivas inmersiones de la costa oceánica de Chile, durante el periodo jeolójico, terciario i cuaternario, no provenian de causas locales, sino que resultaron de ciertas revoluciones del globo terrestre, simultáneas en ambos hemisferios.

En cuanto a la composición de los terrenos *terciarios* i *cuaternarios*, es natural que los materiales de que constan son unos despojos o residuos de las rocas preexistentes que por la acción de las aguas i de agentes atmosféricos continuaban desmoronándose tanto en la cordillera occidental como en los Andes. Pero, desde luego, debemos señalar en estos terrenos distintas *formaciones*:

- (a) *formación marina, litoral,*
- (b) *indicio de terreno cretáceo superior,*
- (c) *formación lacustre, hoyas en el interior del continente,*
- (a) *formación marina, litoral.*

El terreno terciario i cuaternario de esta formación ocupa, como ya he dicho, principalmente, el lugar de los antiguos golfos del Pacífico. Este terreno, en la rejion setentrional de Chile, desprovista de vejetación i en cuyas cordilleras andinas (como luego se verá) abundan rocas calizas jurásicas, no contiene depósitos de combustible fósil, i consta en su gran parte de rocas calizas. Pero a medida que avanzamos al sur i penetramos en las rejiones mas i mas lluviosas, mas i mas ricas en vejetación i en cuyas cordilleras desaparece la formación jurásica caliza, las estratas terciarias i cuaternarias constan casi exclusivamente de areniscas, de materias arcillosas i en su seno encierran depósitos valiosos de combustible fósil.

Esta diferencia entre las formaciones terciarias del norte i del sur, principia a ser notable ya desde la costa de Colchagua, donde se descubren una que otra capa de poca estension de lignita betuminosa i prevalecen las areniscas; pero de allí mas al sur, van desapareciendo ya casi completamente los mantos calizos i todo el terreno se compone de capas arcillosas que alternan con areniscas i mantos de carbon betuminoso.

Voi a dar un ejemplo de esa diferencia o contraste que presenta el mismo terreno, observado consecutivamente en el norte i en el sur.

He aquí el orden en que se suceden unas a otras, desde la altitud de 36 a 37 metros hasta el mar, las capas terciarias observadas, por ejemplo, en los barrancos que se elevan frente el puerto de Coquimbo i mas al interior i por la quebrada de Loros.:

- a. La superficie del llano se ve cubierta de una arena algo arcillosa, sembrada escasamente de conchas (conchalepas, i otras idénticas con las de la época actual.) Debajo de esa arena vienen:
- b. Margas blancas u algo ocráceas sin fósiles (1 metro 20 centímetros).
- c. Arena con conchas bien conservadas (*venus chilensis*, *calypthea crepidula cuaternaria*) 1 metro 30 centímetros.
- d. Capas de caliza que se emplea como piedra de construcción (*losa* llena de turrítelas, bucenium, etc.), 4 metros.
- e. Arenas de diversos colores, atravesadas por listones de margas i baneales de ostras i pectenes agrupados por familia i en posición natural, 11 metros.
- f. Estratos arenosos en que aparecen a mas de los fósiles anteriores terrebrátulas i grandes ostras parecidas a la *ostrea magallánica*

- g. Caliza arcillosa fosilífera, 2 metros 5 centímetros.
- h. Calizas, mas o menos arenosas, muy abundantes en moldes de algunas conchas bivalvas, 6 metros 50 centímetros.
- i. Las mismas, que alternan con mantos de margas terrosas, sin fósiles.

Descansan sobre rocas porfíricas i graníticas.

A un medio milímetro mas al norte cerca de las canteras de donde se estrae la piedra de construccion (losa) este mismo terreno consta:

- 1.º De margas terrosas, sin fósiles.
- 2.º Debajo de ellas viene una caliza compuesta en gran parte de fragmentos de conchas.
- 3.º Calizas arenosas parecidas a las de (e) (f) del perfil anterior.
- 4.º Capas con terrebrátulas i ostras, apoyadas sobre rocas plutónicas.

Este mismo carácter tiene el terreno terciario i cuaternario, tanto en el norte, en las inmediaciones a las bahías de Copiapó i del Huasco, como mas al sur en Tongoi; pero ya diverso en su composicion lo hallamos en la costa de Colchagua, por ejemplo, en la Cueva a inmediaciones al puente de Tuman. Allí, aparece (en la Cueva) arenisca tosca, agrisada, idéntica con la de Talcahuano i mas al oeste (en la hacienda de Idango) a 150 metros sobre el nivel del mar, un manto de carbon fósil, compuesto de lignita lustrosa betuminosa como la de la costa de las provincias de Concepcion i de Arauco.

En estas últimas el terreno terciario de la misma formacion, consta casi esclusivamente de mantos arcillosos i areniscas que encierran en su seno valiosos depósitos de carbon fósil; del mismo modo como el del norte descansa este terreno sobre rocas plutónicas, en gran parte sobre *esquitos cristalinos*, esquitos arcillosos i sobre granito. Allí,

segun parece, la formacion *terciaria carbonifera* poco se aparta de la ribera del Pacífico; pero penetra mui adentro en el mar, debajo de su nivel, como lo manifiesta el hermoso plano de las minas de Playa-Negra presentado por la compañía explotadora de esas minas en la Exposicion. No se conoce el límite occidental al oeste de este terreno i tampoco se ha determinado todavía la mayor hondura a que penetra en las numerosas fallas i botamientos que se observan en su sistema de estratificacion.

A mas del citado plano de Playa-Negra, he citado tres trabajos topográficos i jeolójicos mineros que del modo mas claro, exacto i detallado presentaron en la Exposicion Internacional de Chile toda la composicion de esta formacion *terciario-carbonifera* del sur.

1. El perfil de la seccion vertical del terreno de Coronel i de Lota, ejecutado por el ingeniero Oxinius, acompañados de unas cien muestras de rocas tomadas de los diversos mantos de este terreno i de muestras de carbon. En ese perfil se señalan las fallas que sufren las estratificaciones en toda su estension del este al oeste.

2. Un corte vertical del terreno de Lebu con especificacion de las capas, las mas de areniscas i de sedimentos arcillosos, con indicacion de dos principales mantos de carbon explotados i de otros listones de igual combustible. A cada capa de distinta roca se hallaba añadida una muestra de ella i toda la coleccion con su plano fué exhibida por el propietario de las minas don Maximiano Errázuriz.

3. Una coleccion mui numerosa i de muestras escojidas de fósiles recojidas por don Francisco Javier Ovalle, premiada con justa distincion por los jurados.

No me detendré en dar cuenta de esos preciosos planos i colecciones ni en la descripcion mas minuciosa del terreno por haberse encargado especialmente de ese trabajo don Enrique Concha, quien ha estudiado i conoce mejor que yo la composicion de la formacion terciario-car-

bonífera del sur i es autor de una memoria sobre ella publicada en los *Anales de la Universidad* (3).

Añadiré solamente que la misma formacion con sus ricos mantos de carbon fósil se estiende por toda la costa del Pacífico hasta Magallanes i ha sido ya explorado en diversas localidades, principalmente en la boca del Maullin, en Catamutun i otros lugares de la provincia de Valdivia, en Pargas, i en varias islas de Chiloé i en las inmediaciones de Punta-Arenas, Estrecho de Magallanes.

(b) *Indicio del terreno cretáceo superior debajo el mismo terreno terciario de la costa, de formacion marina.*—Es innegable que esta misma formacion ribereña-marina-terciaria, sea en la isla Quiriquina, sea en la costa de San Antonio i aún mas al norte, se descubren fósiles pertenecientes a la época cretácea superior, como lo opinan, Gay en su obra, Raymond de Corbineau en su *Paleontología Chilena* i don Enrique Concha en su citada memoria. Entre otros fósiles sacados de aquellas localidades, se reconocen unas especies de baculitas, de trigonias, de anomia, de arca (a. araucana), de cardium (c. euticostatum), de crassateca, de eutima, de fusas, de lithodomus, de luthraria, de maetra, etc., (4).

El señor Pissis ha marcado este terreno en su mapa, a la orilla de la mar, de la provincia de Concepcion.

Formacion cuaternaria lacustre.

A esta formacion i edad jeológica pertenecen la mayor parte de las *hojas* de depósitos sedimentarios interiores i una gran parte del llano intermedio meridional situado entre las dos cordilleras. Segun toda probabilidad, corres-

(3) Véase la entrega del mes de junio.

(4) *Sobre el terreno cuaternario, terciario i cretáceo superior de la Costa de Chile* por Enrique Concha i Toro, *Anales de la Universidad*, 1863. *Paleontología de Chile* por Remond de Corbineau.

ponde esta formación a la del otro lado de los Andes, que D'Orbigny describe bajo el nombre de *Arcilla* (o lodo) *Pampeana* i que se estiende por las Pampas arjentinas hasta el Atlántico (5).

En efecto, los caractéres distintivos del terreno análogo de Chile, principalmente en la parte donde se descubren las osamentas fósiles de *paquidermos*, hacen recordar las que D'Orbigny señala para la formación pampeana i la que describe del modo siguiente:

«Es una gruesa capa sedimentaria terrosa en la cual no se descubren con claridad divisiones por estratas. Se distinguen en ellas algunas partes mas arcillosas, mas endurecidas i otras mas arenosas, pero aún estas partes heterojéneas no se hallan estendidas horizontalmente o separadas unas de otras por planos horizontales; tienen por lo comun caractéres de sedimentos depositados lentamente en el seno de las grandes masas de aguas no agitadas i si bien se reconocen en ellas *zonas* que algo se diferencian unas de otras, éstas tampoco no se estienen mucho en la prolongacion de las capas i varian de composicion.»

Capas gruesas de sedimento parecido al pampeano, no subdividas por estratas i apoyadas sobre otras de cascajo i piedra redondeada de acarreo, aparecen tambien en Chile, en los llanos intermedios entre las dos cordilleras i en las *hoyas* que comunican con ellos. En estos sedimentos, por lo comun en la parte inferior de las capas, se encuentran huesos de cuadrúpedos desaparecidos del globo terrestre. En un lugar, por ejemplo, en las barrancas que circundan el antiguo lago de Tagua-Tagua, principalmente en el lugar donde se ve abierto un tajo que sirvió al desagüe de dicho lago, en la parte inferior de la capa que tiene mas de 15 metros de anchura, se han ha-

(5) Viaje de D'Orbigny, tomo III, *Jeolujia*, p. 75.

llado depósitos abundantes de muelas, defensas i esqueletos casi completos de mastodontes i cuernos de una especie grande de ciervo.

En esos terrenos lacustres, formados por las represas que habian existido en las cordilleras no se hallan fósiles marinos ni se han descubierto hasta ahora combustibles parecidos a los de la costa.

De formacion mas moderna son los aluviones que cubren toda la formacion terciaria i cuaternaria, ya sea *marina*, ya lacustre; i en varias partes son unos depósitos de oríjen volcánico moderno. Estos últimos aparecen en la superficie del llano intermedio en forma de cenizas i conglomerados traquíticos con piedra pómez en el llano de Maipo, en las inmediaciones de la capital; mas al sur, en forma de conglomerados de arena volcánica, tosca, negra, en las llanuras de Talca, mas al sur como conglomerados de escorias i traquitas porosas en el Salto de la Laja i mas al sur, en la provincia de Valdivia, forma una gran parte, sino la totalidad, de areniscas toscas grises, conocidas bajo el nombre de *cawagua*.

A esta misma época moderna, pertenecen probablemente, las numerosas hoyas de arenas i arcillas auríferas, rodeadas por lo comun de cerros graníticos, cortados por innumerables vetas i venas, de cuyas crestas en los afloramientos, ya destruidas i acarreadas por las aguas, se han formado aquellos valiosos aluviones sembrados con hojillas, granos i pepas de oro.

Paso ahora a la jeolojía de la segunda cadena de las cordilleras conocidas bajo el nombre de los Andes.

II.

JEOLÓJIA DE LOS ANDES.

Distinción jeológica entre los Andes i la Cordillera de la Costa.

Es una cuestion de difícil resolucion en la jeografía de Chile, trazar con alguna precision, sin auxilio de la jeología, una linea de demarcacion entre las dos cordilleras: es decir, determinar por dónde pasa el límite oriental de la *Cordillera Marítima* i principia la verdadera *Cordillera de los Andes*. Por lo comun, se da por sentado e incuestionable en todos los tratados de jeografía i en todos los viajes a América, que existen dos cordilleras, sin que se intente señalar el carácter distintivo de cada una de ellas.

¿Es acaso en sus altitudes que se diferencian una de la otra? La distincion seria vaga, insegura, i solamente se aplicaria a las cumbres i crestas mas elevadas de sus respectivas cadenas, que si bien varian en altitud de una latitud a la otra, es indudable que en cada latitud, los Andes se elevan mas que la Cordillera Occidental, i alcanzan alturas triples de las de ésta última.

Igualmente indefinible seria la distincion en la configuracion i posicion jeográfica de cada una de esas cadenas; pues en varias partes, por ejemplo, en los departamentos de Coquimbo, Petorca, i San Fernando, unos ramales de los Andes avanzan mucho al oeste, i no se cortan sino a poca distancia del mar; en otras partes, los Andes se retiran hácia el este i en el sur descenden hasta el mar.

La distincion mas natural entre las dos cordilleras se deberia buscar en la composicion jeológica de ellas i podria talvez ser definida del modo siguiente:

La Cordillera Occidental o Marítima, como se acaba de ver, consta principalmente de masas *plutónicas*, *rocas de cristalización*, en medio de las cuales aparecen solamente

a trechos, en cuanto a las formaciones sedimentarias, un terreno antiguo que carece de restos orgánicos fósiles. (siluriano o devoniano), i hoyas terciarias, cuaternarias, modernas. Mientras tanto, en el sistema de los Andes existe un terreno solevantado *secundario* que en jeneral se presenta con caractéres peculiares de la época posterior al periodo *paleozoico*, terreno estratificado, abundante en restos orgánicos pertenecientes a la época comprendida entre el *trías* i el escalon *neocomiano*. Las estratas de este terreno se ven a cada paso dislocadas, trastornadas por rocas de solevantamiento, graníticas, sieníticas, dioríticas, etc., i en las rejiones inferiores, mas allegadas a estas últimas consta de rocas metamórficas, i conglomerados porfíricos, estratas de contextura porfírica.

Dificultades que se presentan en la subdivision del terreno solevantado andino estratificado secundario.—Provienen, en primer lugar, estas dificultades del gran trastorno que este terreno ha sufrido en diversas épocas por rocas eruptivas, rocas que en sus salidas borrarón los planos de contacto entre las formaciones pertenecientes a diversas edades, de manera que no es fácil conocer actualmente de qué modo en su origen se hallaban *sobrepuestas* esas diversas formaciones unas sobre otras. En segundo lugar, esos terrenos de diversas épocas no aparecen ahora en hoyas que formaban en su origen i en cuyas riberas se observarían, i los cambios en las direcciones i echados de las estratas, pertenecientes a las épocas i formaciones distintas, sino que forman, por lo jeneral, cordones de barrancos que se elevan a diversas latitudes por gradas, gran parte con sus faldas cortadas por el lado del oeste, o bien sur-oeste, como si toda esa inmensa cadena de formacion andina con su pendiente occidental hubiese formado antiguamente la costa del Pacífico i se hubiera levantado del mismo modo como se levantó del océano, durante el

período terciario-cuaternario, el terreno litoral de dicho período; con la diferencia de que, mientras este último manifiesta en su configuración i arreglo de los estratos señales de solevantamiento lento, en aquellos de los Andes se descubren señales i rastros de sacudimientos bruscos i violentos.

En *tercer lugar*, la mayor dificultad consiste en la falta de restos orgánicos i metamorfismo de las rocas en toda la rejion inferior de la formacion andina.

Horizonte jeológico de los Andes (lias).

Pissis da por resultado de sus investigaciones en los Andes, que en todo el sistema de los terrenos sedimentarios andinos chilenos, existe un terreno *jurásico* mui estenso, apoyado sobre el *trias* i este último en partes, sobre formacion permiana. Mas al propio tiempo advierte, que a excepcion de «unas impresiones de helechos i de volzia en el valle de la Ternera» i de unos tallos de calamites en la cordillera de Pillanmavida al este del lago de la Laja, todo el grupo de los terrenos anteriores a la formacion jurásica carece de fósiles (6). Se sabe que los fósiles formarían, sin embargo, el único carácter que del modo mas seguro i positivo podrian determinar la verdadera época de un terreno.

Pero si bien falta este carácter esencial a la mencionada *rejion inferior* de la formacion andina, se halla por lo contrario bien determinada por sus numerosos fósiles la rejion superior que descansa sobre aquella, i sus caracteres paleontológicos permiten establecer un *horizonte jeológico* sobre el cual se descubren en relieve los escalones correspondientes a diversos períodos de la época jurásica i cretácea.

Este *horizonte jeológico*, si se consultan los trabajos pa-

(6) *Memoire sur les constitution geologique de la chaine des Andes*, por Pissis, 1873, Paris, pájs. 8 i 9.

leontológicos de Bayle i Coquard, de Philippi, Raymond de Corbineau, Gay, Burmeister i Darwin, a quienes se debe el conocimiento actual de la paleontología chilena, puede establecerse por la presencia, en unos estratos arcillosos calizos propios de esta formacion, de los fósiles siguientes:

Spirifer chilensis, Forb, sp. *rostratus timidus* (Bayle i Coq. *ostrea striata* Ph. *gryphea arenata*, Lam. (gr. Couloni) gr. *cymbium* Lam. *amonites annularis* Ph. *am. canaliculatus* Mun., *am. fimbriatus* Jow., *am. pustuliter*, *am. radians* Schlot, *am. variabilis* d'Orb; *nautitilus semistriatus* d'Orb., *nau. striatus*, Sow. *terebratula ornithocephala* Sow. *ter. tetraedera*, Sow; *astarte antipodum*, Burm; *cardita Valenamesii* Bay. i Coq.; *pecten deserti* Ph. *turritella humboldtii* Bay i Coq., etc., etc.

Las *localidades* mejor conocidas donde se ve mas claro este horizonte son: Sandon, Encantada, Chaco (desierto de Atacama), Jorquera, Juntas, Amolanas, Ternera, etc., (departamento de Copiapó i Huasco).—Tres Cruces (Cochimbo); Piuquenes, Damas (San José, Colchagua).

Establecido este horizonte, que por la naturaleza de sus restos orgánicos corresponde al período *liásico*, se puede subdividir la formacion secundaria sedimentaria de la cordillera de los Andes en dos grupos:

A. PERÍODO INFRALIÁSICO.

B. PERÍODO JURÁSICO I CRETÁCEO.

A. *Período infraliásico*

I. *Grupo permiano i trias del señor Pissis*.—Ya se ha dicho que el ilustre autor del mapa jeológico, tomando en consideracion principalmente el lugar que ocupan ciertas rocas pertenecientes al período infraliásico en los Andes bolivianos i la analogía que en ellas descubre con un gru-

po de rocas de Chile, asemejándose éstas a aquéllas, tanto por el lugar que ocupan relativamente a la formación jurásica, como por sus caracteres mineralójicos, opina que estas últimas deben pertenecer al período permiano.

Considera Pissis como permianas los capas de arenisca roja, las mas veces formadas de conglomeraados, de pudingas i arenisca, de grano mas o menos fino, casi siempre *coloreadas*, teñidas de rojo por el óxido de hierro, a veces de verde por la frecuencia de un silicato análogo a la clorita, o de un gris parduzco, por la de hierro hidratado. Son estas areniscas i conglomerados rojos que por lo comun se muestran en la alta rejion i muchas veces en las cumbres mas elevadas de los Andes. Refiere a este terreno el señor Pissis las rocas que encierran en sus capas la hulla seca con impresiones de helechos i de volzia en el valle de la Ternera (Atacama): tallos de calmités en las areniscas i pudinga, del cerro Pillamávida; añade que «las rocas de arenisca roja de esa época manifiestan una gran tendencia a pasar al estado porfirico.»

En cuanto al *trias*, indica solamente el señor Pissis en su importante Memoria sobre la *Constitucion Jeolójica de la cadena de los Andes* (1873), que el terreno perteneciente a esta época en los Andes, consta de capas areniscas i arcillosas teñidas de verde i de rojo, en las cuales se encuentran a veces yeso i sal jema» (?); añade que «no se ha hallado en estas rocas ningun fósil, i que toda esta formación no aparece sino a trechos (en lambeaux) separados comunmente por grandes intervalos, ya en la cumbre de los Andes, como en el cerro de Aconcagua, en Juncal o en los Piuquenes, ya en los valles longitudinales desde el desierto de Atacama hasta la provincia de Aconcagua.»

En todo caso, asigna el señor Pissis a este grupo de rocas el lugar intermedio, entre la arenisca roja i la formación jurásica.

Me permitiré solamente hacer a este respecto dos observaciones:

En primer lugar.—Los caracteres petrográficos de las rocas pertenecientes a estas dos épocas son poco marcados, no suficientes para distinguir con claridad un terreno del otro: pues las rocas *permianas* como las del *trias*, son *areniscas*, *brechas* i *capas arcillosas, rojas* o *pardas*, sin fósiles, en su mayor parte de estructura porfiroidea. Queda por determinar todavía a qué época pertenecen las impresiones de vegetales que en algunas localidades en estas rocas se descubren.

En segundo lugar.—Esas rocas, areniscas i conglomerados *rojos* aparecen, como lo observa Pissis, en las rejiones superiores de los Andes. En realidad, por donde quiera que el viajero se eleve a mas de *média falda* de los declives occidentales de los Andes, llamará por lo comun su atencion un terreno en que predominan unos estratos rojizos i pardo-rojizos de conglomerados i rocas de diversa composicion, que alternan con otras grises, abigarradas i con pórfidos de diversos colores. Este terreno no puede, por consiguiente, por su situacion, servir para demarcar el límite occidental de los Andes propiamente dicho, es decir, de aquella rejion mas baja en que la formacion andina descansa sobre rocas de solevantamiento litoral.

Pero en esta rejion infraliásica aparece un grupo de rocas, que si bien por falta de caracteres paleontológicos, no se puede decir a qué edad jeológica pertenece, sin embargo, por el lugar que ocupa i sus caracteres mineralógicos, propios de toda formacion metamórfica, puede servir con mayor seguridad de señal para la espresada demarcacion jeológica entre las dos cordilleras. Este grupo es, que sin designar a qué *periodo* pertenece, puede llamarse: *formacion de pórfidos metamórficos* o como lo he llamado en mis primeras escursiones en Chile, formacion de *pórfidos abigarrados*.

Pórfidos metamórficos estratificados, pórfidos abigarrados.—Esta formación aparece, aunque con alguna interrupción, por toda la faja sub-andina, en contacto con las rocas de *solevantamiento*. A cualquiera latitud de la costa que penetremos en la alta cordillera, dirijiéndonos al este, hácia los Andes, es casi seguro que las primeras faldas de cerros rayadas por estratos, por lo comun inclinados al occidente, constan de pórfidos i brechas porfíricas. Esta formación en la mayor parte de los casos nos advierte que entramos en la cadena de los Andes, o tenemos a la vista una de sus ramas que se apartan del cordón principal de la alta cordillera.

Composición.—Las variedades mas comunes i mas características de rocas que pertenecen a esta formación son de pórfidos semejantes a las que se suele llamar *arcillosos* (thonporphyr claystonporphyr) cuya masa es por lo comun gris o rojiza abigarrada, con manchas de diversos matices, de verde, de violáceo, o de azulejo. Los cristalitas son por lo comun blancos, opacos, pequeños irregulares, a veces no son sino unas puntillas o forman venitas mui irregulares: estos cristalitas i venillas se hallan indistintamente diseminados en manchas de la masa de diversos colores i pasan de una a otra mancha diversamente matizadas sin ser cortadas o interrumpidas: de manera que estas rocas no son conglomeradas sino que los variados colores de su masa se deben a diversos grados de oxidación del hierro. La masa porfírica es tambien de mui variable tenacidad i dureza: mui amenudo se desmorona o cae en grandes trozos que se redondean por la acción atmosférica o se reducen a polvo que suele tener color rojizo violáceo.

Estos pórfidos alternan las mas veces con estratos de brecha i brocatela tambien mui variada en colores: otras veces con bancales de pudinga, es decir, de conglomerados formados de fragmentos redondeados i angulosos, pero la masa que une estos fragmentos de rocas prexis-

tentes es del mismo pórvido abigarrado. También en medio de los estratos de estos últimos i de los asociados con ellos brechas, se ven listones o estratos mas gruesos de rocas mas homogéneas del mismo color que los pórvidos.

Entre los caracteres distintivos de esa formacion, debo señalar:

En *primer lugar*, la presencia de diversas hidrosilicatos, llamados jeneralmente *zoolitas*, particularmente la estilbita, la escolesia, la lomonia, la mesotipa, etc., que en diversas localidades se hallan tan abundantes en la roca, que el pórvido puede llamarse *pórvido zoolítico*.

En *segundo lugar*, se encuentra en estos pórvidos inmensidad de pequeñas masas en forma de papas, riñones o venas irregulares, de jaspes o calcedonias, embutidas en la masa porfírica. Desmoronadas estas rocas ruedan al pié de los barrancos trozos de jaspe i calcedonia, en cuyos huecos a veces aparece cuarzo hialino.

En *tercer lugar*, hállanse subordinadas a las capas i mantos de estos pórvidos, las *almendrillas*, no ménos variadas que los pórvidos, i en cuya composicion entran tambien las arriba mencionadas zoolitas; a veces *almen-dras* de espato calizo, de calcedonia de epidota, etc.

No es raro hallar tambien entre los numerosos estratos de estos pórvidos i *almendrillas*, rocas compuestas de arenisca rójiza, en la cual se nota cierta tendencia a aparentar la estructura porfírica.

En *cuarto lugar*, en medio de esta formacion tan vasta como mui variada, se divisan *rocas de inyeccion* de estructura cristalina, porfiroídea. Entre ellas llama sobre todo la atencion un pórvido piroxénico, gris, tenaz, con grandes cristales negros lustrosos.

Este es el bosquejo de los caracteres mas esenciales del grupo de rocas que constituyen la parte inferior metamórfica del sistema andino; formacion que sirve de apo-

yo al terreno fosilífero sollevantado de la época jurásica i cretácea.

Añadiré solamente, que en medio de este mismo grupo, entre las capas arcillosas porfíricas i almendrillas, particularmente en las capas intercaladas de areniscas i rocas arcillosas, se encuentran depósitos de combustible fósil de poca estension i por lo comun de mala calidad. Entre diversas localidades conocidas, donde se hallaron cantidades mas considerables de lignita i de troncos de árboles en parte silicatados, en parte carbonizados, puedo citar algunas en el cajon del Mapocho i en el de San Francisco, de la cordillera de Las-Condés, en los cerros de Penco i de Pillai, del departamento de Rancagua, etc.

Esta formacion porfírica, metamórfica estratificada, con sus brechas, almendrillas, pórfidos abigarrados, areniscas, rocas de inyeccion, pórfidos piroxénicos, la misma que aparece en la orilla occidental de los Andes i de sus ramales, en contacto con rocas graníticas, por lo comun dioríticas, vuelve a asomar per debajo del terreno jurásico a diversas altitudes, en las altas rejiones de los Andes, i suele confundirse con el grupo de *arenisca roja* que el señor Pissis considera como perteneciente a la formacion *triásica*.

He aqui una que otra localidad mas a propósito para el estudio de este terreno:

1. En el camino de la Travesía entre Copiapó i Huasco al pié de los Andes, particularmente al acercarse a la Cortadera, a poca distancia de Vallenar.
2. En la quebrada de Santa Gracia (Coquimbo), en el camino que conduce a Arqueros; como tambien en el camino para las minas de plata de Los Algodones.
3. Al pié de los Andes, en la provincia de Santiago, baños de Colina, Montenegro (por donde pasa la via fé-

rrera), cajon del Mapocho, en las inmediaciones de la capital; cajon de San José (San Juan).

4. Entre Rengo i San Fernando (en el ramal de la cordillera por donde pasa la via férrea); i al otro lado de Maule, al pié de los Andes; Panimávida.

5. Al pié de los Andes de Antuco, en el camino de Las Canteras al Volcan, en Coihues, etc., etc., etc.

B. *Periodo jurásico i cretáceo.*

Las rocas que constituyen el terreno perteneciente a este periodo son por lo comun arcilloso-calizas, en gran parte calizo-arenosas, otras compactas o terrosas que dejan 30 a 40 por ciento, mui rara vez menos de 9 por ciento de materias insolubles en los ácidos; pero tambien pasan mui amenudo a rocas compactas o arenosas que apenas tienen indicio de carbonato de cal.

Son estratificadas i sus estratos por lo comun gruesos, inclinados, bien regulares, decansan sobre el grupo anterior porfirico, nunca directamente sobre la roca de sollevamiento granítico.

Las rocas subordinadas a este grupo son diversas areniscas de cemento, ya calizo ya arcilloso, cuyos estratos alternan con las calizas. Pero tambien se ven intercalados en el mismo sistema de rocas, unos mantos de estructura porfirica, cuyo orijen es algo difícil de explicar.

Las capas calizas, sobre todo margosas de este terreno, son abundantes en fósiles.

Este grupo arcilloso-calizo fosilifero tiene mucha estension en el norte, particularmente en Atacama, entre Copiapó i Coquimbo. Aparece en esta parte de los Andes a diversas alturas, por ejemplo, en las Amolanas, en Manflas, en Jorquera, en Juncal etc., (provincia de Atacama), mas al sur, en las inmediaciones a Arqueros, en Tres-Cruces, en la cordillera de Doña Aña (provincia de Coquimbo). Pero mientras mas al sur, mas se retira este terreno hácia el este: de manera que a la latitud de 32, 35° lo hallamos casi en la línea divisoria, en cor-

dillera de los Patos, en la de los Piuquenes, de las Damas, etc., i mas al sur existe solamente al otro lado de los Andes. La línea, pues, de su límite occidental corta oblicuamente el cordón de los Andes en dirección sur-este.

Los cerros en cuya composición entran los estratos fosilíferos de este terreno, tienen por lo común un aspecto propio de esa formación que los hace distinguir de los otros. Presentan estratos bien claros, blanquecinos, cortados en escalones, de manera que las aristas mas salientes i mantos cortados a pique son de caliza mas dura, mas resistente; i las capas de declives mas suaves intermedios, son de rocas margosas, terrosas, de cuyo interior se separan mas facilmente los fósiles, bien conservados, algunas terebrátulas con restos de su color primitivo.

Para dar una idea mas clara de este terreno, tengo que recorrerlo a la lijera por las localidades mejor conocidas i estudiadas por los viajeros.

El doctor Philippi en su *Viaje al desierto de Atacama*, afirma que «la formación jurásica se muestra con toda evidencia i señaladamente el *líen superior* o la *ocilita inferior*. Los esquistos con *posidonias* en el valle de Chaco, los numerosísimos ejemplares de *gryphea dilatata* i de *gryphea cimbium* entre Juncal i la Encantada, las *ammonitas* en Sandon, Checo, cerca de la Encantada, las *septuarias* de Agua del Profeta, de Sandon, son pruebas que no pueden ser refutadas (7)».

«Los puntos mas septentrionales donde observó el señor Philippi la misma formación son las quebradas de Agua del Profeta, Sandon i Vaquillas. La formación jurásica se estiende probablemente desde Sandon hasta los cerros de Tres-Puntas sin interrupción esencial, pero oculto por conglomerados terciarios (como en Chaco), o con mas frecuencia por las traquitas. Predominan las capas de

(7) *Viaje al Desierto de Atacama*. del Dr. R. A. Philippi, pág. 111.

margas esquistosas i de calizas negruscas, pero alternan amenudo con pórfidos i dioritas, los que a veces es difícil decidir si forman capas o vetas. Los estratos siguen el rumbo de norte a sur i se inclinan al este bajo el ángulo 45° (Sandon) 35 a 40° (Vaquillas, 40°) (Encantada). Solo en el valle de Chaco los ha visto bajar al oeste i bajo un ángulo de 60° »

«Las *margas coloradas* que llevan yéso *sal gema* i las areniscas cobrizas son sin duda idénticas con las de Corocoro i pertenecen probablemente al *sistema permiano*».

El mismo terreno jurásico de Juncal, Sandon i Encantada fué visitado por el ingeniero noruego Sund (en 1870), a quien el museo jeológico de la Universidad debe una preciosa coleccion de fósiles, traídos de aquellas cordilleras. Debo recordar que de la parte septentrional de esta formacion *jurásica* del desierto, dos buenas colecciones de fósiles (ammonites, terrebrátulas, nautilus) fueron traídas a la Esposicion Internacional, del cerro de Caracoles: una, con muestras de minerales del mismo cerro, por el profesor don Uldaricio Prado, otra, mas variada i de mayor número de fósiles, por don Francisco Javier Ovalle.

Uno de los cerros de formacion jurásica mas al sur mejor conocido, es sin duda el cerro de Chañarcillo, todo *fajado*, como lo suelen llamer los mineros, en estratificacion bien visible, desde la cumbre (1,200 metros de altitud) hasta el pié del cerro donde está edificada la villa de Juan Godoi.

En la rejion superior del cerro se ve un gran *manto* de 30 a 40 metros de potencia, de unas rocas margosas, algo magnesianas, en parte compactas, en parte terrosas, pero en jeneral, con fracturas en todo sentido, con huecos i hendiduras, cuyo interior se ve casi siempre tapizado con cristalitos de espato calizo, espato perlado, baritina, etc. El mismo *manto* se halla atravesado por venas metálicas de plata.

Debajo de este manto viene una serie de innumerables

capas arcillosas calizas atravesadas por vetas de minerales de plata, por lo comun de plata córnea.

Entre estas capas se distinguen:

1.º Una rejion de rocas arcillosas mas compactas que contienen mas de la mitad de su peso de materias insolubles en los ácidos; rejion estéril que los mineros llaman *mesa piedra*.

2.º *Mantos pintadores*, de caliza arcillosa que por lo comun son mas calizos que los anteriores, de color gris azulejo con manchas amarillas; en ellos se han encontrado fósiles, aunque no abundantes (ammonites, pectenés). Las vetas en esta rejion ostentan sus grandes riquezas en plata.

3.º En la rejion mas baja se hallan las mismas rocas aunque mas pobres en carbonato de cal que las de arriba. Además tienen apenas 7 por ciento de materia caliza; la materia arcillosa de que constan es atacable en gran parte por los ácidos, i contiene 6 a 8 por ciento de sílice soluble en la potasa.

En medio de esos mantos i capas de la rejion inferior, encontramos intercalado uno que otro estrato de rocas que tienen estructura porfirica; rocas que el ingeniero de minas señor Moesta, a quien se debe un mapa de Chañarcillo presentado a la Esposicion, considera como traquíticas.

Siguiendo esta misma formacion al este i hácia el noroeste, hallamos en las mismas capas calizas por el lado del Molle abundantes fósiles: ammonites, pectenás trochus, etc.

Pero la localidad mas interesante para el estudio de este terreno i de sus abundantes restos orgánicos es el Manflas, cerro situado cerca de la confluencia del rio Manflas con el Pulido.

El mismo terreno, compuesto de estratos calizos arcillosos cortados por vetas de minerales de plata, como los de Chañarcillo, es el cerro de Agua-Amarga. En sus

inmediaciones al este hallamos fósiles iguales a los de Manflas de las Amolanas. Entre las capas calizas de Agua-Amarga aparecen intercalados estratos de estructura porfírica, parecidos a los que acabo de señalar en Chañarcillo.

Debo también recordar lo que en diversos viajes geológicos i particularmente en el mapa del señor Pissis se halla señalado acerca de este terreno en el sistema de los Andes de la provincia de Coquimbo. Allí principalmente en tres distintas rejiones, a diversas altitudes se descubre este terreno bien desarrollado i con sus fósiles característicos: 1.º En las inmediaciones a las minas de plata de Arqueros (en el camino de Arqueros a Marqueza). 2.º En la confluencia del rio Claro con el rio Turbio en Tres-Cruces; 3.º, en la Cordillera de Doña Ana.

En la *primera* de estas localidades (1428 metros) tenemos un estenso terreno *arcilloso-calizo* fosilífero que tiene mas de 200 metros de potencia i por sus fósiles (*Ortoceras Duvallii*) parece pertenecer al período cretáceo. En medio del mismo terreno se ven intercaladas capas de 60 a 70 metros de potencia, de rocas porfíricas, análogas a las de Chañarcillo i de Agua-Amarga.

En la *segunda*, en Tres-Cruces (880 metros), los estratos calizos alternan con areniscas blancas i rojas i uno que otro listón porfírico. Allí se descubren abundantes grifeas i espiríferas, iguales a las que Raymond de Corbineaú halló en La Ternera (Atacama), acompañadas de inmensidad de terrebrátulas. Todo el terreno presenta caracteres de *formacion idáica*.

En fin, en la *tercera* de las mencionadas localidades, Cordillera de Doña Ana (4094 metros) existe el mismo terreno arcilloso calizo, abundante en terrebrátulas i ammonites mas desarrollado i talvez mas interesante para el estudio que en ninguna otra parte de los Andes chilenos. En los fósiles de este cerro predomina el carácter del período *colítico* medio.

Gay ha observado el mismo terreno todavía mas al sur, en la cordillera del departamento de Illapel, de donde se han sacado hermosas muestras de fósiles de herizos i belemuites del período liásico.

Mas al sur, si esceptuamos una que otra localidad de formacion secundaria, como las de la Calera (departamento de la Victoria), de Polpaico i otras donde aparece el terreno fosilífero (probablemente cretáceo) formando como unos islotes en medio de formaciones mas antiguas, en los ramales occidentales de los Andes, no se ha encontrado hasta ahora el terreno jurásico (en la prolongacion de los arriba mencionados) sino en la rejion mas elevada de los Andes, en los cordones mas allegados a la línea divisoria de los Andes, por ejemplo, en el paso de los Piuquenes i en la cordillera de que hace parte mas saliente el volcan de San José, de donde ha traído a la Esposicion don Luis Zegers numerosos fósiles recojidos en la escursion promovida i costeadá por la junta departamental de la Victoria.

Mas al sur vuelve a asomar la misma formacion con sus estratos, llenos de ammonites i grifeas, en el cordon central de las Damas (cordillera de San Fernando). No la encontramos de este lado en toda la cordillera del Descabezado, ni de Antuco i solamente del otro lado de ésta última ha traído a la Esposicion unas trigonias, don Martin Dronilly, «halladas en el cerro de Caicaïen, entre el rio de Nanquen i la cordillera de los Andes, al oriente de ésta, en terrenos de los indios pehuenches, en el paralelo de Antuco»; así lo indica el señor Dronilly en la nota anexa a los fósiles, en la cual advierte que «este cerro contiene una gran cantidad de fósiles marinos, como pescados, etc.»

Deben ser sin duda de mucho interés para la jeología un estudio i descripcion detallada del indicado terreno de Caicaïen, por la relacion en que se halla este terreno con otro análogo casi al mismo paralelo, que el señor Pissis

ha marcado en su mapa, en la misma orilla del mar, como terreno cretáceo descansa la formacion terciaria carbonífera de la Costa. Sobre este terreno ha dado detalles mui importantes don Enrique Concha i Toro en su informe jeneral sobre la misma formacion terciaria carbonífera (8).

Masas de sollevamiento en los Andes, sus rocas plutónicas i volcánicas.

Las rocas de sollevamiento plutónicas, las que se hallan abundantes en los Andes, son rocas dioríticas graníticas, compuestas de feldspato blanco, albitico o de oligoclasa i de silicato negro o verdoso que casi nunca aparece cristalizado i cuya composicion se inclina mas bien a la de anfíbola que a la de pyroxena, pero siempre con proporcion notable de alúmina. Estas masas dioríticas no presentan el menor indicio de estratificacion i a ellas se ven *subordinadas* varias especies de pórfidos verdes albiticos, pórfidos anfibólicos i masas a veces negras o verdosas, casi homogéneas que no son sino mezclas mas o menos íntimas de los mismos elementos que la roca principal diorítica: en una palabra, es un grupo de rocas que se suele llamar *rocas verdes* (grünstein). Segun toda probabilidad, son las mismas que las de la parte litoral, las mismas que las que atraviesan el granito i las esquitas cristalinas de la cordillera marítima.

Menos abundantes son las rocas sieníticas, es decir, aquellas en cuya composicion entra el feldspato ortoclasia amarillo, rojizo, un silicato anfibólico verdoso i algo de cuarzo. Estas rocas de aspecto mas hermoso que las anteriores, aparecen principalmente en las cordilleras de Copiapó i de Coquimbo, i tienen tambien sus análogas en la costa.

(8) En los Andes de la Universidad de este año.

Mas raras todavía i las que ocupan poca estension en los Andes son las rocas graníticas de base de labradorita i de silicato análogo a la piroxena aluminica o de hypsena. El feldspato se distingue por su color agrisado con lustre que tira algo a ocraso, i en su fractura aparecen ángulos entrantes i salientes mui obtusos; asociado a este feldspato es un silicato negro o verdezo, nunca cristalizado, que se acerca por su composicion mas bien a las piroxenas que a la anfíbola.

De orijen mas reciente que las mencionadas masas dioríticas i sieníticas i cuya composicion, segun la opinion de Pissis, debe haber acontecido al terminar la época jurásica, son los pórfidos cuarcíferos, compuestos de una masa petrosilicatada i granos de cuarzo, ya amorfos, ya con indicio de cristalización. No siempre es fácil distinguir estos pórfidos como masas eruptivas, de algunas rocas estratificadas metamórficas que tambien tienen estructura porfírica i a veces granos de cuarzo diseminados.

De orijen mas moderno que todas las masas eruptivas plutónicas anteriores, son las trachytas, Pertenecen, en jeneral, a las rejiones mas elevadas de los Andes i se agrupan principalmente al rededor i en proximidad de los volcanes, ya sea apagados ya activos. Forman por lo comun corridas mui variadas, tanto en su composicion, como en sus caracteres exteriores. Entre ellas se distinguen unas masas que se dividen en columnas prismáticas, a modo de basaltos, otras, en grandes bolas esferoidales, otras en *fajas*, o tablas como *fonolitas*. Por lo comun, tienen estructura porfírica, algunas son cuarcíferas, otras brechoideas. Las mas modernas se ven asociadas a las obsidianas, a la pómez, a conglomerados traqui-

ticos i a materias escoriáceas parecidas a las que arrojan los volcanes.

Las formaciones volcánicas, sus lavas, escorias, lapilli i cenizas, ocupan particularmente poco lugar en el sistema de los Andes. Se sabe que desde poco mas o ménos 20° de latitud sur, en que precisamente existen los últimos cerros volcánicos de Atacama, hasta 34° latitud sur, «no se encuentra ningun cerro volcánico en los Andes; los de Coquimbo, Limarí, Choapa, Aconcagua constan de rocas sedimentarias (Pissis).» Solamente desde la citada latitud 34° principian i con pequeños intervalos siguen los grupos de los volcanes de Maipo, Tinguiririca, Descabezado, Antuco, etc.

Como posterior a la época terciaria considera Pissis la abertura de las grandes fallas i grietas que dieron lugar a la proyeccion i arrojó de materias incoherentes de pómez i de cenizas traquíticas, como tambien la salida de las primeras rebinitas que forman la base de los actuales cerros volcánicos.

Un papel no menos importante hacen en la rejion volcánica de los Andes las *sofataras laterales* que dan lugar a la formacion de brechas traquíticas, de sublimados de azufre i de masas caolinizadas por la accion de los gases i vapores ácidos que en estas sofataras se exhalan. A esta categoría pertenecen las sofataras no apagadas todavía del cerro de Azufre de Chillan i del cerro de Azufre de Tinguiririca (cuyos productos se hallaron en las colecciones mandadas a la Esposicion por los departamentos de San Fernando i de Chillan) como tambien la sofátara apagada del cerro Azul (Descabezado).

Es natural que entre todas las rocas eruptivas que acabo de citar, se han de distinguir en cuanto al influjo que

la salida de ellas debè haber tenido en dar a los Andes la configuracion actual que tienen:

(a) *Rocas de solevantamiento* que sostienen todo el sistema del terreno estratificado *secundario*;

(b) *Rocas eruptivas* posteriores a aquellas, rocas que abrieron camino al travez de los Andes ya solevantados i dieron la última *mano* al relieve actual de la parte mas elevada de la cordillera.

Entre las primeras, las mas importantes, bajo todo punto de vista, son las rocas dioríticas i sieníticas, que en gran número de localidades salen a luz de debajo de la formacion metamórfica estratificada, *al pié i en los límites occidentales de los Andes*, pero las que suelen tambien ocultar su contacto con aquella formacion metamórfica debajo de los aluviones modernos o sedimentos cuaternarios lacustres. Mas al este, las mismas rocas dioríticas i sieníticas vuelven a romper el terreno solevantado a diversas altitudes i en varias partes aparecen en la cresta mas elevada de los Andes.

Nótase que a cada aparicion de esas masas de solevantamiento en el seno de los Andes, la cordillera cambia de aspecto i de configuracion, suelen apartarse de la cadena principal ramales hácia el poniente, cambian de direccion los valles i en muchas localidades, se caolinizan al propio tiempo las rocas mas allegadas a los planos de contacto, tanto las metamórficas estratificadas, como las de solevantamiento. En estas rejiones del contacto, se hallan tambien grandes depósitos metalíferos, como luego tendré ocasion de señalarlo.

III.

LÍNEA DE DEMARCACION JEOLÓJICA ENTRE LA CORDILLERA OCCIDENTAL MÁRÍTIMA I LA ORIENTAL, LOS ANDES.

Es sin duda muy complicado i de difícil estudio el sistema de la U.

tema de las dos cordilleras de Chile en la rejion *del contacto*, donde mas se enredan i se endientan la una con la otra. En esta parte se confunden tambien i se alteran los caractéres de sus respectivas formaciones por las metamórfosis que han debido sufrir sus rocas, tanto eruptivas como solevantadas, a causa de la inmensidad de los agentes interiores del globo, gases i vapores ácidos, que en aquella rejion hallaron acceso i salida, como tambien por la difusion i las *infiltraciones* de materias heterojéneas en estado de disolucion.

Es, sin embargo, indispensable tratar aunque de un modo aproximado a la realidad, de la *línea de demarcacion* entre los dos sistemas, a lo menos en cuanto el estado actual de los conocimientos de la jeolojía de Chile se lo permita.

En efecto, del mismo modo que el estudio de la línea de demarcacion política entre dos estados vecinos es esencial para el conocimiento de la jeografía de ellos, así tambien la demarcacion entre los dos sistemas de las cordilleras que forman el territorio, puede facilitar el estudio de la jeografía física del país, de sus recursos i de sus productos naturales íntimamente relacionados con esta division natural del territorio en dos *fajas* o *bandas* de cerrianías de distinta naturaleza.

Esta línea de demarcacion debe investigarse en la rejion del primer contacto de las masas de solevantamiento, por ellado del occidente, con el terreno estratificado posterior a la formacion mas antigua (devoniana o siluriana) de la costa.

Tomemos por punto de partida el paralelo de Copiapó.

Situada la capital de la provincia de Atacama a cierta distancia del mar, la abrigan todavia por el lado suroeste masas dioríticas pertenecientes a la cordillera marítima;

pero de la ciudad, al otro lado del valle, ya se divisan en las alturas que la dominan los primeros estratos de terreno sollevantado.

A unas cuatro leguas al este, casi en la entrada a la quebrada de Paipote, se ve el cerro de Ladrillos, antiguo mineral de plata i cobre; al pié de este cerro asoman masas dioríticas i sobre ellas se vé sobrepuesto terreno estratificado, liásico, atravesado por vetas de plata. Por este lugar pasa la *línea del primer contacto* de las dos formaciones.

Mas al sureste esta línea corta el valle angosto del rio de Copiapó i con ligeras inflexiones se dirige al sur: en su prolongacion hallamos el pueblo de Juan Godoy, situado al pié del cerro de Chañarcillo, en frente del de Pajonales. Este último, sentado sobre una roca granítica, de sollevantamiento consta en su parte superior de terreno estratificado *liásico*, atravesado por vetas platosas.

De allí se prolonga la misma *línea del contacto* (orilla occidental de la formación andina) hasta Vallenar, hundida debajo los de sedimentos modernos arenosos de la Travesía. En todo el cordón de cerros al este aparece el terreno estratificado (jurásico) i al poniente se elevan al otro lado de aquel llano arenoso, masas granitoideas (esquitas cristalinas de Pissis).

Mas visible todavía hallamos esa misma línea de demarcación entre las dos formaciones, prosiguiéndola en la misma dirección norte-sur, al otro lado de Vallenar, hasta el cerro de Agua-Amarga. Allí, una no muy ancha quebrada separa este cerro estratificado jurásico cortado por innumerables venas metalíferas platosas, del vecino cerro diorítico de los Camarones, atravesado por una rica veta de minerales de cobre.

Mas al sur, pasado el valle transversal de los Choros se aproxima la *línea del contacto* al mar i la volvemos a encontrar al oriente de la citada quebrada de Santa Gracia en el camino de Arqueros; pero no tarda esta línea en

torcer hácia el este, desde el cerro Talca, asiento de unas antiguas minas de oro; vuelve a tomar su rumbo norte-sur, marcado por las corridas de la formacion metamórfica de *porfidos abigarrados* (en el rio Hurtado, en Loma-Alta, i algo mas al este en Juntas, en Caren (31°) en Cogoti, hasta Illapel).

La parte del territorio en que mas difícil seria demarcar con alguna exactitud el verdadero deslinde entre las distintas formaciones correspondientes a los sistemas de las dos cordilleras, es decir, de la cordillera de la costa i de la de los Andes propiamente dichas, se halla comprendida entre los paralelos 32 i 33° latitud sur (entre el rio Choapa i el de Aconcagua). En esta parte la formacion que Pissis considera como devoniana o siluriana se estiene en su mapa jeológico desde el mar hasta casi la línea divisoria de las aguas en los Andes: ocupa casi la totalidad del territorio. En esta *formacion*, si bien una gran parte de la faja litoral (Quilimari, Longotoma), consta de rocas que en realidad tienen carácter mineralógico de cuarsitas i areniscas silurianas o devonianas, es indudable que mas al oriente aparecen los mismos estratos porfíricos i conglomerados que en el norte constituyen la rejion inferior de la *formacion jurásica*, i que son idénticos con los del norte. De este último aparecen unos islotes aislados en el departamento de Petorca i en la línea divisoria de los Andes. Solamente por medio de un estudio mui minucioso de la jeología de esta parte del territorio (entre 32 i 33°) i formando un mapa jeológico detallado que indicaria los pormenores de las principales modificaciones que se observan en la composicion i relieve del terreno, se podria determinar con alguna exactitud el límite occidental de la *formacion andina*.

Pasado el paralelo 32° de latitud sur se hace mas fácil la tarea del jeógrafo-jeólogo en la demarcacion del deslinde entre las dos cordilleras. Un vasto *llano longitudinal* (*llano intermedio*) separa los Andes de la cordillera ma-

ritima i con escepcion de unas dos *angosturas* (debidas al paso de unos ramales *trascersales* que separan de los Andes) se prolonga dicho valle paralelamente a los dos sistemas de las cordilleras por un espacio que abraza mas de ocho grados de latitud, desde la cuesta de Chacabuco hasta el golfo de Reloncaví.

Del seno de este llano salen a trechos al pié de la cadena oriental rocas graníticas i dioríticas (en el Peral, San Juan, Machalí, Talcarehue, Huemul, Los Nichos, Cumpo, Mariposas, Las-Minas, La-Laja, etc.). Traidias las muestras de rocas del sur de las inmediaciones a Puerto-Montt i de la orilla del golfo de Reloncaví dan a conocer que al pié de aquella parte de los Andes aparecen las mismas rocas dioríticas que al pié de los del norte; sobre estas masas de solevantamiento i en gran número de localidades donde estas rocas se esconden debajo del terreno sedimentario del llano, salen los mismos que los del norte *pórfidos abigarrados*, estratificados, los conglomerados i pórfidos zoolíticos en la orilla occidental de los Andes: por ejemplo, en Colina, Apoquindo, Cauquénés, en la citada cuesta entre Rengo i San Fernando, en Panimávida, etc., i hasta la latitud de Concepcion en Mulaneco (hacienda da las Canteras)

No desconozco cuán imperfecto es todavía este bosquejo de la demarcacion jeolójica entre las dos formaciones pertenecientes a los dos distintos sistemas de cordillera. El hecho es que en esta *rejon del contacto*, la mas variada en rocas, criaderos, accidentes locales i formaciones jeolójicas, es donde el jeólogo hallaria siempre el campo mas interesante para sus investigaciones i depósitos metalíferos mas abundantes, mas variados en sus productos, como lo procuraré señalar en la segunda parte de esta memoria.

MEMORIAS CIENTÍFICAS I LITERARIAS.

JEOLÓJIA MINERA.—*Ensayo sobre los depósitos metalíferos de Chile, con relación a su jeolójia i configuración exterior.*—*Memoria escrita a ocasión de la Exposición Internacional chilena en 1875, por el presidente de la sección de materias primas en esta Exposición, don Ignacio Domeyko.*

(Continuacion.)

SEGUNDA PARTE.

DEPÓSITOS METALÍFEROS.

(1).

CARACTÉRES PECULIARES DEL REINO MINERAL DE CHILE EN CUANTO A LOS ELEMENTOS QUE ENTRAN EN LA COMPOSICION DE SUS DEPÓSITOS METALÍFEROS.

Esceptuando el estaño, el cromo i el platino, que todavía no se han descubierto en Chile, todos los metales útiles empleados en las artes posee este reino mineral; pero abunda mas en cobre, plata, hierro i plomo. El mas diseminado, sobre todo en la parte litoral del territorio chileno, es el oro; el mas constante, mas importante por la solidez de sus depósitos, por la pureza i riqueza de sus minerales, es el cobre.

Los criaderos de estos minerales en Chile son *en jeneral* los mismos que entran en la composicion de los criaderos (gangues) metalíferos en todas partes del mundo, con ciertas particularidades que son las siguientes:

En *primer lugar*, falta casi completamente el fluor, pues hasta ahora, solamente en una que otra pequeña muestra de mineral cloro-bromurado de plata de Chañarillo traí-

das a la Esposicion perteneciente a la coleccion del liceo de Copiapó, apareció en una corta proporcion fluspato.

En *segundo lugar*, el elemento mineralizador mas abundante para el cobre es el azufre; para la plata el cloro i el bromo; menos abundantes i especialmente asociados con la plata son el arsénico i el antimonio; los mas escasos son el selenio, compañero de la plata, cobre i plomo i el teluro, cuya existencia se ha reconocido en un mineral de plata i plomo aurífero en el norte. Pero en jeneral, en las rejiones superiores de los depósitos predominan minerales hidroxidados, carbonatados, clorurados, algunos metales al estado nativo o de aleaciones, i en las inferiores, los sulfurados.

En *tercer lugar*, son excesivamente raros los minerales cristalizados, i los pocos que aparecen casualmente en este estado, presentan formas mui complicadas, incompletas o imperfectas; minerales aúu como las blendas, la galena, el cobre sulfúreo, cobre abigarrado, hierro olijisto, óxido de manganeso, etc., casi nunca se hallan cristalizados, aunque por lo comun tienen estructura cristalina.

En *cuarto lugar*, el criadero mas comun de la plata consta de baritina, espato perlado, espato calizo, materias arcilloso-calizas; el mas comun para el cobre i oro, es el cuarzo acompañado de arcillas ferrujinosas i caolinas. La misma escasez o falta de cristalización se nota en las materias que acompañan la parte metálica del depósito que en los minerales metálicos.

(2).

¿BAJO QUÉ FORMA APARECEN LOS DEPÓSITOS METALÍFEROS DE CHILE?

Los *depósitos de minerales metálicos* en Chile, forman vetas o venas que se extienden en todas direcciones i con inclinaciones menos constantes que sus rumbos. Las ve-

tas, por lo comun, particularmente las de plata, no son mui anchas; rara es la que tenga mas de un metro de potencia; pero sus minerales son de lei subida. Las de cobre tienen corridas mejor arregladas, son mas abundantes en materias metálicas, i la riqueza de ellas, si se esceptúan algunas vetas de Chañarillo i de San Pedro Nolasco, penetran relativamente a mayores honduras que las de plata.

Existen, sin embargo, algunos depósitos metalíferos en *criaderos irregulares* (*rebazaderos, stockwerk*) que no son inferiores en riqueza a las que tienen formas de vetas. A la categoría de las masas irregulares metalíferas pertenecen, por ejemplo, las minas de cobre de Andacollo i las del Teniente, las de oro de Churumata (Andacollo), del Chibato (en Talca) i otras menos conocidas.

No se ha descubierto hasta ahora sino en una localidad, en el cerro de Catemo (Manto Lilen), mantos de terreno estratificado metamórfico, impregnado de materias metálicas (cobre sulfúreo, cobre oxidado negro, galena) diseminadas en medio de rocas sedimentarias antiguas que encierran en su seno cantidades notables de troncos silicatados, en parte carbonizados, de árboles.

Pero innumerables son los *lavaderos de oro*, es decir, depósitos de acarreo de orijen mas o menos moderno, de arenas i arcillas auríferas; en algunos de esos depósitos se hallan casualmente granos i pepas de cinabrio (en Altar) o bien de cobre nativo.

(3).

RIQUEZA O ESTERILIDAD DE LOS DEPÓSITOS METALÍFEROS, CON RELACION AL RUMBO, ECHADO, CRUCEROS, HONDURA, ARREGLO DE LA VETA.

Mui interesante i no sin provecho para la industria minera chilena seria que un injeniero conocedor de toda especie de minas de Chile recojiera entre los mineros prácticos, todas las opiniones, todos los dichos i suposiciones,

aunque no igualmente seguros, acerca de las señas de que se vale un cateador, un minero intelijente, maduro en su profesion, para fundar sus esperanzas en el porvenir de una mina, como tambien datos acerca de las señas de mal agüero que desalientan un minero en su empresa.

Dirección de las vetas.—Con frecuencia se suele oír a los mineros que las mejores vetas de Chile corren de nor-oeste a sur-oeste o se allegan con su rumbo al meridiano, se entien de magnético (9) mientras que las del este al oeste son de *poco provecho*.

En realidad, se sabe que las vetas mas ricas de cobre de Carrizal, la de la Descubridora de Chañarcillo, algunas de plata de la Florida, una de San Antonio, otras de cobre de Tambillos, de Rapel, etc., corren de nor-este a sur-oeste (con diferencia de algunos grados unas de otras); que tambien poderosas vetas reales de cobre de Tamaya, de Cerro-Blanco, de San Pedro Nolasco, de Punitaqui, de Panulcillo; vetas de plata como la de la Valenciana de Chañarcillo i algunas de Ladrillos, de la Florida i de Agua-Amarga i otras, poco se apartan en sus rumbos del meridiano magnético. Pero tambien se advierte que las mas vetas de la Higuera, unas de muchas corridas de San Pedro Nolasco (San Simon, Las-Zorras) la de Cuatro-Amigos, de Arqueros, varias de plata de Agua-Amarga i otras, se dirijen con poca diferencia del este al oeste i no faltan vetas mas o ménos importantes, como la de plata de Arqueros i algunas de la Florida, de Agua-Amarga, etc., que corren de nor-oeste a sur-este.

Es de presumir, sin embargo, que una estadística de minas de Chile, que comprendiera los rumbos de las vetas productivas i estériles de muchos asentos de minas mejor conocidos, daría por resultado, que en jeneral, las

(9) Dirección magnética: 19°15' este (latitud 42°-43°); 18°10' este (latitud 40°-42°); 17° 30' este (latitud 38°-40°); 17° este (latitud 36°-38°); 16° este (latitud 34°-36°); 15°30' este (latitud 34°); 16°15' (latitud 33°); 15° este (latitud 32°); 14°15' (latitud 30°); 13°40' este (latitud 28°-29°); 12°20' este (latitud 27°-28°); 12°50' este (latitud 26°, Fitz-Roy, 1835.

vetas mas numerosas, mas constantes en su riqueza, mas *metaleras* i de mucha corrida, son las que tienen rumbo nor-este, nor-nor-este o nor-nor-ocete (meridiano magnético) i las menos numerosas, diversos sistemas de cruceros, vetas pobres (*vetas lobas*) son las que corren del este al oeste.

Este hecho indicaria cierta relacion entre la direccion de los dos sistemas de cordilleras (marítima i los Andes) i la de los sistemas de los diversos depósitos metalíferos mas ricos en Chile.

La *inclinacion de las vetas* es mucho mas variable que la direccion. Los mineros chilenos suelen llamar *mantos* las vetas cuya inclinacion forma ángulo mas o menos de 45° o ángulos mas agudos que 45° con el horizonte; i considera de mejor porvenir para la explotacion las que *mantean* (buzan) *al cuerpo de cerro*, es decir, por el lado donde se halla la mayor corpulencia del cerro, que las que *mantean a flaqueza* por el lado de su declive. Suele tambien variar la riqueza en algunos grupos de vetas con la variacion del *echado* (del ángulo de inclinacion) pero lo que a este respecto se reconoce por regla en una localidad no se comprueba en otras.

Mantos, cruceros pintadores.—Hacen un estudio prolijo los exploradores de las vetas en Chile, de los *cruceros* que las cortan i que suelen enriquecerlas o empobrecerlas, como tambien de ciertos *mantos* o estratos que las vetas atraviesan cuando el terreno es estratificado. En realidad, los casos son frecuentes en que la veta principal, de mayor corrida, es casi estéril i solamente produce abundante materia metálica en los lugares en que se cruza con otras, que pueden ser tambien estériles o de poco beneficio. Acontece tambien a menudo que ciertos cruceros desvanecen la veta o la esterilizan completamente. De ahí viene que los mineros se fijan tan bien en las direcciones de los cruceros i distinguen entre ellos *los parados*, *los tendidos*, *los cuarzosos*, etc.

Pero en las vetas de plata que atraviesan un terreno estratificado, los exploradores de ellas investigan sobre todo, cuáles son las capas, estratos (*mantos*), que enriquecen la veta i cuáles son que al pasar por ellas las vetas, pierden completamente su *beneficio* (Chañarcillo). A veces una seña que parece insignificante, un liston calizo o medio terroso que asoma en la juntura de dos capas del terreno, sobrepuestas una a otra i que toca a las salbandas, llama la atención del minero práctico i decide de la suerte de la mina. La ciencia poco tiene que ver con eso, i todo el conocimiento de los hechos de esta naturaleza, adquirido por una larga práctica en un *mineral* (grupo de minas), en un cerro, rara vez tienen aplicación segura i positiva en la explotación de otros cerros i minerales.

Hondura.—Tampoco se puede deducir del conocimiento actual de los depósitos metálicos i de la explotación de ellos en Chile, reglas jenerales acerca del influjo que tiene la hondura sobre la *bonanza o riqueza* de las vetas. La opinión que prevalece es que, en jeneral, las vetas de cobre i de oro son mas constantes i la riqueza de ellas penetra a mayores honduras que las de plata. Se sabe, por ejemplo, que la mayor riqueza de diversos *minerales* de plata, como la de Agua-Amarga, Arqueros, Ladrillos i aún de las minas mui poderosas como Tres-Puntas i Caracoles, se halló en la rejion superior de las vetas, en los afloramientos de ellas i se estendió a 40 o 50 metros en hondura, debilitándose en seguida notablemente la producción mineral o perdiéndose completamente. Pero tambien se sabe que en el mineral de Chañarcillo no se ha agotado hasta ahora su gran riqueza ni a 500 metros debajo de los afloramientos que aparecen de las mismas vetas, en la cima del cerro i en casi toda la corrida de la Valenciana se hallaron ricos beneficios de plata nativa (San José) de rosicler claro (Dolores 1.^a) plata sulfúrea aún iodurada (en la Constancia, Delirio) en la rejion inferior, debajo de los minerales cloro-bromurados, de

150 a 200 metros i a mayores honduras debajo de la superficie del lugar. Mas constante en hondura suele aparecer la riqueza de las vetas que producen minerales de plomo i de cobre platosos (por ejemplo, las de San Pedro Nolasco), aunque la lei de estos minerales en plata va disminuyendo con el aumento de la cantidad de mineral en hondura.

En cuanto a las vetas de cobre, la riqueza de ellas, particularmente de las pertenecientes a la faja litoral, no se concentra en las rejiones superiores de los depósitos metalíferos ni se limita a ellas. En estas rejiones de las vetas han existido, actualmente mas o menos agotadas, grandes masas de minerales oxijenados i en jeneral, mientras mas considerables se hallaron estas masas en la rejion de una veta (Brillador, Tamaya), mas abundantes se hallaron en hondura minerales sulfurados. El minero de cobre no desalienta con el *primer broceo*, busca hondura i con constancia, penetra en la *rejion de los bronces*. Allí, no pocas veces ha acontecido la realizacion de aquélla regla observada en los depósitos metalíferos del antiguo continente, que la riqueza va creciendo en hondura, hasta que adquiera cierto *máximo*, pasado el cual, la *hondura* decae, el mineral aunque todavia no escaso, se empobrece en metal i el criadero estéril domina.

Arreglo de la veta, criadero.—Es por lo comun opinion de los mineros que las vetas *reales* metaleras, de gran provecho i porvenir, deben tener *cajas* i *salbandas* bien arregladas. Sin embargo, la esperiencia les enseña que no pocas veces, una veta de *buena corrida*, ancha, con cajas i hastiales bien firmes i arreglados, después de un largo *broceo*, cuando empieza a producir mineral, se divide en sus cajas, en sus salbandas, cierta novedad, desarreglo, ya sea por causa de algun crucero, ya por cambio en la roca estéril en que se halla encerrada la veta, ya por cambio del criadero, ya por algun accidente local inesplicable. En jeneral, los criaderos calizo-arcillo-

sos, baríticos, o calizo-ferrujinosos son de buen agüero para los exploradores de los depósitos metalíferos platosos, mientras que los cuarzosos, arcillosos i ferrujinosos agradan a los mineros de cobre; i entre las arcillas de diversos colores, blancas, verdosas, rojas, etc. (*gredas, tofos*), distinguen los mineros de cobre las estériles de las que después de algun broceo anuncian la proximidad de algun mineral provechoso.

(4).

¿EN QUÉ REGION SE HALLAN CON MAYOR ABUNDANCIA LOS DEPÓSITOS METALÍFEROS EN CHILE.

Es un hecho por lo jeneral bien averiguado i en jeneral admitido por los jeólogos del otro hemisferio, que los *depósitos metalíferos* mas ricos, ya en vetas, ya en masas irregulares, se hallan por lo comun en las inmediaciones a los *planos del contacto*, entre las rocas de distintas formaciones i de diversa composición; principalmente entre masas eruptivas o de sollevamiento i los terrenos sollevados sedimentarios: aún con frecuencia se encuentran en éstos mismos *planos del contacto*, formando *bolsones i rebaxaderos*.

Otro hecho no menos reconocido es que la naturaleza de esos *depósitos* i de sus minerales depende en gran parte de la de las diversas rocas eruptivas i de las diversas épocas en que esas rocas han salido i fracturado los terrenos pré-existentes. De allí resultan los diversos *sistemas de vetas* i de *masas irregulares* metalíferas que corresponden a diversas épocas jeológicas.

Ahora bien, apesar de que el estudio de la jeología minera poco ha adelantado todavía en Chile, pocos aficionados tiene que se ocupan de ella i carece todavía de conocimientos exactos acerca de la situación de las innumerables minas que se esplotan i se han esplotado hasta ahora; sin embargo, los dos hechos que acabo de citar, se

observan de un modo bastante notable en los dos sistemas de las cordilleras chilenas. Así, por imperfecto que sea todavía el conocimiento de la *línea de demarcación* que acabo de bosquejar, entre la formación perteneciente al sistema de la cordillera Litoral i la de los Andes, entre las rocas eruptivas de la primera i el terreno solevantado de los segundos, parece ser indudable:

1.º Que muchos depósitos metalíferos conocidos hasta ahora en Chile, se agrupan en aquella línea de demarcación o bien a poca distancia, al este i al oeste de ella;

2.º Que los minerales que se explotan al este son de muy distinta naturaleza de los que se estraeen al oeste de esta línea;

3.º Que no todas las rocas indistintamente encubren en su seno minerales de la misma especie i naturaleza.

De esto resulta que se distinguen en el sistema de las cordilleras chilenas tres rejiones *de diferentes depósitos metalíferos i una cuarta completamente estéril*.

(A) *Rejion andina* que corresponde al *plano de contacto* de las dos formaciones arriba descritas (de la cordillera Occidental con la de los Andes) o poco se aparta al este de la línea de demarcación entre ellas. Por lo jeneral, el terreno es estratificado jurásico, arcilloso-calizo; sus depósitos metalíferos abundan principalmente en minerales de plata clorurados o cloro-bromurados o de plata mercurial i en algunos antimoniales i arsenicales. En esta rejion se hallan las minas de Caracoles, Florida, Tres-Puntas, Ladrillos, Chañarcillo, Agua-Amarga, Arqueros i Algodones.

(B) *Rejion oriental andina*, situada mas al este que la anterior; su terreno consta, en su mayor parte, de formación metamórfica, de pórfidos i brechas porfíricas estratificadas, como tambien en gran parte de arenisca roja; sus minerales son por lo comun sulfurados, arsenicales, antimoniales i platosos; abundan en galenas, cobres gri-

ses, blendas, piritas arsenicales, etc. Son innumerables las minas que pertenecen a esta rejion.

(C) *Rejion occidental litoral* que comprende las cordilleras marítimas. Su terreno consta de masas plutónicas, rocas de cristalización; sus minerales mas abundantes son de cobre, de hierro, menos abundantes de mercurio, de cobalto, etc.; pero casi todos son auríferos, no platinosos i escasean en ellos las especies arsenicales i antimoniales. En esta rejion se hallan las principales minas de cobre de Chile, las de Taltal, Paposo, Chañaral, San Juan, Carizal, La-Higuera, Tambillos, Tamaya, Panulcillo, Punitaqui, etc.; las innumerables minas de oro con sus lavaderos, las de Capote, Andacollo, Talca de Barraza, Illapel, Petorca, Yaquil, Chibato, etc.; i las de mercurio de Punitaqui.

La rejion mas central de los Andes (particularmente en el norte) la mas elevada; la de la línea divisoria de las aguas, es casi completamente estéril.

(5.)

ROCAS METALÍFERAS (PANIZO) I ROCAS ESTÉRILES.

Las rocas que en la rejion occidental (C) se hallan en relacion mas íntima con los *depósitos mas abundantes en minerales* de cobre son rocas dioríticas cuyos elementos mineralójicos mas esenciales son feldspato blanco (albita oligoclasa) i anfíbola negra o verdosa. Las que en jeneral parecen formar el *lecho* (gisement) principal de estos minerales son rocas negras o verdosas, nunca estratificadas, mas o menos homogéneas (grünstein), que son mezclas mas o menos íntimas del mencionado feldspato i anfíbola i que a poca distancia o en el mismo lugar pasan a diorita granítica. Con frecuencia toman estas rocas contextura porfírica i pasan a *porfidos verdes metalíferos* no estratificados.

Estas rocas, aún cuando en la rejion oriental andina rompen el terreno solevantado *segundario* estratificado i salen a la luz (como, por ejemplo, en las minas de San Francisco del Volcan), suelen aparecer con *depósitos metalíferos* de minerales de cobre de la misma naturaleza que los de la mencionada rejion occidental (C).

Las rocas calizo-arcillosas jurásicas de formación marina de la rejion (A), estratificadas, son las que nuestros cateadores consideran como mejor *panizo de plata* i en realidad en las innumerables vetas que las atraviesan se han hallado mayores cantidades de plata clorurada o cloro-bromurada i nativa, pero apenas indicio de cobre.

Las rocas metamórficas porfíricas i estratificadas, ya sea las de la rejion (B) en el norte, ya las que salen en la prolongación de la rejion (A) i alcanzan altitudes mui considerables hácia el oriente, pueden ser consideradas como *lechos* de minerales de cobre i de plomo platosos. áuríferos o sin oro, sulfurados, antimonizados o arsenicales, blendas, galenas, cobres grises, etc.

Las mismas rocas dioríticas i asociadas a ellas rocas mas homojéneas e porfíricas que abundan en depósitos i minerales de cobre en la rejion litoral, como tambien las rocas sieníticas, pegmatitas, esquistas cristalinas, i en jeneral, casi todas las *masas plutónicas* de la rejion occidental (A) son auríferas, es decir, se encuentran en ellas innumerables *depósitos*, ya en vetas, ya en criaderos irregulares de minerales de oro. Situadas en medio de ellas las hoyas sedimentarias, de acarreo, son de arenas i arcillas auríferas.

En fin, toda la *formación traquítica* mas moderna i la volcánica son estériles.

Procuraré aclarar los hechos que acabo de señalar i cuyo conocimiento mas exacto exigiria estudios especiales, recorriendo a la lijera las *tres primeras rejiones* de

depósitos metalíferos arriba descritos, deteniéndome en las minas cuyos productos minerales con sus criaderos, formaban colecciones mas notables i mas completas en la Esposicion Internacional.

A.—*Rejion primera, allegada al plano de contacto entre la formación de la cordillera Occidental i la de los Andes.*

Hállase en esta rejion un cordón de minas mas ricas de plata, parecidas entre sí en cuanto al terreno jeolójico, la situacion i los productos minerales de ellas. Este cordón bien marcado i en gran parte explorado, se estiende en la direccion norte-sur, desde el cerro de Caracoles (latitud 25°) hasta mas al sur del de Agua-Amarga (latitud 30°).

Caracoles.—(Latitud sur 23° 46"—23° 03' 32"; altitud de la Deseada 2,910 metros, Thompson).

Una buena coleccion de los minerales de plata de las minas de Caracoles de las principales rocas en que se hallan i de los fósiles que caracterizan la época jeolójica del terreno, se halló en la Esposicion Internacional, exhibida por el profesor don Uldaricio Prado, ingeniero-director de las minas Descubridoras de Caracoles.

Otra coleccion de fósiles del mismo terreno de Caracoles, perteneciente a don Francisco Javier Ovalle sirvió en la Esposicion para completar la del señor Prado.

Las publicaciones sobre estas minas son:

Memoria pasada a la Junta Directiva de las minas Descubridoras de Caracoles por su jerente-administrador, señor Prado, en 1872.—Santiago, 1872.

Memoria presentada a la misma Junta Directiva por su jerente, señor Prado, en 1873.—Santiago, 1873.

Memoria que pasó a la misma Junta Directiva de las Descubridoras por el superintendente de la Empresa, don Pedro L. Cuadra, en julio de 1874.

Estado sobre Caracoles.—Comunicacion a la Facultad de ciencias físicas i matemáticas por el ingeniero de mi-

nas don Vicente Abasolo.—*Anales de la Universidad*, tomo XLI, 1872.

Descripcion de varias especies minerales de Caracoles publicadas en los *Apéndices del reino mineral de Chile* i de las repúblicas vecinas, *Anales de la Universidad*, 1873 i 1874.

¿Qué es lo que se ha observado de mas notable hasta ahora en la formacion del cerro de Caracoles i de sus vetas, por los ingenieros que lo visitaron o dirijen la explotacion de sus minas?

Un terreno estratificado calizo-arcilloso, abundante en fósiles (amonites, terrebrátulas, nautilus, etc.) cortado por infinidad de vetas, recostado contra unas masas de rocas plutónicas porfíricas, que segun toda probabilidad, marcan en esta parte la línea de demarcacion entre los dos sistemas de cordilleras.

Entre las vetas i cruceros que atraviesan este terreno, con afloramientos ricos en plata, en el cerro que lleva el nombre de Caracoles Primero, dos principales grupos de minas se distinguen, que hasta la fecha millones de marcos de plata han producido. Una de ellas se ha hecho célebre por sus minas: la Flor del Desierto, la Deseada, la Cautiva, la Merceditas; el segundo por las de San José, Empalme, Buena Esperanza, Niza.

Aquéllas abundan esclusivamente en plata clorurada, que forma depósitos enormemente anchos i atraviesa el terreno estratificado, compuesto de mantos perfectamente bien determinados, i el relleno de estos depósitos consiste en gran parte de *destritus* de estos mismos mantos envueltos en cloruro de plata. Hállase en el mismo cuerpo de la veta la Deseada, impresiones de ammonites cubiertos de cloruro de plata. Este grupo de minas se vé acompañado, i a veces atravesado, por pórfidos eruptivos que parecen indicar la causa que acompaña esta riqueza. A trechos las salbandas de la veta tocan por un costado la roca eruptiva i por el otro el terreno estratificado, i la

parte metalífera del depósito se halla entre las dos distintas formaciones. Separándose la veta del porfido eruptivo, que puede considerarse como *vivificador*, i atravesando las estratas, queda pobre i sin beneficio alguno. (U. Prado, *Memoria citada*.)

Los depósitos metalíferos del segundo grupo se hallan mejor formados, sus cajas mejor determinadas, sus criaderos por lo jeneral son de carbonato de cal, mezclado con sulfato de barita i materias ferrujinosas. En sus minerales abunda plata blanca con cloruro, a veces con sulfuro de plata (negrillos). «Sus grandes beneficios están tambien apoyados en pórfidos.» Aparecen en esta corrida chorros o cruceros, que por lo jeneral son pintadores.

En la Descubridora, famosa por su riqueza, característica por su criadero de sulfato de barita, se vé la veta bien pronunciada, que atraviesa los mantos del terreno estratificado perfecto.

Pasaria los limites de este escrito i me harian falta los datos necesarios sobre aquellas minas, si quisiera entrar en los detalles relativos a cada una de las numerosas vetas de este inmenso asiento de minas que lleva el nombre de Caracoles i en que se distinguen los mineros tres principales distritos de minas llamados 1.º, 2.º i 3.º

Añadiré solamente que a poca distancia del primer Caracoles señalan los mineros unos dos como isletas del mismo terreno, atravesadas por vetas que en las rejiones mas allegadas a los afloramientos ostentaron gran riqueza de minerales clorurados, i que se hallan tambien acompañados de rocas eruptivas:—un grupo de minas de esta parte lleva el nombre de la Isla.

En jeneral, los beneficios mas abundantes en toda la estension de las minas de Caracoles se ven hasta ahora limitados a la rejion superior de las vetas, que no pasa de 30 a 40 metros de profundidad, i en toda esta rejion casi no se encuentra otra especie de mineral metálico que la plata clorurada, mezclada con plata nativa. Suelen tam-

bien aparecer casualmente cloro-bromuro o ioduro de plata.

Esploradas las vetas aún mas ricas a mayor hondura, se hallaron en jeneral empobrecidas en toda la estension del cerro. Sin embargo, en uno que otro lugar aún a cien metros de profundidad, vuelven a aparecer minerales de plata sulfurada o de plata roja.

El mismo distrito mineral de Caracoles, particularmente el tercero, abunda en vetas de galena arjentífera, i lo que hai de mas notable es que aparece a veces en ellas galena al lado o a poca distancia de plata córnea.

Los minerales de plata de Caracoles ya clorurados, ya iodurados o sulfurados (aunque raros estos últimos) se hallan mui amenudo mercuriales, formando especies que habian sido desconocidas hasta ahora en la mineralojía. (Véase el 4.º i 5.º *Apéndice de la mineralojía.*)

En cuanto a las masas eruptivas cuya salida del seno de la tierra ha dado sin duda lugar a las sublimaciones o infiltraciones de materias metálicas i se hallan en proximidad o en contacto mas inmediato con los depósitos metalíferos, estas masas son porfíricas o de contextura granítica. Segun la opinion de varios injenieros ocupados en la direccion de los trabajos de minas en Caracoles, se distinguen entre estas rocas particularmente dos especies: unas son pórfidos eruptivos feldspáticos mas comunes en toda la rejion occidental (A), masas irregulares, no estratificadas; otras se asemejan en gran parte a ciertas especies de traquitas mui abundantes en toda la rejion subandina del desierto de Atacama. Se pretende que estas últimas, que en partes se interponen del modo mas irregular entre los estratos del terreno solevantado o se inyectaron en él, tienen direccion diferente de la de los pórfidos eruptivos comunes. Debo tambien añadir que entre las muestras de rocas plutónicas traídas de las inmediaciones, al oeste de Caracoles, hallo rocas dioríticas pertenecientes a la cordillera de la Costa.

En fin, tanto por su situación como por la naturaleza i construcción jeológica del cerro, se conoce que las minas de Caracoles se hallan en el límite occidental de la formación jurásica de los Andes i oriental de la cordillera litoral.

No se conoce hasta ahora, en la prolongación de la *línea del contacto* de estas dos formaciones en el desierto de Atacama, desde la citada latitud de 23° 30', hasta la de 25° 30', ningún cerro mineral con vetas de plata clorurada análogas a las de Caracoles. Solamente hace dos años se descubrió en la situación jeológica parecida, el mineral de la Florida, que actualmente es uno de los mas importantes de Chile.

En este intervalo, entre Caracoles i la Florida, abundan en todo el desierto depósitos de *sales* muy variadas en la composición, se explotan guaneras i minas de cobre en la costa, salitreras e hidro-boracita mas adentro, i aparece la formación jurásica en medio de la traquítica muy estensamente desarrollada. Pero la configuración jenerar del terreno presenta como un plano inclinado que se eleva gradualmente desde la costa hacia los Andes, de manera que la separación de las dos cordilleras es casi borrada o no existe distinción topográfica en ellas (10). No por esto la naturaleza jeológica de la parte litoral deja de ser completamente distinta de la de las cercanías, donde principia a levantarse la formación jurásica fosilífera.

Florida.—Situada al nor-oeste de Chañaral. Bajo (25, 26°), su altitud 1,200 a 1,300 metros. El conjunto de minas descubiertas hasta ahora en este lugar tiene poca extensión; forma como una isla de 2,000 metros de norte a sur i unos 1,000 del naciente al poniente. El terreno es es-

(10) *Vista* del señor Philippi al *Desierto*.

stratificado; las calizas arcillosas parecidas a las de Tres-Puntas i de Chanaucillo; en medio de ellas el señor Fonseca señala una marga verde glauconiosa con materias ferrujinosas. Sus estratas tienen rumbo de norte al sur con un recuesto al naciente; seis de sus vetas corren de norte a sur, apartándose apenas 5' del meridiano magnético; cinco tienen rumbo de 45° a 65° nor-este i otras se dirijen al nor-oeste. La inclinacion de las vetas es variable de 40° a 50°; unas mantean al sur, otras al norte (11).

Se han estraído de las minas de la Florida en los dos primeros trimestres del año 1875, 184,588 quilógramos de minerales de plata, 3.167,457 gramos de plata fina; nueve pertenencias de labor corriente, 198 operarios (termino medio).

Situadas al oeste de la Florida las minas vecinas del Cerro-Negro, ya no son de plata sino de cobre.

Tres-Puntas.—Al sur de la Florida, en la rejion divisoria entre la formacion andina i la de la cordillera litoral, se halla un estenso grupo de depósitos minerales de plata que comprende las minas del Chimbero i de Tres-Puntas; su terreno es estratificado arcilloso-calizo fosilífero jurásico. Se ha publicado en los *Anales de la Universidad de Chile*, año 1855, páj. 112 (12) la descripcion detallada de las rocas que entran en la composicion de este terreno: son unas calizas compactas otras ferrujinosas, que alternan con unos estratos de areniscas; en la parte inferior aparecen rocas porfíricas. Pero del medio del conjunto de esta formacion, de debajo de sus estratos, se levanta una *masa de sollevamiento granítica de diorita* que divide todo el terreno jurasico, atravesado por innumerables vetas i venas metalíferas en dos grupos o asientos de minas, el Chimbero i Tres Puntas.

(11) Fonseca.—*Anales de la Universidad*, 1874, páj. 277.

(12) *Sobre la situacion, orijen i minerales de las minas de plata de Tres-Puntas*, por I. Domeyko.

En aquél se halla la famosa por su riqueza, la Buena Esperanza, la que en los primeros años de su descubrimiento daba mas de 200,000 marcos de plata fina anualmente, en minerales de plata clorurada, de rosicler antimonial, de plata sulfúrea i de polibásita. Pero su mayor riqueza, como la de las mas ricas minas de Caracoles, no parece penetrar a gran profundidad. En el segundo grupo, el de Tres-Puntas, donde se explotan las vetas de Al fin Hallada, la Salvadora i varias otras, sucede lo mismo; la mayor riqueza se limita a la rejion superior de los depósitos metalíferos. Las vetas en jeneral no penetran en la masa diorítica: toda la roca eruptiva, roca de solevantamiento, se halló estéril.

El estado de estas minas en 1875, segun la *Estadística Minera de Copiapó*, ha sido el siguiente:

Del *Chimbero* se ha estraído 14.059,696 quilógramos de mineral, 25.606,671 gramos de plata fina; nueve pertenencias productoras, unos 500 a 600 operarios.

Casi la totalidad del producto de las minas viene de la Buena Esperanza, de la cual se ha estraído, en 1875, mas de 100,000 marcos de plata fina.

Tres-Puntas.—Producto anual (1875) 674,816 quilógramos de mineral, 3.504,922 gramos de plata fina; número de operarios, variable de 125 a 170; siete minas productoras.

Siguiendo el mismo rumbo del norte al sur de la rejion divisoria entre las dos formaciones, llegamos a pocas leguas de distancia del *Chimbero*, al antiguo mineral de plata de *Ladrillos*.

Ladrillos.—Es un lugar mui interesante para el estudio de la jeolojía de los depósitos metalíferos.

Esta montaña, que se halla a poca distancia, al norte del valle de Copiapó, consta en su parte inferior de una roca no estratificada, de solevantamiento, diorítica, perteneciente al sistema de la cordillera de la costa, pero a una altura de 750 metros, sobre el nivel del mar descanza

sobre esta roca, terreno estratificado, formado de mantos bien arreglados, inclinados al oeste, el mismo que el de Tres-Puntas i de Chañarcillo.

En la transición de la masa granítica de abajo a los estratos calizos de arriba, aparecen rocas metamórficas, unas mas o ménos homogéneas, euríticas, que parecen ser modificaciones de la roca diorítica, otras de estructura porfírica, donde principian a distinguirse indicios de divisiones por estratos i las rocas principian a hacer efervescencia con los ácidos.

En este lugar, pues, se hallan en contacto los dos sistemas de formaciones: la de abajo, compuesto de rocas idénticas con las de la cordillera de la costa i la de arriba de terreno jurásico, que desde aquí se estiende hasta las altas rejiones de los Andes.

Al propio tiempo tenemos aquí dos especies de depósitos metalíferos: dos grandes corridas de vetas que desde la cumbre del cerro (1,200 metros de altitud) atraviesan el terreno arcilloso-calizo estratificado (una con rumbo de norte a sur, la otra del sur 47° al este), produjeron en los primeros años de su descubrimiento cantidad considerable de minerales cloro-bromurados de plata i de plata nativa, con criadero espático; pero a poca hondura estas mismas vetas cambiaron de criadero i empezaron a producir plata antimonial, sulfúrea i sulfo-antimonial; en seguida a mayor hondura apareció arsénico. Antes de llegar a la citada altura de 760 metros, se empobrecieron las vetas, principian a producir pirita i en vez del criadero espato-calizo, un criadero de cuarzo i arcilla.

En fin, penetrando en la rejion inferior del cerro, en la masa diorítica, cambian completamente de naturaleza los depósitos metalíferos; de manera que las vetas, en lugar de minerales de plata, propios del terreno estratificado de arriba, no producen en esta rejion sino minerales de cobre i se esplotan por cobre.

Chañarcillo.—Este cerro con sus vecinos, Pajonales i Bandurrias marcan el límite occidental a la formacion arcilloso-caliza jurásica; el mismo terreno baja hasta el pié de Chañarcillo i allí se hunde debajo del terreno de acarreo moderno del llano, llamado la Travesía, en cuyo seno se oculta su contacto con el terreno granítico de la cordillera litoral; mas, en el mismo pueblo Juan Godoy, inmediato al cerro de Chañarcillo, edificado enfrente del de Pajonales, como tambien al pié de este último, salen al sol rocas graníticas i de allí hácia al oeste se extienden estas rocas, con algunas interrupciones, hasta el mar.

El cerro de Chañarcillo todo estratificado, en partes fosilífero, se halla cortado por innumerables vetas i venas, unas metalíferas, otras estériles, que lo atraviesan en diversos sentidos i con variable inclinacion. Entre ellas se distinguen, por su gran riqueza i sus corridas mas largas, mejor arregladas, constantes, dos principales vetas de plata que no han tenido iguales en todo el reino mineral explorado hasta ahora en Chile.

Cuarenta i tantos años de explotacion activa de mas de 150 propiedades de minas en este cerro, no alcanzan todavía a agotar su riqueza. Ya por el año 1862, cuando don Federico Moesta publicó su mapa de Chañarcillo, llegaban las labores de la Constancia a 300 metros de profundidad, desde el afloramiento de la veta la Colorada en su estremidad meridional, i alcanzaban a 600 metros de distancia vertical, contada desde los afloramientos del manto en la cumbre del cerro, cuya altura sobre el nivel del mar es de 1,200 a 1,300 metros.

No entraré en los pormenores de la construccion i de la naturaleza de este cerro i de sus criaderos metálicos; diré solamente para dar una idea jeneral de este asiento de minas, que una de las dos mencionadas vetas principales, la que se halla hasta ahora mas productiva, conocida bajo el nombre de la *Corrida*, de la *Valenciana* o de la *Colorada*,

tiene direccion norte 29° a 30' este; la otra, la de la *Descubridora*, se acerca mas al meridiano, formando con aquella un ángulo agudo; las dos tienden a formar empalme en el cuerpo del cerro hácia el norte; pero ántes de su union, tan codiciada por los mineros, sufren, segun parece, en aquella rejion trastorno, por unas masas terrosas llamadas *chorros*, de rocas descompuestas, que el señor Moesta considera como eruptivas, i a la salida de ellas atribuye la de materias metalíferas.

Estas dos principales corridas de vetas tienen sus ángulos de inclinacion al oeste, algo variables, en partes tienen mas de un metro de potencia, en partes, donde el mineral es mui rico, se angostan; pero en jeneral, sus cajas i salbandas se hallan bien arregladas.

A mas de estas dos corridas cuyas estremidades meridionales no se han reconocido hasta ahora, cortan el cerro i atraviesan el mismo terreno con diversos rumbos, unas, con rumbo correlativo a los de las corridas principales, otras, oblicuamente a estas, varias otras vetas de corridas mas cortas, ménos constantes, pero que se hallaron tambien mui productivas, con minerales de lei subida. Entre otras podria citar las de la Guia de Carvalho, de Reventon Colorado, de las Dolores 1.^a, 2.^a i 3.^a, etc.

Pero lo que se nota de peculiar en la formacion del cerro, es que en su rejion mas elevada, existe un *manto* de terreno calizo de 25 a 30 metros de potencia, subdividido en estratos mas delgados, que corta las cabezas de todas aquellas vetas ricas que acabo de mencionar.

Este manto consta de materias calizas, en parte dolomíticas, margosas o arcillosas, con numerosas hendijas i concavidades, en partes fragmentarias, mui heterojéneas, porosas, en partes compactas. El interior de los huecos e intersticios se halla por lo comun cubierto con brillantes cristalitas de espato calizo, de selenita, a veces de espato pesado o perlado. Pero todo el conjunto de estratos i listones de que consta ese *manto*, se halla atravesado por

infinidad de venas i venillas platosas cloro-bromuradas, en él se hallan las ricas propiedades de minas llamadas: *Manto de Ossa*, *Manto de Cobos*, *Manto de Peralta*, etc. En varios lugares donde descansa este mismo *manto* sobre el cuerpo del cerro que encierra aquellas corridas de la *Descubridora*, de la *Colorada*, etc., se encontraron en estas mismas corridas los ricos beneficios en plata córnea i nativa: allí tambien se hallaron al sol aquellos *bolones* o *bolacos* de mineral de plata macisa, de muchos quintales de peso, compuestos de plata nativa, de plata clorurada i cloro-bromurada.

Es tambien propio de las minas de Chañarcillo que en ninguna parte del mundo que yo sépa, se han hallado hasta ahora masas de plata cloro-bromurada en tanta abundancia, como las que ha producido este cerro, aun en hondura de mas de 200 metros debajo del afloramiento de las vetas. A esta hondura en la *Delirio*, en la *Constancia*, (corrida de la *Colorada*) aparecieron cantidades considerables de ioduro de plata i ioduro mercurial, cuyas muestras se hallaron exhibidas en la Exposicion. Todas estas especies de plata córnea han tenido siempre por asociadas solamente plata metálica, rara vez cristalizada, con mayor frecuencia dendrítica, a veces plata sulfúrea i en menor proporcion rosicler;—mas abajo, en la rejion donde principiaron a escasear esas dos especies, aparecieron plata antimonial, rosicler claro i arsénico;—mas abajo asomaron la polibásita, el rosicler negro i en pequeña proporcion galena. En fin, en algunas minas, en profundidad, algo de galena con blenda i pirita.

No ménos interesante es el criadero de esos minerales. Predominan en ellos en la rejion superior unos polycarbonatos de cal, magnesia, hierro i zinc, en medio de unas arcillas ocráceas amarillas (los pazos) o de arcillas, mas ferrujinosas, rojas (los colorados); pero el compañero mas allegado al cloro-bromuro, aunque escaso, es el adamit (arseniato de zinc) notable por su bello color de amatista.

ta. Solamente a mucha hondura, en la rejion de los minerales sulfurados i arsenicales, aumenta en el criadero la proporcion de sílice i de materias silicatadas. La mas rara, de que solamente una pequeña muestra se halló en la mui rica coleccion de minerales de Chañarcillo, mandada a la Esposicion por el liceo de Copiapó, es la fluorina verde, único ejemplo de que se ha podido constatar la existencia de este mineral en Chile.

Las minas de Chañarcillo han producido en 1875 3.217,808 kilógramos de minerales de plata, 19.773,828 gramos de plata fina; se esplotan todavía 43 pertenencias productoras con unos mil operarios (971, término medio.)

Una larga práctica de los mineros ocupados en la esploracion de estas minas, desde mas de cuarenta años, ha hecho ver que en todo el cerro de Chañarcillo, dividido por estratos, existen estratos (*mantos*) *productivos que enriquecen* la mayor parte de vetas que los atraviesan, i otros, *estériles* (mesas de piedra) en cuyo seno brocean las vetas. Estos últimos son por lo comun mas pobres en carbonato de cal, de rocas mas compactas; pero no se ha hecho hasta ahora en esta materia un estudio mas prolijo i positivo. (13)

Partiendo ahora del pueblo Juan Godoy, situado al pié del cerro de Chañarcillo i siguiendo el camino de norte a sur por el arenoso llano de la Travesia que ocupa un lugar intermedio entre los dos sistemas de cordilleras, divisamos, por el lado del oriente, un cordón de cerros estratificados—calizo—arcillosos, i al occidente grupos de masas granitoides pertenecientes a la cordillera marítima. En aquel cordón jurásico, que no es sino la prolongacion del de Chañarcillo, se hallan las minas de plata de Algar-

(13) Hallanse sobre las minas de Chañarcillo nociones mineralójicas mas estensas en el Tomo IX, 1846, de *Annales des Mines* de Paris, i posteriormente en la Memoria del doctor don Federico Moesta, sobre los minerales cloro-bronceo-iodurados de plata.—Marburg, 1869 (en alemán.)

roboto, cuyos minerales, aunque de poca lei, son de plata córnea.

Mas al sur, a pocas leguas del valle de Huasco, salen de debajo de aquel terreno estratificado calizo, estratos metamórficos porfiricos, i mas al sur, al otro lado de dicho valle, en la prolongacion del mismo cordón, de debajo de estos últimos, asoman rocas de solevantamiento dioríticas.

El lugar mas interesante para el estudio del contacto de esas dos formaciones, en la misma orilla occidental del sistema solevantado calizo por la diorita, es el cerro de Agua-Amarga. El cerro de Agua-Amarga se parece, aun por su aspecto exterior, al de Chañareillo. Su elevacion sobre el nivel del mar es de 1.450 metros i de 300 sobre el fondo de una ancha quebrada que lo separa del cerro granítico de los Camarones. Colocado el viajero en medio de esta quebrada, tiene al oriente los barrancos i rápidas pendientes del terreno estratificado jurásico, todo cortado en diversas direcciones por vetas de plata, i al occidente, masas dioríticas no estratificadas, atravesadas por una gran veta de cobre. Con el terreno de acarreo del fondo de la quebrada queda cubierto el contacto de la diorita con los estratos jurásicos del cerro de Agua-Amarga. La composicion de este terreno es la siguiente. 1.º Los primeros mantos que aparecen al pié de esta montaña, son de rocas mas o menos homogéneas, grises, de materia inatacable por los ácidos (arcillosa), impregnada de carbonato de cal; 2.º Sobre éstas i como a media falda, descansa una capa porfírica, compuesta de una masa gris negruzca i de pequeños cristalitos felspáticos blancos. Viene en seguida una série de calizas compactas mas o menos arcillosas, no magnesianas, cuyo conjunto tiene mas de 100 metros de potencia; 4.º Sobre ellas aparece una segunda capa porfírica de 2 a 3 metros de grueso, parecida a la de abajo, con cristales blancos, delgados, mas largos i menos imperfectos que los de aquélla: pero esta segunda capa por-

firica no cubre sino la parte meridional de la cumbre mas elevada del cerro.

Todo este terreno se ve cortado por mayor número de vetas i cruceros que el de Chañarcillo, pero carece de grandes corridas i las mas corren de sur a norte, otras del este-nor-este al oeste-sur-oeste: casi todas son muy inclinadas i de potencia variable; algunas tienen cerca de 1 metro.

Sus minerales son como los de Chañarcillo; en la rejion superior, cloro-bromurados; en hondura, sulfurados i arsenicales, con plata nativa; pero bajando las vetas en la rejion inferior (4) vecina de la roca de solevantamiento, cambian de naturaleza, de manera que en algunas al pié del cerro hallamos ya mineral cobrizo con hierro espejado i criadero cuarzoso.

A pesar de la gran riqueza que en minerales de plata clorurada i cloro-bromurada se ha estraído de Agua-Amarga en los primeros años de su descubrimiento, se ven actualmente innumerables pertenencias de minas desamparadas i abandonadas en este cerro; de manera que por la multitud de escombros i de muralias que quedan de las antiguas faenas, se presenta de lejos el mineral como una poblacion recién incendiada o por un gran terremoto arruinada. No puede, sin embargo, considerarse este inmenso depósito metalífero como suficientemente explorado. Unos grandes trozos de mineral de plata cloro-bromurada (con lei de 2 a 3 por ciento de metal) recién estraídos de las pocas pertenencias que se explotan hoy en día en Agua-Amarga, trozos que fueron mandados por el departamento de Vallear a la Exposicion Internacional, atestiguan cuál puede ser todavía el porvenir de estas minas, si algun día los mineros vuelven a explorarlas con toda la actividad i empeño que merecen.

La produccion de las minas de Agua-Amarga que se han trabajado en 1875 ascendia este año *mensualmente* (término medio) a 246,836 quilógramos de mineral, 3.148,294

gramos de plata fina i habia 25 minas en beneficio.

Nótese tambien que en toda la formacion del cerro de Agua-Amarga, compuesto de rocas análogas a las de Chañarcillo i cuyos minerales son tambien de la misma naturaleza que de aquel cerro, pocos fósiles se encuentran en la parte mas abundante en criaderos metalíferos, pero que mas al este, en direccion a Tunas, se hallan en el mismo terreno estratos casi enteramente compuestos de fósiles: de allí mandó a la Esposicion un trozo de mas de un quintal de peso don Nicolas Naranjo, de roca caliza, toda llena de conchas, de la época jurásica.

Partiendo de Agua-Amarga no se ha hallado hasta ahora en la prolongacion de la línea que une este cerro con los de Chañarcillo, Ladrillos i Tres-Puntas, ningun depósito metalífero de plata que sea idéntico con aquéllos. Unos ramales de los Andes se destacan hácia el oeste i en esta parte, pasado el paralelo 29° sur, se nota en el mapa de Pissis una formacion mas antigua (permiana, segun Pissis).

Pero a $\frac{1}{2}$ ° grado de latitud mas al sur, vuelve a aparecer el terreno jurásico que desde la alta cordillera de Doña Ana, aunque con interrupciones, baja hácia el mar, tan rico o mas abundante en fósiles que el de Manflas, de Jorquera o de Amolanas en el norte. En este terreno, en una situacion análoga a la de Agua-Amarga, a la latitud de Coquimbo, se hallan el cerro de Arqueros, célebre por sus minas de amalgama nativa, i mas al sur el Rodaito i Los-Algodones, en cuyas vetas se descubrió por la primera vez (en 1843) en Chile ioduro de plata.

Arqueros.—El cerro de Arqueros, único del mundo que ha producido millones de marcos de plata en minerales de amalgama nativa ($\text{Ag}\cdot\text{Hg}$) se halla situado cerca de la línea del contactó de las rocas graníticas con el terreno estratificado de pórfidos abigarrados (quebrada de Santa Gracia). Su elevacion es de 1,465 metros sobre el nivel del mar (Gay); la de la mina de la *Descubridora*

de 1834 metros. Dos grandes vetas como a media legua una de otra, llamadas la *Descubridora* i la del *Cerro Blanco*, cortan el terreno en direcciones sur-este nor-oeste; una tercera, la de *Cuatro Amigos* con el rumbo que poco desvia del este al oeste, hace empalme con la primera. Gran número de otras, de poco beneficio o estériles, atraviesan el cerro. El criadero mas abundante en todas estas vetas es la baritina (cachiporado de los mineros) i casi la única especie mineral metálica que producen hasta ahora es la citada amalgama llamada *arqueria*, acompañada accidentalmente de plata clorurada i de arseniato de cobalto. Unas pocas muestras de polibásita i de stromeyerita se han extraído en hondura de las mismas vetas. Son los Cruceros (la guía del Sol, la guía del Sombrío) que enriquecen la *Descubridora*: i en pocas partes la rejion de mayor riqueza penetra a mas de 60 metros de distancia vertical desde el afloramiento.

No se han reconocido todavía suficientemente en hondura estas vetas, ni se puede dar por agotada su riqueza, como lo comprueban algunas ricas muestras de mineral de plata provenientes de sus últimos alcances, exhibidas en la Exposicion por la Junta del departamento de la Serena.

Rodcilo.—A un par de leguas hácia el sur de Arqueros se hallan estas minas en un terreno estratificado en gran parte calizo i sus vetas producen tambien, como las de Arqueros, plata mercurial, aunque de composicion distinta de la de arqueria (contiene 5.6/10 por ciento de mercurio), pero tambien se ha extraído de ellas cantidad considerable de plata córnea, i sus criaderos constan en gran parte de baritina i de diversas zeolitas (la *chabasia*, la *estilbita*, la *preña*, la *escolesia*.)

Segun los datos que suministra el *Anuario Estadístico*, por el año 1875 se explotaban todavía cinco pertenencias de minas en Arqueros, cuyo producto alcanzaba a 300 qui-

lógramos de plata fina; i las de Rodaito daban 1,000 quílógramos de plata al año.

Algodones.—Hállase todavía en este lugar el terreno estratificado calizo-jurásico, apoyado sobre los pórfidos, conglomerados i areniscas rojas, en el límite occidente de la formación andina. En los afloramientos de sus vetas se encontró mineral de plata iodurada i de cloro-bromuro; pero segun parece, las vetas no se hallan bastante productivas para sostener el trabajo. La mina del Carmen, que ha producido ioduro de plata se halla a 1,309 metros sobre el nivel del mar.

Aquí parece terminar el primer cordón de minas de plata (A), abundante en minerales de plata córnea. En su prolongación al sur, aparecen a trechos, como islas de un terreno análogo, i en ellas algunas minas de plata, en el departamento de Combarbalá (el Parral, San Lorenzo) i otras mas al sur en las provincias de Aconcagua i de Santiago; pero los minerales de plata que producen esas minas son sulfurados, son mas bien minerales de cobre i plomo platosos que minerales de plata, i tanto por la naturaleza de estos minerales como por la de sus criaderos i rocas, pertenecen a la rejion siguiente, rejion andina.

(B) *Rejion oriental andina situada al este de la anterior.*

Esta rejion comprende multitud de depósitos metalíferos de plata, cobre i plomo, pero en ella debemos establecer una subdivision en dos categorías, que se diferencian notablemente por sus caractéres: (a) *los del norte*, en que parece predominar la plata, i son mui comunes los minerales arsenicales, antimoniales i sulfurados, i solamente en una que otra mina predominan el cobre i el plomo (provincia de Atacama i en parte la de Coquimbo); (B) *los del sur*, depósitos metalíferos en que predominan los minerales de cobre i plomo platosos: sus criaderos son

mas cuarzosos que los de aquella categoría; se estiende esta rejion hasta la provincia de Maule.

(a) *Pertenecen a la primera categoría los siguientes depósitos metalíferos del norte* (me limitaré a mencionar los mejor conocidos, indicando las especies minerales que producen):

Pampa-Larga i Punta-Brava.—Han producido cantidades considerables de minerales arsenicales con plata nativa, plata roja, arsénico nativo, rejalgar, caballo blanco platoso, etc.

Los-Bordos i la Rosilla.—Vetas de amalgama nativa de composición diferente de la de arquería, acompañada de plata clorurada i cloro-bromurada i plata nativa.

Cabeza de Vaca.—Con altitud 1,614 metros; su vecino el *Retamo*, en pocos años produjo mayor caudal en *plata nativa ramosa* que talvez ninguna otra mina de Chile. Las tres minas productivas de Cabeza de Vaca dieron en 1875, 158 quilógramos de plata.

Lomas-Bayas.—Es uno de los principales minerales de plata del norte; produce todavía mas de 6,500 quilógramos de plata fina anualmente. Lleva 13 minas productivas i ocupa 350 operarios. Sus depósitos metalíferos que se hallaron abundantes en plata clorurada, acompañada de plata nativa i carbonato de plomo en la rejion superior de las vetas, producen en hondura cantidades enormes de minerales sulfurados, de galenas antimoniales i de otras especies de composición complicada, por lo comun ricas en plata. Pero lo que se ha notado hasta ahora de mas peculiar en estas minas i lo que las hace diferenciarse de las demas minas de plata de la provincia de Atacama, es que los minerales de Lomas-Bayas son auríferos, de lei a veces subida en oro, i que este metal aparece a la vista no solamente en las especies sulfuradas antimoniales, sino tambien en las de plata córnea.

San Antonio del Potrero Grande.—(Su altitud 1,214 metros). Cuatro vetas de mucha corrida cortan el cerro

con direccion nor-este a sur-oeste. Sus minerales constan principalmente de plata nativa, plata bismutal, algo de bismuto nativo, arseniuro i sulfuro de cobre; i sus criaderos son arcillosos.

Carrizo. (Departamento del Huasco).—No conozco minas de Chile que produzcan mayor diversidad de minerales platosos i cobrizos que las de Carrizo. Entre otras especies, citaré: plata antimonial (bi-antimoniuro), antimonio nativo, cobre gris antimonial, *plata gris*, mispiquel platoso; en menor proporcion rosicler claro i oscuro, plata nativa; pero ningun indicio de plata córnea.

Tunas.—En actual beneficio, produce minerales arsenicales de lei bastante subida, rosicler i plata nativa. Estas minas han producido en 1875, 452 quilógramos de plata i últimamente se hizo un gran alcance en una de ellas.

De todas estas minas se hallaron en la Esposicion Internacional de Santiago, colecciones de minerales exhibidos por la junta de mineria de Copiapó i por la de Vallenar. Trozos mui grandes de mineral rico de Tunas fueron tambien mandados por don Nicolas Naranjo, de su mina llamada *Domejko*.

Las minas que a continuacion se espresan, aunque tambien de ellas se estraen minerales platosos, se consideran mas bien como minerales de cobre o de plomo que de plata:

Chico.—Minerales de cobre platoso, sus criaderos son mui diferentes de los anteriores. Estas minas, en el primer cuatrimestre de este año 1876, produjeron 53,730 quilógramos de cobre i 79 quilógramos de plata.

Garin. (Altitud de la *Descubridora*, 2,810 metros).—Galenas platosas; notables por su lei variable, pero a veces mui subida en oro. La produccion en plata de las minas de Garin en 1869, fué de 1,317 quilógramos de plata.

Piquios.—Minas esencialmente de cobre; sus minerales abundantes i por lo comun ricos en cobre; algunos

sulfurosos son tambien platosos. Una hermosa coleccion de estos minerales fué exhibida por el señor Andrada. En los cinco primeros meses de este año, se han estraído de estas minas 1,249,961 quilógramos de mineral de cobre, que contenian 237,783 quilógramos de cobre fino; número de operarios, 380 a 400.

Punta del Cobre.—Es un depósito metalífero que tiene todos los caracteres de las minas mas importantes de cobre de la *rejon litoral* (C), cuyo terreno parece internarse algo al este, en medio de la formacion estratificada jurásica. Sus minerales son de cobre, en gran parte oxijenados, en hondurá, sulfurados (de cobre abigarrado, cobre piritoso), no arjentíferos. En una de las minas vecinas de Nantoco, se descubrió el sub-cloruro de cobre, el *nantoquit*, especie mineral muy interesante por el olor a ozono que exhala cuando está recién sacado de la mina i por la prontitud con que pasa al estado de atacamita. Las minas de la Punta del Cobre produjeron en el año 1875 4,394,017 quilógramos de mineral de cobre, que por su lei (término medio) equivalian a 687,050 quilógramos de cobre fino; número de operarios, variable de 350 a 432, número de minas productoras, 17. (*Estadística Minera*, 1875).

Cerro-Blanco.—Es un grupo de numerosas vetas de cobre gris platoso, de sulfuro de cobre platoso, de galeñas i piritas cobrizas, de minerales de oro, de bismuto sulfurado, de cinabrio, i en mayor abundancia de pirita cobriza, etc. Aquí se observa la misma regla ya mencionada. El cerro en su cumbre lleva un terreno estratificado de pórfidos i brechas porfíricas, i mas abajo, masas mas o menos homogéneas que descansan sobre rocas de solevantamiento no estratificadas.

En las vetas de la rejon superior se hallaron cantidades considerables de cobre gris platoso, i mas abajo galeñas; pero al entrar las mismas vetas en la formacion eruptiva dieron en minerales de cobre de la misma natu-

raleza (cobre piritoso, abigarrado, etc.), que los de la costa, acompañados principalmente de cristal de roca, de hierro espático, i en menor proporción, de bismuto, de oro, i de mercurio. Un ferrocarril de Carrizal a estas minas les da actualmente tanta importancia como la que tienen las mejores minas de plata de la provincia. Por la recién publicada *Estadística Minera* de la provincia de Atacama, se sabe que las minas de Cobre-Blanco han producido en el primer semestre de este año (1876), 3.495,029 quilógramos de mineral de cobre, que equivalían a 621,998 quilógramos de cobre fino, i 99,926 gramos de plata. Operarios 400 a 460.

Pertencen a la misma rejion (B), a la categoría (b) que comprende las minas de las provincias situadas al sur de la de Atacama i de una parte de la de Coquimbo los depósitos metalíferos siguientes:

1.º Las innumerables minas de cobre i plomo platosos que se hallan al este de Arqueros i de Algodones: San Antonio, Machetillo, Chapilco (altitud 997 metros), Porotos, Paiguano, etc., en el departamento de Elqui.

2.º Las de Rapel, San Lorenzo, Parral, Calabozo, i muchas otras de los departamentos de Ovalle, de Combarbalá i de Illapel.

3.º Catemo, Coimas, las innumerables vetas de las cordilleras de La-Dehesa i de Las-Condés; San Lorenzo, San Pedro Nolasco, etc., de las provincias de Aconcagua i de Santiago.

4.º En fin, varias minas que se han explotado i algunas se trabajan actualmente en las cordilleras de la Compañía, de San Fernando i del Teno.

Todos estos depósitos metalíferos tienen por carácter jeneral, que no se hallan en el terreno calizo jurásico (semejante, por ejemplo, al de Chañarcillo, de Agua-Amarga), si nó en la formación que si bien presenta estratificación, por lo comun bien visible i arreglada, consta de rocas en parte esquistosas, en gran parte de pórfidos abigar-

rados i brechas porfíricas i en su mayor parte, como ya he dicho, lleva esta formación carácter de rocas metamórficas: *pertenece al período infralúísico.*

La plata en estos depósitos metalíferos se halla constantemente asociada al cobre i plomo, de manera que sus minerales son *cobres grises*, sulfuros de cobre i plata, arseniuros de cobre, *cobre abigarrado platoso*, galenas platosas i algunas *piritas cobrizas* platosas, acompañadas por blendas i mispíquel; sus criaderos son mas o menos cuarzosos.

Obra de gran trabajo seria i me faltarian datos para ella, entrar en los detalles sobre cada uno de los asientos de minas que acabo de enumerar. Casi de todos ellos fueron exhibidas muestras interesantes de minerales en la seccion de materias primas de la Esposicion, pero, con poca escepcion, casi sin indicacion alguna sobre la jeolojia minera i el estado de minas de donde provenian.

Mè detendré solamente en algunas localidades que mejor conozco, dejando a los jóvenes ingenieros de minas el estudio i la descripcion detallada de esta parte de nuestro reino mineral.

Catemo.—Es uno de los asientos de minas mas importantes de Chile; forma parte de un ramal de los Andes cortado por el valle de Putaendo abajo, de San Felipe. Este ramal se prolonga al oeste, hasta la cuesta del Melon i remata en la costa granítica de Catapilco. En las cimas del cerro de Catemo, por el lado de San Felipe, tenemos un terreno estratificado esquistoso i en las vetas que lo atraviezan se hallaron minerales ricos en plata, sulfuros dobles de plata i cobre de 10 a 14 por ciento de plata i galenas platosas (San José, la Fortuna, etc.). En la rejion superior del mismo macizo, hallamos mantos mui interesantes, pertenecientes probablemente a la misma formación, impregnada de materias metálicas cobrizas i plomizas, con indicios de plata, que se explotan a cielo abierto i encierran en su seno troncos de madera fósil silicea-

dos, metalíferos. En uno de los mantos del mismo cerro, se encuentra un depósito muy importante de manganeso pirocusia (manto Lilén). En el mismo terreno estratificado al otro lado del valle de Aconcagua se esplotan también vetas con minerales de plata nativa.

Pero con escepcion de aquella rejion superior del cerro de Catemo, que conserva el carácter de la formacion *infraalúvica* bien visible, se borran mas i mas las divisiones por estratas en la rejion inferior del mismo cerro, las rocas toman en partes estructura porfírica, las vetas producen cantidad considerable de minerales de cobre piritoso, pero no arjentífero i al pié del macizo asoman rocas de contextura granítica eruptivas.

En igual situacion jeológica se hallan los *minerales* siguientes:

La de plata: *Tibajes*.—(Los Andes, que han producido 805 quilógramos de plata en 1875).

Yeguas Heladas.—(San Felipe) produjeron (en 1875), 1,000 quilógramos de plata.

De cobre: *Las-Coimas*.—(Putendo), produccion anual 520,000 quilógramos de cobre..

Las Tazas.—(Petorca) dieron (en 1875) 172,000 quilógramos de cobre; i algunas otras del departamento de la Ligua como *Nipa*, etc.

Cordillera de La-Dehesa i de Las-Condés.—Estas cordilleras son muy abundantes en depósitos metalíferos. Sus vetas, que son de cobre i plomo platosos, atraviesan por lo comun rocas metamórficas, porfíricas, estratificadas, pórfidos i brechas porfíricas, que alternan en partes con mantos de arenisca de diversos colores. En este estenso grupo de formacion *infraalúvica* se hallan las antiguas minas de plomo platoso de San Francisco i las que actualmente producen masas inmensas de minerales de cobre en Los-Broncos. A este mismo terreno pertenecen las antiguas minas de La-Dehesa, donde hace años apareció en una altitud de 1800 metros, un beneficio conside-

rable de plata metálica en La-Loma; otras, no menos importantes, explotadas desde muchos años, por el doctor Segneth, entre las cuales, la veta de Las Arañas ha producido minerales de plata nativa i clorurada, con diversos criaderos cobrizos. En fin, gran número de vetas de plomo i cobre platosos, se conocen actualmente en la rejion alta de Las-Condés, en cuya esploracion empeña sus capitales la nueva Compañía anglo-chilena.

Cordillera de San José i minas de San Lorenzo.—En los altos de esta cordillera existe un terreno arcilloso algo calizo, fosilífero, idéntico al que aparece en la línea divisoria de los Andes, en Piuquenes i mas al sur en el valle del Yeso. Pero, segun parece, los numerosos depósitos metalíferos se hallan en la rejion inferior a aquel terreno. Entre ellos, merece sobre todo atencion el de San Lorenzo, de cuyas vetas se han estraído en tiempos pasados, caudal mui considerable de súlfuros dobles de cobre i plata (especies parecidas a las de la mina *San José* en *Catemo* i de la *Palmita*, en San Pedro Nolasco) que contenian 10 a 29 por ciento de plata. Las rocas que atraviesan las vetas de San Lorenzo son porfiricas, estratificadas; en esta roca, en la parte mas allegada a la veta, se halla diseminado en mui pequeñas partículas el mismo súlfuro de cobre i plata que ha producido la veta.

San Pedro Nolasco.—Este es el mineral de plata que a fines del siglo pasado era de mas fama en Chile i de cuyas minas sacaba en aquel tiempo el rei, mayor entrada en quintos. Trabajado con gran empeño por centenares de mineros, que por la mucha altura a que se elevan las vetas de San Pedro Nolasco, tuvieron que invernar en las minas debajo de las nieves, decayó este mineral paulatinamente, a medida que los ricos descubrimientos de Arqueros, de Agua-Amarga, de Chañarcillo, principiaron a llamar los capitales i la actividad de los empresarios hácia el norte. Todavía dos o tres pertenencias de minas estaban en labor corriente i con buen beneficio en 1842, cuan-

do por la primera vez visité San Pedro Nolasco; las demás se hallaban desamparadas i abandonadas; no habia quién se atreviera a restaurar las antiguas labores, aterradas e inundadas de agua. Inútiles fueron i costosas las tentativas de varios empresarios, entre otros del tan afecto a las minas, ilustre doctor Sazie, que por medio de un gran socavon, trataba de habilitar la parte mas interesante del mineral. Solamente en estos últimos años, a fuerza de grandes sacrificios i de trabajos dirigidos con paciencia e intelijencia, logró el señor Lapostol, restablecer una gran parte de las minas de San Pedro Nolasco i de algunas vecinas de este asiento mineral i sacar utilidad de ellas. Debe su acierto en gran parte el hábil empresario, a su constancia i a sus dos establecimientos de fundición, situado uno en los Maitenes (San José) i el otro en el Peumo (hacienda de Tollo), en los cuales beneficia los minerales de sus minas, ya con leña, produciendo cobre en barra, ya con carbon, sacando ejes de plata i cobre.

Grandes trozos de minerales de San Pedro Nolasco i de otras minas del departamento de San José, como tambien barras de ejes i de cobre que provenian de los mencionados establecimientos, fueron exhibidos por el señor Lapostol, acompañados de noticias sobre las minas de que provenian. La mayor parte de las muestras de minerales eran de cobre abigarrado platoso i de diversas galenas arjentíferas. Algunas de estas últimas, por su aspecto, por los caractéres exteriores del mineral i de sus criaderos, parecian idénticas a varios trozos de minerales de la Cierra-Nevada, tan célebres por sus riquezas, mandados a la Esposicion de California.

El cerro de San Pedro Nolasco con sus minas hoi dia productivas, se eleva a la enorme altitud de 3,339 metros, terminando en su cumbre por una especie de meseta; se halla cortado por gran número de vetas, entre las cuales se distinguen principalmente dos grandes corridas de ve-

tas con rumbo norte 75° a 78° este, a sur 75° a 78° oeste.

Una de ellas, con afloramientos, en mas de un quilómetro visibles, la que lleva el nombre de San Pedro Nolasco, es sin duda, una como se suele decir entre los mineros, verdadera *veta real*, una de las mejor arregladas que conzco en Chile: su potencia en partes pasa de 2 a 3 metros de salbanda a salbanda; mantea con inclinacion algo variable hácia el norte. Sus minerales en la rejion mas elevada, donde se hallan las antiguas pertenencias la Palma i la Palmita, eran de sulfuros de cobre i de plata, cuyo *comun* daba al ensaye (en 1843-48) 50 a 100 marcos de plata por cajon (es decir 0.004 a 0,009 de Ag.) asociados a las galenas, cuyo contenido de plata no pasa de 0,001 a 0.002 i a las blendas por lo comun estériles.

De la segunda corrida, la de San Simon, se estraían con abundancia galenas antimoniales, algunas terrosas i contenian 0.003 a 0,004 de plata.

Los criaderos de los minerales de San Pedro Nolasco son por lo comun cuarzosos, arcillosos, pero no carecen, particularmente, en los afloramientos de las vetas, de materias espáticas, de espato calizo, espato perlado i de baritina. Según los datos que afirma el *Anuario Estadístico* para el año 1874-75, se esplotan actualmente en San Pedro Nolasco 37 labores en beneficio, con 81 operarios, i han producido en un año 1.095,490 quilógramos de mineral de plata cobriza de 10 a 25 marcos de plata por cajon i de unos 10 a 13 por ciento de cobre (producto líquido 269 quilógramos de plata fina.)

En atencion a la importancia que han adquirido estas minas renacidas de su abandono, me parece merecido que se añada la siguiente corta noticia que el señor Lapostol me ha suministrado sobre sus minas que se hallan *en actual trabajo*.

“Las minas *Famatina* i *Cristo-Viejo*, están reunidas i trabajadas esclusivamente por Lapostol, desde el año 1867. Son de *plata, cobre* i *plomo*.

El socavon del *Encañado* está a 265 metros mas abajo que el de *Famatina*, puesto en una de las vetas i da metal de mejor lei de plata i cobre i menos plomo que arriba.

La mina *Los Rozales de los españoles*, está a 600 metros mas abajo que el socavon del *Encañado* i situada a la conclusion de este. La mina está llena de agua i desde un año se trabaja un socavon debajo de los planes; como a 120 metros el metal es mejor que el de *Famatina*.

El *Socavon principal*, a 200 metros mas abajo del anterior está puesto en medio de las tres vetas reunidas en un reventon poderoso.

Estas tres minas, con sus diferentes socavones, tienen una corrida de 1,500 metros, a lo menos, sin interrupcion i toman por abajo las tres vetas conocidas, desde tiempo de los españoles, en el cerro de San Pedro Nelasco, la 1.^a es la *Palma*, la 2.^a la *Encañada* i la 3.^a la *Famatina*.

En la *Palma* se trabajaron dos vetas i una guía, una de ellas con plata blanca.

La mina *Cristo-Viejo* que se encuentra en la cumbre del cerro, en este punto dió en la *veta del norte* metales de 10 a 12 marcos por cajon, 6 a 8 por ciento de cobre i 40 de plomo, está bastante trabajada i con irregularidad.

La mina *Famatina*, que sigue sin interrupcion la pendiente, es mina nueva, bien trabajada, por frontones i piques; los puentes tienen de 8 a 9 metros de grueso i todos vírjenes.

El fronton 4, el mas avanzado, ha corrido 153 metros en beneficio i sigue con 20 metros en broco para contraer un mato de piedra i alcanzar en la veta de la *Carlota*, que se encuentra del otro lado del manto.

El fronton 10 es el socavon de *Famatina*, tiene como 70 metros i mejora el metal del fronton 1.^o al 10, hai un grueso de cerro recorrido de 115 a 120 metros verticales.

Estas dos minas han sido trabajadas por un *cañon aviador*, puesto en la veta a 3 o 4 metros de la superficie, de modo de poder destilar o sacar el agua, con una cortada por afuera.

Todos los frontones están en la veta en beneficio como el *cañon aviador mismo*; ahora i en los inviernos próximos, se podrá trabajar en todas partes de la mina i producirá el triple que antes."

Minas de cobre del Volcan.—Antes de pasar a la tercera rejion de las minas, rejion Liberal (C), voi a añadir

unas pocas palabras sobre el asiento de minas, llamado Mineral de San Francisco del Volcan, situado todavía en la segunda rejion, en medio de los terrenos i depósitos metalíferos pertenecientes a la formacion andina, pero el *mineral* presenta todos los caracteres propios del terreno i de los productos minerales de la rejion litoral. Ha señalado esta anomalía i ha explicado, don Luis Zegers en la citada memoria presentada a la Esposicion, tratando de la confluencia del rio del Volcan con el Maipo i la del Yeso con este último. En este lugar dos *porfidos estratificados*, dice el autor, desde San Gabriel han sido solevantados por una masa diorítica que alcanza hasta la base de San Pedro Nolaseo i se estiende, formando como un semi-círculo, siempre al norte del Maipo, ocupando la confluencia de este rio en un vestension de mas de 10 quilómetros. «En San Francisco del Volcan los minerales de cobre explotado son semejantes a los que se estraen en Chile de las minas de la cordillera de la Costa: cobre piritoso, abigarrado, oxidado, hierro olijisto sin vestijios de plata ni plomo, ni arsénico, ni antimonio.» Entretanto, las minas *Copacabana*, el *Cristo* en San Pedro Nolaseo, ubicadas cerca de los terrenos graníticos (pero ya en el terreno estratificado porfirico de formacion andina) producen, como las otras de ese cerro, minerales arjentíferos de una composicion semejante, pero en ellos empieza a aparecer el cobre abigarrado de buena lei de plata i las galenas (14). En la veta de la mencionada mina *Copacabana* se halló, hace años, una masa bastante considerable de plata metálica pura, semejante a la que fué estraída (en 1846-47) de la *Leona*, en un terreno igual porfirico en la cordillera de la Dehesa.

Las minas del Volcan han producido en 1875 mas de

(14) *Noticia acerca de las cordilleras de los Andes*, por Luis E. Zegers.—Santiago, 1873
páj. 13 i 14.

3.000,000 de quilógramos de mineral de cobre, de una lei de 7 a 15 por ciento de cobre i ocuparon en sus labores unos 260 operarios, término medio, al dia (*Anuario Estadístico*).

Esta aparición de las vetas de cobre idénticas a las de la formación costeña, en una masa no estratificada plutónica, en medio del terreno sollevantado porfirico estratificado platoso, es un hecho jeolójico que en varias otras partes de los Andes de Chile se observa, en los parajes abundantes en depósitos metalíferos, donde la roca de sollevantamiento, de estructura cristalina granítica, rompe el terreno *infraclásico* i sale a luz con todos los caractéres jeólogo-petrográficos de las masas mas desarrolladas en la rejion litoral de Chile.

Para poner mas en claro la diferencia entre los depósitos metalíferos pertenecientes a estas dos distintas formaciones, no tendré mas que poner en parangon, en el siguiente cuadro, los principales caractéres de las vetas de San Pedro Nolasco al lado de las de San Francisco del Volcan:

	San Pedro Nolasco.	San Francisco del Volcan.
TERRENO.	Porfirico estratificado.	Masa granítica, diorítica no estratificada.
DIRECCION.	N. 75°-SO. E.	N. 75° E.
MINERALES.	Cobre sulfúreo platoso, cobre gris platoso, arsenical i antimonial, blenda, galena platosa; casualmente plata nativa.	Oxidulo i óxido de cobre, algo de silicato i carbonato, pirita cobriza, cobre nativo, hierro olijisto hojoso (no platosos.)
CRIADEBOS. (gangues)	Espato perlado. barietina, espato calizo, cuarzo.	Cuarzo, arcillas, ocráceas, etc.

Me permitiré tambien citar una nota con que el señor Lapostol acompañó un surtido de minerales mandados a la Esposicion, de sus minas *San Simon* i *San Guillermo*, situadas en el terreno de San Francisco del Volcan. Añadiré solamente que, mencionada en esta nota la cuarta veta, la que produce minerales arsenicales de cobalto, se halla casi en el límite jeolójico entre las dos formaciones.

“Las minas *San Simon* i *San Guillermo* están reunidas i trabajadas por Lapostol, desde el año 1858.

Están con tres vetas que se juntan muchas veces i cuando cruzan algun manto, hacen caserones de metales de 200 a 300 cajones. Una veta es de bronce anaranjado, la del medio es de metal de color i la 3.ª, de bronce flujos amarillos.

La mina *San Simon* está mui trabajada, tiene tres socabones principales, el mas largo, de 700 metros horizontales, está en alcance; este socavon promete una explotacion mas grande en el punto citado, después de unos trabajos preparatorios.

El socavon 2.º mide cerca de 600 metros horizontales. Sus planes a 60 metros verticales, dieron metales bronce i cúrtis negros de lei mui subida. En este socavon, es decir, mas abajo i en direccion del socavon 3.º, se hace un laboreo considerable i que llegará, segun parece, en beneficio hasta el mismo terreno. Este 3.º, no tiene mas que cerca de 200 metros horizontales i todavia no entra en beneficio.

Del 2.º socavon al 3.º, hai 115 metros verticales, es decir, de grueso de cerro; del socavon 2.º al 1.º hai 72 metros verticales, del 1.º a las primitivas chimeneas, hai 86 metros verticales i de éstas i del socavon del Jigante a las chimeneas altas de *San Guillermo*, hai como 80 metros verticales.

Faltan como 50 metros en los planes del 2.º, para comunicar al 3.º i tener a esta época de 450 a 500 metros verticales entre las dos minas, *San Simon* i *San Guillermo*.

Hai una cuarta veta en estas minas, i es de cobalto i níquel, que se junta a veces con las otras i trae bastante metal, pero en este caso, mezclado con cobre.

San Simon tiene en actual trabajo 122 hombres con sus empleados; la mina está produciendo como 300 quintales de metal al dia; tiene metales en todas sus labores i promete mas en el porve-

nir. Sus metales están muy fusibles, la ley común es de 18 por ciento.

La mina no tiene agua, o muy poca. *San Simon* i *San Guillermo* ocupan sin interrupción, todo el cerro llamado *San Simon*, situado en la hacienda del *Volcan*, a un lado del río de *Maipo*."

Por incompleto que sea el bosquejo de minas que acabo de recorrer en esta *segunda región de depósitos metalíferos* que se explotan en las altas serranías de los Andes, me quedaria todavía por mencionar los ricos veneros metálicos, pertenecientes a la misma formación de las cordilleras de la *Compañía*, de las de *San Fernando*, i en fin, de los del *Teno* (departamento de *Curicó* que actualmente despiertan la actividad de los mineros.)

En las de la *Compañía*, el *Teniente*, *La-Placeta* i *Los-Puquios*, se reconoce el mismo criadero de *San Pedro Nolasco*, con cobre sulfúreo platoso, galena platosa i venas de arseniuro de cobre; en las de *San Fernando*, cajón de *Las-Damas*, minerales de cobre; en las del *Teno*, las mismas galenas con cobre sulfúreo, arseniuro de cobre i blenda, i lo que hai de mas notable, es que aún la piritá cobrizá, la que en el norte se halla por lo común sin indicio de plata, sacada de las de algunas vetas del *Teno*, suele aparecer con dos a tres milésimos de plata.

El terreno fosilífero-jurásico-calizo, no aparece en aquellas cordilleras, sino cerca de la línea divisoria de los Andes o bien al otro lado de ellos; sobre sus pendientes occidentales.

(C).—*Región occidental de la costa.*

Esta región, situada al poniente de la línea que pasa por los ricos asientos de minas de plata de *Caracoles*, *Florida*, *Tres-Puntas*, *Chañarcillo*, *Agua-Amarga*, etc., abunda en mejores veneros de minerales de cobre puro, no platosos, pero muy amenudo auríferos.

En la costa del desierto de *Atacama* se conocen i se explotan minas de cobre que tienen gran fama en el comer-

cio, por la pureza i abundancia de sus minerales. Entre los mejores asientos conocidos de minas en aquella faja litoral del territorio chileno, debo citar, principiando por el norte, el Cobre, Paposo, Taltal i las minas de Chañaral, apartadas algo mas de la costa que las anteriores. Las de Paposo han producido enormes cantidades de sub-sulfato de cobre (brochantit) de diversos colores, sin el menor indicio de antimonio i arsénico; i las de Taltal se hallaron mui ricas en atacamita. De estas últimas se esportaron varios cargamentos de un mineral oxijenado fibroso, único en su especie, compuesto de turmalina penetrada unas veces de óxido negro de cobre, (Cu, O) otras veces de sub-óxido Cu, O i a veces de sulfuro.

Chañaral.—El mas inmediato al puerto de Chañaral, es el mineral de cobre de Las-Animas; vienen en seguida el Carrizarillo, el Salado, Pueblo-Hundido i Caballo-Muerto: minas mui abundantes en minerales de cobre de toda especie. Segun la *Estadística Minera de Copiapó*, correspondiente a los años 1869-1873, páj. 167, las minas pertenecientes a la subdelegacion del Salado produjeron en 1869, en el primer semestre del año 3.217,843 quilógramos de mineral que equivalian por su lei a 521,773 quilógramos de cobre fino i hubo en aquel tiempo 37 pertenencias de minas en beneficio, con 364 operarios (término medio).

Se sabe que se esportaron en 1875 por el puerto de Taltal.....	448,626	quilógramos de mineral de cobre.
Por Paposo.....	5.586,588	quilógramos de mineral de cobre.
Por Chañaral.....	1.935,375	quilógramos de mineral de cobre i
	2.683,104	quilógramos de cobre en Barra (<i>Estadística Minera de Atacama</i> , año 1875, páj. 8).

Grandes trozos de minerales de todas esas minas del

desierto de Atacama, algunos de mas de un quintal de peso, llamaron la atencion de los mineralojistas en la Exposicion de Paris en 1867; pero faltaron casi completamente los productos de las mismas minas en nuestra Exposicion de Santiago.

Mas al sur, en la misma provincia de Atacama, se esplotan diversas minas de cobre pertenecientes a la misma rejion litoral; entre otras el rico mineral de Ojaneos, cercano a *la línea del contacto* de las dos formaciones, i cuya produccion anual en 1875 fué de 3.918,934 quilógramos de mineral (770,581 quilógramos de cobre).

Pero se suele considerar como mas poderoso en minas de cobre de toda la República de Chile, el departamento de Freirina. Allí se hallan los asientos principales de minas de Carrizal i de San Juan.

Carrizal.—Situado a unas seis leguas del puerto Carrizal Bajo (latitud 28°) el cerro de Carrizal, se ve como estirado en la direccion de sur a norte i algo separado por cortaduras de los cerros vecinos. Consta principalmente de masas no estratificadas dioríticas. Segun la opinion del ingeniero don Tomas Towan, autor del plano del mineral de Carrizal levantado en 1866, el *panizo* del cerro consta de dos clases de granito, uno ferrujinoso, atravesado por cruceros mas compactos; el otro, mas feldspático que se descompone mas fácilmente al sur, atravesado por cruceros de un verde azulejo i que se considera como «granito de provecho» es decir, en cuyo seno las vetas adquieren mayor riqueza.

Cuatro grandes vetas (a mas de otras dos menos importantes) cortan el cerro en direccion de nor-este a sur-oeste (norte 36° al este) con inclinacion al nor-oeste.

Una de las principales en que se hallan las mas ricas pertenencias, la *Mondaca*, la *Bezanilla*, tiene mas de 3½ quilómetros de corrida i término medio como 1 metro de potencia, anchándose en hondura de tal manera, que en partes lleva como 10 metros de caja a caja, de piritas cobri-

za cuarzosa. Se sabe que de los afloramientos i de la rejion superior de las vetas se han estraído cantidades inmensas de cobre sulfúreo i abigarrado. Mas abajo apareció en todas las vetas la piritá cobriza que constituye actualmente la riqueza principal del cerro: de ella se han estraído en 1866 mas de 1.500,000 quintales de mineral que tenia, término medio, 13 a 14 por ciento de cobre. El criadero en todas las vetas es cuarzoso, en partes arcilloso, con anfíbola fibrosa (asbesto) i accidentalmente con pegaduras de sulfuro de molibdeno.

La produccion de estas minas en 1875 ascendió a 59.290,000 quilógramos de mineral de cobre que equivalian a 7.042,840 quilógramos de cobre fino; número de operarios 1,637; 61 minas, 7 máquinas de vapor, etc. (*Estadística Minera de la provincia de Atacama*, correspondiente al año de 1875, páj. 175).

San Juan.—El mas estenso i talvez el mas antiguo de todos los asentos de minas de cobre en Chile es el mineral de San Juan, situado en los paralelos de las minas de Agua-Amarga i Tunas, a unas 15 leguas al sur del valle de Huasco.

El espacio que ocupan las minas de San Juan i sus vecinas *Pan de Azúcar*, *Quebradita*, es inmenso i toda la serranía es de rocas graníticas dioríticas que pasan a otras mas homojéneas, mas compactas, euríticas, en todo semejantes a las de Carrizal. Se ve en ellas gran número de vetas reconocidas; las mas, poco desvian del meridiano magnético.

Una de las vetas de mas fama i sus minas mas antiguas, es la *Quebradita*, tiene 40 a 45° de manteo con el horizonte i mas de un metro de potencia. Dos vetas productivas la acompañan, uniéndose de trecho con trecho con ella i aumentando el beneficio. A juzgar por los inmensos rajos i concavidades que dejó el antiguo laboreo en la rejion superior de la veta, del tiempo en que no se conocia el beneficio de minerales sulfurados, debe haber

producido esta veta en minerales oxijenados mayor cantidad, que talvez ninguna otra de Chile; la parte que se explota actualmente, a unos 100 metros mas abajo, es toda de minerales piritosos i la veta se ancha en partes hasta tomar 3 metros de potencia, con mineral idéntico al de Carrizal, de 12 a 13 por ciento de cobre, cuya lei sube en partes hasta 23 por ciento.

A medio quilómetro solamente mas al norte se halla otra mina de las principales del asiento, la *Rosario*, inagotable en su riqueza.

En ella, como en las demas, se observa la misma regla, propia de los depósitos metalíferos de cobre en Chile, es decir, en toda la parte superior de las vetas, no se hallaron sino minerales oxijenados, la malaquita, los óxidos rojo i negro, los silicatados; debajo de éstos principian masas oxisulfuradas, es decir, mezclas de los anteriores con cobre sulfúreo (negrillo). Suele seguir a estos últimos un *primer broceo*, materias arcillosas, ferrujinosas (a veces con hojillas metálicas de cobre nativo), mas abajo viene la rejion de las piritas cobrizas.

Mui largo seria citar las innumerables pertenencias de otras minas valiosas de este departamento, unas desamparadas, otras en actividad, como *Las-Arenillas*, el *Espejado*, abundantes en criaderos ferrujinosos de hierro, (óxido), las del cerro de la Gloria i otras mas distantes, las del Labral.

Importa, sin embargo, señalar un hecho que debe todavía realzar mas la importancia de estas minas, i es un depósito mui considerable de minerales de cobalto en la mina llamada *Mina-Blanca*. En la época actual, en que las minas de cobalto del otro hemisferio se hallan casi todas agotadas, puede suministrar la citada mina, minerales de cobalto a todos los establecimientos industriales que los necesitan; constan los minerales de *Mina-Blanca* de cobalto gris, acompañado de masas arcillosas, penetradas de arseniato de cobalto rosado i de cobalto negro (óxido)

A mas de aquella gran pirámide de 3 a 4 metros de altura de la Esposicion, construida de enormes trozos de minerales de cobalto de la mencionada mina, se veian exhibidas numerosas muestras de diversas especies de los productos de la misma mina, en la coleccion mineralógica de don Ricardo Huidobro.

La produccion anual de todo ese grupo de mineral de cobre del departamento de Freirina ha sido en 1875 el siguiente:

San Juan: 2.878,628 quilógramos de mineral, que contenian 547,449 quilógramos de cobre, 95 labores, 234 operarios.

Pan de Azucar: 972,000 quilógramos de mineral, que por su lei (término medio) tenia 147,060 quilógramos de cobre.

Quebradita: 7.557,807 quilógramos de mineral (145,066 quilógramos de cobre), 137 labores, 518 operarios.

Cardones: 258,090 quilógramos de mineral, (33,048 quilógramos de cobre).—(*Estadística Minera de la provincia de Atacama*, correspondiente al año 1875, páj. 184).

El Morado.—En la misma zona de la formacion granítica, si nos apartamos de la costa, encontramos mas al sur las minas de cobre del Morado. Aparecen en esta parte rocas graníticas esquistosas, gneis, i micaesquita, las que Pissis comprende bajo la denominacion de *esquita cristalina*, rocas parecidas a las que en mayor abundancia se desarrollan en las provincias meridionales de Chile.

La-Higuera.—Poco al sur del valle seco de los Loros, entramos de lleno en la formacion litoral granítica del departamento de Coquimbo, en la cual, a poca distancia del puerto de Totoralillo (29° 30') se halla el asiento mineral de la Higuera, que es en todos sus caractéres, análogo a los de San Juan i Carrizal. Su altitud es de 541 a 540 metros.

Sus vetas bajan de manifiesto sobre los declives occi-

dentales de un cordón de masas dioríticas, separadas del cordón litoral, por un valle de *erosion* paralelo a la costa.

Los afloramientos de esas rocas se elevan cuando mas a 800 metros sobre el nivel del mar i bajan algunos a 550 metros. Los cerros son altos en esta parte de la cordillera Marítima, pasan de 1,000 metros de altitud.

Entre la multitud de vetas, venas i cruceros que atraviesan el cerro, se distinguen cuatro principalmente por la abundancia de minerales que han producido. En ellas se hallan las minas que en todo tiempo se encontrara mas productivas, como *El-Bronce*, *Las-Casas*, el *Ajisito*, el *Tránsito*, etc.

La roca mas allegada a las vetas i la de las *cajas* es una diorita de grano puro, cuya anfíbola es verdosa, verdinegra i aún negra. Mezclándose mas i mas íntimamente los elementos que constituyen esta roca, dan orijen a rocas adelójenas mas homogéneas (*grünsteins*) o masas euríticas i a pórfidos verdosos; pero el terreno es macizo sin indicio de divisiones por estratas. Los criaderos de las vetas son arcillosos, algunos de verdadera caolina blanca, otros verdosos o ferrujinosos; las especies estériles mas allegadas a las de cobre son: el hierro olijisto espejado i micáceo, hierro magnético, octaédrico, i la pirita magnética, hierro pardo i cristal de roca, anfíbola tremolana, asbeslo de diversos colores, i casualmente, la turmalina. El mineral productivo consta casi en su totalidad de pirita cobriza, mui variable en su aspecto i lei; casi toda la rejion superior oxijenada de minerales de cobre se halla agotada i las inmensas cantidades de productos que actualmente se estraen, se benefician o se esportan de estas minas, mui valiosas por su pureza, constan de cobre piritoso. La mas completa coleccion de todas las variedades de estos minerales de la Higuera i de sus criaderos se halló en la Esposicion Internacional, exhibida por la junta directiva de la Serena.

Segun los datos que acaba de publicar el *Anuario Es-*

estadístico de la Republica para el año 1875, las minas de la Higuera han producido en todo el año pasado mas de 21.000,000 de *quilógramos de mineral de cobre*, cuya lei mui variable, por lo comun de 12 a 15 por ciento de cobre, alcanzaba hasta 20 por ciento: de manera, que se avalúa en 3.405,965 quilógramos de cobre fino el producto líquido de la Higuera del citado año. Se explotaban 33 pertenencias de minas productoras i en todo el mineral trabajaban mas de 1,000 operarios.

Brillador (altitud 703 metros.)—Mas al sur, a la misma distancia del mar, pero ya en los cerros graníticos de las inmediaciones a la Serena, se hallan las minas de Brillador, cuyos enormes desmontes se divisan a tres leguas de distancia de la plaza de la misma ciudad.

Es mui variado el aspecto, i no menos variada la composicion de las rocas plutónicas que constituyen el cerro de Brillador. Por el lado del mar, la roca es aurítica gris verdosa, en partes toda feldspática, casi homojénea, de grano cristalino, mui menudo; en partes aparece en ella anfibola: por el lado del sur tenemos un pórfido verdoso, que insensiblemente pasa de *roca verde*, a diorita, i presenta modificaciones difíciles de definir.

Lo que hai de notable en estas minas es que la veta principal que corre del este al oeste (cambian de este nor-este a oeste sur-oeste) mui ancha i casi vertical, con lijero recuesto hácia el sur, es casi estéril i toda su riqueza corresponde a unos tres grandes cruceros (guia Pizarro, guia del Medio i guia de Hernandez), cuyos afloramientos bajan desde la cima del cerro i de cuyas intersecciones con la veta principal se han estraído millones de quintales de mineral de cobre, completamente libre de toda materia antimonial, arsenical o plomiza. A su pureza debe su buena calidad el cobre que se ha estraído de ellos i que se estraee actualmente. Mas de 8.000,000 de

quilógramos de minerales de cobre de una lei variable de 6 a 11 por ciento de cobre se han estraído en el año de 1875 de estas minas, i se han empleado en ellas como 200 operarios en todo el año (*Anuario Estadístico*, 1876).

Tambillos.—Al proseguir la escursion por las minas de la zona litoral mas al sur, no me detendré en las de Tambillos, i de *Mimillas* o del *Buitre*, cuyas vetas corren en la misma direccion nor-este sur-oeste que la mayor parte de las de cobre de esta zona i que producen a mas de cobre, minerales de cobalto, parecidos a los de *Veta-Blanca*. A cada paso hallamos todavia en este camino numerosas vetas i minas, unas desamparadas, otras en actividad, hasta Panulcillo, que es todavia otro asiento de minas de cobre, uno de los mas productivos de la provincia.

Panulcillo.—Un inmenso trozo de piritita cobriza, casi pura, de mas de un quintal métrico de peso, fué traído de esta mina a la Esposicion. Este es el mineral mas comun de Panulcillo, pero la veta tiene algo de peculiar en su composicion, aunque atraviesa las mismas masas plutónicas que las demas de cobre de la parte litoral de Chile. El afloramiento de la veta asoma primero en la cima de una cuesta, con rumbo determinado de sur a norte i en su reventon lleva mucho granate grosalario, espato caízo, hierro pardo i algo de malaquita. De allí baja por la quebrada, *en hilo* mas i mas desarreglado. Antes de llegar al fondo de la quebrada, desaparecen las especies oxijenadas, se ancha i se llena la veta de mineral piritoso, transformándose en una masa irregular, parecida a un *rebosadero* (stockwerk). Allí, como en la *Mondaca* del Carrizal, aparecieron masas de piritita mui anchas, pero con criaderos algo diferentes del de las vetas de Carrizal i de la Higuera, pues el de Panulcillo en gran parte, es casi todo de granate, mui fasible por sí solo, sin necesidad de fundiente, con una lei de 5 a 6 por ciento de cobre. Otra circunstancia digna de notarse, es que en medio de ese inmenso *rebosadero* de mineral piritoso con grana-

te de poca lei en cobre, se encontró (por los años de 1840 i 41) pirita mas rica, que pasa a cobre abigarrado i un gran núcleo irregular de mineral oxi-sulfurado de cobre, casi puro (que dió mas de 6,000 quintales de cobre) i de color gris de acero, rodeado por todas partes de pirita, de selenita i de hermosa mica verde cristalizada en prismas anchos de seis caras, o de hojas mas delgadas hexágonas. Entre las hojas de esta mica, se ve interpuesta materia piritosa, por cuya descomposicion al aire, se descompone tambien la mica i se reduce a polvo.

En fin, otra particularidad de esta veta, que sin duda ha tomado en hondura el carácter de un verdadero *rebo-sadero* (stockwerk), es que en una veta metálica allegada a aquellas masas piritosas, apareció en corta cantidad oxidulo de cobre con hojas de plata nativa, algo de galena, especies minerales que nunca aparecen en las minas de cobre de la formacion granítica litoral. Conservo muestras de esa rara aparicion, que en 1842 me fueron regaladas por mi ilustre amigo señor Caldeleugh, antiguo dueño de esa mina. Ignoro si desde entónces, volvieron a aparecer en Panulcillo núcleos de aquel mineral oxi-sulfurado; con mica verde e indicios de plata i de galena.

En las inmediaciones de estas minas, al pié del cerro, asoma el granito con cristales negros de turmalina i feldspato ortoclásio; 50.000,000 de quilógramos de mineral de cobre (lei de 5 por ciento de cobre) se han estraído en 1875 de Panulcillo (*Anuario Estadístico*, 1875).

De allí a una hora de camino, un paso por el portezuelo mas elevado del lugar, nos pone en el mas famoso por su riqueza asiento de minas, Tamaya.

Tamaya.—El plano de minas que los señores Sarmiento i Errázuriz, dueños de una de las mas valiosas minas en este cerro, presentaron a la Esposicion, da una idea bastante exacta de la gran importancia de ellas. Este plano consta de dos partes i comprende todas las pertenen-

cias de minas que desde el principio de este siglo se han explotado en el cerro de Tamaya.

1.º El pliego que representa el perfil del cerro, tomado en la direccion de la corrida principal de Tamaya tiene mas de 3 metros de largo i señala con toda la exactitud posible, el afloramiento de la veta por la pendiente oriental, una gran parte de laboreo de las minas que se hallan todavia en beneficio hasta los *planes*, la principal galería de desagüe o *socavon* que tiene mas de 2,000 metros de longitud. Este socavon deja colgadas labores de las pertenencias del medio, i todavia se ve iniciado otro a 150 metros debajo del primero.

2.º Anexo a este perfil el plano, en un pliego separado, sobre menor escala, representa en proyeccion, no solamente las pertenencias de la *corrida principal*, sino tambien otras dos no menos paralelas a esa, pero que corren de manifiesto al otro lado del cerro en las pendientes occidentales (corrida de las Arenillas, de la Quiroga i Moliaca) i una tercera corrida mas corta, la del Borracho, que sale con sus afloramientos casi al pié del cerro a mucha distancia horizontal de los afloramientos de la veta principal. En este mismo plano se ve marcada la via férrea que viene de Tongoi i tiene su estacion en el asiento mismo de las minas.

El cerro de Tamaya mirándolo a cierta distancia, se ve cortado por el lado del sur, del este i del oeste, es decir, separado de los cerros vecinos, por quebradas; solamente por el lado del norte se une con el ramal mas inmediato separado por un portezuelo. Este cerro tiene mas de 3 quilómetros de longitud de sur a norte e igual longitud tiene la corrida de la veta, la cual, desde su estremidad en el Sauce, hasta el Murciélago en el portezuelo, manifiesta sus afloramientos sin interrupcion alguna sobre la pendiente oriental del cerro. Los afloramientos se hallan a unos 150 metros debajo de la parte mas elevada de la cresta del cerro i con pocas inflexiones, debidas a la irre-

gularidad de la falda del cerro, lo cortan casi horizontalmente, elevándose algo, en la parte septentrional.

Situado el cerro de Tamaya en medio de la formación granítica, presenta mucha variedad de rocas, que entran en su composición. Escaso es el granito propiamente dicho, solo aparece al pié del cerro i en las lomas bajas que lo rodean. Una roca diorítica mui dura i tenaz (*ala de mosca*) sale a la superficie en la mina del *Borracho*. Mientras tanto, el cuerpo del cerro de Tamaya, sobre todo en la parte que toca a la veta principal, consta de varias rocas feldspáticas, compactas, mas o menos homogéneas (euríticas); algunas con cuarzo, forman verdaderas pegmatitas i pasan a pórfidos cuarcíferos, entre los cuales, en la cumbre i por el lado oeste se distingue una roca feldspática i cuarzosa íntimamente mezcladas; tampoco faltan variedades porfíricas (pórfidos verdes metálicos).

La veta, en toda su corrida de 3 kilómetros, ha sido mas o menos productiva, pero su riqueza se halla repartida de un modo mui desigual. Mas pobre i casi estéril en sus dos estremidades, se halló reconcentrada su gran riqueza principalmente en la parte media de su corrida, la que corresponde a la parte mas elevada del cerro. Es en esta rejion, donde se encontraron, grandes masas de mineral rico de las minas de Chaleco, de San José i del Rosario, cuyas labores *en beneficio* penetraron a mas de 500 metros de distancia vertical debajo del afloramiento, i todavia a mas de 100 metros de hondura la veta se muestra con abundancia de minerales.

El rumbo de la veta poco varia en toda su corrida, estendiéndose casi de sur a norte i con recuesto a cuerpo del cerro (al poniente) formando ángulo algo variable de 35 a 40° con el horizonte; tiene, por lo comun, 1 a 2 metros de potencia i sus cajas i salbandas bien arregladas.

Esta veta i el cerro que ella atraviesa, si bien en todo presentan mucha analogia i semejanza con el de Carrizal,

se diferencian algo de este último, por la calidad de sus productos minerales.

Se sabe que en los primeros años del siglo hasta 1830 a 32, es decir, en la época en que no se conocía todavía el tratamiento metalúrgico de los minerales sulfurados de cobre en Chile i toda la extracción de ese metal se efectuaba en hornos de mangas, se sacaba inmensidad de minerales oxijenados (malaquita, los óxidos) de la región mas aproximada a los afloramientos. Se pretende que aún se explotaban algunas labores por oro. Sábese aún, que agotados todos los minerales oxijenados a hondura de pocos metros debajo de los afloramientos, se consideraba la veta en *broceo* cuando aparecía el mineral rico de bronce abigarado, de mas de 50 por ciento de mineral. Con la introducción a Chile del beneficio de los minerales sulfurados, en hornos de reverbero, se abrió nueva era para las minas de Tamaya, de manera que por el año 1831 a 35, se llenaban las *canchas* de las minas de Tamaya con miles de toneladas de este mineral precioso.

En efecto, ninguna de las minas de cobre de Chile i talvez del mundo ha producido tanta cantidad de cobre abigarrado (bronce morado de los mineros) de 60 a 70 por ciento de metal, como Tamaya. Su criadero ha sido siempre cuarzoso o arcilloso i esceptuando algo de hierro olivista, anfíbola tremolana blanca o verde, asbesto de fibras muy largas i en partes serpentina verdinegra, ninguna otra especie mineral acompañaba al rico mineral de *bronce morado*, completamente libre de materias arsenicales i antimoniales. Tampoco contienen esos minerales plata o plomo, ni sus criaderos blenda o calamina, i sí, puntillas de oro nativo, en proporción tan pequeña que hasta ahora no se ha hecho de él el menor caso.

Antes de alcanzar a la imponente hondura que tienen las labores actuales de Tamaya, cambió la naturaleza de los minerales i principió a aparecer el mismo bronce morado en mezcla con bronce mas amarillo (chalcopiritas) i en

seguida bronce amarillo (pirita cobriza) asemejándose los minerales mas i mas por sus caractéres i por su lei a los tan abundantes de Carrizal.

Para tener idea del estado actual de las minas de Tamaya, basta citar lo que publica sobre la produccion anual de ellas el *Anuario Estadístico* de la República, correspondiente a los años 1874 i 75; pues segun dicho *Anuario*, han producido estas minas en un año 42.046,500 quilógramos de mineral, cuya lei rara vez baja de 16 a 17 por ciento de cobre puro i se eleva (*en el comun de los metales*) hasta 35 por ciento: de manera que se avalúa en 9.754,481 quilógramos de cobre puro el producto anual de Tamaya. Se esplotan todavia 25 minas productoras por 2,924 operarios (término medio al dia). La mas rica de estas minas, *La Rosario*, saca mas de 10.000,000 de mineral anualmente (de 17 por ciento de cobre) i el *Pique* con el *Chalero*, 11.500,900 de mineral.

Punitaqui.—A poca distancia de Tamaya, i a unas ocho o diez leguas del mar, a 200 metros de altitud, se halla un interesante grupo de vetas que forman el mineral de Punitaqui, situado en la misma formacion granítica litoral que las demas minas de cobre de la faja litoral, pero mas allegado a la línea de contacto de esta formacion con el terreno de pórfidos estratificados metamórficos. En una estension que no pasa de una media legua cuadrada se hallan vetas de oro, de cobre i de mercurio. Algunas de las vetas, como la de *Manto de Valdivia*, produjo a mas de minerales ricos i abundantes en cobre, algunos mercuriales i auríferos; en otras en que se han esplotado las antiguas minas, la *Rejente* i la *Real*, se hallaron solamente ricos minerales de cinabrio; otras segun la tradicion que se conserva entre los mineros, no daban sino minerales ricos de oro; pero todas a un tiempo contienen minerales de hierro i el criadero de ellas es cuarzoso. Las mejores vetas corren de sur a norte, en partes son casi verticales, con ligero manteo al este, i toman mas de un

metro de potencia. Una buena coleccion de muestras ricas en cinabrio, recién estraídas de las minas de Punitaqui, se halló en la Esposicion de Santiago: el cinabrio en partes es puro, granudo o bien algo hojoso. Las muestras de minerales de cobre mercurial que casualmente salen de la veta del *Manto de Valdivia*, son de *cobre gris mercurial i antimonial* con 24 por ciento de mercurio, i los acompaña el mineral terroso rojo (amiolita); llamado por los mineros *mercurio llullo*.

En el mismo departamento de Ovalle, en el mismo terreno, a inmediacion de Punitaqui, existen otras vetas cobrizas i auríferas, como las del *Altar* i aún en los mismos *lavaderos* de oro encuentran los mineros pepas i granos de cinabrio. Un documento hallado en los archivos de la municipalidad de la Serena dice que un minero llamado Osorio descubrió en 1806, veintisiete vetas de mercurio en los cerros de Punitaqui, de La-Laja i del Altar.

De las minas de azogue del departamento de Ovalle (de Punitaqui) se han estraído el año pasado 30,000 quilógramos de azogue (*Anuario Estadístico*).

Minas de cobre del departamento de Illapel, Hornos, Choapa.—En una situacion análoga a la de Punitaqui, a 1,082 metros sobre el nivel del mar, se hallan las minas de cobre de Hornos, conocidas i explotadas desde los tiempos mas antiguos i las que todavia tienen nueve pertenencias de labor corriente; segun el *Anuario Estadístico* del año 1875, producen todavia mas de 500,000 quilógramos de cobre.

Pero mas al sur, en la costa, en la prolongacion de la série de los ricos veneros de Carrizal, San Juan, la Higuera i Tamaya, no se han descubierto hasta ahora depósitos metalíferos de cobre iguales o semejantes a aquéllos. Prolóngase, sin embargo, sin variar notablemente de caractéres, la formacion granítica litoral i en ella se hallan innumerables vetas i *lavaderos* de oro (terrenos de acarreo auríferos), particularmente los asientos de minas de

Talca, de Barrasa, Las-Vacas, Casuto, Catapilco, etc.

DEPÓSITOS METALÍFEROS EN MASAS IRREGULARES.

Son mui pocos los depósitos metalíferos en masas irregulares, llamadas comunmente *rebozaderos*, o *remolinos* (stockwerk) i no se conocen hasta ahora sino algunos de cobre i otros de oro.

Andacollo.—Mui interesante asiento de minas pertenecientes a esta categoría i de cuyos productos ha exhibido una hermosa i completa coleccion don Pedro N. Videla, uno de los principales dueños del lugar, es sin duda Andacollo, situado en una altitud de 10° 31' metros sobre el nivel del mar.

Toman estas minas su nombre del de la poblacion a cuya inmediacion se hallan i la cual está edificada sobre una hoya de *arenas auríferas*, cuyo fondo es de granito.

Circundan por todas partes esta hoya crestas escarpadas de cerros compuestos en partes de masas de solevantamiento i en su parte superior, de terreno solevantado de pórfidos metamórficos. Baján por las faldas de esos cerros los afloramientos de vetas de oro, abundantes en pirita aurífera i en algunas, como la del *Toro*, aparece en hondura el cinabrio. En medio del estenso valle circular rodeado de estos cerros por el lado sur-este, se halla un criadero en *masa de forma irregular*, cuyo limite no se ha determinado todavía, pero que tiene mas de 2 a 3 kilómetros de estension en uno i otro centro. La masa de este *rebosadero* es feldspática, en su mayor parte *caolinizada*, mui variada en sus colores i contextura; en partes mas dura i homogénea, que por lo comun, al golpe de martillo, se parte en fragmentos angulosos. En jeneral, esta masa, que ocupa un lugar aproximado al terreno solevantado e inmediato al granito del fondo de la hoya sedimentaria, no contiene cuarzo ni mica, ni anfíbola, se parece a las masas caolinizadas, que mui amenudo apa-

recen en los Andes, en el contacto, o proximidad de las rocas de solevantamiento, con los estratos del terreno solevantado porfírico.

En esa masa irregular se halla el cobre metálico en diversos estados de combinacion, ya diseeminado en partículas pequeñas, ya formando venas de poca, corrida que se cruzan en todos sentidos: algunas como hilitos en medio de caolina, otros hasta de 2 a 3 centímetros de grueso; pero toda esa materia cobriza se halla repartida de un modo mui irregular i en ninguna parte se reúne en una veta.

Lo que se nota de mas particular en ese gran depósito metalífero i lo que lo hace distinguirse de los que tienen las formas de vetas es, en primer lugar, la confusion de las venas mas ricas que lo atraviesan en todos sentidos i se cortan, de manera que rara vez se encuentra una que tenga mas de 3 a 4 metros de longitud; en segundo lugar, el órden en que se suceden unas a otras en hondura las diversas especies minerales de ese gran *rebosadero*.

En efecto, se sabe que en los criaderos en vetas, las especies oxijenadas i el cobre metálico ocupan la rejion superior de las vetas o mas aproximada a sus afloramientos i que en hondura vienen en seguida los minerales sulfurados mas i mas piritosos. Miétras tanto, en diversas partes de aquel depósito metalífero de Andacollo al bajar desde los afloramientos, en hondura se observa lo siguiente:

- 1.º En la superficie del cerro, no se ven sino pequeñas manchas o venas insignificantes, verdes, silicatadas (verdiones), i la roca por lo comun, dura, firme i compacta;
- 2.º Mas abajo, vienen venas oxi-sulfuradas *negras*, con salvandas verdes, carbonatadas i silicatadas; la roca todavia firme, mas o menos compacta;
- 3.º Venas rojas oxiduladas, sus salvandas verdes o blancas; la roca por lo comun, mas blanda, blanquisima, pasa a terrosa;

4.º Venas coloradas de óxido de cobre, con cobre metálico, en medio de una caolina o de rocas terrosas que, tienen partes de estructura brechoidea. cobre metálico en ramos i dentrítico, mui lustroso, de hermoso color rojo o amarillento (como de oro, aunque sin indicio de oro), color i lustre que se oscurecen, por el contacto del aire suelen empañarse i se oscurecen: la roca que es por lo comun blanda o caolina perfecta;

5.º Mas abajo se encontraron, en diversas partes, en los *planes* del laboreo, trozos i masas de cobre metálico, de formas enteramente irregulares; en medio de la caolina o de arcilla verdosa plástica.

Las venas suelen tambien presentar simetría perfecta en cuanto a la colocacion de las diversas materias que entran en la composicion de ellas. Las mas veces una vena negra (oxi-sulfurada), entre dos verdes de malaquita, o bien una vena roja (óxido) entre dos verdes; mui amenudo una vena de tres colores: la negra entre dos coloradas i éstas, de ambos lados acompañadas por salbandas verdes.

En todas esas venas suele aparecer el cobre metálico; que unas veces ocupa la parte media de la vena, otras veces forma una pegadura en las salbandas.

Ahora bien, la mayor parte de la masa arcillosa, comprendida entre infinidad de aquellas venas e hilos de mineral de cobre puro i de lei subida, se halla tambien penetrada de materia cobriza, diseminada en partículas mui pequeñas, compuestas de la misma especie que la que entra en la composicion de estas venas, particularmente en los lugares en que concurren en mayor abundancia las venas mas irregulares i angostas. De allí resultan enormes cantidades de roca arcillosa (caolina) que da al ensaye 3 a 4 por ciento de cobre, la cual, por la facilidad con que la parte arcillosa se deslie en el agua, se presta bien a la operacion del lavado i se reconcentra por medio del lavado, en residuos de 24 i mas por ciento de cobre.

Nótase tambien que contrariamente a lo que se observa en los criaderos en vetas de minerales de cobre, el rebosadero de Andacollo contiene mui poca pirita, aun en hondura, hasta en los planes, donde ya desaparece completamente todo mineral de cobre.

Teniente.—Parecido jeológicamente al depósito metalífero en masa irregular que acabo de describir, es el rebosadero del Cerro del Teniente, situado en la cordillera de la Compañía (departamento de Rancagua). Su afloramiento se halla en la cumbre de una montaña que alcanza casi a la rejion de las nieves perpétuas i por cuya pendiente, mui escarpada o de difícil acceso lograron los mineros penetrar con un socavon, desde el pié del cerro hasta la parte mas baja del depósito metalífero.

Consta el cuerpo principal de este rebosadero de una masa arcillosa, en parte de una verdadera caolína (*tofo*). Por un lado se ve una roca feldspática impregnada de pirita a cuya descomposicion se debe probablemente la transformacion de una gran parte del mismo cerro en caolína. Esta roca es segun toda probabilidad, una masa eruptiva que solevantó las estratas porfíricas que rodean i en parte cubren el cerro. A poca distancia de ahí, en el estero de Colia, sale a luz una roca granítica compuesta de feldspato blanco, hojoso i anfíbola verde. Hállanse tambien a inmediaciones del mismo rebosadero metálico brechas porfíricas i una parta del mismo rebosadero consta de una brecha compuesta de fragmentos angulosos de diversos pórfidos i rocas compactas.

La parte productiva de la masa penetrada de materia metálica cobriza no tiene tanta estension como la de Andacollo; pero se halla toda cortada por venas idénticas a las de Andacollo. Varias muestras de ellas que he sacado en hondura de 8 a 10 metros debajo de la superficie, en mi escursion de 1843, son de mineral oxi-sulfurado con salbandas verdes. En algunas venas, entre el óxido negro del medio i las salbandas verdes, se interponen

simétricamente de ambos lados cintas rojas oxiduladas. Las venas de todos colores se cortan o se juntan unas con otras en todas direcciones con tal desarreglo, que acostumbrados los mineros a trabajar en vetas, buscándolas inutilmente i arrancando las venas ricas sin orden, donde quiera que las encontraban, dieron lugar a derrumbes del cerro.

La gran diferencia entre este depósito metalífero en masa i el de Andacollo en cuanto a sus minerales, consiste en que a mucha hondura en el del Teniente se halló galena i un cobre gris antimonio-arsenical cristalizado en grandes tetraedros, algunos de 2 a 3 centímetros de diámetro con cortadura en cada esquina del tetraedro por tres caras: mineral mui lustroso, de color negro metálico. Esta aparicion del cobre gris en hondura es tanto mas rara, cuanto que en jeneral, en las vetas de cobre, aparece por lo comun el cobre gris en la rejion superior de las vetas, i en el rebosadero de Andacollo falta completamente.

No menos interesante para el estudio son los depósitos metalíferos de oro en masas irregulares: de ellos se conocen principalmente dos que debo mencionar: el de Churumata en Andacollo (provincia de Coquimbo) i el Chibato en la provincia de Talca.

Churumata.—Del medio de una roca feldspática no estratificada, en partes mas o menos transformada en caolina, en partes dura, compacta, jaspeada de diversos matices, parecida, si no idéntica, a la de los dos mencionados rebosaderos de cobre, i situada a poca distancia del pueblo de Andacollo, sale a la superficie una masa irregular de pórfido cuarzoso, compuesto de granos de cuarzo amorfo vidrioso i de feldspato blanco agrisado. Hállase en toda esa masa cuarcífera diseminada, pirita aurífera (no cobriza) en cristalitos i manchas amorfas. Todo el oro aparece pegado a la pirita o en ella. En jeneral, el comun de la masa de ese rebosadero es mui pobre i la parte cuarzosa sin pirita casi completamente estéril; pero se suele

descubrir en ella algunas concavidades, cubiertas interiormente de pirita de hierro que encierran cantidad considerable de oro. De unos huecos piritosos se sacó en 1849 i 50 por mas de 50,000 pesos de oro nativo.

Chibato.—El otro depósito metalífero de oro parecido al anterior se halla en el asiento de minas del Chibato i de Chichunco, situadas a pocas leguas de distancia al este de Talca, en la faja granítica. La masa del rebosadero es de caolina blanca terrosa, en medio de la cual se ve diseminada la pirita en cristales lutosos auríferos. Pero al lado de esa pirita cúbica, mui notable por la perfeccion de sus cristales i el brillo de ellos, hallamos tambien diseminadas la galena i la marmatita. Esta última, que es una de las compañeras de la pirita aurífera mas constantes en Chile, tiene en este lugar, lustre i color parecidos a los de la galena, es cristalizada en formas algo complicadas, algo distinta de las de la blenda ordinaria, fácilmente atacable por el ácido clorhídrico.

No desconozco cuán concisa e incompleta es la descripción de los depósitos metalíferos que presento, con relacion a la situacion jeológica i naturaleza de los terrenos en que se hallan. Centenares de *minerales* o asientos, grupos de minas mas o menos conocidas, he omitido en esta descripción que *podria talvez servir de programa* para una obra destinada mas especialmente al estudio de la riqueza mineral de Chile. Solamente la descripción de los veneros de oro que se estienden por toda la costa, desde Atacama hasta Osorno, i cuyo estudio apenas he tocado a la lijera en esta memoria, podria ser asunto de un trabajo especial i estenso, tan interesante para la ciencia como para la industria minera.

MEMORIAS CIENTÍFICAS I LITERARIAS.

JEOLÓJIA MINERA.—*Ensaye sobre los depósitos metalíferos de Chile, con relacion a su jeolójia i configuración exterior.—Memoria escrita a ocasion de la Exposición Internacional chilena en 1875, por el presidente de la sección de materias primas en esta Exposición, don Ignacio Domejko.*

(Conclusion.)

TERCERA PARTE.

Relativa a la explotación de los depósitos metalíferos de Chile, por la industria minera.

I.

Al terminar esa rápida ojeada a la multitud de depósitos metalíferos de que con tanta profusion se halla dotado el territorio chileno, al señalar la situación i naturaleza jeológica de ellos, en los dos sistemas de cordilleras conviene dar tambien una reseña de qué modo, aprovechando aquellos inmensos tesoros subterráneos, la industria minera ha aumentado progresivamente la estracción de los preciosos metales que actualmente forman un ramo esencial de nuestra riqueza.

Mas, por desgracia, faltan datos históricos, precisos, relativos a la explotación i producción de minas en los tiempos mas remotos del régimen colonial, i aún en la actualidad esceptuando la provincia de Atacama, cuya estadística minera debemos al celo i actividad de la junta de minería de Copiapó; carecen las demas provincias de esta

dística de minas i de ingenios bastante completa i detallada para emitir un juicio exacto sobre el estado actual de la minería de toda la República.

«La época del establecimiento del ramo de minería (dice don Juan Egaña en su informe que pasó al Real Tribunal de Minería en 1802), debe contarse desde la conquista de América. Sus conquistadores fueron regularmente los primeros mineros i los primeros legisladores i el abuso impuso la necesidad de sujetarlos a otra lei superior.

«Establecidos los vireyes, con prohibicion de tener propiedades en los gobiernos, quedaron muy espeditos e imparciales para establecer buenas leyes en la economía del ramo i adoptar en lo posible las que se habian promulgado en España para la direccion de las minas de la península.

«De las ordenanzas provinciales i aquellas leyes con otras representaciones hechas por los jefes de las provincias donde habia minas i por los resultados de las *visitas* de los vireyes, se formaron las Leyes de Indias que gobernaron por mucho tiempo en toda la América, sin perjuicio de la preferencia que merecieron las ordenanzas particulares del Perú i Méjico, acomodadas a la naturaleza i carácter del terreno i sus nacionales.

«El señor Gamboa hizo ver, que aún todavía faltaba en Méjico, mucho que arreglar i resolver sobre minas i con sus sabias dudas i doctrina, acompañada de otras observaciones, se formó la Ordenanza Minera de Méjico.

«La minería, hasta entonces, estuvo sujeta a los tribunales ordinarios de justicia i con especial proteccion de la Real Audiencia, sin perjuicio de que todo lo político i gubernativo dependia de los vireyes i presidentes.

«Publicada la nueva Ordenanza de Méjico i despues en Lima, se estableció i organizó el Real Tribunal peculiar de Minería. Pero como en Lima i Chile se comisionó este establecimiento a los señores visitadores jenerales. Es preciso confesar, que en las Adiciones que formaron para

adoptarla a estos reinos, la dejaron con suma *dependencia i relacion a la Real Hacienda, aún en cosas que enervaban su cumplimiento.*

«En Chile, el Tribunal por lo ménos, era un nombre sin objeto, i casi sin existencia; pues a mas de que todo lo directivo, económico i gubernativo dependia de tal modo del gobierno, que en realidad tenia el tribunal mas que voto informativo; en lo judicial, casi todas las causas corrieron por la Superintendencia, a lo menos en segunda instancia, pues no se estableció el Tribunal de Apelaciones en la forma que previene la Ordenanza.

«En virtud de órdenes de S. M., celebró este cuerpo la primera Junta de Minería a fines del año 1802 i arreglándose a lo que allí prevenia el Rei de que crease los empleados necesarios i examinase a los demas negocios que necesitaran de atencion i reforma, organizó en su acuerdo todos los ramos que por entonces necesitaban vijente atencion.

Allí quedaron establecidas con voto las diputaciones del norte, que fueron: Copiapó, Huasco, Coquimbo, Illapel i después Petorca, Aconcagua, Los-Andes, Caren, Rancagua, Melipilla, San Fernando, Quillota i San Pedro Nolasco en subdelegaciones, sujetas a la jurisdiccion ordinaria contenciosa del Tribunal. A las otras diputaciones se les concedió voz i voto en las Juntas Jenerales. Las diputaciones del sur, faltas de los requisitos de Ordenanza, quedaron con su jurisdiccion ordinaria; pero sin el privilejio del voto en junta.»

Es natural que bajo semejante réjimen judicial i administrativo, con los pocos recursos que tuvieron en los primeros tiempos del coloniaje, los conquistadores para costosas empresas de esplotacion de minas, toda la industria minera de aquella época debia limitarse a la esplotacion de los mantos auríferos en lavaderos: los mas ya conocidos, descubiertos por los indíjenas. Vinieron mas tarde a des-

cubrirse innumerables minas de vetas de oro, en seguida minas de cobre i una que otra de mercurio.

A mediados del siglo pasado, ya casi todos los principales minerales de oro i muchas de cobre (San Juan, Carrizal, Higuera, Tamaya, etc.), estaban descubiertos i casi en todos habia iniciados trabajos de minas. En cuanto a los de plata, si esceptuamos San Pedro Nolaseco, ninguno de los minerales que actualmente se explotan i producen cantidades considerables de este metal, se conocian todavia.

Se sabe que a principios de este siglo, cuando Humboldt recorría las minas de Méjico i del Alto-Perú, famosas por su riqueza, se avaluaba toda la produccion anual de las minas de Chile en 5,000 marcos de oro i 20,000 marcos de plata.

Para dar una idea del estado jeneral de la industria minera a principios del siglo, me valdré del

«Informe anual que presentó la Secretaría del Real « Tribunal, en el cual, con arreglo a las Reales Ordenanzas i disposiciones de la Junta Jeneral se da razon: del « resultado de las visitas practicadas por los Diputados « Jenerales i Territoriales de todo el Reino, de los minerales, minas i trapiches, etc».—Con fecha 25 de noviembre de 1802, firmado por don Juan Egaña.

El informante principia por declarar: que en todo el Reino «no hai un solo mineralojísta, todo el sur no tiene ni aún los que llamamos peritos facultativos i se ignora casi aún el grosero mecanismo de trabajar las minas.— «¿Quién creeria (dice el informe) que los trabajos de plata, casi eran desconocidos en Chile ahora cuarenta años, siendo sus cordilleras el mejor depósito que tiene la naturaleza de este metal?»

Vienen en seguida los informes de las Diputaciones, que a continuacion se espresan:

DIPUTACION DE COPIAPÓ.

Empieza por decir que el azufre de este departamento se aprovecha en el trabajo de la pólvora i se conduce a Lima; la sal de las cordilleras i la que «se forma sobre las orillas del rio Salado se aprovechan los habitantes de Copiapó i se ha purificado hace años un poco de nitro.»

«El depósito de plata que se ha hallado, su lei es superior a todas las conocidas en el Reino: de la veta de San Félix se han sacado trozos de media vara en plata pura i el cajon ha dado por mas de 2,000 marcos i se halla mineralizada principalmente con el arsénico o azufre o con ambos juntos: hai platas córneas, grises, rojas i blancas. Allí se hallan el negrilla, el rosicler i el plomo roneo. El oro fué el primer producto conocido en Copiapó i que se ha estraido allí desde la conquista; no hai jénero de piedra, tierra o metal, de que no forme su matriz, etc. A tantas minas de oro, es consiguiente que haya muchas de cobre, como en efecto las hai, aunque en esta parte son mas ricos el Huasco i Coquimbo. El mineral de Remolinos i otros, dan por cajon 200 pesos en oro i 25 quintales de cobre: jeneralmente, para que en el Reino se deje buena una veta de cobre, ha de dar del tercio por arroba de su mineralizacion en cobre puro por medio de una liquidacion grosera i poca industria. Esta provincia, añade el informe, «a pesar de ser mas falta de proporciones para fomentar los trabajos, ha sido la que mas ha producido i que *excederá a todas si se le franqueasen buenos recursos.*»

El estado que presenta esta Diputacion manifiesta que se trabajaban en aquel año (1803) en todo el departamento de Copiapó:

Cinco minas de plata, en la Punta-Gorda i en Chauchokin;

Trece de oro, en San Félix, San Pablo i San Francisco, Santo Domingo, en el Plomo;

Cinco de oro i plata, en Zapallar i Cabeza de Vaca;

Seis de oro, plata i cobre, en Cerro-Blanco.

Las minas de plata daban mineral de 32, de 70 i hasta de 100 marcos por cajon.

Los minerales de oro, 60 a 10 pesos por cajon; los de cobre, hasta 58 quintales cajon.

Existian tres injenios de cobre (hornos de manga) i nueve trapiches con *hacienda de beneficio*; «se consume una onza de azogue por cada libra de oro i en cada marco de plata se pierde desde 1 libra hasta 3 libras, término medio, como 20 onzas de azogue.»

El método de beneficio que se usaba para minerales de plata, era método americano *de patio*, con adición del majistral i en algunos casos, de *pir* (amalgama de plomo o de estaño). «Los beneficiadores atribuyen (dice el informe) « las pérdidas de azogue a las diversas *bases* mineralizadoras de la plata que ellos sin conocimiento les dan el « nombre de *antimonios*.» Con este motivo la Diputación añade en su informe que «la dilatada guerra que ha sufrido la monarquía, precisamente ha de haber causado el abandono de muchas minas. La falta de azogue que se ha *tolerado* por la misma guerra, ha atrasado infinitamente los trabajos de plata.» Insiste el informe en que los azogues se vendan baratos a los mineros i se espresa en estos términos: «Tengo entendido que en la Real Orden remitida a esta Superintendencia previene S. M. que absolutamente los azogues se vendan en Chile a los mineros *por los costos que tienen a la Real Hacienda*, no siendo su Real ánimo sacar ventaja de este ramo que solo lo maneja en alivio de dichos mineros.» En efecto, añade la Diputación: «mas gana el Erario i el Estado en aumentar la entrada de los *quintos* que lo que puede utilizar en el superabit de esta negociacion.»

DIPUTACION DEL HUASCO.

Nueve minas de oro: en Canutillos, Capote i Jote, los minerales que se extraen de estas minas, dan 4, 5, hasta 6 onzas por cajón de 64 quintales.

Tres minas de plata: en Carrizo i Jote: lei de *metales*: 22 marcos por cajón.

Treinta minas de cobre: en Mollaco, San Antonio, Los Camarones, Algarrobito, Carrizal, Varilla, San Juan: lei de los metales que se extraen, término medio, 16 quintales por cajón.

A mas de estas minas, que se hallan en beneficio, menciona la Diputacion muchas otras de cobre, plata i oro abandonadas.

Nueve ingenios de cobre i diez trapiches con maritatas para el beneficio de plata i oro.

El informe de esta Diputacion, advierte que apesar de que se hallan en este departamento minas de oro i de plata mui importantes, pues allí está «el cerro de Capote que « ha producido el mas rico metal de oro de América, el « producto principal, el mas jeneral, el mas abundante es el « de cobre. Anteriormente ha sido mui florido el trabajo « de cobre i mui frecuentado el puerto de Huasco, pero ha « ido decayendo por falta de proporcion en sus habitantes; « los mineros tenian que sufrir mucho costo i mucha vejación para costear su trabajo. Los mineros se quejan del « corto valor del cobre (4 a 4½ pesos el quintal) por el « monopolio i la dificultad de estraccion.» Es curioso lo que a este respecto cita la Diputacion.

«En efecto, este cobre si se remite por tierra a España como es frecuente, tiene que hacer una peregrinacion talvez la mas dificultosa de la tierra. Se conduce a Aconagua; este es un viaje fragoso de mas de 200 leguas; pasa despues las horribles cordilleras de los Andes i entra en los inmensos desiertos de las pampas de Buenos-Aires, donde a la falta de recursos para sostener la vida del hom-

bre i de animales, se agrega el peligro de los indios que suelen asaltar en correrías: llegan despues a Buenos-Aires i embarcados para Montevideo se trasbordan nueva mente en su puerto para comenzar la navegacion de España. A proporcion de tantas dificultades es el costo. Si se condacen desde el principio por mar, tienen que retroceder hasta Lima, i caer en manos de aquellos duros comerciantes que se valen de la necesidad para fijarles los precios i despues de esta navegacion retrógrada los embarcan para España. De suerte que los costos en uno i otro jiro exceden con mucho al principal.»

Quejense tambien los diputados del Huasco: «del fraude que suele cometerse en los trapiches, introduciendo en las barras al tiempo de la fundicion masas de escoria que aumentan su volúmen i peso, *cuya indigna operacion llaman sapa en barra*; tambien se quejan de inmensas pérdidas que sufren en el cobre, i que es tanta la cantidad de leña que consumen, que en breve *concluirán con aquellos montes.*» Se quejan los mineros de cobre «de la alcabala que se les cobra de este metal; los de plata, de la escasez de sal que se conduce por mar desde las costas de Lima i que traída a Valparaiso se reconduce por tierra doscientas i mas leguas i cada cajon de metal consume 4 a 5 quintales de sal. Con este motivo, dice de paso el informe que el producto jeneral de plata en Chile (en 1803) es como de 40,000 marcos: «cálculo moderado si se atiende que solo en la Real Casa de Moneda entran al año de 25 u 30,000 marces i que el consumo en alhajas i aún en estraccion es grande.» (Pájinas 32 i 33 del informe).

DIPUTACION DE COQUIMBO.

Esta provincia, dice el informe, «cuyos minerales desde el principio de la conquista fueron nombrados, i « donde la memoria del intendente Valdivia permanece « en la fundacion de la Serena, ha sido siempre el de

« mayor comercio de cobres, i donde pasaban los navíos
 « de Europa i Lima a cargar este metal. Asimismo flo-
 « recia en los trabajos de oro a quien la España, los in-
 « gleses i franceses, reconocen por el mejor de la tierra.
 « Sucesivamente fué decayendo, ya por las cortas faculta-
 « des de los mineros, que cuando llegaban los labores a
 « cierta profundidad, o necesitaban obras costosas, o no
 « podian proseguir, ya por la baja que tomaron los cobres
 « i las revoluciones necesarias que deben sufrir sus tra-
 « bajos en todas las estaciones de guerra, pues como falta
 « la estraccion no hai quien le compre ni habilite a los
 « mineros, etc.»

«De la visita practicada por el Diputado, resulta que
 « actualmente (en 1803) se hallan en esta Diputacion 103
 « minas de corriente labor i mas de 800 abandonadas por
 « falta de fomento, bien que las minas corrientes no de-
 « ben ser todas de completa utilidad i laboreo.» Los tra-
 « piches e injenios son 53. El Diputado se queja de los *pir-*
quíneros que destruyen las minas con sus desordenados
 trabajos; pide que se remita algun *perito* para el benefi-
 cio de plomo de que abundan aquellos lugares i levanten
 buenos hornos al efecto.

Se da el siguiente estado de las minas de la provincia:

- Mineral de Lagunillas.—Dos minas de oro (30 pesos por
 cajon) i otras abandonadas por demasiada nieve-
 — del Bronce.—Doce pertenencias de oro;
 — del Fareillon.—Tres de oro;
 — de Valdivia.—Cuatro de oro (30 a 34 pesos por
 cajon) i muchas de oro i plata, abandonadas por la
 mucha agua, excesivos frios i cortas facultades
 de los mineros;
 — del Bronce.—Dos de oro (30 a 50 pesos por ca-
 jon);
 — de Llaguin.—Una de oro (30 pesos por cajon);
 — del Durazno.—Dos de oro (30 pesos por cajon);
 — de Monguaca.—Una de oro (50 pesos por cajon);

- Mineral de Cantarito.—Una de oro;
 — de Los-Tornos.—Una de oro de 60 pesos por cajon;
 — de Huengüer.—Cuatro de oro i algunos lavaderos;
 — del Murciélago.—Tres de oro;
 — del Remolino.—Una de oro;
 — de Tilttil.—Tres de oro, mui ricas, de 200 pesos por cajon;
 — de Lampa.—Tres de oro (una de 40 castellanos);
 — de Asiento Viejo.—Una de oro i muchas abandonadas.

DELEGACION DE PETORCA.

Muchas vetas de oro, de plata, de cobre i de plomo en Cantarito, Guallonge, La Cruz de Maqui, Monguaca i Pedernal, Caren, Higuera, Ñipas, San Lorenzo: no se especifican las pertenencias ni la produccion.

DELEGACION DE QUILLOTA.

En *Horqueta*, mina de plata; del *Pleito*, de plata: *La del Medio*, de plata, lei subida, i de *Las-Guias*, de plata i de cobre.

DELEGACION DE TILTIL, MINERAL DEL TORRITO.

Dos vetas de plata, una con metales de 80 marcos por cajon i otra de 40 marcos por cajon: de Rungue, minas de plata con el trabajo parado.

Trapiches.—Diez i siete de oro i de plata para el uso propio de sus dueños i cinco molinos maquileros en las riberas del rio de Petorca.

- Ocho molinos del Hierro-Viejo;
 Siete en diversas otras partes;
 Ocho en la jurisdiccion de la Ligua;
 Dos en Lampa;
 Uno en Longotoma;

Dos en Quillota;
 Dos en Tiltil, uno en Dormida;
 Uno en Torrito.

PROVINCIAS CONTENCIOSAS QUE COMPRENDE LA JURISDICCION CONTENCIOSA DE ESTE REAL TRIBUNAL.

Melipilla.—En Caren cuatro minas de oro (40 pesos por cajon), en Mesillas una mina de oro (100 pesos por cajon), en Raramo dos minas de oro (100 pesos por cajon), en Durazno varias minas de oro, en Peumo tres de oro.

Lavaderos de oro.—En Pangué, dos estacas;
 En Totorá, una i media;
 En Maiten-Galan, ocho i media;
 En Romero, seis;
 En Cerro-Viejo, dos.

San Pedro Nolasco.—Siete minas de plata, denominadas: San Simon, San José, La-Cruz, Las-Zorras, etc.: sus dueños don Miguel Quintana, don Vicente de la Torre, don Mariano Correa, don Matias de Mujica, don José de Palma, don Antonio de la Torre.

Cuatro minas abandonadas por agua.

Los mineros consumen 5 quintales de sal en cada cajon i 20 a 24 onzas de azogue por cada marco de plata en el beneficio de los metales; solicitan que se *moderen* los derechos de quintos, así como se moderaron hace años los de oro. A este respecto hace las siguientes observaciones el informante, diciendo que «ha sido siempre el mineral de San Pedro Nolasco, Potosí de Chile.»

«El Rei paga a 8 pesos 2 maravedis el marco en lei de 11 dineros; pero siendo tan ricas las platas de Chile, su lei jeneral es de 11 dineros 22 gramos, así todo es que sube la lei, la paga el Rei de mas. Sin embargo, deducido el quinto, derecho de cobre i ensayes i cerca de un real de minería, cuando mas el minero llega a sacar 7

pesos cuatro reales por marco; lo regular es sacar menos. Esta pérdida, acompañada de las penalidades que sufren hasta reducir a moneda las barras, es causa principal de pérdida positiva del Erario, porque como los plateros i particulares pagan mas la plata, el minero la vende a éstos. El Rei pierde los quintos, los ingresos que da la amonedacion, el banco sus derechos, etc., parece que el Rei pierde el ingreso i derecho de 15,000 marcos anuales.»

Mineral de Alhué.—Ocho minas de oro, desde 20 hasta 300 pesos cajon; una de plata en San Antonio, lei de 60 a 70 marcos cajon.

Rancagua.—Tres minas de oro en el cerro de Placilla i en el de La-Leona; lei de 20 hasta 300 pesos cajon.

Nancagua.—Cerro de la Catas, Minerale de Cocinilla, de Valdivia, de Palomar, etc. Dieziocho minas de oro cita la Diputacion en estos minerales; lei variable, jeneralmente de 40 a 100 i hasta 200 pesos cajon.

Cita tambien la misma Diputacion:

13	minas de oro	abandonadas	en las Catas;
25	—	—	en Apaltas;
8	—	—	en Pailimo;
10	—	—	en Pichireguas;
24	—	—	en Rancagua;
18	—	—	en Alhué.

98

DIPUTACION DE CURICÓ.

«Falta el estado de las minas, por los pocos trabajos mineros que se encuentran en esta Diputacion:» «sin embargo, añade el informe, es singular el cobre que se ha encontrado en otros tiempos en Curicó,» i tambien, «fueron muy florecientes sus minerales de oro, Huilquilemu i Cañueles, que hoi están abandonados. Con mas fundadas

esperanzas se hallan los nuevos descubrimientos de plata que se acaban de hacer.» El informe no dice en qué localidades.

DIPUTACION DE MAULE.

«Aquí se produce la finísima arcilla para el trabajo de la loza, muy análoga al caolin chino i diamantistas de un bellissimo violado» (amatista). Pero el informe pondera sobre todo «el famoso mineral de oro nombrado El Chivato, que desde tiempo inmemorial produce grandes cantidades de oro, ya en metales, ya en lavaderos.» Cita en el estado de minas:

Cinco minas de oro en Chivato i Chuchunco;
Tres — — en Loma-Blanca i Quilloc;
Varios lavaderos en Talpon i Colpue.

DIPUTACION DE CAUQUÉNES.

«Participa de las mismas producciones minerales de Maule; aquí existen bastantes lavaderos de oro, i *por consiguiente debe haber buenas minas*. Es bien conocido el mineral nombrado La-Loma de Tapia, que desde tiempos inmemoriales ha producido notables cantidades de oro e igualmente el mineral de Los-Cristales.

DIPUTACION DE CHILLAN.

Los trabajos mineros se reducen principalmente a lavaderos i se estrae el oro solamente por el lavado, sin auxilio de mercurio. Se esplotan, sin embargo, cuatro minas de oro en Guaypemu, cuatro en el Mineral de Chillan, Cerro de Rucachero, tres labores en el mineral de Taquigua.

DIPUTACION DE ITATA.

«Los mantos de oro en el paraje de Posillas han sido bastante ricos. En varias quebradas se saca tambien el oro de lavaderos.

DIPUTACION DE PUCHACAI.

«En ninguna provincia del sur hai actualmente (en 1803) mas trabajos de oro corrientes que en la de Puchacai. Allí están:

«Diez i siete pertenencias de lavaderos en el mineral de Panquehue; producto anual 50, 100 hasta 200 pesos.

«Siete pertenencias en la Florida, 200 pesos;

«Once — en Meseta, 30 a 40 pesos anuales;

«Trece — en Rafael, 20, 50 hasta 100 pesos anuales.

«En todas estas provincias con el nombre de minas se entienden «los lavaderos»—abundancia de aguas.»

DIPUTACION DE BERE.

«Allí, dice el informe, se hallaban lavaderos de oro nombrados La-Estaca del Rei, de donde sacan pedazos de oro puro, hasta de 8 a 10 marcos de peso i de riquísima lei. Allí se han encontrado venas sueltas por la superficie de la tierra, donde un solo manto o bolsón ha producido mas de 5,000 pesos.» Las cordilleras todavia intactas.

Cita el informe:

Cincuenta i ocho estacas de lavaderos: cada una provista de una *merced*, cuya fecha espresa el visitador.

DIPUTACION DE LA LAJA.

«Sus cordilleras i colonias abundan en minerales, aunque por la mayor parte desconocidos. Sin embargo, aquí se produce (dice el informe) aquel bello cobre mixto de zinc, que es un azofar natural, de hermosísimo amarillo i de una ductibilidad particular; lo nombran cobre laxente.» (Alguna equivocacion).

TERRITORIO DE CONCEPCION HASTA VALDIVIA I OSORNO.

Falta el estado de trabajos mineros de este territorio;

pero el informante asegura que las mineralizaciones son mas abundantes en estas comarcas que lo que se supone. «Allí se encuentran todas las especies del reino mineral; el azufre, el carbon fósil, el iman, excelente hierro, etc. En las tierras de Puelches hai riquísimas minas de cobre, de lapiz-lázuli.» Particularmente abunda el oro; hubo casas de moneda en Valdivia i Osorno para amonedar el oro de estas provincias. Actualmente, «los indios toman algun oro del que fácilmente encuentran i lo truecan a los españoles.»

RESÚMEN.

Resulta, pues, de los informes de las Diputaciones de minería i del informe anual que presentó la Secretaria del Real Tribunal en 1803, que al principio de este siglo se hallaban *de labor corriente* en todo el territorio chileno:

Treinta i cinco minas de plata;
 Sesenta i una — de cobre;
 Sesenta i siete — de oro;
 Dos — de azogue;
 Nueve establecimientos de amalgamacion;
 Doce injenios de cobre;
 Mas de ciento treinta trapiches;
 Hornos en Punitaqui.

Innumerables lavaderos por toda la parte litoral de Chile, e innumerables minas de oro abandonadas: el número probable de mineros, a juzgar por algunos datos tomados de los informes de los Diputados, no pasaba en todo el territorio chileno de 2,000.

No se conoce con exactitud la produccion anual de minas en aquella época; solamente se presume con alguna probabilidad que no bajaba anualmente el producto de plata de 40,000 marcos, el de oro de 5,000 marcos i se ignora el de cobre. Se conocia la existencia de los depósitos de carbon fósil, i se estraía azufre de las solfataras

de Chillan, de Tinguiririca i del cerro de Azufre de Atacama.

El beneficio que se aplicaba a los minerales de plata era el método americano *de patio*, con el uso de majistral, sal i azogue; para el cobre no se conocía otro método que el de fundicion en *hornos de manga* (hornos antiguos españoles con fuelles) i no se beneficiaban sino minerales oxidados (carbonatos, óxidos, oxi-cloruro) llamados metales de color; se tenían los ricos *bronces*, sulfuros, cobre amarillo i cobre abigarrado, por inútiles, por broza. En cuanto al oro, se empleaban los trapiches, maritatas, i azogue para minerales de vetas, i simple lavado (sin azogue) para tierras i arenas auríferas.

No menos imperfecto era el sistema de laboreo de minas i de estraccion de los *metales*: uno que otro pique-torno o malacate; mui raro socavon de desagüe; el minero seguía jeneralmente la vena de su beneficio, por labores tortuosas e inclinados chiflones: caminos malos *de patilla*; los operarios se dividían por *barretas*, cada barreta era compuesta de un *barretero* i de un *apiro*; este último tenía por tarea sacar al hombro todo el mineral que *arrancaba* el barretero. Si añadimos a esto las pésimas vias de comunicacion, los quintos i derechos que tenía que pagar el minero, tendremos motivo de admirar la constancia i actividad del minero chileno que en aquel tiempo, con tan pocos recursos i tantas dificultades podía sostener la industria minera i darle cierto desarrollo

II.

Si ahora, de la fecha a que se refiere este triste estado de minas i de la industria minera bajo la dominacion española, pasamos rápidamente al que nos presenta setenta años mas tarde el *Anuario Estadístico de la República* correspondiente al año 1873, hallamos el siguiente número de minas que en este año se explotaban en Chile i el número de operarios empleados en sus labores:

PROVINCIA DE ATACAMA.

	Numero de minas en explotación.	Número de operarios.
Minas de plata.....	173	7,142
— de plata i cobre.....	11	
— de cobre.....	111	
— de oro i cobre.....	10	
— de plata i oro.....	32	
	337	

PROVINCIA DE COQUIMBO.

Minas de plata.....	38	291	13,722
— de cobre.....	253		

PROVINCIA DE ACONCAGUA.

Minas de plata.....	10	182	2,532
— de cobre.....	168		
— de oro.....	4		

PROVINCIA DE VALPARAISO.

Minas de plata.....	2	40	260
— de cobre.....	37		
— de oro.....	1		

PROVINCIA DE SANTIAGO.

Minas de plata.....	21	66	433
— de cobre.....	45		

TOTAL.....	916	24,019
------------	-----	--------

Se ve, pues, que en las provincias comprendidas en el citado *Anuario Estadístico* se explotaban en 1873:

247 minas de plata (algunas de plata i cobre);
 663 — de cobre (algunas de cobre i oro);
 6 — solamente de oro.

No se da cuenta en el *Anuario* para el mismo año, de

los *lavaderos de oro* que ocupan i mantienen particularmente los de Andacollo, de Casuto i otras, muchas familias mineras i tampoco de las minas de carbon, de azufre, de boracita i de otros productos minerales que forman actualmente la riqueza mineral de Chile.

Faltan tambien al mismo *Anuario* los datos acerca de la distincion que hacen los mineros entre las minas productoras i otras apenas *amparadas* o en manos de los *pirquineros*.

Mas minuciosa, publicada por la junta de minería de Copiapó, la estadística de las minas del departamento de Copiapó en 1874, enumera 604 minas que se han trabajado solamente en este departamento durante el año 1869:

315	minas de plata;
249	— de cobre;
27	— de oro;
10	— de plata i oro;
3	— de oro i cobre.

604

La misma *Estadística Minera de Copiapó* señala en su apéndice el siguiente cuadro de las *minas productoras* de plata en este departamento para el año 1873:

38	minas en Chañarillo;
12	— en Lomas-Bayas;
10	— en Chimbero i Tres-Puntas.

En cuanto al caudal que han producido las minas explotadas en la República de Chile en los años 1873 i 1874, se puede tomar una idea del siguiente cuadro de la esportacion jeneral de los productos de minería, sacado del *Resúmen comparativo de la Estadística Minera de Chile*, correspondiente al año 1874. Valparaiso, imprenta del *Mercurio*.

MINERÍA.

II.—ESPORTACION JENERAL DE SUS PRODUCTOS.

PRODUCTOS.	1873.	1874.	1874.	
			Aumento.	Disminucion.
Arcilla.....		Pa. 927	Pa. 927	
Borato de cal.....		29,528	29,528	
Bórax.....		27,019	27,019	2,670
Cal.....	3,284	614		
Carbon de piedra.....	276,444	411,299	134,758	166,715
Cobre en barra.....	8,510,577	8,143,661		157
Id. labrado.....	221	64		
Ejes de cobre.....	3,316,811	3,543,761	226,950	
Id. id. i plata.....	791,625	752,315	39,688	15,345
Id. id. id. i oro.....	123,505	108,160		6,951
Id. de oro i plata.....	6,951			
Minerales de cobalto.....	23,116	52,220	29,174	
Id. de cobre.....	430,733	312,327		115,696
Id. id. i plata.....	51,789	17,059		34,730
Id. id. i oro.....	488	595	78	
Id. de plata.....	69,223	124,149	54,926	
Id. de plomo i plata.....	58,424	27,574		30,650
Id. de plata i oro.....	43	12,034	11,958	
Id. de oro.....	89			89
Id. para coleccion.....	1,580			1,580
Plata piña i en barra.....	2,917,225	2,992,818	75,593	
TOTAL.....	16,291,928	13,542,374	2,445,339	373,684
Aumento en el año 1874.....				271,946

Las obras estadísticas que últimamente se han publicado i presentan un estado mas detallado de las minas i de la produccion de ellas, correspondiente al año 1875 i en parte a este año 1876, son las siguientes:

Anuario Estadístico de la República de Chile, tomo XVII, correspondiente a los años de 1874 i 1875, imprenta Nacional, 1876.

Estadística Minera de la provincia de Atacama correspondiente al año de 1875. Copiapó, imprenta del Atacama, 1876.

Estadística Comercial de la República de Chile corres-

pondiente al año 1875. Valparaíso, imprenta del *Universo*, 1876.

El *Anuario* publica los datos de las provincias de Arauco, Concepcion, Talca, Santiago, Valparaíso, Aconcagua, Coquimbo i Atacama; solamente comprende los departamentos de Vallenar, Freirina i de las minas de plata del de Copiapó, faltando todo el departamento de Caldera. Tratando de la minería de cada departamento indica el *Anuario*, a mas del nombre de cada *mineral*, los nombres de cada mina que en él se explota, la clase de *metales* que produce, las labores que se trabajan, número de labores con agua, sistema de trabajo, capital con que se trabaja, número de trabajadores término medio al día, salario mensual de un barretero i de un apir, medios de estraer (explotacion), máquinas de chancar, producto bruto al año en quilógramos i con indicacion de la *lei*, producto líquido en oro, plata, cobre, consumo de pólvora i de aceite.

El ilustre jefe de la Oficina Central de Estadística se queja que a pesar de sus esfuerzos por organizar la minería jeneral de la República, no ha sido posible la regularidad debida. Sin embargo, en esta obra hallamos el cuadro mas completo que hasta ahora se ha podido tener del estado actual de la industria minera de Chile. En él tenemos datos mui importantes sobre las minas de carbon fósil del sur i en cuanto a las minas de productos metálicos señala el *Anuario*:

- 22 minas de cobre;
- 10 — de plata;
- 8 — de cobre i plata en la provincia de Santiago;
- 32 — de cobre;
- 3 — de plomo en la provincia de Valparaíso;
- 98 — de cobre;
- 5 — de plata;
- 1 — de plomo en la provincia de Aconcagua;
- 283 — de cobre;

- 8 minas de plata i cobre;
 1 — de oro i cobre;
 1 — de cobre i cobalto;
 4 — de oro;
 3 — de cobalto;
 27 — de plata de la provincia de Coquimbo;
 129 — de cobre;
 198 — de plata;
 4 — de cobre i cobalto en la provincia de Atacama.

En totalidad comprende el *Anuario*:

Ochocientas cuarenta i ocho minas en actual trabajo, de las cuales mas de la tercera parte forman las minas de plata i las demas son casi todas de cobre.

El número de operarios empleados en la explotacion de estas minas asciende actualmente, término medio, a 32,997; el número de máquinas de vapor 48 a 50 (sin incluir en este número las máquinas que funcionan en las minas de carbon fósil) el de pique-tornos 274.

La *Estadística Minera de la provincia de Atacama* correspondiente al año de 1875, publicada en este año, registra el movimiento de 516 minas comprendidas en 56 minerales en la forma siguiente:

	Copiapó.	Freirina.	Vallenar.	Total.
De cobre.....	115	150	35	300
De plata.....	161		38	199
De cobre i plata.....	9		2	11
De oro.....	3			3
De cobre i oro.....	1			1
De plata i plomo.....			1	1
De cobre, plata i oro....			1	1
				516

El valor de los principales productos esportados de esta provincia en los años 1874 i 75, es:

Plata en barra.....	\$ 4.326,433	\$ 5.356,160
Ejes de cobre.....	4.337,550	3.419,610
Cobre en barra.....	2.179,181	2.654,417
Minerales de cobre.....	1.301,728	1.394,065
Ejes de cobre i plata.....	898,848	630,500
Minerales de cobre i plata.....	12,536	53,797
Minerales de plata.....	114,212	36,962
Ejes de cobre, plata i oro.....	108,160	33,240

De manera que el valor de los productos minerales esportados en 1875 solamente de la provincia de Atacama asciende a 13.668,471 pesos.

Hace tambien el autor de la *Estadística Minera de Atacama* la advertencia siguiente: «Es una creencia casi jeneral, que el aumento de la plata en barra esportada en el último año es debido al beneficio de los minerales introducidos a la provincia de Atacama con procedencia de Bolivia; pero no es exacto, como lo manifiesta la siguiente demostracion de la plata en barra esportada en los últimos dos años:

	De minerales de Bolivia: gramos.	De minerales de la provincia de Atacama.	Total de la esportacion.
En 1874.	64.444,434	43.716,396	108.160,831
En 1875.	21.047,582	112.856,418	133.904,000

No menos interesantes datos hallamos en el resúmen que publica la misma *Estadística Minera de Atacama* para el año 1875; el cuadro comparativo siguiente de los productos esportados de esta provincia en los dos últimos años, cuadro en que por la primera vez se nota la esportacion de la boracita (borato de cal i sosa) i se especifica el estado en que se esportan los diversos productos de las minas, unos ya beneficiados, otros en ejes i otros en estado de minerales *crudos*.

RESÚMEN JENERAL COMPARATIVO, SEGUN LOS PRODUCTOS.

PRODUCTOS.	UNIDAD	1874.	1875.	EN 1875.	
				Aumento.	Disminucion
Borato de cal.....	Kilogs.	273,410	12,116		261,294
Cobre en barra.....	—	6,955,842	7,200,718	1,145,376	
Ejes de cobre.....	—	25,419,747	19,654,229		5,765,518
Id. de cobre i plata.....	—	3,741,978	2,883,738		858,240
Id. de cobre, plata i oro.....	—	156,443	45,300		91,149
Escorias de cobre.....	—	20,386			20,386
Minerales de cobalto.....	—	625,128	112,839		512,289
Id. de cobre.....	—	22,670,356	27,291,842	3,750,886	
Id. de cobre i plata.....	—	117,894	356,941	239,047	
Id. de cobre i oro.....	—	7,991			7,991
Id. de oro.....	—	17,186			17,186
Id. de plata.....	—	530,367	134,316		396,051
Id. de plata i oro.....	—	131,157	85,200		48,957
Id. de plomo.....	—		11,900	11,900	
Id. de plomo arjen- tifero.....	—	290,249	117,631		172,618
Minerales para coleccion.....	—		2,900	2,900	
Oro en barra.....	Gramos.	9,877	2,345		7,532
Plata en barra.....	—	108,169,330	133,204,000	25,743,170	
Plomo argentifero en barra.....	Kilogs.		37,678	37,678	

RESÚMEN JENERAL COMPARATIVO, SEGUN LOS VALORES.

PRODUCTOS.	UNIDAD	1874.	1875.	EN 1875.	
				Aumento.	Disminucion.
Borato de cal.....	Ps.	29,528	1,817		27,711
Cobre en barra.....	—	2,178,181	2,654,477	475,296	
Ejes de cobre.....	—	4,397,559	3,453,619		217,940
Id. de cobre i plata.....	—	898,849	620,500		268,349
Id. de cobre, plata i oro.....	—	168,166	36,240		71,926
Escorias de cobre.....	—	4,077			4,077
Minerales de cobalto.....	—	57,964	14,718		43,246
Id. de cobre.....	—	1,301,428	1,294,065	22,637	
Id. de cobre i plata.....	—	12,556	53,737	41,241	
Id. de cobre i oro.....	—	315			315
Id. de oro.....	—	1,215			1,215
Id. de plata.....	—	114,212	39,992		77,319
Id. de plata i oro.....	—	12,934	8,329		3,514
Id. de plomo.....	—		714	714	
Id. de plomo arjentifero.....	—	28,521	8,389		19,553
Id. para coleccion.....	—		28,309	28,309	
Oro en barra.....	—	3,534	1,272		4,932
Plata en barra.....	—	4,326,433	5,356,160	1,029,727	
Plomo argentifero en barra.....	—		27,620	27,620	
TOTAL.....		13,417,360	13,668,471	251,111	

En fin, aprovechándome de los datos suministrados por la *Estadística Comercial* que acaba de publicarse en Valparaíso por el digno jefe de la oficina, don Manuel Guillermo Carmona, me limitaré a extraer de ella, con el objeto de dar una idea del estado de prosperidad en que se halla actualmente la explotación de los diversos ramos de la riqueza mineral de Chile, el siguiente cuadro de la exportación de los productos de minería en el primer semestre de este año 1876, con relación a la del primer semestre del año próximo pasado.

EXPORTACION DE LOS PRODUCTOS DE LA MINERÍA, EN EL PRIMER SEMESTRE DE LOS AÑOS 1875 Y 1876.

PRODUCTOS.	Unidad.	Cantidades.	Valores por los precios de plaza.	Cantidades.	Valores por los precios corrientes de plaza.
Carbon fósil.....	Toneladas.	16,907	Ps. 163,948	16,002	69,569
Cobre en barra.....	Kilógs.	15,637,147	4,799,144	19,338,106	5,891,433
Ejes de cobre.....		3,863,301	1,138,656	5,838,498	1,098,579
Id. arjentífero.....		63,534	16,530		
Id. de cobre i plata.....		1,219,235	362,697	1,627,752	281,958
Id. de plata, cobre i oro.....		14,260	4,266	8,231	2,470
Minerales de cobre.....		3,283,233	503,537	2,371,065	392,965
Id. de plata.....		113,878	29,244	2,629	2,621
Id. de plata i cobre.....		107,258	29,654	69,425	13,197
Id. de cobalto.....		27,470	3,279	13,195	1,769
Id. de plata i oro.....		45,592	11,376	5,668	1,918
Id. de plomo.....		11,961	852	2,260	173
Id. de cobre, plata i plomo.....		99,252	7,219		
Id. de plata i plomo.....		61,982	2,115	12,973	1,297
Plata pññalen barra.....	Gramos.	59,795,698	2,023,229	13,717,290	548,688
TOTAL.....			Ps. 9,002,744		8,152,434
Oro amonedado.....			Ps. 156,606		Ps. 1,233,435
Plata amonedada.....			994,884		713,485

(Estado comercial correspondiente al año 1875, pág. 557-560).

Es de notar que todo ese gran progreso que acabo de señalar en la riqueza nacional, debido al desarrollo de la industria minera, se realizó en menos de sesenta años, i

eria útil, interesante para la historia de Chile, señalar los hechos que del modo mas decisivo han contribuido a estimular la actividad de nuestros mineros i a poner nuestras minas i establecimientos metalúrgicos en el estado floreciente en que se hallan actualmente.

Este trabajo exijiria tiempo, investigaciones especiales i recojimiento de los datos que me faltan. Indicaré solamente los hechos que deben haber tenido mayor influjo en el progreso tan rápido de nuestra minería desde la caída del réjimen colonial e inauguracion del gobierno republicano.

Estos hechos i acontecimientos son los siguientes:

1.º Comercio libre, abolicion de los quintos, de monopolios i de diversas trabas que paralizaban la industria minera bajo el gobierno colonial.

2.º La llegada a Chile de dos compañías explotadoras inglesas, cada una con un millon de pesos de capital i con un número considerable de obreros ingleses i alemanes, una bajo la dirección del señor Caldclaug i la otra bajo la de don Carlos Lambert (por los años 1826-30.)

3.º La introduccion en Chile del beneficio de los *bronzes* (cobre sulfúreo, cobre abigarrado, cobre piritoso) por el método inglés en hornos de reverbero; la estraccion del cobre de los inmensos montones de escorias que quedaban de las antiguas fundiciones de los minerales de cobre en hornos de *mampá* españoles; la supresion completa de estos hornos i el uso de los hornos de reverbero, (1830-1833). El número de estos últimos aumentaba cada año mas, de manera que el arriba citado *Anuario Estadístico* para el año 1872-1873 señala 140 hornos de reverbero en actividad en los diversos ingenios de las provincias del norte.

4.º El arreglo de las transacciones comerciales para compra i venta de cobre en barra, en ejes i en minerales, por los ensayes por la via húmeda; el conocimiento i uso jeneral de estos ensayes en toda la República (1838-1840.)

5.º La supresion del derecho sobre el carbon fósil ingles (en 1844), la que dió el primer impulso al uso de este combustible en los injenios de cobre, i posteriormente al trabajo mas activo de minas de carbon fósil en Chile; explotacion en regla, primero de las minas de Talcahuano i Andalien (el uso del carbon chileno por la compañía de vapores en 1843); en seguida, la explotacion en gran escala de las minas mas abundantes de Lota, de Coronel i de Lebu; influjo que ha tenido i tiene esta explotacion en la produccion de las minas de cobre del norte.

6.º La habilitacion de los puertos menores para el comercio de las pastas, ejes i minerales, a medida que la necesidad de la abertura de otros puertos i el desarrollo de la industria minera lo exijia (Chañaral, Carrizal, Totoralillo, Tongoi, etc., etc., 1840-1870).

7.º La alza del precio de cobre en Europa, el perfeccionamiento de los métodos i la estraccion mas prolija, mas económica del cobre en las fundiciones; formacion de los grandes injenios de cobre en Caldera, en Carrizal, en la Serena, en Guayacan, en Tongoi, en Panulcillo, en Lota, etc. (1848-1870).

8.º El descubrimiento i esploracion mas activa de las minas mas ricas de plata en las provincias de Coquimbo i de Atacama, primero de los minerales de Arqueros (1825-1826) i de Agua-Amarga, en seguida de Ladrillos, de Chañarillo, de Cabeza-de-Vaca, de Tres-Puntas (1847-1848) de Lomas-Bayas, etc.

9.º Al propio tiempo, el descubrimiento de las minas de cobre, en la parte litoral del desierto de Atacama: (minas de Taltal, de Paposo i del Cobre, 1850-1860); i la importancia que tomaron a un tiempo las de Chañaral, del Salado, i otras del mismo desierto.

10. La introduccion de los nuevos métodos en el tratamiento de los minerales de plata. Fué por los años 1840 a 42 cuando se abandonó casi completamente el antiguo

beneficio de estos minerales por el antiguo método americano *de patio*, i ha sido reemplazado por el tratamiento mas rápido, ya sea en *tinas* (fondos de hierro), ya en barriles jiratorios. Este método, introducido por Cooper o Stevenson en Copiapó, método que en el acto ha reducido los dilatados beneficios de amalgamación a 24 horas de tratamiento, i la pérdida de azogue a unas dos onzas por marco de plata, no tardó en recibir varias mejoras, ya en el aprovechamiento de los antiguos *relaves* (residuos de amalgamacion) que solian quedar con 20 a 24 marcos de plata por cajon, ya en el tratamiento de los minerales mas pobres de Chañareillo; últimamente, perfeccionado por el señor Krönke, poco deja que desear a nuestros mineros de plata.

Al propio tiempo, habiendo quedado para ciertos minerales de cobre i de plomo platosos, arsenicales o antimoniales, el fastidioso i espuesto a pérdidas de plata i de azogue, el antiguo *método de calcinacion* i del uso de *majistral*, tomaron los mineros el arbitrio mas económico de reducir estos minerales por fundicion a ejes platosos, i de exportar estos ejes al extranjero.

11. Fueron al propio tiempo introducidas mejoras, aunque no del modo tan rápido como las que sirvieron para perfeccionar los métodos metalúrgicos, en la exploracion, i laboreo de minas. Es notorio que ántes de los años 1836-1840 casi no se conocia el uso de una *brújula de suspension*, menos el de un teodolito de minas, tanto en la mensura de minas como en la ejecucion de los *piques, socavones*, aún en la de demarcacion de las pertenencias. La extraccion de los metales i aún la del agua se efectuaba en gran parte a hombro de apires; las labores (galerías) seguian el capricho de las venas del metal en la veta; se aterraban, se anegaban las labores; los derrumbes del cerro inutilizaban la mina.

Poco a poco iba disminuyendo el número de apires, con la introduccion de los motores mas económicos i

del arreglo racional i metódico del laboreo. Menciona el *Anuario Estadístico* para el año 1873, 18 máquinas de vapor empleadas en las minas de la provincia de Atacama i de la Serena, i 255 pique-tornos i malacates. Actualmente el número de máquinas de vapor para la estracciou de metales i de agua há aumentado considerablemente i se ha extendido a las provincias del sur, con especialidad a las de carbon fósil; 22 máquinas de vapor (197 caballos) señala la estadística de las minas de la provincia de Atacama, correspondiente al año 1875 i el último *Anuario Estadístico* para el mismo año, enumera 48 máquinas de vapor i 37½ pique-tornos con diversos motores que funcionan en las minas de la República. El mismo *Anuario* demuestra que sobre 32,007 operarios empleados actualmente en las minas no hai más que 739 apires. Al propio tiempo, innumerables galerías de desagüe (socavones) se han abierto en las minas, cuyas localidades se prestaron a este jénero de trabajo i se ha jeneralizado el uso de las bombas. Dirigidos los trabajos de minas por injenieros, ya sea estranjeros, ya chilenos, se procura ordenar la esploracion i explotacion con *frontones* (galerías horizontales), *piques* (verticales) o galerías rectas inclinadas, dispuestas segun las reglas modernas de laboreo que facilitan la conduccion i estracciou de los materiales. Presentados en la Exposicion Internacional los planos de las minas de cobre de Tamaya, i los del laboreo submarino de las minas de carbon de Playa-Negra, llamaron la atencion pública como ejemplos de explotacion mas racional i metódica. No menos perfeccionados métodos de laboreo se emplearon en varias minas de la provincia de Atacama, principalmente en las de Carrizal, de Chañarillo i de Tres-Puntas. En jeneral, las operaciones subterráneas se conducen con auxilio de los instrumentos perfeccionados de mensura i el uso de ellos se aplica a los juicios prácticos, casos de internaciones i concesiones de minas.

12. No menos ha contribuido a los adelantos que acabo de enumerar el mejoramiento de las vias de comunicacion, principalmente desde el establecimiento de las compañías de vapores en la costa de Chile. Dos vias férreas, una que parte del puerto de Caldera a los minerales de Chañarcillo i Tres-Puntas, otra de Carrizal a Cerro-Blanco i la tercera de Tongoi a Tamaya, son otras tantas que dan la vida a los distritos mas abundantes i mas ricos en minas.

13. En fin, no puedo omitir de señalar el servicio que la industria minera debe a la junta de minería de Copiapó, la actividad i el ilustrado celo de sus miembros, como tambien a la enseñanza de los ramos de minería que bajo los auspicios del Gobierno nacional, se da gratuitamente en los liceos de Copiapó, de la Serena i en la seccion universitaria del Instituto Nacional, en cuyos establecimientos se han formado tantos ingenieros que actualmente dirijen los trabajos de minas i de injenios de Chile.

Varios otros hechos deberian ser agregados a los anteriores si se quisiera presentar un cuadro histórico mas completo de la minería en Chile. Pero al propio tiempo, seria necesario iniciar medidas i nuevos esfuerzos que reclama la industria minera, tanto de parte del Gobierno como de la de los propietarios i empresarios de minas para que no decaiga, que se mantenga esta industria tan productora, a la altura en que se halla actualmente i que no cese de progresar, independiente de todas las eventualidades de cualesquiera sucesos políticos o comerciales que la puedan perjudicar.

Esta cuestion exigiria un estudio mas detenido i especial. Me limitaré solamente a indicar algunos medios que, segun la opinion de los mineros mas expertos, particularmente de los del norte, servirian mas eficazmente a fo-

mentar la industria minera i a aumentar la produccion de las minas.

Estos medios serian los siguientes:

1.º La introduccion libre de derechos de las materias *primas*, como el carbon, el hierro, el azogue, etc., cuyo consumo en la estraccion i beneficio de los minerales es mas considerable e influye mas en la economía del trabajo minero.

2.º Igualmente, introduccion libre de derechos de las mejores máquinas de estraccion, de bombas i motores de vapor, para minas e ingenios. En jeneral, el aumento de la produccion de las minas dependerá en adelante no tanto de la estraccion i beneficio mas económico de los minerales mui ricos, de lei subida, como del aprovechamiento de los minerales mas pobres que son mas abundantes i cuya estraccion i beneficio son por lo comun mas costosas.

3.º Organizacion de un cuerpo de ingenieros de minas rentados por el Estado, para los distritos mas importantes de minas. Para esta organizacion podria servir de modelo la del cuerpo de ingenieros de minas en Francia, encargados de velar en el cumplimiento de los reglamentos dictados por el Código de Minería.

4.º Organizacion en los principales centros de la industria minera, de las juntas de minería, a imitacion de la de Copiapó, que ha contribuido de una manera tan eficaz al progreso de la industria minera de Atacama.

5.º Formacion de compañías por acciones para restauracion i explotacion, particularmente de los minerales desamparados o abandonados, la proteccion i las ventajas que se les deberán proporcionar en provecho de la industria. Algun modo de formar bancos de *rescate* que tuvieran por objeto libertar a los mineros mas escasos de recursos del poder de sus *habilitadores*.

6.º Introduccion i aplicacion en el tratamiento de los

minerales de cobre, plata, plomo i mercurio chilenos, de los métodos mas perfeccionados europeos i americanos; como, por ejemplo, del uso de los hornos altos o semi-altos para la fundicion de minerales pobres i refractarios de cobre; del método (con modificaciones que requiere la naturaleza de nuestros minerales de cobre i plomo platosos) usado en los ingenios de Freiberg i de Claustal, de cuyos productos se ha exhibido una coleccion completa en nuestra Esposicion i ha sido regalada a la Universidad por el Gobierno de Prusia; introduccion de los procedimientos mas perfeccionados i económicos para el beneficio de nuestras innumerables minas de plomo arjentífero que hasta ahora, con pocas escepciones, quedan intactas, etc., etc.

7.º Pero de cuantos medios podria inventar el minero para fomentar su industria, ninguno seguramente mas eficaz, mas poderoso, mas benéfico para él, ninguno contribuiria mas al aumento de la produccion minera i a disminuir el desperdicio de los capitales invertidos en esta industria, que una buena reforma de los procedimientos judiciales en las causas de mineria, reforma que tuviera por objeto poner remedio a la dilacion de los pleitos entre los mineros, a los abusos que se cometen en la demarcacion de las pertenencias i remocion de linderos, en las internaciones i enredos a que dan lugar las transacciones mal aseguradas, tanto entre los *socios* i accionistas de una mina, como entre la mina i sus habilitadores, en fin, las frecuentes tropelias i arbitrariedades de la autoridad local. Asegúrase que mas de la mitad de la produccion de la mineria del país se pierde i se esteriliza en interminables pleitos de las minas cuyos verdaderos *disfrutadores* son los abogados, los escribanos, los receptores, los procuradores i el papel sellado. Se pierde el tiempo i la tranquilidad del minero, se pierde el capital que, empeñado en la prosecucion de las empresas de minas, produ-

ciria otro tanto de lo que producen actualmente nuestros vengeros: i lo peor del caso es, que en las mas complicadas causas no siempre se busca i se aprecia.

«La verdad sabida, la buena fé guardada.»
