

Los cerros de Doña Ana en la provincia de Coquimbo llevan igualmente una f, es decir, que pertenecen, segun la esplicacion que da el primer mapa, a la formacion "del Trias." Ahora estos cerros son mui ricos en fósiles: *Lima varicosta* Bayle et Coquand, *Lima truncatiformis* de los mismos, *Natica phasianella* de los mismos, *Ostrea gregaria* Sow., *Ostrea irregularis* Goldf. (*O. Rivoli* Bayle et Coq.), *Ostrea Marshii* Sow., *Ostrea sandalina* Goldf., *Ostrea solitaria* Sow., *Panopaea peregrina* d'Orb., *Pholadomya abbreviata* Hupé, *Zietheni* Ag., *Terbraiulabicanaliculata* Schloth, *concinna* Sow., *Domeykoana* Bayle et Coq., *emarginata* Sow., *ficcoides* Bayle et Coq., *lacunosa* Schloth, *meridionalis* Conr., *subexcavata* Conr., *subtetraedra* Conr. Una localidad, que ofrece estos fósiles es bien seguramente oolítica i no "del Trias."

La única esplicacion que yo puedo darme del error fatal en los mapas de Pissis, que acabo de revelar, es que en el dibujo del mapa se hayan puesto equivocadamente las letras que deben designar las diferentes formaciones. Seria bueno que se avisase al señor Pissis, para que pueda rectificar estos errores en las planchas, si es todavía tiempo, para que los tirajes posteriores salgan sin estos errores. Bastaria, en mi concepto, talvez imprimir un carton que rectifique la esplicacion dada en el primer mapa, pues se podría pegar encima de éste, diciendo que la letra f representa el Lias, la letra g la formacion triásica; i así en seguida, si el error se continuase, lo que es probable, pero que no tengo tiempo ni medio de averiguar.

JEOLÓJIA.—*Apuntes sobre la jeolojia de Chile, por los ingenieros de minas M. M. Mallard i Edmundo Fuchs. (1)*

Encargados de visitar algunas minas de plata en Chile, nos embarcamos en Burdeos el 16 de julio de 1870. En el momento de partir supimos que habia sido declarada la guerra, i la noticia

(1) Traducidos por don Luis Zegers de los *Annales des mines*, París, 1872.

de nuestros primeros reveses en Reichhoffen i Forbach la tuvimos en Copiapó el 18 de setiembre. Desde esta fatal fecha, no abrigamos sino un deseo: volver a nuestra desgraciada patria, i el 10 de octubre, nos embarcamos en el *Magallanes* con direccion a Europa.

Las observaciones que hemos hecho en un viaje tan rápido i en condiciones tan poco favorables para el estudio, talvez no merezcan ser publicadas; pero, sin embargo, hemos creído poder dar a conocer algunos hechos importantes que nos llamaron la atencion.

No haremos la descripcion de nuestro viaje; pero no seríamos agradecidos si calláramos el buen recibimiento i jenerosa hospitalidad que encontramos en Chile. Debemos, sobre todo, nuestro agradecimiento al señor Domeyko, antiguo alumno de nuestra escuela de minas, i ahora sabio rector de la Universidad de Chile, que puso con la mayor cortesía a nuestra disposicion sus colecciones propias i los recursos del establecimiento que dirige; i al señor Pissis, compatriota nuestro, de quien obtuvimos preciosos datos.

Los dos nombres que acabamos de citar no son desconocidos para los lectores de los *Anales de minas*. El señor Domeyko ha publicado en allos numerosos estudios sobre la mineralojía i jeolójía de Chile. El señor Pissis, encargado desde hace una veintena de años, por el gobierno chileno, de levantar un planojeodésico i jeolójico de la República, emprendió i concluyó casi solo este inmenso trabajo, cuya publicacion ha sido ya hecha en parte, habiendo espuesto aqui mismo los resultados principales en una notable memoria. (1)

Además, no solo los señores Domeyko i Pissis han dado a conocer en Europa los hechos mas importantes de la jeolójía de Chile; se pueden citar tambien las conocidas publicaciones de Gay, Darwin, Grange, d'Orbigny, Bayle i Coquand, etc. a cuyos trabajos nos referimos mui amenudo. (2)

I.

JEOGRAFÍA FÍSICA.

La orografía de Chile es sumamente sencilla. Se resume ente-

(1) *Ann. des mines*, 3.^a serie, t. II, 1857.

(2) *Voyage de l'Asacabab*.

ramente en la existencia de dos cadenas que forman entre sí un ángulo de algunos grados solamente i que se dirijen sensiblemente de norte a sur; la menos elevada corre paralela a la costa; tiene su orijen al sur, a la altura de las islas de Chiloé, i termina en el norte en una especie de archipiélago interior, formando colonias de terreno primitivo diseminadas en medio de las arenas del desierto de Atacama. Ésta es la *cordillera de la costa*. La otra cadena estiéndese desde la estremidad del archipiélago de la Tierra del Fuego i se une en el norte con las altas cumbres de Bolivia. La cumbre de esta poderosa montaña está erizada de picos (el mas elevado, el *Aconcagua*, tiene 6843 metros) i crestas volcánicas. La *cordillera de los Andes* figura en segundo lugar entre las cadenas de montañas mas elevadas del globo.

Entre estas dos cordilleras, unidas en ciertos puntos por algunas ramificaciones trasversales, se estiende una planicie estrecha i alargada, que forma como la prolongacion del brazo de mar que separa las islas de Chiloé del continente.

Esta estensa planicie, interrumpida por cadenas trasversales, constituye en el sur la parte mas fértil i mas poblada del territorio. Se eleva gradualmente a medida que se avanza hácia el norte: la altitud de Santiago situada en ella es de 550 metros. En la rejion septentrional, la cordillera de la costa no está representada sino por algunos picos aislados; la planicie enteramente estéril que la separa de la cadena de los Andes, avanza en cierto punto hasta la mar i presenta un notable declive hácia la playa. Éste es el desierto de Atacama. Una ramificacion importante une un poco al norte de Valparaiso las dos cordilleras de la costa i de los Andes, formando una separacion natural entre las dos porciones de la planicie média, que difieren entre sí por su riqueza agricola i por su clima, tanto como Sahara difiere de Normandía.

El clima de esta larga faja de terreno, que se estiende desde el grado 53° de latitud hasta el trópico de capricornio, muestra, en efecto, particularidades bien notables.

En el estrecho de Magallanes se encuentra un clima a la vez que suave, mui húmedo.

En el puerto del Hambre, en medio del estrecho, la expedicion inglesa del *Beagle*, bajo las órdenes del capitán King, observó

una temperatura média de 5° 25'. La temperatura média del invierno, es decir, del mes de julio o de agosto, fué de 0° 60, i la média en los meses mas calurosos no pasó de 10°.

La *Astrolabe* i la *Zúlee*, que bajo las órdenes de Dumont d'Urville permanecieron en el estrecho desde el 15 de diciembre al 31 de enero, es decir, en verano, observaron un máximo de 15° 40 i un minimum de 5° 4. Las observaciones hechas en el puerto del Hambre por los empleados del gobierno chileno han dado una temperatura mínima de 6° 2. No tenemos datos sobre observaciones precisas con respecto a la cantidad de lluvia caída en el estrecho; pero debe ser considerable, si se toma en consideracion lo aseverado por los habitantes de Punta-Arenas i por los navegantes que han estado estacionados allí durante largo tiempo.

No sorprenderá, pues, encontrar juntos en las costas del estrecho fenómenos que estamos acostumbrados a mirar como contradictorios. Los bosques cerca de Punta-Arenas son admirables; se encuentran bellos árboles con hojas persistentes, tales como la grande haya antártica, i bellisimos arbustos como el *berbeus ilicifolia*, en el cual hemos tenido el placer de ver, a fines de octubre, graciosos e innumerables racimos o copos de flores amarillas. King ha encontrado fuchsias i verónicas arborescentes, en flores, i mui bien desarrolladas.

Esta rica i bella vejetacion, estas plantas que nosotros miramos como delicadas i que cultivamos en jardines, prenden i crecen a pequeña distancia de los nautuques, que se ven aún en la parte montañosa del estrecho, i llevan sus mieses hasta una pequeña distancia de la mar. Es esto de cierta manera la prueba práctica de que la humedad de la atmósfera es la condicion meteorológica mas necesaria en una grande estension de yelos, i que esta estension no es de ninguna manera incompatible con una vejetacion vigorosa i con la existencia de una flora que no presenta nada de comun con la de las rejiones polares.

Si se prosigue al norte por la costa del Pacífico, partiendo del estrecho de Magallanes, se ve que el clima va siendo menos húmedo; sin embargo, lo es bastante aún en Puerto-Montt (lat. 41° 30'), que se encuentra a la estremidad de un brazo de mar que separa a Chile de la isla de Chiloe. En efecto, véase el resultado

de las observaciones hechas en este lugar, durante seis años, 1859 a 1864, por el doctor Fonck: (1)

Temperatura média.....	11° 47.
Id. máxima.....	27° 37.
Id. mínima.....	0° 62.

Viento dominante: N., soplado durante 87 días.

Id. menos dominante: S., soplado durante 167 días.

157 días de lluvia que dieron un término medio anual de 2^m 592.

Este último dato es muy notable porque sobrepasa en 0^m 342 la de Bergen (lat. 60° 20' N.) que llega a 2^m. 25 i que es la mas elevada de todas las que se han observado en nuestro hemisferio.

Así, los bosques que cubren la parte occidental de la isla de Chiló, entre los paralelos 38° i 35' rivalizan en exuberancia, al decir de los viajeros (2), con los bosques intertropicales: crecen allí las palmeras, i en el paralelo 40° se ha encontrado una especie de hombú.

A medida que se sigue hacia el norte, la lluvia va disminuyendo; Santiago, tiene un cielo casi siempre sereno. Mas al norte de Santiago, la lluvia desaparece casi completamente. Este fenómeno meteorológico no se ve en Copiapó sino cada cinco o seis años, i cuando se verifica, no dura cada vez mas de una o dos horas. (3)

Esta sequedad casi absoluta, que esteriliza cerca de 300 leguas de costa, favorece singularmente la formacion de dunas i el transporte de arenas a gran distancia.

Así, las montañas cercanas de Copiapó i que separan a esta ciudad del desierto de Atacama, cuyas pendientes occidentales se estienden hasta el mar, están cubiertas por sus dos lados de una arena menuda, proveniente de la playa. Arrojada por el viento de la mar, se eleva por el flanco occidental de la cordillera como sobre un gran plano inclinado, i encontrando pasajes por los boquetes de estos cerros, cae sobre la vertiente oriental, donde se acumula en los lechos de los torrentes disecados. Esta sustitucion de las aguas minerales de los torrentes por un polvo blanco i sili-

(1) Petermann, *Wüchselungen*, 1869, p. 462

(2) Grange, *Voyage de l'Astrolabe*, p. 337.

(3) Los datos del autor, como se ve, están un poco equivocados en este punto.

cioso, está en perfecta armonía con el conjunto del paisaje, contribuye a aumentar el árido i desolado aspecto de estos sitios, en que siempre el cielo se muestra sombrío.

II.

FORMACION CUATERNARIA.

Solevantamiento del terreno.—Entre los fenómenos que se verifican en Chile i que con toda probabilidad pertenecen al período cuaternario, es necesario colocar aquellos que el señor Domeyko por primera vez ha dado a conocer, i que presentan durante este período un cambio mui notable entre los niveles relativos del mar i del continente. El señor Domeyko sentó en su memoria (1) que la costa de Chile presenta en Coquimbo tres líneas de antiguos niveles separadas por las siguientes alturas:

Grada superior.....	57 m. 6 sobre el mar.
Id. média.....	38 m. 8 sobre el id.
Id. inferior.....	14 m. 3 sobre el id.

Las capas que componen estos diversos terrenos son esencialmente marinas i encierran moluscos, de los cuales la mayor parte vive actualmente en las aguas de océano Pacífico.

Bruscas pedientes unen la inferior con la intermedia, que se compone de capas regulares, horizontales, formadas de conglomerados pudíneos de fragmentos redondeados, cascajos i arenas con fósiles marinos; encuéntranse ostras, que no son conocidas actualmente en el mar.

El señor Domeyko advierte el haber observado sobre toda la costa septentrional de Chile, una formación semejante. Hemos podido constatar en Coquimbo la exactitud de las observaciones del señor Domeyko, i coleccionar una porcion de fósiles marinos que él ha especificado.

El solevantamiento del suelo, del cual se ven sobre la costa muestras tan evidentes, explica la aparición de un terreno arenoso, mui estendido, que recubre al norte de Vallenar una gran planicie a lo largo del mar, enteramente árida, en medio de la

(1) *An. des min., 4.^a serie, XIV, 1848, páginas 153 i siguientes.*

qual se elevan de distancia en distancia verdaderos islotes graníticos. Esta planicie arenosa, que constituye propiamente hablando el desierto de Atacama, se estiende mas lejos hácia el norte, al través de Bolivia i hasta el Perú. Es notablemente inclinada del este hácia el oeste; hemos observado en la porcion de esta planicie que se estiende entre Chañarcillo i Vallenar, una altitud de 571 metros en la Punta de Diaz, mientras que en el Canto del Agua, situado a 14 quilómetros mas al oeste, 347 metros de altitud, resultando para toda la planicie un declive de 0,016 hácia el mar.

Estas arenas marinas, segun el señor Pissis, cubren en ciertas partes una capa de conglomerados formada de productos volcánicos que se estiende hácia el sur hasta Concepcion, constituyendo unos de los terrenos geológicos mejor demarcados.

La gran planicie del desierto de Atacama, indudablemente ha sido una antigua hoya marina, que ha sido solevantada, al parecer, durante el periodo cuaternario. La direccion actual de la costa, lo pronunciado de esta planicie solevantada hácia la playa, hacen que el eje de solevantamiento deba coincidir poco mas o menos con el de la cadena de los Andes. Los barreales de Coquimbo i sin duda tambien los de Vallenar, de que nos ocuparemos mas adelante, confirman realmente el solevantamiento i hacen ver que no se ha efectuado de una sola vez, sino a lo menos en tres periodos sucesivos de elevacion, con una duracion relativamente corta, i separados por intervalos mui prolongados de calma.

Estension de los ventisqueros.—Hemos visto en el estrecho de Magallanes, hácia el paralelo 54° de latitud sur, ventisqueros tendidos, i con la gran cantidad de lluvia que cae cada año, descender actualmente casi hasta el mar, bien que las partes donde toman nacimiento no tienen sino una corta altitud.

A la latitud de Santiago (33° 26' S.), los Andes se elevan hasta 6,834 metros (cerro de Aconcagua), teniendo aún en las altas regiones ventisqueros que se divisan desde la planicie; pero estos ventisqueros terminan en una estension mucho mayor anteriormente. En efecto, hemos reconocido, remontando por el pintoresco arroyo a orillas del cual están situadas las *fuentes termales* de

Cauquenes, que antes de llegar a los baños, en un paraje situado a 60 o 70 kilómetros del eje de la cadena i a una altura que no pasa de 500 a 600 metros, segun el plano del señor Pissis, el valle se encuentra interceptado casi completamente por un montecillo transversal. Esta especie de dique, cuya parte superior la constituye un plano casi horizontal, a través del cual el torrente se labra un estrecho pasaje difícilmente, está formada de materiales mezclados confusamente, sin ningun arreglo respecto a su tamaño i forma con una especie de arcilla gruesa.

La posicion de este montecillo i la naturaleza de los materiales que le constituyen, no dejan duda alguna sobre su orijen. Es una antigua *moraina* (moraine), semejante a las observadas en las rejiones alpinas.

Además, esta conclusion está confirmada con la existencia en diversos niveles de enormes bloques, algunos de los cuales tienen muchos metros cúbicos de volumen, i cuyos ángulos permanecen intactos, siendo con toda probabilidad *bloques erráticos*. Uno de estos bloques de lo mas voluminosos se encuentra en medio del jardín en el establecimiento de los baños.

La estension de los ventisqueros, que tuvo lugar en Europa durante el período cuaternario, se ha verificado igualmente en los Andes.

No hemos observado vestijios de antiguos ventisqueros hácia la latitud de Copiapó (26° 59'), bien que no ascendimos sino a la altura de 2500 metros sobre el mar. Sin embargo, parece que en esta parte de los Andes no existen ventisqueros; por lo menos, si existen, no son comparables a los que se encuentra en la base del Aconcagua i de otros picos elevados en la rejion meridional.

Fenómenos cuaternarios en los valles.—Valles principales.—Si el norte de Chile no muestra en la pequeña parte que hemos explorado, ni morainas antiguas, ni rocas estrañadas, ni pedruzcos erráticos, ofrece al observador el mas hermoso campo de estudio en lo que respecta a la accion ejercida por las aguas corrientes durante el periodo cuaternario. Efectivamente, se comprende que en un paraje donde no llueve, probablemente desde que empezó el actual periodo, donde falta casi totalmente la vejetacion i aún la tierra vejetal, i donde el hombre no

se ha podido establecer sino de tarde en tarde i de una manera precaria, se hayan conservado con una relijiosa fidelidad los menores accidentes del suelo, producidos durante el período jeológico cuaternario. En esta naturaleza, que se puede decir estacionaria, desde el dia que recibió su modo de ser definitivo, se puede leer la historia del período cuaternario mucho mejor que en nuestros países cubiertos de una lujuriosa vejetacion i cambiados por el trabajo del hombre.

La parte septentrional de Chile está cruzada por numerosos valles. Los unos, que nacen en los Andes i mueren en el mar, son los valles transversales o principales; los otros, que en cierta manera son como afluentes de los primeros, se conocen en el país con el nombre de *quebradas*, que nosotros conservaremos. Las quebradas tambien reciben pequeños arroyos laterales de menor importancia.

Los valles principales son los únicos en los cuales la parte mas baja i angosta está todavía ocupada por el curso de las aguas. No son mui numerosos i en Chile no se conocen sino dos: el valle del Huasco, en el cual se encuentran las ciudades de Vallenar i Freirina, i el valle del rio de Copiapó, en el cual está situada la ciudad de este nombre, la mas importante de la provincia.

El valle de Copiapó está encajonado en la mayor parte de su estension, en medio de terrenos primitivos, de terrenos de transicion i de terrenos secundarios mui metamorfoseados. Un rio con aguas mui cargadas de sulfato de sosa, riega el valle de Copiapó; pero mas abajo de esta ciudad, el valle se ancha mucho, encontrándose con la planicie arenosa que forma en este punto la costa de Chile; las aguas desaparecen en este terreno permeable, i el rio se pierde completamente antes de llegar al mar. El sulfato de sosa disuelto en las aguas que el suelo absorbe, esflorece en la superficie, i el valle se ve indicado por esflorescencias salinas blanquizcas, que aparecen de lejos como vastas llanuras cubiertas de nieve.

Esta desecacion hácia la parte inferior del valle de Copiapó, tiene las apariencias de un fenómeno reciente. Segun una tradicion local que podria apoyarse, segun se dice, en documentos escritos, las lanchas, durante el siglo XVII, remontaban por el rio,

desde la mar hasta la capital de la provincia. Sería necesario en ese caso admitir que en este corto espacio de tiempo la cantidad de lluvia que cae sobre la parte culminante de esta rejion ha disminuido notablemente, o que la industria minera, destruyendo la pobre vejetacion de las montañas, ha producido un cambio completo, con respecto a las aguas. No hemos podido asegurarnos personalmente de la exactitud de la tradicion que acabamos de indicar; pero hemos creído que no debíamos dejarla en el silencio.

El valle de Copiapó tiene un declive muy considerable, que se revela por las siguientes cifras:

	Altitud.	Dist. de dos puntos consecutivos.	Declive del valle entre dos puntos consecutivos.
Embocadura del rio de Copiapó.	0		
Copiapó-----	395 (1)	75 quilóm. ^s	0,0052
Cerrillos -----	603	25	0,0083
Pabellon -----	702	10	0,0099

El desnivel a 110 quilómetros de la costa alcanza a 0,01 poco mas o menos. Se juzgará cuán excesivo es este número si se le compara con el desnivel del valle de Graisivaudan, cerca de Grenoble, que no es sino de 0,0011; con el del Rin, entre Basilea i Lauterburgo, que es un poco menor que 0,001; con el del Ródano, de Lyon a Arles, que no es sino de 0,00055; en fin, con el del Sena, entre París i el Havre, que apenas llega a 0,0005. El desnivel del rio de Copiapó, cerca del mar, es poco mas o menos el del Ródano en el puerto de Lierre, en Valais, donde llega hasta 0,0059.

El valle de Huasco, mas corto que el de Copiapó, presenta desde Vallenar hasta el mar (53 quilómetros de distancia) un desni-

(1) Hemos tomado como altitud de Copiapó la dada por el señor Pissis, i comprobada por la nivelacion del camino de fierro entre Caldera i Copiapó; con respecto a las de Cerrillos i Pabellon, hemos tomado nuestras observaciones barométricas. La altitud dada por el señor Pissis a Pabellon (609 m.) nos parece baja; resultaría, en efecto, que el desnivel del valle seria solamente de 0,0049 entre Pabellon i Copiapó, es decir, menor que el desnivel entre Copiapó i el mar. Nuestras observaciones barométricas nos hacen pensar, además, que las altitudes indicadas por el señor Pissis para estas rejiones son muy bajas en general.

vel mas pronunciado aún. Con la altitud que el señor Pissis da a Vallenar (434 metros), el desnivel seria de 0.^m 0078; con la altitud obtenida con nuestras observaciones (513 ^m), el desnivel se eleva a 0.^m 0093.

El valle de Vallenar conduce sus aguas hasta el mar, i su desembocadura está caracterizada por la formacion de especies de lagunas o albuferas formadas tras un cordon litoral mui perceptible. Se dejan ver en este valle, en Vallenar mismo, sobre ambas márgenes, bellos bancales observados por el señor Domeyko, que ofrecen particularidades dignas de interés.

Se distinguen tres niveles de bancales bien demarcados. El corte adjunto (pl. II, fig. 3), que con todo cuidado hemos levantado valiéndonos de observaciones barométricas, dará una idea mui precisa. Este corte ha sido tomado en la márgen de la derecha; pero nos hemos convencido de que los bancales de las dos riberas están respectivamente al mismo nivel.

Los tres niveles principales que hemos designado con los núms. 1, 2 i 3, están terminados por escarpas de 23° a 28°; cada uno de ellos se prosigue en largas distancias con perfecta regularidad. Entre el bancal núm. 3 i el núm. 2, se encuentran dos bancales secundarios, distinguiéndose de los otros, en que desaparecen en ciertos puntos, presentando un carácter un poco fugaz, ya en una, ya en otra márgen; éstas están terminadas por escarpes de 14° a 15° solamente. Los hemos designado con los números 2 a i 2 b. El nivel 2 b parece el mas fijo i mas importante de los dos.

Hé aquí las alturas relativas asignadas a estos diversos bancales, segun nuestras observaciones:

	Altitud.	Alturas sobre el valle.	Alturas relativas de los bancales sucesivos.
Bancal núm. 3.---	650.4	137.4 ^m	----- ^m
Id. núm. 2 b.---	615.8	102.8	32.2
Id. núm. 2 a.---	596.8	83.8	19.0
Id. núm. 2.---	582.6	69.6	14.2
Id. núm. 1.---	550.6	37.6	32.0
Vallenar.-----	513.0	0	-----

Despreciando el nivel poco constatado núm. 2 a, se tendrían cuatro banales que estarían casi exactamente equidistantes de 33 metros.

Nótese que el bancel núm. 3 está separado del contrafuerte del valle por una especie de canal, cuyo fondo corresponde casi exactamente al nivel núm. 2 b.

Estos diversos grados están formados de cascajos muy redondeados i de mediano tamaño.

Este depósito de aluvion sigue por el valle hasta el mar. Forma una especie de faja alargada casi perpendicular a la ribera i que tiene hasta muy corta distancia hacia abajo de Vallenar, una anchura casi constante de 6 a 7 kilómetros. Esta faja concluye entonces i el conjunto de las gradas forma al rededor de la ciudad una especie de anfiteatro, cuyo diámetro mayor es de cerca de 16 a 17 kilómetros. Hacia arriba de este círculo, el río no pasa sino por estrechas rasgaduras, en los flancos de las cuales no aparece hoy ningún depósito de aluvion.

Al norte de la especie de estribo septentrional del valle de Huasco, cuya dirección jeneral es casi de EO., se extiende una vasta planicie de arena del mar, limitada al E. por los Andes i terminada al O. por islotes de terrenos antiguos, diseminados en medio de las arenas i que marcan, por decirlo así, la ribera del mar. Esta gran planicie de formación marina, que ya hemos señalado i que constituye el desierto de Atacama, forma una superficie casi plana, siendo su línea de mayor pendiente, sensiblemente perpendicular a la dirección de la ribera e inclinada cerca de 0,016 hacia el mar. Punta de Diaz, pequeño caserío situado en medio de esta planicie, a 49 kilómetros de la costa, tiene, según nuestras observaciones, una altitud de cerca de 571 metros. Si se reemplaza la superficie de la planicie por un plano de horizontales paralelas a la costa con un declive de 0,016, prolongado por el pensamiento hasta Vallenar, que está situada a 55 kilómetros de la ribera, se tendría una altitud de cerca de 667 metros, es decir, precisamente la misma (puesto que la diferencia proviene de errores de observación) que la altitud de la grada superior.

Es, pues, casi cierto que, cuando el mar cubría la playa, entonces sumergida, del desierto de Atacama, también cubría el valle

del Huasco, aún hasta Vallenar; i se debe suponer que la ancha faja de aluvion en medio de la cual se estiende el valle, representa un antiguo golfo interior, un antiguo brazo (fiord), semejante a los de Escandinavia o a los que se ven en la misma costa del Pacífico, desde el cabo de Hornos hasta el archipiélago de Chiloé.

Este brazo se llenaba en parte, alcanzando el nivel de la grada superior, con los materiales que acarrea el torrente i cuyas aguas llegaban a él. Este llenamiento se operaba cuando un solevantamiento del suelo puso en seco una parte de los depósitos de aluvion formados de este modo, i en medio del cual el torrente debió de nuevo labrarse su cauce, formando la grada núm. 2. Otros solevantamientos del suelo deben haber formado la grada núm. 2 i después el valle actual.

Esta hipótesis, que con tanta facilidad explica la formacion de las gradas de Vallenar, está además corroborada por las observaciones del señor Domeyko, de que hemos hecho mencion anteriormente, segun las cuales las gradas de Coquimbo i las de toda la ribera septentrional de Chile componen precisamente, como acabamos de decir, tres principales. También las gradas a orillas del mar no pueden haber tenido otro orijen que los solevantamientos sucesivos de la ribera; i puesto que bastan estos solevantamientos para explicar del mismo modo la formacion de las gradas de Vallenar, sería poco lógico atribuir el orijen de estos últimos a diques imaginarios que hubieran interceptado el valle sucesivamente a niveles decrecientes, que se hubieran roto mas tarde repentinamente.

Además, es absolutamente necesario para explicar la formacion de las gradas, ya sea en Vallenar o en otro punto cualquiera, recurrir a algun fenómeno relativamente brusco, quitando en cada punto la barrera que mantiene durante el período de equilibrio la altura del nivel de agua en un rio. Si esta barrera es un dique sólido, es la destruccion de éste la que produce su rompimiento i formacion del lecho; si la barrera es el nivel del mar, solo el levantamiento de la playa puede producir un efecto semejante.

Se puede objetar que las gradas sucesivas en Coquimbo están un poco menos distante unas de otras que en Vallenar; pero debe ser así, puesto que la estension del solevantamiento debe ir

creciendo desde el mar hasta una línea sensiblemente paralela a la ribera, que es la que constituye el eje del sollevamiento.

Quebradas.—Se designa en Chile con el nombre de *quebradas*, a los valles, a menudo muy anchos, que no se diferencian de los valles principales en los cuales ellos desembocan, sino porque no nacen en la parte culminante de la cadena de los Andes, o porque su hoya es mucho menos estensa. No tienen agua aparentemente, i la que poseen en su orijen, se pierde a una gran distancia en la parte superior, antes de su desembocadura en el valle principal.

Difícil es dar una idea del aspecto desolado de estos anchos valles, en los cuales parece que el agua corrió ayer, viéndose, en lugar de vegetación, solo áridos cascajos; en ellos el silencio absoluto no es turbado por ningún ser animado, estando encerrados por montañas rocallosas, enteramente estériles i desprovistas aún de una capa de tierra vegetal. El nombre de quebradas, que se les ha dado, traduce fielmente su triste aspecto.

El perfil transversal de estas quebradas es muy horizontal, i el longitudinal notablemente inclinado. En la quebrada de Paipote, que desemboca cerca de Copiapó en el gran valle, hemos encontrado, sirviéndonos del perpendicular de la brújula, un desnivel de 0^m 02. En la quebrada más pequeña de Cerrillos, observamos, por medio de una nivelación barométrica i midiendo las distancias por el número de vueltas de las ruedas de nuestro carruaje, un desnivel de 0^m 05. Estos desniveles tan marcados están, por otra parte, en perfecta armonía con lo que hemos asignado precedentemente a los valles principales, de los que estas quebradas son afluentes exactos, si se nos permite emplear la feliz expresión que M. Surell hizo clásica.

Estos valles tan notablemente inclinados tienen de 2 a 3 kilómetros de ancho; el suelo está formado por una acumulación de bloques angulosos, apenas redondeados i cuyas dimensiones muy constantes no pasan de 0^m 20 a 0^m 30 en todos sentidos. Mezclados con estos bloques, que componen la mayor parte del terreno de aluvión, se encuentran otros más pequeños, i el todo, como unido por un sedimento muy arenoso i poco abundante. Ninguna capa de arena, sedimento o tierra vegetal cubre esta formación.

Las más notables de estas quebradas, aquellas que nacen en la

parte elevada de la cadena de los Andes, poseen aún un arroyo, que se interrumpe a una distancia mas o menos grande de su nacimiento. Las aguas corrientes se pierden en parte por evaporaciones, i en parte, por infiltracion al través de los depósitos móviles del valle. Pero su desaparicion no lleva consigo la del lecho: este último se prolonga hasta el valle principal, no componiéndose sino de arenas finas, sedimentos i cascajos rodados, en jeneral de pequeño tamaño. El punto donde el agua cesa de correr es mui caracterizado; no varia sino cuando las lluvias, hoy tan raras en esas rejiones, varian el actual lecho de las aguas i lo hacen descender notablemente bajo su límite comun.

El rio actual, en los parajes donde deja de ser visible en la superficie, continúa aún su curso subterráneamente. Son estos ríos subterráneos los que suministran el agua necesaria para los trechos sembrados, establecidos cerca de las minas en explotacion. Pozos practicados en rellenos de guijarros en las quebradas, forman lo que se llama *aguadas*, donde los arrieros vienen a buscar a lomo de mula el líquido benéfico para distribuirlo en las poblaciones mineras.

Estas aguadas dan el agua a profundidades mui variables, que hacen conocer la profundidad mas o menos grande en la cual circula el rio subterráneo, i están, sin duda, en relacion con la potencia del relleno de guijarros del valle. En jeneral, esta potencia parece aumentar, por lo menos desde ciertos límites, a medida que nos acercamos al comienzo de la quebrada. Así es que en Copiapó mismo, la vena de agua subterránea que existe en el valle principal i que reemplaza completamente el agua superficial a alguna distancia hácia abajo de la ciudad, tiene su nivel superior a 6 metros mas abajo del suelo.

En el camino de Copiapó al mineral de Tres-Puntas, en Chullos, lugar donde se detienen los vehículos que trasportan a la ciudad los productos de explotacion, el agua se encuentra a 8 metros de la superficie. En la quebrada vecina a Tres-Puntas, donde se encuentra la aguada que satisface las necesidades de los obreros, el agua no se encuentra sino a una profundidad mucho mas considerable, que, segun nos han dicho, casi llega a 200 metros.

Estos hechos permiten resolver casi con certidumbre una

cuestion que ha preocupado mucho a las autoridades chilenas, el saber si sería posible arrebatar a la esterilidad total algunos trozos de suelo, habriendo pozos artesianos creadores de corrientes ascendentes. Casi no se debe, naturalmente, contar para esto con las corrientes de agua que pueden encerrar las capas de terrenos antiguos o secundarios sollevados por las cadenas de los Andes. Estas capas están, en efecto, tan alteradas que no es posible contengan aguas que brotaran con continuidad.

Quedan las aguas que se infiltran en los depósitos permeables de los valles. Es evidente que estas aguas no constituyen depósito a un nivel inferior a su nivel hidrostático por la acción de los terrenos impermeables adyacentes. Constituyen, como lo hemos dicho, corrientes subterráneas de agua, cuyo desnivel, muy pronunciado, les sirve para vencer las considerables resistencias que se oponen a su movimiento, i cuya velocidad debe ser muy pequeña. Las aguacías hechas en las quebradas encuentran el agua a una altura poco considerable sobre el nivel real de la corriente subterránea, i en ningún paraje, debe esperarse obtener corrientes que se eleven. Es, pues, necesario renunciar en el desierto de Atacama, al pensamiento de utilizar el ingenioso procedimiento que ha dado fertilidad a algunos puntos de Sahara.

Las corrientes superficiales de agua que recorren los valles principales en casi toda su extensión, lo mismo que las que riegan las partes mas o menos considerable de las grandes quebradas, no ocupan, por otra parte, sino una extensión muy pequeña del ancho del valle. Exactamente sucede lo mismo con los cauces disecados, que no son sino la continuación, i cuyas claras sinuosidades podemos observar admirados, tan recientes, como si el agua hubiera dejado de correr solo ayer. Un punto importante que llama la atención es que en ninguna parte estos rios, ya exhaustos, ya corrientes, reciben ni un afluente de los pequeños torrentes laterales que nacen en las montañas del valle. Esas corrientes de agua, no han sido nunca alimentadas, aún en las épocas de su mayor abundancia, sino por las aguas de los Andes. Desde el comienzo del período durante el cual han corrido i que talvez se confunde con el actual, ha escaseado la lluvia en esos parajes. Se hace, pues, necesario admitir que desde el principio de

este período, esas corrientes de agua no son sino la lluvia caída de los Andes, que ha ido disminuyendo gradualmente.

Esta hipótesis de un clima mas húmedo en las altas rejiones de los Andes en el comienzo de la era actual, está corroborada por diversas circunstancias, que hacen pensar que en la misma época el clima de las partes relativamente bajas de ese terreno era mas húmedo tambien, sin que la abundancia de las lluvias fuera bastante para dar nacimiento a corrientes de agua que no surtieran en las altas montañas.

Actualmente ciertos parajes elevados donde no llueve, absorben, sin embargo, agua higrométrica que, humedeciéndolos, los cubre en la primavera de una vejetacion bastante hermosa. Son plantas o arbustos, cuyas bellas flores contrastan con la aridez del suelo. Esta vejetacion dura pocas semanas, i los calores del verano la hacen desprenderse mui rápidamente hasta la próxima primavera. La hemos observado a principios de octubre, en Agua-Amarga, a 30 kilómetros de Vallenar i a una altitud de 11 a 1400 metros. Las quebradas mas septentrionales cercanas de Copiapó no presentan ni aún esta efimera vejetacion; pero debe haber existido anteriormente, porque se encuentra (1) en las partes mas áridas una especie vejetal, *Prosopis silicutrum*, que crece todavía con abundancia en las planicies regadas del Perú i Chile. Esas cepas se utilizan algunas veces para llenar las necesidades de la industria.

Conos de derrame.—En los puntos de interseccion de las barrancas laterales con las grandes quebradas i valles principales, se notan conos de derrame semejantes a aquellos que han sido tan bien descritos en el Delfinado por los señores Surell i Escipion Grass.

Los conos de derrame que se encuentran en la desembocadura de los torrentes laterales, son poco importantes i en jeneral de pendientes mui notables, teniendo un desarrollo mui considerable, que a primera vista parece desproporcionado con la hoya de recepcion del torrente a que hubo de dar lugar. Se muestran mui completos i se encuentran situados sobre el relleno de guijar-

(1) Pissis, *Annales des mines*, 5.^a serie, t. IX, páj. 143.

ros del valle. Ninguno de ellos alcanza hasta el lecho donde corren las aguas, que, ya esté o nó desecado, ocupa el medio del valle.

Tambien se notan conos de derrame en la desembocadura de los torrentes de alguna consideracion, tales como el que desciende de lo alto del mineral de Chancoquina, i el que nace en la montaña de Jesus Maria, llegando ambos al valle en Copiapó. Lo mismo sucede con el arroyo que, descendiendo de la montaña de Chañarcillo, llega hasta la gran planicie arenosa que se estiende hasta el mar.

Estos conos tan considerables, están enteramente desmantelados i cruzados por pequeños valles de menos consideracion, situados poco mas o menos en la direccion de las jeneratrices de la superficie ónica. Con la imaginacion se pueden suponer las aristas salientes que separan estos pequeños valles en miniatura i reconstituir así el cono primitivo. Por otra parte, esta reconstruccion ideal es fácil de suponer, i no deja duda alguna sobre el orijen i forma primitiva de estos depósitos.

El orijen de estos grandes conos de derrame, hoy día tan profundamente quebrados, es posterior a la primera oposicion del sistema volcánico de los Andes.

Se encuentran, en efecto, sobre uno de los flancos del gran cono de que hemos hablado, cerca de Chañarcillo, un pequeño cono volcánico, cuya cumbre no se eleva a mas de 40 metros sobre la superficie de este cono. Ese cerrillo está formado de escorias poco coherentes, a menudo descompuestas i coloreadas de rojo; parece un pequeño cono formado por los derrames atmosféricos de un volcan. El terreno de aluvion del valle se apoya sobre este montecillo i no se mezcla con los productos volcánicos. El cono volcánico es, por lo tanto, ciertamente anterior a la formacion del depósito de aluvion.

Los hechos que acabamos de describir sucintamente i que hieren la vista al observador menos atento, nos permiten dar a conocer los rasgos principales de la historia fisica de la rejion septentrional de Chile durante el período cuaternario. Al empezar este período, los volcanes existian ya con su construccion comun, si no en la parte central de la cadena de los Andes, bosquejados desde

largos periodos, al menos en puntos mas o menos numerosos diseminados sobre las faldas de las cordilleras. La costa seguia poco mas o menos la direccion que tiene actualmente; solamente en ciertos puntos, la estrecha faja que forma Chile era mas angosta; el mar se estendia casi hasta Copiapó; i la costa en la parte septentrional estaba sembrada de una serie de pequeñas islas rocallosas, pertenecientes a terrenos antiguos. El océano penetraba mucho en el interior de los terrenos, formando brazos (fiords), como el que hemos hecho notar en Vallenar.

Un solevantamiento, que alcanzó en Vallenar una amplitud de 650 metros i cuyo comienzo coincidió talvez con la aparicion de los volcanes en el eje mismo de la cadena, se hizo sentir durante el periodo cuaternario. Este solevantamiento fué producido por tres bruscas acciones separadas por largos periodos de calma.

Al mismo tiempo que se producía este gran solevantamiento, que no ha modificado sino lijeraente el terreno chileno, pero que sin duda sumerjió la mayor parte del territorio argentino (1), el clima de Chile estaba sujeto a profundas modificaciones.

En el sur, los ventisqueros, que al principio del periodo tenían una grande estension, seguían la misma marcha decreciente que en Europa. En el norte se ven disminuir las aguas pluviales, que en el orijen del periodo, caían abundantemente sobre los parajes mas bajos del país, formaban en la base de los torrentes esos grandes conos de derrame, hoy áridos, que hemos observado en Copiapó i Chañarcillo, i acumulaban en el brazo de Vallenar un considerable sedimento de materiales cojados.

Poco a poco, las tempestades se hicieron menos frecuentes i los grandes conos de derrame se quebraron mas o menos; es probablemente tambien que en esta época aparecieran los últimos conos de derrame, situados en la desembocadura de los torrentes laterales de secundaria importancia, i el relleno definitivo de las quebradas, que tenían al principio una pendiente menor que la que tienen actualmente.

En fin, la última modificación se produjo en el clima; las lluvias torrenciales que aún caían en la parte baja del país, cesaron

(1) Las observaciones de M. A. d'Orbigny están acordes con estas ideas.

enteramente. Desde ese momento la lluvia no cayó sino sobre la cima de los Andes, i los rios no fueron alimentados sino por el agua que descendió de las partes mas elevadas de la cadena. Esta revolucion fué repentina, puesto que no se observa, como lo hemos hecho notar, ninguna relacion ni transicion, entre el ancho lecho del gran torrente antiguo i el pequeño lecho del rio actual. Por otra parte, se puede mirar esta última revolucion como el principio del actual periodo, que no ha sido señalado sino por una disminucion lenta i progresiva en la cantidad de agua que cae anualmente sobre las cumbres de los Andes.

Si comparamos esta historia del periodo cuaternario, hecha para una rejion del hemisferio austral, con aquella que las observaciones geológicas han permitido reconstruir para las rejiones de nuestro hemisferio, se notará en el conjunto notables analogías. En los dos hemisferios el periodo cuaternario no empieza sino con la aparicion del sistema volcánico; su principio está señalado por una grande estension de ventisqueros, que retrogradan sin cesar durante el periodo. Se puede comparar al estinguimiento cuaternario del continente americano, el que ha sido observado en una época contemporánea en la península de Escandinavia i ha sumerjido las grandes llanuras de Alemania del norte, las pampas europeas, i sin duda tambien las tobas de Nápoles i las capas de la Sicilia. No hai sino tres bruscos periodos de existencia, separados por largo tiempo de descanso, que no hayan sido indicados con precision en gradas o bancos de la Escandinavia.

Por otra parte, se sabe que en nuestro hemisferio la reglacion de las aguas corrientes ha seguido exactamente la marcha que nosotros hemos podido constatar en Chile. Al principio del periodo cuaternario, abundantes lluvias producian en las rejiones alpinas grandes conos de derrame i hacian que el Sena, rio tan bien estudiado por M. Belgrand, condujese un volumen de agua suficiente para ocupar todo su ancho. Después bruscamente (M. Belgrand ha demostrado muy bien la rapidez de este fenómeno), las aguas cesaron de caer en tan gran cantidad, los grandes torrentes se estinguieron i nuestras escasas aguas tomaron en el *thalweg*, anchos valles, el humilde sitio que hasta nuestros dias ocupan.

Es necesario concluir, según nos parece, de esta analogía tan exacta entre los fenómenos contemporáneos en los dos hemisferios; que estos fenómenos han sido producidos, no por causas secundarias i locales, pero sí por causas jenerales, que producian su efecto en todo el globo terrestre.

Si los volcanes han aparecido en la misma época en toda la superficie de la tierra, i la América del Sur ha estado espuesta a tres acciones diferentes, como la Escandinavia; si los ventisqueros han avanzado o retrogradado simultáneamente en los Alpes, como en los Andes; si el clima de Chile ha tenido en una misma época las mismas faces que el clima europeo, es porque una misma causa se hacia sentir de un polo al otro, produciendo en todas partes los mismos efectos. De esta manera hemos conseguido entender esta gran lei de la unidad en el desarrollo de la historia física del globo terrestre, a que conducen todos los hechos jeológicos i que talvez no ocupa en la ciencia el puesto que ella merece.

III.

TERRENO TERCIARIO.

El terreno terciario de Chile es mui interesante por los mantos de lignita explotable que encierra i que son de una inmensa utilidad en un país donde el terreno hullero parece que casi es desconocido. La porcion de estos terrenos cercana de Concepcion ha sido ya enteramente descrita en estos *Anales* por el señor Domeyko (1) i M. Crosnier (2). Hemos podido estudiar el terreno terciario de Lota i Coronel, cerca de Concepcion, i el de Punta-Arenas en el estrecho de Magallanes. Este estudio ha sido mui a la lijera, puesto que ha sido ejecutado en cada una de estas localidades en solo un dia de observacion. Sin embargo, creemos poder decir algo, con tanta mas razon cuanto que no se ha publicado, por lo menos que nosotros sepamos, noticia alguna sobre los depósitos de Punta-Arenas.

(1) 4.^a serie, t. XIV, 1843 páj. 122.

(2) 4.^a serie t. XIX, páj. 185.

El terreno terciario parece constituir una faja mas o menos continuada a lo largo de la costa de Chile, desde Concepcion hasta el estrecho de Magallanes, uniéndose quizás con la formacion terciaria que en la República Argentina está tan desarrollada.

En las cercanías de Concepcion, esta formacion está compuesta, como se sabe, de capas arenáceas i arcillosas superspuestas, conteniendo intercalados mantos de lignita, cuya potencia no pasa de 1 m. 50. Estas lignitas son explotadas actualmente con bastante actividad en las cercanías de Lota i Coronel, un poco al sur de Concepcion. Los vapores ingleses, en los cuales nos hemos embarcados de ida i vuelta i que viajan de Liverpool al Callao por Magallanes, hacen estacion en Coronel para renovar su provision de combustible.

El terreno terciario ocupa en Coronel una faja paralela a la costa, limitada al oriente por terrenos primitivos. Está recubierto por formaciones arenáceas, entre las cuales el señor Pissis menciona un conglomerado como de piedra pómez, sobre el que descansa a su vez la formacion de las arenas marinas del desierto de Atacama. Este terreno lignífero es evidentemente anterior a las capas cuaternarias del norte. No hemos encontrado fósiles que se puedan conocer claramente, i es difícil formarse una idea precisa acerca de su edad jeológica. Sin embargo, se la puede comprender entre límites mui cercanos, como vamos a verlo en seguida.

La formacion de Coronel se compone de areniscas casi blancas, jeneralmente cuarzosas, unidas con un cimiento poco abundante i algunas laminillas micáceas no numerosas. Estas areniscas pasan a rocas arenáceas arcillosas de granos mui finos. Se encuentran núcleos de una arcilla mui blanda i fina, proviniendo, al parecer, de formacion quimica. Las capas de lignita están en jeneral acompañadas de capas de arcilla esquitosa, de un gris negro, betuminosas, encerrando numerosos restos de vegetales, imposibles de reconocer. En las areniscas se encuentran restos de plantas dicotiledóneas que nosotros no hemos podido ver.

Toda la formacion reposa sobre rocas primitivas, de las que está separada por una capa de grandes conglomerados.

Presentamos adjunto (pl. II, figs. 1 i 2) un plano de un corte

del terreno terciario de Coronel que se ha tenido la bondad de proporcionarnos en la Universidad, en Santiago. Se notará en el corte que los mantos no son horizontales, sino lijeramente inclinados hácia el mar i profundamente dislocados por fallos mui demarcados. Este solo hecho bastaria para distinguir toda esta formación del terreno cuaternario del norte, con el cual el señor Domeyko parece haberlo confundido.

Hé aquí la enumeracion i potencia de las capas que se han encontrado al practicar el pique A del corte:

- metros.
- 15.60 areniscas arcillosas.
 - 2.70 areniscas calcáreas.
 - 6.55 areniscas arcillosas.
 - 1.90 areniscas calcáreas.
 - 1.70 areniscas arcillosas.
 - 0.85 lignita piritosa (manto núm. 1).
 - 8.20 arcilla blanda betuminosa.
 - 0.70 lignita (manto núm. 2).
 - 0.75 arenisca arcillosa.
 - 0.90 lignita (manto núm. 3).
 - 10.00 arenisca arcillosa con hojas delgadas intercaladas de arcilla esquitosa.
 - 7.80 arcilla dura.
 - 6.70 areniscas blancas, alternando con grises, i unidas con un cimiento arcilloso calcáreo.
 - 1.40 areniscas arcillosas.
 - 0.40 arcillas esquitosas.
 - 0.20 lignita (manto núm. 4).
 - 2.30 arcilla esquitosa.
 - 4.00 areniscas duras, blancas o grises, con maderas fosilíferas bien conservadas.
 - 1.00 lignita de buena calidad, explotable (manto núm. 5).
 - 0.10 arcilla betuminosa con numerosos restos de vegetales.
 - 2.00 arcilla endurecida negruzca i micácea.
 - 2.10 areniscas calcáreas i arcillosas.
 - 0.07 lignita.
 - 0.50 arcilla betuminosa.

Metros.
1.15 areniscas.
0.19 lignitas.
0.40 arcillas.
1.50 lignita (manto núm. 6).
0.40 arcilla betuminosa.
1.20 areniscas.
0.19 lignitas.
0.40 arcillas.
1.50 lignitas.
0.40 arcilla betuminosa.
1.50 arcilla dura agrisada.
23.60 arenisca con un cimientó jeneralmente arcilloso.
0.40 arcillas duras.
0.06 lignitas.
7.90 capas arcillosas duras, alternando con bancos de arcilla blanda.
4.50 areniscas arcillosas.

127.72, hondura total del pique.

En seguida vienen 70 metros, por lo menos, de un conglomerado cuarzoso rojizo, que descansa sobre las micaesquitas. Toda la formacion terciaria tendria, pues, en este punto una potencia de cerca de 200 metros.

En la lijera visita que hemos hecho a las minas de Coronel, no hemos podido recojer plantas fósiles. Seria de desear que las que han observado los ingenieros chilenos fuesen examinadas con cuidado, pudiendo obtenerse quizás preciosos datos sobre la flora del continente americano durante el período terciario, i quizás podria llegarse, comparándola con las floras terciarias europeas, a determinar con seguridad la época jeológica de la formacion.

El aspecto de las rocas nos recuerda enteramente el de las capas del terreno coceno inferior parisiense. Los hechos siguientes robustecen esta analogia. La isla de Quiriquina, situada en la bahia de Talcahuano, a 45 quilómetros al norte de Coronel, está formada de capas esquistosas metamórficas sobre las que descansan lechos de arcillas verdosas, de areniscas calcáreas i micácea^s con bancos de lignita i madera petrificada. Además, en estas capas metamórficas se han encontrado numerosos fósiles, que se halla-

ron en las capas metamórficas del estrecho de Magallanes. Esos fósiles han sido estudiados por M. Alcides d'Orbigny, que reconoció con certeza la forma que él ha designado bajo el nombre *senonienne* (cretáceo superior) (1).

Por otra parte, el señor Pissis (2) hace ver que en la parte inferior del terreno lignífero de la provincia de Concepcion, se ha encontrado una gran cantidad de baculitas diseminadas en una capa de areniscas muy desmoronadizas, estando acompañadas de cardiums, otras bivalvas, i aún de algunas impresiones o restos de vegetales. *Estas areniscas, agrega el señor Pissis, forman la base del terreno lignífero i afloran en muchos puntos de la bahía de Arauco, en las cercanías de Concepcion, i mas al sur, cerca del rio Lebu. En todos estos puntos, su estratificación no difiere en nada de la de las capas terciarias que las cubren, de tal manera que se hace necesario admitir que el todo ha sido solevado de una vez.*

Si se admite que la desaparicion de las *baculitas* se ha producido en Chile, como en Europa, al principio del periodo coceno, se hace necesario admitir que el terreno lignífero de Concepcion pertenece a ese mismo período, constituyendo así el equivalente americano de la arcilla plástica parisiense. Tambien se sabe que las *baculitas* se encuentran en la hoya de París, en medio de capas de calcárea pisolítica, que sostiene a las arcillas ligníferas i están en marcada discordancia con los depósitos de creta blanca inmediatamente inferiores. Esta discordancia de estratificación, desde tan antiguamente observada en las cercanías de París, se encuentra, por lo visto, de una manera muy precisa en las costas del Pacifico, i corresponde, sin duda, a una de las faces mas importantes del solevantamiento de la cadena de los Andes, puesto que la creta blanca está representada, en el lado occidental, por capas profundamente metamorfoseadas i dislocadas, mientras que las *baculitas* se encuentran en terrenos que conservan la situacion primitiva i que no han sido trastornados sino muy lijeramente.

(1) Grange, *Voyage de l'Astrolabe, géologie et minéralogie*, t. II, pág. 174.—A. d'Orbigny, *Cours élémentaire de paléontologie*, t. II, pág. 672.

(2) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1865, t. LX.

El terreno terciario se encuentra en el estrecho de Magallanes, pero solamente en el lado oriental de la gran cordillera. Se abre este estrecho en medio de formaciones muy diferentes las unas de las otras, que muestra en escorzo un corte completo de la América del Sur. Al este, después de doblar el cabo Virjenes, que marca la entrada al estrecho por el lado del Atlántico, se ven terrenos casi horizontales, que constituyen la prolongación de la gran planicie de la República Argentina. Las islas del archipiélago por en medio de las que navegan los buques, están igualmente formadas de capas arenáceas inclinadas, i la navegación se hace difícil a causa de los numerosos bancos de arena. Esta formación arenácea, casi o nada trastornada, concluye hacia la mitad del estrecho, entre Punta-Arenas, nueva colonia chilena, i el puerto Hambre, lugar donde aquella fué al principio establecida. Desde este punto i especialmente al oeste del cabo Adelante, el estrecho se convierte en un canal, a veces muy angosto i cerrado en ambos lados por montañas escarpadas i pintorescas, entre cuyos dobleces se ven bellos ventisqueros descender casi hasta el nivel del mar. Estas montañas son la prolongación de la cadena de los Andes i las puede observar el navegante hasta el cabo Pilares i los peñones de los Cuatro-Evanjelistas, que señalan la estremidad del estrecho por el Pacífico. En esta última parte, la navegación se hace peligrosa por los arrecifes submarinos, contra lo cuales mas de una nave se ha estrellado.

Punta-Arenas es una colonia penitenciaria establecida por el gobierno chileno i donde los vapores hacen estacion; es el único paraje habitado por la raza blanca en el estrecho de Magallanes. El naciente caserío, que cuenta ya con numerosas familias de colonos libres, está situado cerca de la desembocadura de un pequeño rio, sobre un terreno de acarreo, probablemente debido a¹ mismo rio. Se ven en la superficie i hasta una grande altura, bloques, evidentemente de las montañas, formados en su mayor parte de rocas anfólicas i diolíticas. Subiendo a orillas del rio, como a 1 quilómetro de Punta-Arenas, se llega a un gran bosque, compuesto principalmente de hermosas hayas de hojas persistentes (*fagus antarctica*); i en los extremos del cual se encuentra un bellissimo arbusto cubierto de capas de flores amarillas (*berberis ilicifolia*).

Como a 6 o 7 quilómetros de la poblacion, se encuentra en la márgen izquierda del rio, una explotacion reciente de lignita, en la que hemos tomado el siguiente corte:

metros.

- 8.00 arena arcillosa de variado aspecto.
- 0.50 arcillas un poco esquistosas i arenosas.
- 0.40 lignita.
- 2.00 arenisca micácea, verdosa i glauconosa.
- 0.50 areniscas compactas con impresiones de plantas.
- 8.00 areniscas arenosas blandas, en grandes esquitas, no estando éstas en concordancia con la estratificacion; su direccion N. 45° E., abatiéndose con 60° hácia el S.
- 0.40 areniscas compactas que se descomponen esferoidalmente.
- 6.00 areniscas arenáceas descompuestas en grandes esquitas.
- 0.30 areniscas compactas.
- 6.00 areniscas de diversos colores, azules i verdes.
- 0.20 areniscas compactas.
- 8.00 arenas coloreadas i glauconosas.
- 0.50 arcilla arenácea en esquitas.
- 0.60 lignita.
- 0.75 areniscas arenáceas esquistosas.
- 2.10 lignita explotada, areniscas verdosas i glauconosas.

Estas areniscas glauconosas de la parte inferior del corte son como tobas, blandas, i se desagregan fácilmente al tocarlas. Son compuestas principalmente de granos de cuarzo, mezclados con partículas negras de hierro oxidado, de hojillas micáceas, i en fin, de partículas laminares verdosas, que sin duda son piroxena o anfibola. La presencia de rocas anfibólicas en las montañas que dominan a Punta-Arenas, debida casi con certidumbre a los bloques erráticos que ya hemos mencionado, explica suficientemente la composicion mineralójica de estas areniscas. Se hallan numerosos fósiles, entre los que mencionaremos una grande ostra que nos ha parecido ser la *O. patagonica* (1) de d'Orbigny, un pécten i cierto

(1) M. Grange (*Voyage de l'Arctique*) señala la *O. patagonica* en las capas horizontales de Havre-Peckel, un poco al E. de Punta-Arenas.

número de otras conchas bivalvas, cuyo material es muy desmenuzable i que se hace imposible de determinar específicamente.

Todas estas capas son casi horizontales i se sumerjen en el mar con una inclinacion que no baja de 0,002. Continúan sin desnivelarse notablemente por el lado opuesto del valle, viéndoseles coronadas con una serie de bancos de 50 a 60 metros de potencia i compuestos casi en su totalidad de arenas amarillas movedizas o ligeramente coloreadas.

La formacion terciaria de Punta-Arenas parece idéntica a la que d'Orbigny ha designado bajo el nombre de *terreno patagónico (terrain patagonium)* i que está caracterizado por la *O. patagónica*. La presencia de la lignita pudiera hacer creer a primera vista, que esta formacion es contemporánea con la de Lota i Concepcion. Pero es probable que sea de una época mas reciente, puesto que el *terreno patagónico* no constituye en el lado oriental de los Andes, la base del terreno terciario, mientras que los hechos nos han conducido a admitir que es ésa precisamente la época geológica en la cual era necesario colocar los terrenos de la bahía de Concepcion.

La diferencia de edad que nosotros hemos hecho notar aquí, queda mas comprobada si se atiende a la regularidad i horizontalidad de las formaciones de Punta-Arenas, contrastando con la inclinacion i divisiones de las cercanías de Lota. De todas maneras, la sola conclusion que directamente se desprende después del estudio de estos parajes, es que el terreno lignitifero es de una época mas reciente que el de la creta blanca, puesto que los fósiles característicos de este terreno se encuentran en puerto del Hambre, situado algunos kilómetros al oeste de Punta-Arenas, en rocas profundamente metamorfosadas i muy bien dispuestas.

Cuando visitamos a Punta-Arenas, apenas comenzaba la explotacion de los lechos de lignita; con ese objeto habian establecido un ferrocarril de via angosta, análogo a nuestros caminos de minas i con una estension como de 6 kilómetros, uniendo en esa época el mar con los trabajos comenzados i concluyendo en un muelle que permitia hacer el carguio directo del combustible en las naves. Las noticias que nos dieron a nuestra vuelta, nos hacen creer que esa explotacion ha tomado en el día grande incremento;

¡sin temor se puede predecir para ella un gran porvenir, si los lechos de lignita presentan realmente la regularidad i continuidad que una inspeccion rápida de esos lugares nos han hecho suponerles.

No pudimos ni siquiera pensar en estudiar durante la estada que por dos veces i por pocas horas hicimos en Punta-Arenas, la formación cuaternaria del estrecho de Magallanes. Se pueden encontrar interesantes detalles a este respecto en la relacion del viaje de la *Astrolabe* por M. Grange. Solo diremos que el valle, a las estremidades del cual están las canteras de explotación de la lignita, encierra algunas arenas auríferas. En el momento de nuestra visita, estaban en actividad los lavaderos de oro, que, aunque bastante numerosos, no están aún bastante desarrollados. Parecía estar concentrado el oro en arenas de aluvion antiguas, llenando como pequeñas concavidades a una altura de una decena de metros, poco mas o menos, sobre el nivel del valle actual.

Los elementos de riqueza mineral que acabamos de señalar tienen un valor tanto mayor cuanto que el estrecho de Magallanes fiende a llegar a ser una de las grandes vias de comunicacion interoceánicas. Durante largo tiempo, la angostura de este estrecho, frecuentemente inferior a 4 quilómetros, los arrecifes de que está cubierta su estremidad occidental, los bancos de arena, no menos temibles, que hacen peligrosa la otra mitad de su largo, hicieron considerar como arriesgada i quizás imposible esa navegacion; i no solamente los buques a vela, sino los a vapor la temian. Los unos i los otros se veian obligados a doblar el cabo de Hornos i afrontar las tempestades, que en aquellos apartados sitios son un fenómeno meteorológico comun. Los viajes eran jeneralmente largos, i el retardo que resultaba no bajaba de cinco a seis dias para los vapores i a veces llegaba a muchas semanas para los de vela. La via de Panamá habia llegado a ser, sin embargo del doble trasbordo, la ruta elejida para las comunicaciones rápidas entre Europa i las costas meridionales del Pacifico.

Desde hace algunos años, gracias a los trabajos hidrográficos de las marinas francesa e inglesa, la configuracion de las costas i el fondo mismo del estrecho, han sido demarcadas con entelado;

los arrecifes, los bancos están hoy indicados en las cartas con una exactitud que no deja nada que desear, i los vapores, provistos de estos precisos datos, no temen el penetrar en este estrecho canal, donde con prudencia se pueden conjurar todos los peligros.

Desde 1868, una compañía inglesa (*Pacific Steam navigation company*) estableció, entre Liverpool i Valparaíso, un servicio mensual de vapores tocando en Burdeos, Lisboa, Rio-Janeiro, Montevideo i Punta-Arenas. El precio del flete fijado fué de 75 francos por tonelada para las sustancias minerales, tales como los metales, el salitre, los minerales de cobre i de plata, etc. El tiempo total de la travesía era de treinta i dos días de Burdeos a Valparaíso, i de treinta i cinco en sentido inverso, es decir, como ocho días menos que el viaje de San Nazario a Valparaíso, por la vía de Panamá. Las ventajas ofrecidas por la nueva línea de vapores muy pronto fueron apreciadas.

Desde el principio, absorbió en totalidad i sin competencia posible todos los transportes que se hacían entre Chile i Europa por la vía de Panamá e hizo difícil, para las mercaderías que hemos citado, la competencia de los buques veleros. Menos de dos años después de la creación de esta vía, le convino a la compañía sustituir a Valparaíso por el Callao (Lima) como estación extrema; i de esta manera, extendiendo hasta el Perú el bajo precio de flete, quitó a la vía de Panamá una porción considerable de transportes del Perú i de Bolivia. En 1870 el tráfico era tan grande que no solamente los viajes eran quincenales, sino que se veían obligados a intercalar frecuentemente viajes suplementarios. En fin, las exigencias crecientes del comercio llegaron a tales que en 1872 otra compañía inglesa (*White Star Line*) creyó que podía hacer competencia, haciendo regularmente semanales las comunicaciones entre Europa i las costas occidentales de la América del Sur.

El día, tan anhelado, en que se establezca un servicio de remolcadores, los buques de vela, que ahora no pueden desafiar al estrecho, lo harán entonces, siendo el camino del cabo de Hornos completamente abandonado para la navegación, i el estrecho de Magallanes llegará a ser una de las rutas comerciales más considerables del mundo. Los lechos lignitíferos de la costa patagónica adquirirán entonces una importancia de primer orden, i la colonización de esta parte del globo tomará un rápido empuje.

Efectivamente, pocos países ofrecen a los colonos mas ventajas reunidas. El clima, en verdad, es húmedo; pero la temperatura es mui uniforme, i nuestra raza se aclimata fácilmente. La vejetacion de los bosques es exuberante, i las montañas deben encerrar mas de un lecho metalífero, de aquellos que sin interrupcion se muestran en la cadena de los Andes, desde California hasta Chile. La poblacion indijena es pacífica; no hai que temer sino los malones de los salvajes habitantes de la isla del Fuego, que están separados por el estrecho, i que son tan poco numerosos, que una colonia algo importante no tendria por qué preocuparse. En fin, vapores de gran velocidad, vienen cada ocho dias, llevando noticias de ambos mundos, ofreciendo así al comercio inapreciables auxiliares.

Se puede, pues, predecir sin temor, un brillante porvenir a ese rincon del globo que estaba, hace algunos años aun, apenas explorado, i que actualmente está mas cerca de nosotros que lo que lo estaban los Estados- Unidos antes de la navegacion a vapor.
