

282



1009282

Serie 3.<sup>a</sup>

Noviembre 1 Diciembre de 1913

Núm. 201 1-202

# BOLETIN

DE LA

## Sociedad Nacional de Minería

### DIRECTORIO DE LA SOCIEDAD

**Presidente**  
Cárls Bena

**Vice-Presidente**  
Cesáreo Aguirre

**Directores**

Aldunate Solar, Cárls  
Avelos, Cárls G.  
Elguin, Lorenzo  
Gandarillas, Javier  
Lanas, Cárls

Lecaros, José Luis  
Lira, Alejandro  
Maier, Ernesto  
Malsch, Cárls  
Pinto, Joaquín N.

Soza Bruna, Francisco  
Vattier, Cárls  
Videla, Augusto  
Yunge, Guillermo

**Secretario**

ORLANDO GHIGLIOTTO SALAS

### Los carbonos del valle longitudinal i la zona carbonífera al sur de Curanilahue en la provincia de Arauco.

SEGUNDO INFORME SOBRE ESPLORACIONES JEOLÓJICAS EN LA ZONA CARBONÍFERAS DEL SUR DE CHILE

#### Introduccion

El presente informe contiene los resultados de mis esploraciones realizadas en el verano pasado desde noviembre de 1912 hasta mayo de 1913. El informe está acompañado de 6 planos que servirán para ilustrar las condiciones jeológicas de la rejion al sur de Curanilahue.

Durante los meses de noviembre hasta marzo he recorrido toda la rejion comprendida entre el Río Laja i Osorno. Los resultados de este viaje se tratan en la primera parte del Informe. Unas 10 figuras que salen en el texto, ilustraran la tectónica i estratigrafía de las capas nuevas que forman el suelo del Valle Longitudinal.

El tiempo desde marzo hasta mayo fue dedicado a una investigación detallada de la rejion entre Curanilahue i Cullinco; es esta la rejion que contiene las ócupezas mas grandes de carbon de toda la provincia de Arauco. Los resultados obtenidos en mis investigaciones en esa rejion forman la segunda parte del Informe.

## INDICE



## I PARTE.—Los carbones del Valle Lonjitudinal.

## A. Breve descripción geológica i morfológica del Valle Lonjitudinal.

- 1) La parte setentrional, de Santiago a Curicó.
- 2) La parte central, de Curicó a Temuco. 462
- 3) La parte austral, de Temuco a Puerto Montt.

## B. Descripción detallada del Valle Lonjitudinal entre el Rio Laja i Osorno.

- 1) La rejion de Los Angeles.
  - a) Las capas fundamentales del Valle Lonjitudinal.
  - b) Las capas nuevas que forman el suelo del llano i el carbon de Nacimiento. 465
  - c) Terraplenes i rodados fluviales. 472
  - d) Las arenas oscuras del valle del Laja. 474
- 2) Comparacion de las capas nuevas del Valle Lonjitudinal con el Terciario carbonífero de Concepcion i Arauco. 474
- 3) Los sedimentos nuevos en la cordillera de la costa, desde Los Sauces hasta el Rio Tolten. 475
  - a) Relacion jeográfica. 475
  - b) La rejion de Los Sauces. 476
  - c) La rejion de Capitan Pastene.
  - d) La rejion de Traiguén i Victoria.
  - e) La formacion del Banco del Laja. 483
  - f) La rejion de Cholchol i Nueva Imperial.
  - g) La rejion de Puerto Saavedra i de la Laguna del Budi.
- 4) Desde el Rio Tolten hasta Osorno.
  - a) La provincia de Valdivia al norte del Rio Callecalle.
  - b) La provincia de Valdivia al sur del Rio Callecalle.
  - c) El departamento de Osorno.

## C. El valor de los yacimientos de carbon en el Valle Lonjitudinal. 492

## II PARTE.—La zona carbonifera al sur de Curanilahue en la provincia de Arauco. PAG. 493

- 1) La posicion estratigráfica del grupo Doble Alto.
- 2) La minas de la Compañía de Arauco.
  - a) Los mantos de carbon en las minas.
  - b) Los afloramientos de carbon al sur de las minas en las pertenencias de la Compañía de Arauco hasta el Rio Trongol.
- 3) El fundo Pilpilco.
- 4) El carbon entre los rios Zapallo i Pilpilco. 503
- 5) El carbon a sur del rio Pilpilco i al este de Cullinco.
- 6) El carbon en la altiplanicie de Arauco al Sur de Cullinco.
  - a) El cuaternario. 507
  - b) El terciario carbonífero.
- 7) El barreno de la Inspeccion de Jeografía i Minas al oeste de la mina Melita.

## PRIMERA PARTE.—LOS CARBONES DEL VALLE LONJITUDINAL

## A.—BREVE DESCRIPCION JEOLÓGICA I MORFOLÓGICA DEL VALLE LONJITUDINAL

Son tres las partes principales morfológicas que forman el suelo de Chile-Central: la Cordillera de la Coñta, el Valle Lonjitudinal i la Cordillera de los Andes.

Aceptando la teoría del gran maestro de jeología, el profesor SUESS de Viena (*Antlitz der Erde* III, 2 p. 537) consideramos las dos cordilleras como una sola montaña en el sentido jeológico. Pues en el norte las rocas cristalinas de la Cordillera de la Costa forman la base de los sedimentos mesozóicos de la Cordillera de los Andes. Por otra parte al sur de Temuco vemos las esquitas micáceas pasar desde las cerranías de la costa hasta la Cordillera de los Andes. Queda, de consiguiente, eliminada la antigua teoría de que la Cordillera de la Costa sea mas antigua que la Cordillera de los Andes. Esto no impide que jeográficamente sigamos hablando de dos montañas. Espero tener oportunidad para esponer mas detalladamente en otra parte estos hechos de gran importancia científica para la configuracion del pais. Por esto, se puede decir que el Valle Lonjitudinal es una depresion interandina, que corre en la direccion de norte al sur. Todas las capas sedimentarias modernas que se encuentran en el Valle Lonjitudinal desde Valdivia hasta Santiago son sedimentos de agua dulce, de modo que nunca ha existido un brazo del mar en el gran llano, como lo suponía DARWIN.

Empieza el llano a unos 20 kilómetros al Norte de Santiago i se estiende por mas de 9 grados de latitud hácia el Sur. Este gran llano lonjitudinal no es una sola depresion con inclinacion continua al sur, donde alcanza el mar, sino que se compone de varias hoyas particulares cruzadas por rios que corren de Este a Oeste.

La division mas natural del valle lonjitudinal es la siguiente:

- 1) Parte setentrional, de Santiago a Curicó.
- 2) Parte central, de Curicó a Temuco.
- 3) Parte austral, de Temuco a Puerto Montt.

I.—*La parte setentrional, de Santiago a Curicó*

Esta parte está formada por una depresion relativamente estrecha que tiene solo 15-20 kilómetros de ancho i rara vez alcanza a 30 kilómetros.

Cordones de cerros que pasan de la Cordillera de los Andes a la de la Costa dividen la depresion en varias hoyas. Esos cordones están atravesados por «angosturas», cuyo suelo tiene la misma altura que el llano vecino, de modo que no hai dificultades para el tráfico entre las diferentes hoyas.

En la parte setentrional del llano lonjitudinal, las dos cordilleras, que lo encierran, alcanzan sus mayores alturas. En la Cordillera de los Andes se encuentran los cordones del Cerro del Plomo con 5,400 metros i la Cordillera de la Costa alcanza alturas de 1,800 a 2,000 metros.

El suelo del Valle Lonjitudinal, como por ejemplo el de la hoya de Santiago, está formado principalmente por rodados fluviales; no es horizontal, sino que tiene un declive bastante notable al Oeste, Sur Este i Noreste, como se ve

muy bien en los mapas del Estado Mayor Jeneral por la dirección de las líneas hipsométricas. La morfología de estos depósitos de rodados fluviales muestra claramente que se trata de conos de deyección de los grandes ríos andinos, el Mapocho i el Maipo. Los numerosos cerros aislados que se levantan abruptamente, sin ningún declive de transición del llano, como por ejemplo el cerro de Chena cerca de San Bernardo, o las lomas de Nos, son las cumbres más altas de cordones ahogados en los depósitos fluviales.

Donde sale el río Cachapoal de la Cordillera de los Andes se encuentra una moraina terminal, que por sus formas bien conservadas debe pertenecer al último período glacial. De esta moraina frontal baja un gran cono de deyección hacia el llano de Rancagua, donde pasa a formar los rodados fluviales del suelo del Valle Longitudinal. Por consiguiente, esos rodados son de origen fluvio-glacial i pertenecen al último período de la época glacial.

Los conos de deyección de los principales ríos andinos han empujado a los afluentes hacia la orilla de las hoyas, de modo que estos afluentes solo después de una gran curva se juntan con los ríos principales, un poco antes del punto en que éstos abandonan el llano para atravesar la Cordillera de la Costa. Buenos ejemplos de este fenómeno son los ríos Colina, Paine i Angostura en el llano de Santiago.

En el llano de Rancagua la sedimentación de rodados ha sido tan abundante que los esteros setentrionales de ese llano han pasado la línea divisoria con el llano de Santiago, i que hoy día la hoya de Rancagua desagua por el Río de la Angostura hacia el río Maipo.

Otro fenómeno que también puede explicarse por el depósito de las grandes masas de rodados, son las lagunas que se encuentran en la Cordillera de la Costa cerca del gran llano, como por ejemplo la laguna de Batuco, de Aculeo, etc. Los esteros chicos que bajaron de la Cordillera de la Costa no tenían bastante caudal ni tantas masas de rodados como los ríos andinos de origen glacial, de modo que no podían rellenar sus valles tan rápidamente como los ríos principales. Por esto los conos de deyección de los ríos andinos estancaron las aguas de los esteros chicos.

La altura del llano central es de unos 500 metros en Santiago i Rancagua, i de unos 350 metros en San Fernando. El espesor de los rodados en algunos puntos del llano de Santiago asciende seguramente a más de 100 metros. La erosión todavía no ha cortado el suelo del Valle Longitudinal a honduras mayores de 10 metros.

Una parte considerable del llano de Santiago al Oeste de esta ciudad consiste de una «breccia» volcánica. Esta breccia forma lomas irregulares i bajas; los valles de esteros que nacen en estas lomas tienen una anchura relativamente considerable i atraviesan las lomas con escaso declive. La roca es una breccia gris clara que encierra muchas piedras poco o nada redondeadas de andesita; estas piedras tienen diámetros de 0.01 a 0.02 metro. Muy característicos son los numerosos rodados de piedra-pómez.

---

2).—*La parte central, de Curicó a Temuco*

Por más de 4 grados de latitud se extiende esta parte de Curicó a Temuco con un ancho medio de 50-60 kilómetros. No hai ninguna división por cor-

dones de cerros que atraviesan el valle completamente desde la Cordillera de los Andes hasta la de la Costa.

Los cerros de la Cordillera de la Costa han perdido mucho de su altura; grandes partes están formadas por altiplanicies. Los Andes tampoco alcanzan alturas muy grandes i sólo cerros aislados, principalmente de origen volcánico, se levantan a alturas considerables.

En la rejion del rio Laja el suelo del Valle Lonjitudinal consiste de arenas fluviales i arcillas. A la orilla de los Andes, cerca de Tucapel, se encuentran morainas terminales, que se pierden en las capas del Valle Lonjitudinal i comprueban la edad cuaternaria de esas capas.

Los conos de deyeccion con sus grandes rodados fluviales faltan en el Sur o se encuentran en valles hondos i anchos que están escavados en las arenas i arcillas que acabamos de mencionar. En la confluencia de rios grandes, como el Bio-Bio i el Renaico i otros, los llanos escavados por estos rios son tan anchos, que es difícil reconocer el suelo primitivo del Valle Lonjitudinal.

La Cordillera de la Costa que habia alcanzado alturas de mas de 1,000 metros entre Angol i la provincia de Arauco, se divide al Sur de esa ciudad. El cordon principal sigue cerca de la costa hácia el Sur i atraviesa el rio Imperial; alcanza apenas alturas de 300 a 400 metros. Otro cordon se dirige al Sureste i separa la hoya de Los Sauces del Valle Lonjitudinal; este cordon forma los cerros entre Traiguén i Victoria i sigue mas al Sur por algunos cerros aislados que consisten de rocas cristalinas. Por las aberturas que quedaron así entre las partes del cordon entran las capas nuevas del Valle Lonjitudinal a la rejion de la Cordillera de la Costa. En Puerto Saavedra alcanzan al mar.

### 3).—*Parte austral, de Temuco a Puerto Montt*

Al sur de Temuco i Pitrufquen no se puede observar el Valle Lonjitudinal. La Cordillera de los Andes i la de la Costa tienen el mismo carácter como en la parte central. El espacio entre las dos cordilleras está formado por cerros i lomas de esquitas micáceas.

Las capas nuevas del Laja faltan. Sólo muy al Sur, en la rejion del Rio Bueno, entre La Union i Osorno, encontramos capas parecidas. Allí tambien se puede observar una depresion que podria compararse con el Valle Lonjitudinal.

## B.—DESCRIPCION DETALLADA DEL VALLE LONJITUDINAL ENTRE EL RIO LAJA I OSORNO

### 1).—*La rejion de Los Angeles*

El panorama mas instructivo para la morfología de esta rejion se presenta desde el cerro de los Guanacos, situado entre el rio Laja i Los Angeles.

Al Oeste la vista está limitada por los contornos redondeados i suaves de la Cordillera de la Costa llamada allí cordillera de Nahuelbuta. Al Este se encuentra la Cordillera de los Andes; es muy notable, que casi todos los cerros se levantan a alturas iguales; sólo los volcanes i la Sierra Velluda sobrepasan esta altura. Entre las dos cordilleras se estiende el gran llano lonjitudinal con sus cerros chicos que consisten de rocas andesíticas que son restos de volcanes antiguos.

El llano, que visto desde el cerro parece mui uniforme, presenta una gran variedad de cuadros topográficos. En el Norte, entre los rios Itata i Laja, un gran desierto, cubierto por arenas oscuras; el viento ha acumulado irregulares lomas de dunas; anchos valles de esteros cruzan el valle arenoso; el agua subterránea que llega hasta cerca de la superficie produce vejetacion en cierta abundancia.

Los grandes rios, como el Itata i el Laja, atraviesan el Valle Lonjitudinal de Este a Oeste en barrancas hondas i estrechas con paredes casi verticales; la abundancia de agua facilita la existencia de ricos fundos regados a orilla de los rios; las grandes alamedas de los fundos son típicos para estos campos.

En el Norte, cerca del Salto del Itata, i al Sur del cerro de los Guanacos encontramos suelos arcillosos.

a) *Las capas fundamentales del Valle Lonjitudinal*

Los puntos en que podemos estudiar las capas fundamentales con la mejor facilidad son las dos cordilleras que encierran el Valle Lonjitudinal. La constitucion de la Cordillera de la Costa ha sido estudiada mui prolijamente por el señor Dr. J. FELSCH en el verano de 1911-12, quien publicó el resultado en mi «Informe sobre las Esploraciones Jeológicas de la Zona del Carbon del Sur de Chile» en el capítulo II, 1. Segun el señor Dr. J. FELSCH, las rocas mas antiguas son esquitas micáceas i filitas. Mas arriba siguen, separadas por una discordancia notable, las esquitas con fósiles vejetales i las grauwackas de Gomeró; que pertenecen al jurásico. En estas capas se encuentran «intrusiones» graníticas; una de ellas forma la pendiente oriental de la Cordillera de la Costa en los alrededores de San Rosendo.

En el verano pasado pude comprobar la existencia de estas rocas cristalinas hasta mui adentro en el Valle Lonjitudinal. Al Sur-este de la estacion Yumbel, se encuentra una loma prolongada, que sobrepasa el suelo del llano en unos 100 metros i que consiste de esquitas micáceas. En el puente de los Perales, el rio Laja ha escavado su lecho en el granito. La misma roca continua rio arriba, hasta llegar al fundo Aguada del señor M. Puffe.

Allí se halla una masa de pórfido cuarcífero descompuesto en un caolin mui puro que, segun ensayos hechos en Alemania, es mui bueno para la fabricacion de la porcelana. (Debo esta noticia interesante al señor Puffe, quien ha mandado ejecutar los ensayos correspondientes). El caolin se ha formado por la descomposicion del feldespato del pórfido; no ha habido ninguna traslacion por el agua corriente, de modo que se ha conservado perfectamente la estructura primitiva de la roca: los cristales de cuarzo no descompuestos se encuentran diseminados en el caolin de la misma manera como ántes en el pórfido.

Las rocas graníticas de la Cordillera de la Costa las hallé tambien mas al Sur en los alrededores de Nacimiento, donde forman la base de las esquitas carboníferas de esa ciudad.

La constitucion jeológica de la Cordillera de los Andes se conoce por los trabajos de DOMEYKO, quien da una descripcion del valle del Laja desde Tucapel hasta la laguna del Laja en las páginas 137-139 de su «Jeología». Esos

cerros se componen en su mayor parte de rocas de la formacion porfirítica del jurásico con una intrusion grande de diorita.

Debemos suponer que las rocas arriba nombradas, i mas especialmente las rocas cristalinas de la Cordillera de la Costa tambien forman el fundamento del Valle Lonjitudinal en aquellos puntos que se escapan a nuestra investigacion directa.

Ademas deben mencionarse aquí las rocas volcánicas de los cerros que se levantan en medio del llano grande i lo sobrepasan en unos 100 a 150 metros. Estos cerros consisten por su mayor parte de andesitas compactas; las tobas de esos volcanes antiguos han sido arrastradas por la erosion i solo se encuentran esparcidas sobre los cerros. Siempre muestran una decidida estratificacion i una inclinacion notable (Fig. N.º 4). Como lo muestra la misma figura estas rocas volcánicas no tienen ninguna relacion con las capas mas nuevas del Valle Lonjitudinal. Por esta razon i tambien en vista de la morfología de los cerros, que apenas han conservado indicio alguno de su forma primitiva de volcan, llegamos a la conclusion de que los volcanes antiguos del Valle Lonjitudinal pertenecen a un período pre-cuaternario.

De gran importancia es que al Este de la Cordillera de la Costa no se ha encontrado ningun vestijio de la formacion carbonífera de Lota i Arauco, de modo que se ha confirmado mi opinion emitida en la página 25 de mi primer Informe, de que la formacion carbonífera de Lota nunca ha llegado al lado oriental de dicha cordillera.

b). *Las capas nuevas que forman el suelo del llano i el carbon de Nacimiento*

El perfil siguiente, observado en el fundo de la Aguada, en el valle del Rio Laja, nos muestra claramente, como siguen las capas nuevas por encima de las rocas fundamentales.

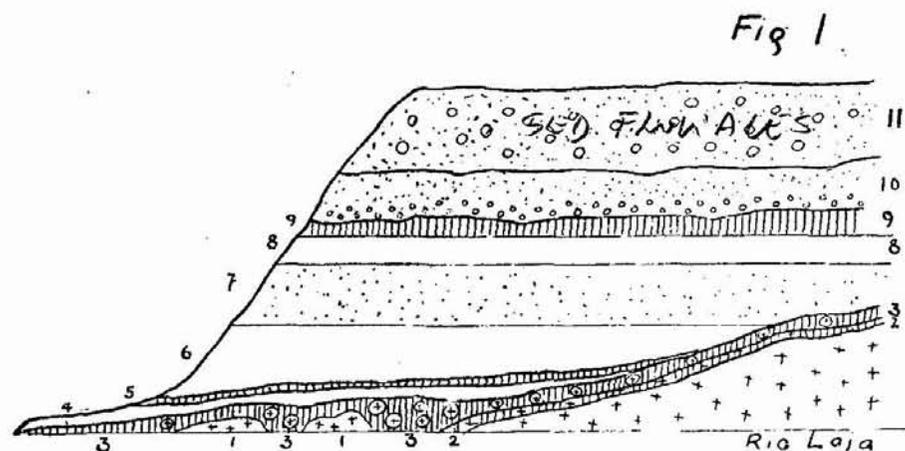


Figura N.º 1

11). 2.00-3.00 m. conglomerado con pasta arenosa: rodados fluviales del terraplen.

*Discordancia*

- 10). 1.30 m. arenisca como N.º 7. Empieza con un conglomerado basal de 0.05- 0.10 m. Los rodados que consisten por la mayor parte de rocas porfíricas i andesíticas, tienen diámetros de 0.03 a 0.06 m.

*Discordancia*

- 9). 0.45 m. arcilla rojiza, con raices de plantas, sin estratificación (antigua tierra superficial descompuesta).  
 8). 0.50-0.70 m. arenisca suelta, arcillosa, de grano fino.  
 7). 2.00 m. arenisca suelta, gris, de grano mediano, los granos casi todos de origen volcánico i poco redondeados.  
 6). 1.50-2.00 m. arcilla refractaria, dura. como N.º 4.  
 5). 0.15-0.20 m. arcilla refractaria, con raices de plantas (antigua tierra superficial descompuesta).  
 4). 0.20 m. arcilla refractaria con vetitas de limonita.  
 3). 0.30 m. en una pasta arenoso-arcillosa que está atravesada por vetitas irregulares de limonita se encuentran numerosos rodados de granito, en parte mal redondeados, que alcanzan diámetros de 0.20 m.  
 2). 1.00 m. granito descompuesto en una arcilla, poco trasladada por el agua corriente. La arcilla está llena de granos apenas redondeados de cuarzo; escasa mica en hojitas muy chicas.  
 1). granito no descompuesto.

Un perfil muy parecido puede observarse en la ribera del río siguiendo unos 200 o 300 metros hacia arriba. Allí la roca basal es el pórfiro cuarcífero descompuesto en caolin; encima del caolin sigue la misma arcilla con raices vegetales (antigua tierra superficial descompuesta) como en la Figura N.º 1.

Estas tierras superficiales descompuestas que se encuentran en los dos perfiles, como también la descomposición del granito i transformación del pórfido en caolin tienen mucho interés, porque nos facilitan una idea de las condiciones que había en el Valle Longitudinal antes de la sedimentación de las capas nuevas. Había en ese tiempo una región de lomas cubiertas por una vegetación abundante; los restos de las plantas fuera de las raíces, los encontramos bien conservados en las arcillas refractarias. La descomposición de las rocas firmes duraba mucho tiempo i dejó como resultado de su trabajo el caolin.

Más tarde empezó la sedimentación de las capas nuevas de arcillas i areniscas. Primeramente una inundación cubrió con agua dulce la región en la cual corre hoy día el Río Laja, como lo prueban las arcillas refractarias de las capas N.º 4 i 6. La capa N.º 5, atravesada por numerosas raíces vegetales es debida a un retroceso del agua; la vegetación volvía a ocupar los puntos secos de la región.

La arenisca N.º 7 depositada en agua corriente consiste por su mayor parte de material volcánico; con nuestros conocimientos actuales no podemos fijar exactamente el punto de origen de este material. Mas abajo demostraremos que una relación con los cerros andesíticos del Valle Longitudinal no es muy probable.

Después de haberse depositado la capa N.º 8, la tierra surgió de nuevo de las olas, debido a un nuevo retroceso del agua; esto lo demuestra con claridad

la antigua tierra superficial de la capa N.º 9 con sus raíces vegetales. La discordancia que separa esta capa de la arenisca N.º 10, también habla en favor de un espacio más largo, que se intercala entre la sedimentación de las dos capas.

La arenisca N.º 10 empieza con un conglomerado que en pequeñas excavaciones baja a la capa N.º 9 i de este modo muestra más claramente la discordancia.

Arriba de la arenisca sigue otra discordancia, que es de mayor importancia porque la capa N.º 11 que sigue consiste de rodados fluviales de un terraplen del actual Río Laja.

Un perfil parecido al que acabamos de describir se puede observar en el punto ya nombrado, que se encuentra unos 200 a 300 metros más arriba en el Valle del Laja. Allí siguen sobre el pórfido descompuesto en caolín i sucubierta de antigua tierra superficial, primero arcillas refractarias que son notables por encerrar un gran número de ramas i troncos vegetales transformados en carbón. Mas arriba se alternan areniscas sueltas con arcillas, en un espesor de 8 a 10 metros; se concluye la serie por las capas cuya posición está representada en el perfil siguiente.

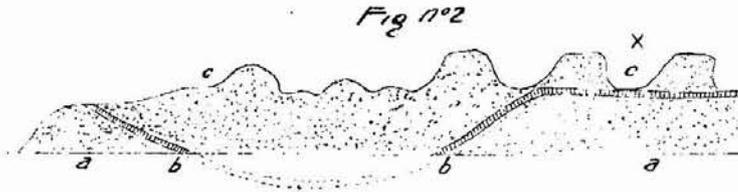


Figura N.º 2

- 3) Fig. N.º 2, c. arenisca suelta como N.º 1.
- 2) Fig. N.º 2, b. antigua tierra superficial con raíces vegetales.
- 1) Fig. N.º 2, a. arenisca suelta, gris-oscuro, con estratificación irregular; los granos de origen volcánico.

Las capas de esta figura no se diferencian en nada de las capas N.º 7, 9 i 10 de la Figura N.º 1; por esto no cabe duda de que en los dos perfiles se trata de las mismas capas i que la discordancia en la figura N.º 2 corresponde a la que hai entre las capas N.º 9 i 10 de la figura anterior.

En el perfil N.º 2 después de la sedimentación de las areniscas N.º 1, la erosión formó un pequeño valle, las pendientes de este valle se cubrieron de plantas cuyas raíces se han conservado en la capa N.º 2 hasta hoy; más tarde las areniscas de la capa N.º 3 han vuelto a llenar el valle recién formado.

Las mismas capas que hai debajo de la discordancia siguen también encima de ella, de modo que no podemos atribuir gran importancia estratigráfica a esta discordancia, que, sin embargo, nos facilita mucho reconocer las capas correspondientes en otros puntos del Valle Longitudinal.

En este punto no se pueden observar las capas superiores del perfil, las cuales se presentan con toda claridad unos cuantos kilómetros más arriba en la barranca debajo del Salto del Laja, donde he observado el perfil siguiente:

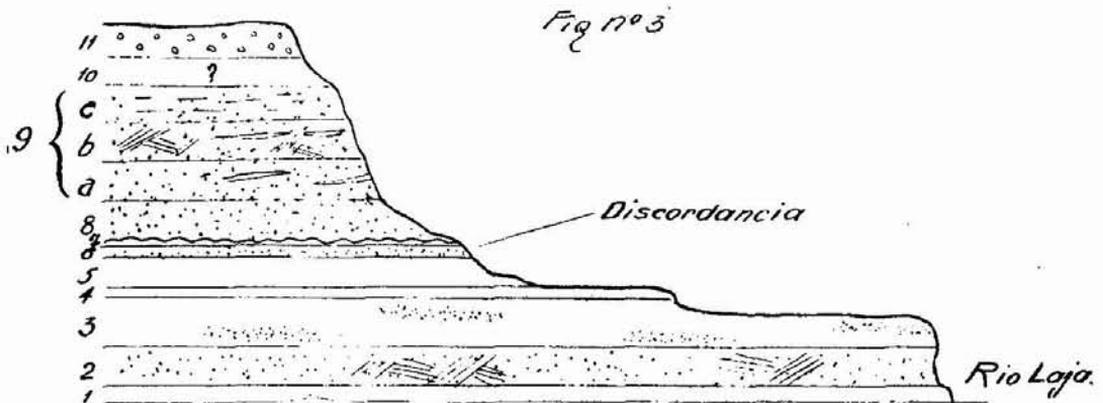


Figura N.º 3

- 11). 2 m. *Banco del La a*, una roca bastante firme formada por un conglomerado o breccia. La pasta gris-oscuro consiste de granos de lava que son poco o nada redondeados, i encierra numerosos rodados andesíticos que alcanzan diámetros de 0.20 m.
- 10). 1 m. cubierto de escombros de la falda.
- 9). c). 2.50 m. arenisca suelta de grano mediano con estratificación regular i horizontal. Fuera de granos claros de cuarzo i feldespato hai tambien muchos granos oscuros de oríjen volcánico. Hacia abajo la arenisca pasa a la capa siguiente.
- b). 3.50 m. de arenisca gris de grano grueso con estratificación falsa; hai lentes intercalados de arcilla que tienen un espesor de 0.03 o 0.05 m.
- a). 4. m. arenisca gris-oscuro casi sin estratificación con lentes de arcilla como la capa b. Hai escasos rodados de andesita i cuarzo.
- 8). 3 m. arenisca suelta gris-oscuro, arcillosa, la mayor parte de los granos es de oríjen volcánico. La parte superior está formada por una capa mas dura de 0.65 m. de espesor.
- Discordancia*
- 7). 0.45 m. capa dura de arcilla, estratificación horizontal; encierra gran cantidad de madera carbonizada.
- 6). 0.90. m. arenisca como N.º 8 con 3 o 4 capas de arcilla de 0.01-0.02 m. de espesor.
- 5). 2.50 m. arcilla como N.º 7.
- 4). 0.70 m. arcilla como N.º 5.
- 3). 3.50 m. arcillas oscuras con bancos firmes intercalados i lentes de 0.50 m. de arenas ricas en fierro. El fierro se ha concentrado en vetitas horizontales i verticales que consisten de limonita. Ademas hai concreciones de cal i muchos restos vegetales, la arcilla contiene en la superficie de las estratas *ripple marks*.
- 2). 3. m. arenas grises de grano grueso con estratificación falsa; encierran muchos rodados de las arcillas del piso i ademas rodados chicos i grandes de lavas andesíticas.
- 1). banco firme de arcilla a nivel del rio.

Como estas capas no siguen en descubierto hasta el perfil del fundo de la Aguada, resulta algo difícil establecer relaciones entre las capas de los dos puntos. Debemos, pues, valernos de las discordancias observadas, ya que los perfiles no encierran bastantes capas características que nos puedan servir de guía. En el perfil del Salto, la discordancia se encuentra entre las capas N.º 8 i N.º 7, i en el perfil del fundo Aguada entre las capas N.º 10 i N.º 9. De este modo podemos establecer el esquema siguiente:

|                            |                        |
|----------------------------|------------------------|
| <i>Fundo Aguada</i>        | <i>Salto del Laja</i>  |
| N.º 10 arenisca 1.30 m.    | N.º 8 arenisca 3.00 m. |
| <i>Discordancia</i>        |                        |
| N.º 9 arcilla 0.45 m.      | N.º 7 arcilla 0.45 m.  |
| N.º 8 i 7 arenisca 2.50 m. | N.º 6 arenisca 0.90 m. |

La exactitud de este esquema se puede comprobar tambien por la semejanza que existe entre las areniscas de los dos perfiles.

La sucesion alternativa de arcillas i areniscas en el perfil del Salto indica que el cambio en las condiciones de sedimentacion se ha verificado de la misma manera como ántes cuando se depositaron las capas del perfil del fundo de la Aguada.

Una sola capa merece una descripcion mas detallada tanto por las particularidades que ofrece cuanto por la estension enorme que posee en el Valle Lonjitudinal. Es el «Banco del Laja», como lo llamamos por ser esta la capa, sobre la cual se baja este rio en su salto.

A primera vista, el Banco del Laja parece ser una capa netamente volcánica, proveniente de algun volcan cercano. Por este motivo hice una investigacion de los cerros al norte de Los Angeles que, como ya hemos visto, consisten de rocas eruptivas. La composicion jeológica de los alrededores del Cerro de los Guanacos es la siguiente:

Desde el Salto, el Banco del Laja se continúa debajo de las arenas superficiales hácia el Sur, segun lo demuestran los cortes de los rios chicos Calivoro, Gualqui i otros. Encontramos este Banco al Sur i al Este, al Norte i al Oeste del cerro nombrado en condiciones parecidas a las del Salto del Laja. En posicion horizontal, el Banco del Laja atraviesa la depression entre los cerros andesíticos de Los Guanacos i de la Culebra. El perfil de la página siguiente, observado en esta parte, muestra claramente que no existe ninguna relacion entre el conglomerado volcánico del Banco del Laja i las tobas i rocas volcánicas del cerro. (Fig. 4)

Es por lo tanto evidente que los cerros en el Valle Lonjitudinal no pueden considerarse como punto de procedencia del material del Banco del Laja. Ademas podemos deducir del mismo perfil que este banco es mas nuevo que los volcanes antiguos del gran llano.

Mas al Norte, en el salto del Rio Itata, vuelve a encontrarse el mismo Banco sin ningun cambio importante en su composicion.

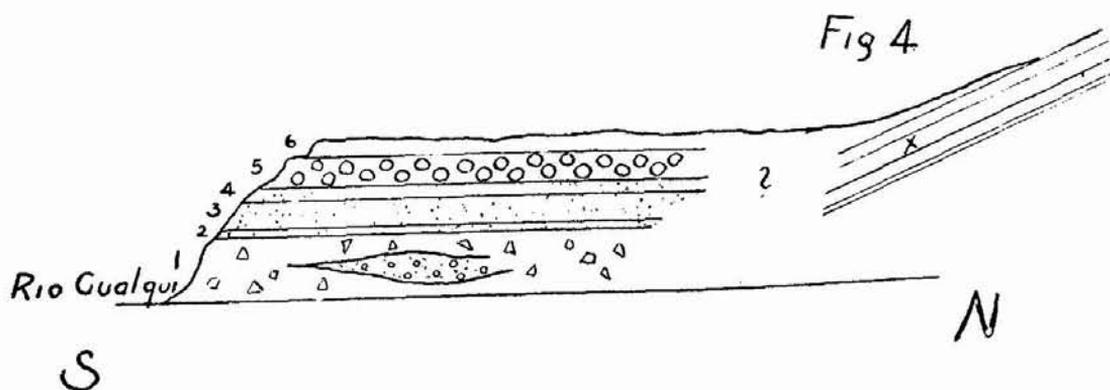


Figura N.º 4

- 6). 2 m. arcilla superficial del color café; cuando está descompuesta toma color rojizo.
- 5). 2.50 m. conglomerado, compuesto de bloques de 0.40 m., de diámetro, bien redondeados.
- 4). 1 m. arena volcánica.
- 3). 2.50 m. arena volcánica con rodados aislados que alcanzan diámetros de 0.08 m.
- 2). 0.80 m. capa de arena.
- 1). 6 m. Banco del Laja, con lente intercalada de rodados de andesita, bien redondeados. Las piedras del Banco del Laja consisten de lava, i son poco o nada redondeadas.
- X). lavas andesíticas i tobas del Cerro de los Guanacos, con inclinacion al Sur.

Al Este lo hallé en los alrededores de Tucapel. Allá el Rio Laja ha escavado un valle estrecho i hondo en este Banco, que alcanza allá un espesor de mas de 30 metros. El aspecto de la capa es el mismo como en el Salto del Laja; sólo los rodados tienen diámetros mucho mas grandes, que llegan hasta 0.50 metros; la mayor parte de ellos son muy poco redondeados. Cito aquí la descripción de ДОНБУКО, quien ha estudiado esta rejion mas al Este que yo. Dice este sabio en la página 137: «Al pié de los Andes se encuentra primeramente un enorme manto de los mismos conglomerados volcánicos que ya hemos visto en el salto de la Laja i que se muestran aquí en la superficie sin estar recubiertos de tierra vegetal. Este manto levemente inclinado hácia el Este contiene fragmentos de rocas volcánicas ménos redondeadas i mas poderosas que en el salto de la Laja i reunidos por un cemento arcilloso muy duro i tenaz; además encierra fragmentos de pórfidos abigarrados i otras rocas secundarias del sistema de los Andes; su potencia es variable i en algunos puntos alcanza a 19 metros. Este mismo manto es de una estension muy limitada, etc.»

La morfología de esta rejion es notable: el Banco del Laja forma lomas irregulares que encierran una gran cantidad de depresiones chicas sin desagüe; algunas de estas depresiones están ocupadas por pequeñas lagunas.

Todos estos caracteres, como la distribucion regular de bloques grandes en una pasta de grano fino, la falta de estratificacion, la morfología de los cerros formados por esta capa, hablan en favor de origen glacial; las lomas de Tucapel son las morainas terminales de un antiguo ventisquero que bajaba por el valle andino del Laja.

Con esta interpretacion de las lomas de Tucapel, tambien sabemos el punto de origen del material volcánico, contenido en el Banco del Laja. Debe haber salido por el valle andino del rio Laja, i el punto de procedencia es probablemente el volcan de Antuco. ДОНЕУКО tambien opina (Jeología p. 135), que las piedras volcánicas del Banco del Laja «son de la misma naturaleza que las actuales deyecciones del volcan Antuco».

La cuestion, si el Banco del Laja en las rejiones distantes de Tucapel, tambien es de origen glacial o nó, será discutida mas abajo en un capítulo especial.

Sedimentos, francamente glaciales, que son notables por contener ménos material volcánico, se encuentran en los alrededores de Yungai, al Norte del rio Laja.

En el valle hondo del Salto del Itata, he observado un perfil parecido al perfil del rio Laja.

1-2 m. Banco del Laja.

2-3 m. capas de arcilla.

20-25 m. arenas negras, con estratificacion falsa. Los granos son de material volcánico i mui poco redondeados. La cuarta parte es formada por rodados fluviales. Ademas hai 1 o 2 capas de arcilla intercaladas-

2 m. arcilla con hojas de plantas.

10 m. arenisca con rodados bien redondeados.

Este perfil no lo pude observar tan bien como el del Laja, porque las pendientes escarpadas no permitieron una investigacion detenida.

Lo mismo que en el Salto del Laja, la capa dura por encima de la cual se precipita el agua del Salto del Itata, es el Banco del Laja. Pero en la rejion del Itata, el Banco es mas blando que en el rio Laja, de modo que el Salto del Itata retrocede mui rápidamente. Esto puede observarse por las antiguas boca-tomas de los canales regadores, que hoi dia están situadas abajo del Salto, i de consiguiente desembocan al aire en la orilla superior de la barranca. Al tiempo de su construccion naturalmente debian tomar el agua mas arriba del Salto.

Las mismas capas nuevas del Valle Lonjitudinal se encuentran al Sur de Los Angeles en el cerro Mesamávida, que se levanta del llano ancho del Bio-Bio.

Este cerro consiste en su parte inferior de arcillas i arenas. La parte superior está formada por una arcilla sin estratificacion, parecida a una arcilla glacial con cantos, pues contiene piedras de granito i andesita, en parte poco o nada redondeadas. Las piedras alcanzan diámetros de 0.20 metros i los granitos están mui descompuestos. Esta capa es mui parecida a una moraina basal.

Desde el ferrocarril de San Rosendo al Sur, entre las estaciones de Laja

i Diquin, he observado al lado occidental del rio Bio-Bio una capa dura en una altura de unos 30 m., que parece ser el Banco del Laja.

### *El carbon de Nacimiento*

En Nacimiento ya nos encontramos en la rejion de las rocas cristalinas de la Cordillera de la Costa, que consiste allí de granito. La posicion de las capas carboníferas de Nacimiento sobre las rocas cristalinas de la pendiente oriental de la cordillera de Nahuelbuta se puede ver en el dibujo siguiente:

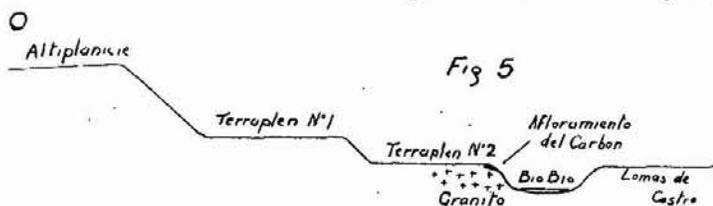


Figura N.º 5

En una altura de unos 30 metros sobre el rio Bio-Bio se encuentra el terraplen número 2, al cual al otro lado del rio corresponden las lomas de Castro. El terraplen número 1 es unos 15 metros mas alto. La altiplanicie principal de la cordillera se levanta unos 60 a 80 metros sobre estos terraplenes.

En el terraplen número 2 se encuentran las capas carboníferas de Nacimiento. El perfil de las capas es el siguiente: sobre el granito descompuesto en caolin siguen con una inclinacion de 4 grados al Oeste 0.50 metro de arcilla con muchos restos vejetales. Mas arriba sigue lo que llaman allí el manto de carbon; en realidad, es una esquita negra que ademas de láminas delgadas de carbon brillante, encierra muchos troncos i ramas trasformadas en carbon. Esta capa, que tiene un espesor de 1.10-1.20 metro, no tiene ningun valor como yacimiento carbonífero.

La trasformacion del granito en caolin, como tambien la arcilla refractaria con los restos vejetales i la calidad del carbon que se ha formado de las ramas carbonizadas, nos muestran que estas capas carboníferas de Nacimiento pertenecen a las capas de perfil del rio Laja, i que no tienen ninguna relacion con el terciario carbonífero de la provincia de Arauco.

Segun comunicaciones recibidas en Nacimiento, un gran número de semejantes afloramientos de carbon sigue de esa ciudad al Sur, siempre en la pendiente oriental de la Cordillera de la Costa. No hai ninguna probabilidad de que mas al Sur el manto sea de mejor calidad.

### c) Terraplenes i rodados fluviales

La mayor parte de los rios del Valle Longitudinal salen de la Cordillera de los Andes i atraviesan el gran llano en valles hondos cortados en las capas nuevas que acabamos de describir.

El valle del Bio-Bio es mui ancho. En la rejion de San Carlos de Puren,

al Sur de Los Angeles, encontramos un terraplen, situado unos 20 metros sobre el rio. Allá he observado el perfil siguiente:

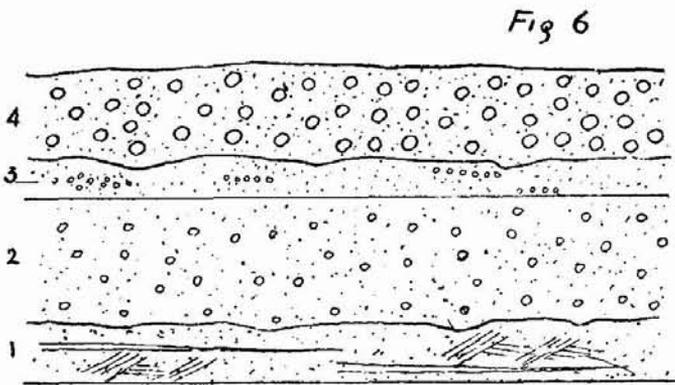


Figura N.º 6

- 4). 4. m. rodados fluviales nuevos, no descompuestos; los rodados son bien redondeados i tienen diámetros de 0,20-0,30 m., rara vez de 0,50 m.; consisten de granito, porfírita i lavas andesíticas; además bloques grandes de las capas del suelo.

*Discordancia*

- 3). 2. m. arena amarilla, muy descompuesta, arcillosa, con capas de rodados de 0.02 m. de diámetro.
- 2). 6. m. rodados fluviales, fuertemente descompuestos. En una pasta arenosa se encuentran los rodados de granito (descompuesto en arena), porfírita i andesita.

*Discordancia*

- 1). 3. m. arenisca oscura, suelta, de grano fino, en parte con estratificación falsa, con unas capas de arcilla de 0.01-0.02 metros de espesor.

La capa número 1 corresponde al grupo de las capas del perfil del río Laja. La parte superior de esta serie ha sido removida por la erosión del río Bio-Bio, que en lugar de ella ha depositado las capas 2 i 3; a causa de la erosión siguen esas capas con una discordancia encima de la capa número 1. Mas tarde las capas 2 i 3 habrán formado durante largo tiempo el suelo de un antiguo valle del Bio-Bio, pues están fuertemente descompuestas. En un nuevo período de sedimentación se depositaron los rodados más recientes de la capa número 4, que siguen también con una discordancia sobre los rodados más antiguos. Estos últimos han estado espuestos a la acción de la descomposición durante menos tiempo que los de las capas 3 i 2, de modo que han conservado un aspecto más fresco.

El terraplen, que corresponde a la capa número 4, lo llamaremos «terraplen nuevo», mientras que los rodados de las capas 2 i 3 pertenecen al «terraplen antiguo».

Encontramos el terraplen nuevo también en el río Duqueco, afluente se-

tentrional del Bio-Bio, allá aparece en una altura de 12-15 metros sobre el río i consiste de rodados gruesos.

También en el río Laja hai terraplenes que se hallan a una altura de unos 10 metros sobre el nivel del río actual; la Figura número 1 de este informe nos lo muestra formado por la capa número 11.

De bastante interes es la morfología de los valles del Laja e Itata. Los dos ríos se acercan a sus saltos en valles anchos i llanos, apenas visibles. Abajo del salto corren en un valle hondo i estrecho (especie de «cañon»). Las paredes casi verticales de estos valles cortan la planicie del Lonjitudinal bruscamente, de modo que podemos acercarnos a ellas, hasta una distancia de pocos metros, sin sospechar su existencia. La depresion ancha illana que forma el valle río arriba desde el salto acompaña al cañon hondo como terraplen.

#### d) *Las arenas oscuras del valle del Laja*

Estas arenas oscuras se estienden desde la pendiente occidental de los Andes hasta el pie de la Cordillera de la Costa, atravesándola en el valle del Bio-Bio, i llegan hasta Concepcion. Forman la planicie entre Concepcion i Talcahuano al Norte del Bio-Bio i al Sur de la planicie entre Concepcion i Coronel.

En el Valle Lonjitudinal encontré estas arenas, que son de origen volcánico, desde el Salto del Itata en el Norte, hasta San Carlos de Puren en el Sur. Tienen su mayor espesor en los alrededores de Tucapel, donde el valle del Laja sale de los Andes, de modo que el material de estas arenas habrá salido por ese valle, tal como el material del Banco del Laja, probablemente del volcan de Antuco.

Las arenas siempre se encuentran encima de las capas nuevas del Valle Lonjitudinal, de modo que son mas recientes que aquéllas.

Deben haber llegado hasta el Valle Lonjitudinal trasportadas solo por el agua del río; en el llano mismo el viento las ha esparcido en una estension muy grande. En los dos lados del río Laja encontramos en gran estension las dunas estériles formadas por esas arenas.

Unos 3 a 4 kilómetros arriba del Salto del Laja se hallan numerosos bloques grandes de rocas andinas en las arenas. Estos bloques alcanzan diámetros enormes, pues llegan hasta 3 i mas metros cúbicos. Además de los bloques grandes, el suelo está cubierto por un sinnúmero de piedras de 0.30-0.80 metros de diámetro. Probablemente los bloques grandes han llegado a los puntos donde se encuentran actualmente por medio de ventisqueros.

Pero todavía no se puede establecer una relación con las capas glaciales, mas arriba mencionadas.

#### 2). *Comparacion de las capas del Valle Lonjitudinal con el terciario carbonífero de Concepcion i Arauco*

DOMEYKO escribe página 134 de su *Jeología*: Allí (en el llano lonjitudinal de Yumbel) se encuentra el mismo terreno terciario que en Concepcion i Talcahuano, i en la página 136 dice este sabio que una greda del perfil del Salto del Laja se parece a las gredas con lignitas de Talcahuano i de Colcura (Lota).

PRISIS en su *Jeología Física* afirma lo mismo, diciendo en la página 73: «Las mismas rocas (de Lota) se presentan mas al Este, ya sea en los valles que se abren en la costa, ya en el gran valle longitudinal».

Aunque NOGUÉS, en sus investigaciones sobre el carbon, ha separado los carbones de la costa de los del Valle Longitudinal, colocándolos en dos grupos distintos, hasta hoy día entre los interesados en los yacimientos carboníferos del Valle Longitudinal prevalece la opinion de que los carbones de Nacimiento, Los Sauces, etc., pertenezcan a la formacion terciaria de Arauco.

A los que conocen la formacion terciaria de Arauco i tambien las capas nuevas del Valle Longitudinal no cabe duda de que se trata de dos sistemas enteramente distintos. En Arauco, los mantos de carbon se encuentran en una serie de areniscas duras; todas las capas han sufrido grandes perturbaciones por las fallas. En el Valle Longitudinal, las capas que encierran la esquita carbonífera, son principalmente arcillas blandas que cambian con areniscas sueltas. Fallas i otras perturbaciones son raras.

Por este motivo es de suponer que ha pasado un largo espacio entre la formacion de las capas carboníferas de Arauco i la formacion de las capas del Laja.

Para fijar la edad de estas últimas, debemos considerar primeramente que son mas nuevas que las capas carboníferas de la costa, esto es, mas nuevas que el mioceno. Por otra parte, el límite superior es formado por el «Banco del Laja»; segun hemos visto, esta capa pertenece al Cuaternario. De modo que las capas del Valle Longitudinal son los representantes del Plioceno o probablemente del Cuaternario inferior.

### 3) LOS SEDIMENTOS NUEVOS EN LA CORDILLERA DE LA COSTA.—DE LOS SAUCES HASTA EL RIO TOLTEN

#### a). *Relacion jeográfica*

En la rejion entre el Rio Bio-Bio i Los Sauces, la Cordillera de la Costa consiste de una sola montaña que al Oeste de Angol alcanza alturas de de 1,400 metros. Su estension de Este a Oeste mide 40 a 50 kilómetros. Pero ya en la rejion de Angol empieza a ensancharse. Al Sur de esa ciudad se separa con direccion al Sur-este un cordón de cerros que consiste de rocas cristalinas, principalmente graníticas; los cerros de Pidenco, al Oeste de Ercilla, i el cerro Adencul, entre Victoria i Traiguen, deben pertenecer al mismo cordón de estos cerros cristalinos. A medida que se ensancha la Cordillera de la Costa pierde en altura; al Sur de Los Sauces los cerros nunca pasan de 600 metros de alto.

El ferrocarril de Angol a Los Sauces pasa por este cordón siguiendo el valle del Rio Rehue. Los Sauces está situado en un llano en medio de los cordones de cerros de la Cordillera de la Costa. Esta depresion de Los Sauces se estiende al Occidente hasta Puren y al Sur hasta Traiguen; pero no alcanza hasta Lumaco; ya ántes de llegar a ese pueblo, entra el camino en la esquita micácea.

Cuando en el camino de Lumaco a Capitan Pastene, hemos pasado un

cordón de esquita micácea i llegado a ese último pueblo, nos encontramos de nuevo en una rejion de capas cuaternarias, que forman el suelo del ancho valle de Capitan Pastene. El valle al Norte sale de la Cordillera de la Costa, i se ensancha mas al Sur donde desemboca la altiplanicie del Rio Cholchol, que es la continuacion de la planicie del Valle Lonjitudinal.

Si queremos describir la relacion entre los cordones de la Cordillera i las capas nuevas con una sola frase, podemos decir: La Cordillera de la Costa, a partir de Angol, se ensancha por separacion de varios cordones i entre estas ramificaciones de la Cordillera entran, al Este de Traiguen, los sedimentos nuevos del Valle Lonjitudinal.

#### b). *La rejion de Los Sauces*

La hoya de Los Sauces está situada en medio de los cerros de la Cordillera de la Costa. Al Norte de la depresion la Cordillera de Nahuelbuta termina en una línea casi recta que corre de Este a Oeste i puede ser debida a una falla.

Las capas cuaternarias de Los Sauces llegan al Oeste hasta Puren, al Sur probablemente hasta Traiguen, pero no alcanzan a Lumaco, que se encuentra ya en la esquita micácea. El suelo de la depresion está formado por los valles anchos i pantanosos de los Rios Rehue i Puren con sus afluentes. 20-30 metros arriba de estos valles se elevan las lomas en forma de terraplenes; además hai otras lomas, unos 40 metros mas altas, con formas redondas. Especialmente al lado oriental de la depresion se levantan en medio de las lomas de capas cuaternarias unos cerros altos que consisten de granito.

En la rejion de Los Sauces faltan las barrancas hondas de los rios que atraviesan el Valle Lonjitudinal; de modo que es mui difícil observar perfiles mayores, o comparar unos con otros los perfiles observados, que sólo alcanzan unos pocos metros.

El siguiente perfil, lo he observado en un arroyo cerca de la estacion de Santa Rosa.

- 9). 2-3 m. areniscas sueltas con granos incompletamente redondeados. Contienen mucha Muscovita en las láminas de estratificacion.
- 8). 0.25 m. arenisca de grano grueso.
- 7). 0.05 m. esquita carbonífera.
- 6). 1.00 m. esquita arcillosa arenosa con restos vegetales.
- 5). 3-5 m. (?) areniscas verdes arcillosas.
- 4). 0.70 m. arcilla refractaria con restos vegetales.
- 3). 0.80 m. alternacion de arcillas refractarias, esquitas carboníferas i mantitos de carbon.
- 2). 2 m. arenisca arcillosa verdosa de grano mui fino con muchas hojas vegetales.
- 1). arcilla arenosa.

La inclinacion de estas capas es mui irregular; el rumbo jeneral es N-S con variacion al N-E; el manto varia de 4 a 20 grados al Oeste.

El perfil nos muestra una serie de capas formadas en la tierra firme; la mayor parte consiste de areniscas, entre las cuales se encuentran algunas capas de carbon. Este carbon no tiene ningun valor práctico.

En una barranca en el camino de Los Sauces encontré, encima de una arcilla arenosa de un color gris, una arcilla refractaria con restos vejetales i con *Anodonta spec.* que pertenece a la misma especie como los Anodontas que he encontrado en las minas de Mafil en la provincia de Valdivia.

Yacimientos de carbon se conocen del sur de Puren, donde se han hecho algunos trabajos de reconocimiento. El chiflon de la bocamina estaba lleno de agua. Lo que he encontrado eran las mismas esquitas carboníferas de Santa Rosa, sin valor práctico. Un barreno hecho al lado de la bocamina ha perforado las capas siguientes, segun las comunicaciones de uno de los dueños de la mina:

- 7). 2.50 m. arcilla.
- 6). 2.90 m. tierra negra.
- 5). 0.20 m. pizarra i carbon.
- 4). 2.60 m. tosca blanca (1)
- 3). 0.30 m. pizarra i carbon.
- 2). 5.30 m. tosca blanca.
- 1). ? m. tosca negra.

Ya que se trata de las mismas capas nuevas como en Nacimiento, i en vista de la cercanía de las rocas cristalinas, no hai mucha esperanza de encontrar a hondura mas grande mantos explotables de carbon. Las capas del chiflon tienen escasa inclinacion al Oeste.

Tambien al cuaternario pertenecen los conglomerados fluviales que se ven en los cortes del ferrocarril entre Los Sauces i Puren; pero son mas nuevos que las capas que encierran las esquitas carboníferas. El perfil siguiente observado en uno de los cortes del ferrocarril, es mui interesante porque nos muestra que las fuerzas tectónicas han trabajado en esa rejion hasta tiempos mui modernos.

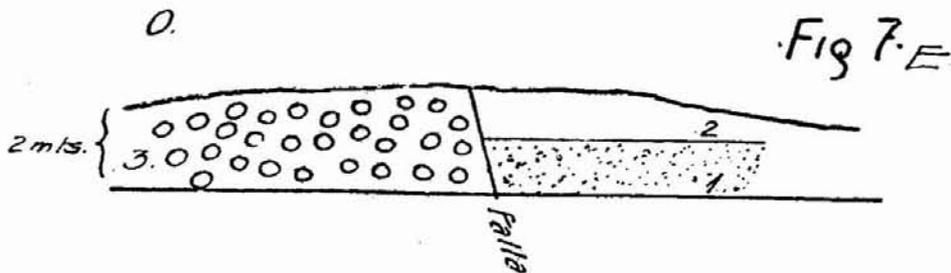


Figura N.º 7

- 3). conglomerado fluvial, fuertemente desmenuzados con rodados de granitos, esquita micácea i cuarzo.
- 2). arenisca gris verdosa.
- 1). arcilla gris, arenosa.

(1) No estoy seguro del significado de la palabra «tosca».

## c) La region de Capitan Pastene

El Camino de Lumaco a Capitan Pastene, en su última parte, sube por una quebrada mui angosta, cortada en la esquita micácea. En Capitan Pastene nos encontramos en un valle ancho, en medio de los cordones de la Cordillera de la Costa. Parece que este valle durante largo tiempo ha desaguado al S.E., hacia la rejion de Idaico. Mas tarde un afluente del rio Lumaco, que tenia mayor caída, mediante erosion regresiva ha calado desde el Este el valle ancho de Capitan Pastene i ha desviado el curso superior del antiguo rio que desaguaba este valle. Esto se puede deducir del hecho de que la línea divisoria de las aguas del estero que pasa por Capitan Pastene i del rio Chanco se encuentra en los terraplenes del valle ancho que tienen una altura de 200 metros. Al Este i Oeste del valle, los cerros de esquita micácea alcanzan alturas de unos 350 metros.

El suelo del valle está formado por las capas carboníferas cuaternarias, que tienen mucha semejanza con las capas correspondientes de Los Sauces.

El perfil siguiente nos muestra la situacion jeológica de las minas de Capitan Pastene.

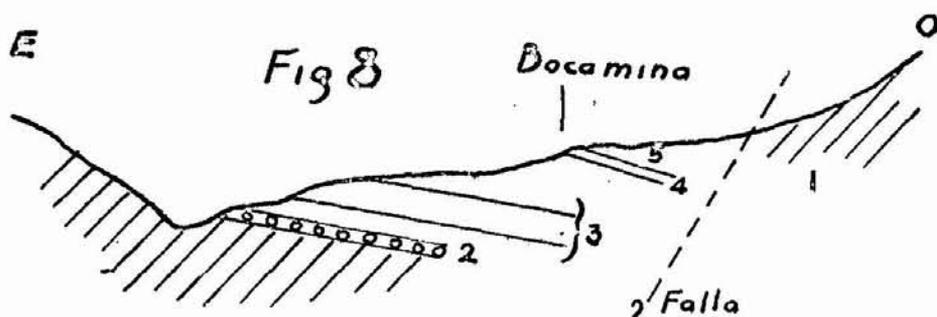


Figura N.º 8

- 5). areniscas blancas sueltas.
- 4). esquitas carboníferas de la boca-mina.
- 3). areniscas sueltas i arcillas refractarias con concreciones de esferosiderita.
- 2). conglomerado basal que contiene muchos fragmentos de rocas cristalinas.
- 1). esquita micácea.

El perfil exacto de las capas de la boca-mina es el siguiente:

- 4). arcilla refractaria con concreciones de esferosiderita.
- 3). 0.30 m. esquita carbonífera.
- 2). 5.00 m. areniscas arcillosas, sueltas, rayadas, con restos vejetales.
- 1). 0.40-0.60 m. carbon esquitoso de mala calidad.

Las capas cuaternarias del Valle del Capitan Pastene forman una faja estrecha en el suelo del valle. Es sorprendente la tectónica porque estas capas

tan nuevas tienen una inclinación notable al Oeste, de modo que también en medio de la Cordillera de la Costa se puede sentir una inclinación semejante a las de las capas carboníferas de la provincia de Arauco. Pero esta inclinación es debida a movimientos posteriores a los de Arauco.

Cuando seguimos el valle de Capitán Pastene al sur, la quebrada del afluente del río Chanco se ahonda más y más, mientras que el terraplen de 200 metros de alto sigue siempre arriba en los cerros, pero su altura también parece disminuir.

Pasamos el río Lumaco cerca del pueblo de Idaico y al lado oriente del río, a una altura de unos 150 metros que corresponde más o menos a la altura del valle de Capitán Pastene, encontramos el «Banco del Laja». No hay casi ninguna diferencia con la misma capa en el Salto del Laja. Contiene los mismos rodados de andesitas y de lavas andesíticas; el diámetro de los rodados varía entre 0.10 (la mayor parte) y 0.50 metros. Los rodados chicos son en parte bien redondeados, los grandes generalmente mal redondeados.

#### *d) La región de Traiguén y Victoria*

El panorama más instructivo de la morfología de esta región se presenta desde el «Alto de Zanjo», que es un cerro formado de esquita micácea y está situado al S. O. de Traiguén. Hacia el oriente al pie de la Cordillera de los Andes se extiende el llano del Valle Longitudinal; entre Victoria y Traiguén vemos los cerros de la Cordillera de la Costa adelantarse desde el Norte hasta el cerro Adencul; un poco más al Sur se levantan los cerros graníticos de Chuquén y aun más al Sur se encuentran los cerros situados entre Lautaro y Temuco. Por las aberturas que están formadas así en el cordón oriental de la Cordillera de la Costa, entra el llano del Valle Longitudinal adelantándose entre las ramificaciones de la cordillera. De consiguiente, el llano alcanza al Norte hasta la región de Los Sauces; al N. O. se junta con el valle de Capitán Pastene. Pero el llano principal se extiende hacia el Sur en dirección a Cholchol.

Los cerros de rocas cristalinas de la Cordillera de la Costa se levantan en esta llanura en forma de islas; sólo el cordón principal de la cordillera parece ser continuo.

La altura del Valle Longitudinal en Victoria es de 350 metros; esta parte es la continuación directa de la región de Los Anjeles. En los cortes del ferrocarril como en las quebradas hondas de los ríos se ven las capas correspondientes a las del Laja. En la región de Traiguén, la planicie cuaternaria tiene una altura de unos 200 metros.

No tomando en cuenta las barrancas hondas y muy recientes de los grandes ríos que pasan por el Valle Longitudinal, sin embargo el suelo del llano no forma un plano completo; encontramos muchas lomas bajas e irregulares y además antiguos valles anchos apenas perceptibles como depresiones; los esteros que corren en ellos no corresponden en ningún modo a la anchura de los valles, que llega a varios kilómetros. En lo que se refiere a la edad, estas depresiones corresponden probablemente a los valles anchos de los ríos Laja e Itata arriba de los saltos. La superficie del suelo del Valle Longitudinal está



formada por el conglomerado volcánico que hemos denominado «Banco del Laja». La misma capa forma también las lomas bajas que se levantan en la planicie.

La barranca honda del río Quino, en la región donde pasa el camino de Traiguen a Galvarino, nos muestra los mejores perfiles de las capas del Valle Longitudinal. Un poco aguas arriba del punto donde desemboca el río Nanco en el río Quino, se encuentra al lado norte de este último el perfil siguiente:

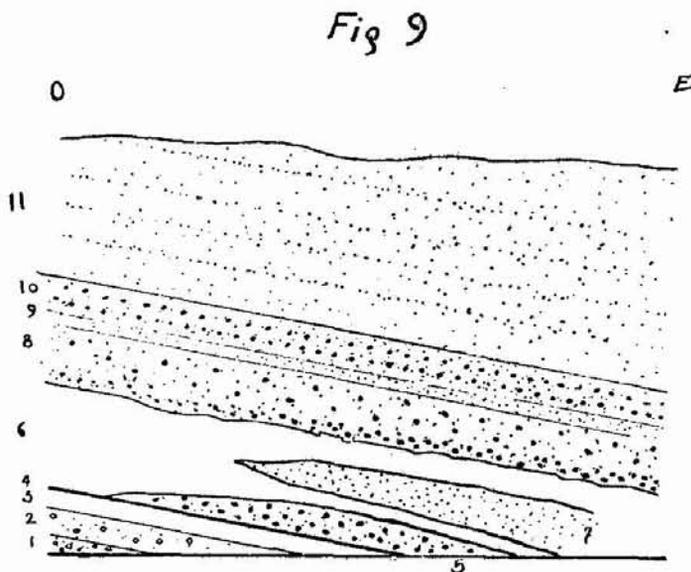


Figura N.º 9

- 11). 6-8 m. areniscas verdesas.
- 10). 1.50 m. areniscas de grano grueso con capas intercaladas de grano fino.
- 9). 0.60 m. arenisca de grano fino, rayada i con «estratificación falsa».
- 8). 2. m. arenisca de color claro i de grano grueso; en la parte inferior contiene tres capas (de 0.15 m. cada una) de guijaros de un diámetro de 0.005 m.

#### *Discordancia*

- 7). 1.70 m. lente de arenisca arcillosa de grano fino, intercalada en la capa número 6.
- 6). 4 m. esquitas arcillosas con muchos restos vegetales; los dos metros superiores contienen capas más duras con mantitos de carbon.
- 5). 1.20 m. lente de arenisca de grano grueso con dos capas de arcilla intercaladas, cada una de 0.003 m. de diámetro.
- 4). 0.02 m. carbon.
- 3). 0.60 m. arcilla arenosa i esquitosa con restos vegetales.
- 2). 1.00 m. arenisca arcillosa de grano fino con guijarros de 0.005 m. de diámetro.
- 1). más de 0.60 m. conglomerado de rodados poco redondeados de 0.02 metros de diámetro.

El corte tiene mucha semejanza con la parte inferior del perfil en el Salto del Laja (cp. la Fig. N.º 1); las areniscas en los dos puntos consisten por su mayor parte de material volcánico i tambien existe en el perfil del rio Quino la misma discordancia como en el Valle del Laja.

Pero a diferencia de la rejion del Laja, en el rio Quino hai una inclinacion notable de las capas recientes. El rumbo es de Norte a Sur, el manteo 9 grados al Este.

La capas del perfil arriba descrito pertenecen a la parte inferior del cuaternario del rio Quino; la parte superior se encuentra en la bajada del camino de Traiguen a Galvarino que conducen al rio Quino. Allá he observado el perfil siguiente:

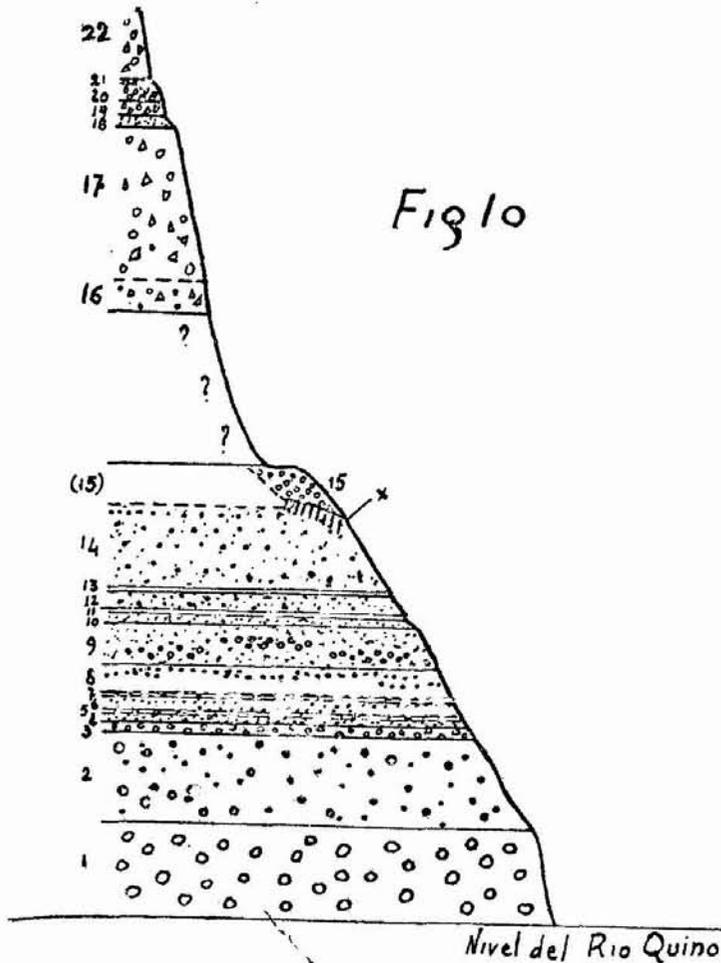


Figura N.º 10

- 22). 10 m. Banco del Laja. Los bloques alcanzan diámetros de 0.50 m.; algunos son redondeados, otros tienen los cantos sin desgaste. No se ve ninguna estratificación.
- 21). 0.50-2.00 m. lente de arenisca con capas irregulares de rodados.

- 20). 3 m. rodados de material proveniente de la capa N.º 19.
- 19). 2 m. Banco del Laja (compárese N.º 22).
- 18). 1.20 m. arenisca arcillosa.
- 17). 20 m. Banco del Laja (compárese N.º 22).
- 16). 4 m. Banco del Laja con bloques mas chicos que la capa superior, (solo 0.10 m. de diámetro).
- 20 m. falda cubierta de escombros, en parte un poquito estratificados por el agua corriente.
- 15). 8-9 m. rodados fluviales; probablemente mui recientes, formados en un terraplen del rio Quino.
- 14). 9-10 m. arenisca de grano grueso, de material volcánico; los granos poco redondeados; con lentes irregulares de rodados de 0.08 m. de diámetro. En el punto «x» se encuentra una arcilla roja de descomposicion, (antigua tierra superficial).
- 13). 0.50 m. arcilla blanca.
- 12). 2 m. arenisca de grano grueso de material volcánico como N.º 14.
- 11). 0.60 m. arcilla blanca.
- 10). 1.20 m. arenisca verdosa sin rodados.
- 9). 6 m. arenisca de grano grueso de material volcánico como N.º 14.
- 8). 3.20 m. arcilla amarilla parecida a una toba volcánica; en la parte superior contiene tres capas irregulares de conglomerado.
- 7). 0.10-0.60 m. conglomerado con pasta de arcilla de la capa N.º 8.
- 6). 2 m. arcilla como N.º 8. En dos capas intercaladas, de 0.10 m. cada una, se encuentran numerosos pedazos de lava que alcanzan diámetros de 0.005 m.
- 5). 0.70 m. conglomerado de rodados andesíticos que tienen diámetros de 0.10-0.15 m.
- 4). 1 m. arenisca gris amarillentas de grano grueso.
- 3). 1 m. conglomerado, como N.º 5.
- 2). 12 m. arenisca brechiforme; los granos no redondeados tienen diámetros de 0.002-0.003 m. i consisten de pedacitos de lava.
- 1). 11-12 m. conglomerado, con rodados bien redondeados de Andesita i tambien de granito.

El perfil que acabamos de describir, consiste en su parte inferior de areniscas i conglomerados fluviales, i en la parte superior de «Banco de Laja», que tiene un espesor de mas de 40 metros. El material que compone las rocas es el mismo en el Banco del Laja como en las capas fluviales de abajo, de modo que podemos suponer que los granos de las areniscas provienen de la misma rejion como los bloques grandes del Banco del Laja.

Todas estas capas se encuentran enteramente horizontales i por esto deben ser mas recientes que las capas del perfil de la figura N.º 9.

Capas que corresponden al perfil N.º 9, se hallan en el rio Chanco cerca de su desembocadura en el rio Quino. Allá aflora un manto de una esquita negra mezclada con mantitos de carbon parecido al carbon de Capitan Pastene i Nacimiento. Las capas tienen un rumbo de N. 35º E. i un manteo de 20º E. Este afloramiento no tiene ningun valor práctico.

Tambien cerca de Traiguen se conoce un afloramiento de carbon de la misma calidad en el que se han hecho algunos trabajos de reconocimiento.

El camino de Traiguen a Victoria sube primeramente por las capas cuaternarias a la planicie del Valle Longitudinal i sigue despues siempre en el llano cuyo suelo está formado por el Banco del Laja. Un poco ántes de llegar a Victoria pasamos por un valle mui ancho que forma una depresion apénas visible de pocos metros de hondura.

#### e) *La formacion del Banco del Laja*

En los capítulos anteriores hemos descrito varios puntos de afloramientos del «Banco del Laja», pero sin entrar en una discusion sobre la formacion de esta capa tan caracterísica. En este capítulo resumimos todo lo que sabemos del banco i en seguida trataremos de la cuestion de cómo se ha depositado esta capa.

Los puntos mas distantes, en los cuales he encontrado el Banco del Laja son: en el Norte el Salto del Itata; en el Este la Cordillera de los Andes, en la rejion de Tucapel; en el Sur la rejion de Lautaro (quizas hasta Temuco, donde se halla un conglomerado volcánico en el cerro al Norte de la ciudad); en el Oeste la rejion de Galvarino i de Idaico al poniente de Traiguen.

El Banco del Laja es una roca de conglomerado o breccia; no tiene ninguna estratificacion; en la pasta gris pardusca que consiste de numerosos granos chicos poco o nada redondeados de lava i de minerales, se encuentra un gran número de piedras mas grandes de lava andesítica de igual configuracion. En la rejion del Salto del Laja tienen un diámetro de 0.20 metros. miéntras en el lado de la Cordillera de los Andes, en Tucapel i en la rejion de Traiguen bloques con diámetros de 0.50 metros no son raros i muchas veces se encuentran piedras de 1 cbm. Los bloques grandes nunca son bien redondeados i muchas veces no muestran ningun vestijio de la accion del trasporte por el agua corriente. Algunos tienen solo una o dos superficies pulidas i por esto se asemejan mucho a los rodados de facetas.

El espesor del Banco del Laja varia mucho: en el Salto del Itata es 1 a 2 metros; en el Salto del Laja 2 metros; en el lado Sur del cerro de los Guanacos, al Norte de Los Anjeles, 6 metros i si contamos desde la capa N.º 5 (cp. Fig. N.º 4) 12 metros; en Tucapel, donde sale el Laja de la Cordillera de los Andes, el espesor del banco es de unos 25 metros. Cerca de Traiguen en el valle del rio Quino, el espesor del Banco del Laja (incluido las capas de rodados) es demas de 40 metros.

Segun estos datos se ve que existen grandes cambios del espesor del Banco del Laja i que no es posible establecer una relacion entre los diferentes espesores. Si consideramos solamente la rejion del Laja, podemos observar un aumento del espesor de Oeste a Este hácia la rejion de los Andes, especialmente hácia el punto donde sale el Laja de la cordillera. Ya en el capítulo que trata de la rejion de Los Anjeles, hemos mostrado que el material volcánico del Banco del Laja en esa rejion debe provenir del valle andino del Laja i especialmente de la rejion del volcan Antuco. No me parece probable que el material de la misma capa en la rejion de Traiguen, que está situado

unos 100 kilómetros mas al sur, proceda del mismo punto. Para las rejiones mas australes, debemos considerar como puntos de procedencia los volcanes de la rejion de Lonquimai. En la descripcion del perfil del cerro de los Guanacos (Fig. N.º 4) ya hemos visto que no existe ninguna relacion entre los volcanes antiguos del Valle Lonjitudinal i el Banco del Laja.

Los rodados i bloques del Banco del Laja consisten casi esclusivamente de material volcánico, de modo que podríamos suponer que esa capa se haya formada por torrentes de barro volcánico. No cabe duda de que tales torrentes de barro pueden depositar sedimentos parecidos al Banco del Laja; pero estos sedimentos siempre se limitan a los alrededores de los volcanes, tanto mas cuando se trata de una inclinacion del terreno tan escasa como en el Valle Lonjitudinal, En ningun caso podrían llegar a puntos tan lejanos como el Salto del Laja, que dista unos 100 kilómetros del volcán Antuco.

Todo trasporte de material por el agua tiene como consecuencia un sedimento bien estratificado, de modo que la formacion del Banco del Laja solo se puede explicar mediante el trasporte por el hielo de los ventisqueros.

Desde luego, para no exigir una estension excesiva de los ventisqueros, (excesiva sólo con relacion a nuestros conocimientos actuales) podríamos suponer que los ventisqueros sólo hubieran alcanzado hasta el borde de los Andes, desembocando allí en grandes lagunas de agua dulce; el hielo flotante habria distribuido el barro i los bloques. Pero aun en este caso deberíamos encontrar sedimentos bien estratificados; sólo en ciertos puntos la estratificacion estaria perturbada por el hundimiento brusco de escombros mas abundantes acarreados por los hielos.

Por esto queda sólo la explicacion de la formacion del Banco del Laja como sedimento glacial, depositado directamente por ventisqueros andinos que ya en la rejion del Bio-Bio se adelantaron hasta el pié de la Cordillera de la Costa.

Así podremos comprender un gran número de fenómenos que de otro modo quedarian inesplicables; por ejemplo, el cambio del espesor de la capa, en particular el gran espesor del banco cerca de la Cordillera de la Costa en la rejion de Traiguen. Allí nos encontramos en la rejion de antiguas morainas terminales, donde se ha acumulado mayor cantidad de material glacial que en otras partes del Valle Lonjitudinal. Tambien la forma irregular i prolongada de las lomas que se encuentran entre Traiguen i Galvarino, habla en favor de que se trata de morainas terminales.

Ademas el perfil del Rio Quino (Fig. N.º 10) se explica mejor así: las arenas subyacentes están formadas al borde del ventisquero en su progreso; encima de ellas se depositó la moraina; las capas de arenas i rodados encerrados en el Banco del Laja son lentes intercaladas en la capa glacial como los conocemos desde mucho tiempo en Alemania i otras rejiones con sedimentos glaciales.

Piedras cubiertas de rayas i estrías todavía no se han encontrado, con escepcion de un bloque en el perfil del Rio Quino, que contenia tales vestijios poco visibles. No puede sorprendernos la ausencia de las rayas, si consideramos que todas las piedras consisten de lavas porosas i mui ásperas que son impropias para recibir, conservar i mostrar tales estrías.

Falta todavía la explicación de la cuestión, por qué los sedimentos glaciales del Valle Longitudinal consisten casi exclusivamente de rocas volcánicas. Podemos comprenderlo fácilmente por la consideración de que en esa región todos los cerros más altos de los Andes son volcanes muy importantes; encontramos los volcanes Antuco, Callaquen, Trolhuaca, Lonquimai, Llaima, etc. Los ventisqueros que se adelantaron de los Andes al Valle Longitudinal encontraron el suelo cubierto de cenizas y rodados volcánicos, que habían procedido de los volcanes en forma de lluvias de cenizas y de torrentes de barro volcánico. Además nuevas erupciones acumularon nuevo material volcánico en la superficie de las nevadas y ventisqueros, que lo transportaron al gran llano.

Pero fuera del Banco del Laja, encontramos también sedimentos glaciales en los cuales el material volcánico es relativamente reducido, como por ejemplo en el cerro Mesamávida al Oeste de Los Angeles, o al Norte de Yungay cerca de Itata.

Una comparación de las morainas terminales de la región de Tucapel sobre el Laja con las morainas de los alrededores de Traiguen y Galvarino nos muestra una diferencia bastante grande en la morfología de las dos regiones, no obstante su origen parecido. En el margen de los Andes en Tucapel las morainas consisten de lomas irregulares más escarpadas, que encierran depresiones sin desagüe, llenas de lagunas chicas. Entre Traiguen y Galvarino las morainas forman lomas bajas y suaves que rodean depresiones grandes y llanas; lagunas ya no existen.

Esta diferencia se debe a la distinta edad de las dos morainas; en el Laja cerca de la Cordillera, pertenecen al último período glacial; de consiguiente, los cerros han conservado su forma primitiva hasta hoy. Mientras tanto en Traiguen las morainas corresponden a un período glacial anterior y por la erosión que en ellas ha trabajado mucho más tiempo, ha desaparecido en gran parte la forma primitiva de los cerros de origen glacial.

De esto se sigue también que los ventisqueros del período glacial anterior han tenido una extensión mucho mayor que los del último período.

Este resultado obtenido por nuestras investigaciones del Valle Longitudinal de Chile, está de acuerdo con los resultados obtenidos en otras partes más setentrionales de la América del Sur, donde también se han distinguido dos períodos glaciales de los cuales el primero era el más importante.

#### *f) La región de Cholchol y Nueva Imperial*

Esta región está situada en medio de la Cordillera de la Costa. Al Oeste sigue el cordón principal de la Cordillera hasta el Río Imperial y más al Sur; los cerros consisten principalmente de esquistos micáceos. La altura de los cerros es muy reducida en comparación con las partes más al Norte. Al Este se hallan los cerros graníticos del fundo Chuquen; los cerros cerca de Temuco consisten de andesitas.

Al N.E. de Cholchol se levantan los cerros de Huimpil, notables por contener mantos de antracita. Las capas que encierran el carbón consisten de areniscas que tienen un rumbo de N. 78° E. hasta OE. con manteo de 20° a

40° al Sur. En el camino de Cholchol a Huimpil encontré también un rumbo de N. 20° O. con manto de 20° al S. O. Por las plantas fósiles que se hallan en estas capas, debemos identificarlas con las capas jurásicas de Gomero en el Valle del Bio-Bío.

Desde la rejion de Galvarino siguen las capas nuevas entre esas dos ramificaciones de la Cordillera hasta el Sur del Rio Imperial.

El camino de Cholchol a Nueva Imperial pasa por el Rio Cholchol en un vado, situado casi a medio camino entre los pueblos. En la ribera izquierda del rio encontré el siguiente perfil:

- 6). tierra superficial, color chocolate.
- 5). 2.50 m. arenas color café, de grano fino, bien estratificadas.
- 4). 1.50 m. arenas grises de grano fino con material volcánico en los rodados chicos.
- 3). 4 m. arena de color café claro, sin estratificacion, de grano mui fino; en la parte superior con limonita.
- 2). 5 m. arenas blancas de grano mui fino, mui parecidas a la «Kieselguhr», pero contienen sólo pocas diatomacias.
- 1). 1 m. conglomerado de piedra pómez; los rodados alcanzan diámetros de 0.005 m.; los intersticios entre los rodados no están completamente llenados de arena.

Las mismas capas forman las lomas que acompañan el Rio Imperial de Nueva Imperial a Carahue. En el fundo Rucapangue del señor Thiers, situado a la curva del Rio Cholchol cerca del vado arriba mencionado, estas capas encierran una capa de esquita carbonífera, que encierra mantitos delgados de carbon brillante. El yacimiento no tiene valor práctico.

Vestijios de carbon se encontraron tambien en la Cordillera de la Costa, unos 7 o 9 kilómetros al norte de Carahue, en el fundo del señor Valck. Como lo muestran las quebradas hondas, el suelo está formado por la esquita micácea; encima de la esquita, en una altura de unos 300 metros sobre el mar, se encuentra el pique donde se ha buscado el carbon; las capas perforadas consisten de arcillas arenosas. Segun el mayordomo del fundo había un manto de 4 pulgadas de esquita mezclada con carbon; allí tampoco hai esperanza de encontrar carbon esplotable, porque se trata de capas mui modernas. La edad cuaternaria de este yacimiento se puede deducir del hallazgo de huesos i muelas de Mastodonte, cuya existencia me fué comunicado por el señor Gobernador de Nueva Imperial.

*g) La rejion de Puerto Saavedra i de la Laguna del Budi*

Pasando desde Carahue el Rio Imperial hácia abajo se pueden observar las esquitas micáceas de la Cordillera de la Costa. Parece que las capas nuevas faltan en esta parte del valle del rio; pero al otro lado de la Cordillera las volvemos a encontrar con sus mismos caractéres. Probablemente el valle desde Carahue hasta Puerto Saavedra es más nuevo que las capas de Chol-

chol, de modo que ellas no han podido atravesar la Cordillera en esta rejion, sino que debían tomar otro camino al mar.

Las capas cuaternarias forman en la costa, cerca de Puerto Saavedra, mesetas de una altura de unos 40 m. Al Sur del pueblo nombrado, frente a la desembocadura del Rio Imperial, el morro Maule nos muestra el perfil siguiente:

- 11). 7-8 m. rodados fluviales (Andesitas i cuarzos).
- 10). 1 (?) m. Kieselguhr, roca blanca mui blanda que consiste en su mayor parte de diatomacias.
- 9). 10 m. rodados fluviales con mucha arena.
- 8). 10-15 m. capas parecidas a las de mas abajo; cubiertas por tierra superficial.
- 7). 1 m. arena gris con estratificacion falsa.
- 6). 4 m. arcilla arenosa con estratificacion horizontal mui delgada, 0.50 m. arriba del límite inferior se encuentran numerosos rodados de piedra pómez blanca, que alcanzan diámetros de 0.03 m.
- 5). 1 m. arcilla arenosa sin estratificacion.
- 4). 1.50 m. como N.º 6, pero sin los rodados de piedra pómez; mui liviana.
- 3). 4 m. Kieselguhr, mui parecida a las capas N.º 4-6. Contiene gran cantidad de diatomacias. Ademas se encuentran en esa capa muchas impresiones de conchas.
- 2). 2 m. arenas como N.º 1, pero de grano mas fino.
- 1). 10 m. areniscas verdosas oscuras; contienen mucho material volcánico (granos oscuros), estratificacion falsa; en parte cementada por limonita.

Estas capas que son de importancia por contener yacimientos de Kieselguhr siguen mas al sur, donde forman las lomas que encierran la Laguna del Budi.

La Cordillera de la Costa pasa al oeste de la Laguna del Budi, pero sus alturas alcanzan apenas unos 200 a 300 metros; las rocas son las mismas esquitas micáceas i filitas que ya hemos encontrado en la rejion de Concepcion.

En estos cerros de esquita micácea se encuentran valles anchos, cuyo suelo está formado por terraplenes de capas cuaternarias. El dibujo siguiente nos muestra la situacion de las capas nuevas en las esquitas antiguas.

Fig 11

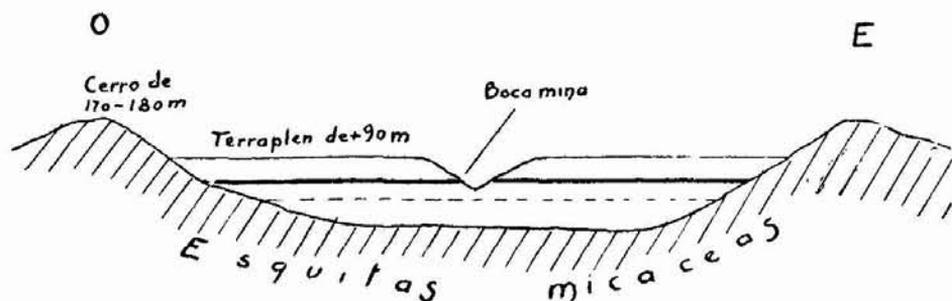


Figura N.º 11

En la figura se puede ver que las capas cuaternarias han conservado su posición horizontal; en las capas horizontales que consisten por su mayor parte de arcillas refractarias se encuentra un manto de arcilla mezclada con carbon. El carbon forma algunas vetitas de carbon puro, cada una de 0.001-0.01 metros de modo que no se puede llamar un «manto de carbon», como lo hace el minero que trabaja la mina. Abajo de la capa nombrada sigue una esquita negra con vetitas intercaladas de carbon. En este punto tampoco hai esperanza de encontrar mantos explotables de carbon, porque falta la formacion carbonífera de Arauco, que es la única formacion con mantos explotables, que se conoce hasta ahora en el pais.

La playa que se estiende de la Laguna del Budi al Sur hasta Tolten, está formada por una planicie que se levanta sólo 7 a 10 metros sobre el nivel del mar; esta planicie consiste de arenas grises verdosas con estratificación falsa, que tienen mucha semejanza con las arenas de la parte inferior del perfil de Puerto Saavedra.

Posiblemente las capas cuaternarias de la rejion de Cholchol se continúan desde Nueva Imperial pasando por el valle ancho del Rio Tolten a la costa del mar, i de allá hácia el Norte.

Al Sur del Rio Tolten la costa del mar está formada de esquitas micáceas.

#### 4.—DESDE EL RIO TOLTEN HASTA OSORNO

##### a). *La provincia de Valdivia, al Norte del Rio Calle-Calle*

En la parte setentrional de la provincia de Valdivia las lomas de la Cordillera de la Costa se unen con los cerros de la Cordillera de los Andes, sin ser interrumpidas por un llano longitudinal.

Las rocas predominantes son las esquitas micáceas. En la punta Nihué al Norte de Queule, estas esquitas tienen un rumbo de N 14° O i un manto de 60° S. Rocas graníticas son escasas; las encontré en el camino que conduce de Queule a San José de la Mariquina.

Los rios han escavado valles anchos en las rocas antiguas, como por ejemplo el Rio Cruces que pasa por San José. El suelo de este valle está formado por una arenisca gris de poca coherencia que la jente allá llama «cancagua». Este valle ancho que en la rejion de Mafil alcanza una anchura de unos 15 kilómetros es considerado como el Valle Longitudinal, pero en realidad no puede corresponder al Llano Longitudinal del norte, porque es un terraplen fluvial mucho mas reciente que aquél.

En las lomas cerca de San José i de Mafil encontramos capas nuevas, pero mas antiguas que la cancagua, que tienen alguna semejanza con las capas cuaternarias del Valle Longitudinal de la rejion de Los Anjeles. Son esas las capas carboníferas que encierran el carbon de Mafil (Minas de Millahuillin) Catamutun i Osorno.

Los altos de los cerros están formados por esquita micácea; el carbon se halla sólo en las partes bajas de esos cerros i falta tambien en los llanos formados por la cancagua.

Las capas carboníferas que se encuentran en el grupo de las arcillas fracturadas, y más bien blandas son escasas. En las arcillas se encuentran muchos leñales de eteales i también cocinas de madera de *Isodonta spec.* que se encuentran también en las capas con espículas fos de las arcillas, entre las sacos i la arena.

El mineral de carbono que se produce en la Tierra del Altiplano, tiene un contenido de hasta 50% de C. El suelo produce de vez en cuando del mismo origen alterado en espículas carboníferas, como las que se mencionan. La capa carbonífera más rica en carbono es un tipo de arcilla que se encuentra en la zona.

En abril de 1924, en la parte superior de la zona se observó un tipo de arcilla que se describe a continuación:

Fig. 11042

|                            |      |
|----------------------------|------|
| <i>Arcilla azul</i>        |      |
| <i>Carbon</i>              | 0.15 |
| <i>Esquile carbonífero</i> | 0.15 |
| <i>Carbon</i>              | 0.80 |
| <i>Esquile carbonífero</i> | 0.00 |
| <i>Esquile carbonífero</i> | 0.00 |
| <i>Arcilla carbonífera</i> | 0.00 |
| <i>Carbon</i>              | 1.00 |

*Arcilla carbonífera*

Fig. 11043

La capa de arcilla azul que se encuentra en la zona de la Tierra del Altiplano, tiene un contenido de hasta 50% de C. El suelo produce de vez en cuando del mismo origen alterado en espículas carboníferas, como las que se mencionan.

En la parte superior de la zona se observó un tipo de arcilla que se describe a continuación:

La capa de arcilla azul que se encuentra en la zona de la Tierra del Altiplano, tiene un contenido de hasta 50% de C. El suelo produce de vez en cuando del mismo origen alterado en espículas carboníferas, como las que se mencionan.

Fig. 11044. La zona de la Tierra del Altiplano, zona de la Tierra del Altiplano.

La capa de arcilla azul que se encuentra en la zona de la Tierra del Altiplano, tiene un contenido de hasta 50% de C. El suelo produce de vez en cuando del mismo origen alterado en espículas carboníferas, como las que se mencionan.

El camino de Valdivia a Catamutun pasa primero por este terraplén, seguida entre otros por un riflon de cerros bajos que consisten de areniscas arcillosas con muchas conchas. Un poco antes de pasar el estero Llancalhue encontramos muchas esconchas fósiles i restos vegetales. PHILIPPI describe una fauna terciaria encontrada en estas capas, la que corresponde exactamente a las fósiles del terciario varonífero de Arauco. Al lado Sur del estero sube un camino al oeste; en la curva del camino se ve una falla con dirección de N. 25° O que forma el límite entre el terciario (las esquistas micáceas) el terciario tiene un rumbo de Norte al Sur i una inclinación pequeña al Oeste.

Más al Sur, el camino sube por un valle angosto escavado en las rocas de rípios de un terraplén. Antes de bajar al valle del Río Futa, vemos en el lado occidental del camino un afloramiento de carbon de mala calidad. Parte sur de del mismo en las areniscas arcillosas he encontrado muchos fósiles muy bien conservados; he determinado sólo *Cancer cf. Tyro* i *Pentacrinus sp.*

Unos doscientos metros más al Sur, cerca de la cubre, se ve en la orilla de camino un manto de igual calidad.

En el pueblo de Los Uraos nos encontramos en medio de la esquistas micáceas. Cerca de la casa del señor Enrique Lüer, en la vega del estero Urpa, hai un afloramiento de carbon.

Para llegar a las minas de Catamutun, debemos seguir el camino hacia el Sur; pasamos por encima de un cerro que consiste de esquistas micáceas i bajamos despues al Río Futa.

Las márgenes del valle del estero Huequecura consisten de arcillas terciarias que encierran especialmente en las esferosideritas intercaladas muchas conchas fósiles. Las arcillas i areniscas arcillosas son las mismas como en Llancalhue. Los fósiles encontrados por mí son:

- Turritella cf. Breantina d'Orb.
- Scalaria sp. (aff. Sc. Rugulosa Sow.)
- Venus sp.
- PHILIPPI menciona de Catamutun.
- Micraaster valdivianus Phil.

No me era posible observar un perfil de las capas, porque toda la rejion está cubierta de bosques; además los numerosos derrumbes en los cerros dificultan las investigaciones. Un perfil bastante claro se ha obtenido en los sondeos hechos por la Inspeccion de Jeografía i Minas; el señor Quilot ha publicado esos perfiles en el Boletín de Insp. de Jeografía i Minas del año 1908, páj. 153 - 159.

El sondeo ejecutado al lado del estero Huequecura encontró el perfil siguiente:

- 1.72 m. arcilla con bolones (rodados de cuarzo).
- 2.31 m. arcilla con esferosideritas que encierran los fósiles.
- 0.70 m. arcilla plomo micácea.
- 1.00 m. carbon.
- 0.55 m. arcilla con intercalacion de 0.20 de carbon; la capa inferior de la capa consiste de 0.15 m. de arenisca cuarzosa.
- 1.80 m. carbon.
- 0.25 m. alternacion de arcillas i carbon.

2.84 m. rodados de cuarzo con arena.

*Discordancia*

Esquita cristalina.

El barreno N.º 2, que se ha hecho al Sur del que acabamos de describir, ha alcanzado una hondura total de 64 metros; el manto principal se encontró en este barreno directamente encima de la esquita cristalina con un espesor de 6 metros i consiste de 14 mantitos de carbon separados por arcilla i arena, 41 metros encima de este manto i a una hondura de 15 metros se ha encontrado otro manto de 1 metro de carbon.

El único punto donde se pueden observar el carbon i las capas que lo encierran, es en el valle del Estero Huequecura; allá se ven cambios muy bruscos del rumbo i del manto, lo que junto con la morfología de las pendientes del valle indica que ha habido muchos derrumbes posteriores.

El carbon de Catamutun es de importancia, porque según los fósiles encontrados en el barreno encima del carbon, debería tener la misma edad como los carbones de Arauco. Pero no puedo afirmar esto con certeza, porque no he visto personalmente las capas fosilíferas del barreno que están encima del carbon. Siempre es posible que las esferosideritas, que son muy duras, estén sacadas de las capas terciarias por erosion i depositadas en otras capas mas modernas; en este caso no podrían servir para fijar la edad del carbon. Yo mismo he encontrado las areniscas terciarias con las esferosideritas i con fósiles sólo al lado del carbon, pero no encima del manto. El carbon es mucho mas parecido al carbon nuevo del Valle Longitudinal que al carbon de la provincia de Arauco. La distribución del carbon, que se limita casi exclusivamente a la depresion cruzada por el Rio Futa, tampoco habla en favor de una edad terciaria. Además es muy sorprendente que el señor Quillot no haya encontrado las esferosideritas fosilíferas en los barrenos mas distantes del Estero Huequecura donde afloran las capas terciarias, lo que hace suponer que las esferosideritas del barreno arriba descrito hayan procedido de las capas vecinas i no se encuentren en su yacimiento primitivo. Finalmente hai que tomar en cuenta que el carbon de Catamutun no tiene mucha semejanza con el carbon terciario del camino de Llancahue a Los Ulmos, que es de una calidad i espesor inferior al carbon de Catamutun.

No he visto buenos pedazos de carbon de Catamutun, porque todos los afloramientos i pozos eran muy superficiales i el carbon descompuesto. Pero probablemente se encontrará en mayor profundidad carbon de calidad mejor.

*c) El Departamento de Osorno*

La geología de este departamento es muy poco conocida; la dificultad principal para las investigaciones geológicas es causada por los bosques inmensos que cubren la mayor parte de la rejion.

Entre Unión i Osorno reaparece una depresion longitudinal entre la Cordillera de la Costa i la de los Andes, formada por dos valles fluviales que corren en direccion meridional; son éstos el Rio Lollehue, que corre de Norte a Sur, i los Rios Negro i Rehue, que corren del Sur al Norte, éstos rios son tribu-

tarios del Río Bueno que viene de los Andes i corre en un valle muy ancho, cortado en una planicie grande que tambien procede, segun parece, de la rejion andina i en seguida se estiende por la depresion lonjitudinal.

En la estacion de Trunao, a orillas del Río Bueno, he observado el perfil siguiente.

- 10). 3-4 m. conglomerado volcánico; los rodados poco redondeados tienen diámetros de 0.02-0.03 m. i consisten de andesitas.
- 9). 10 m. conglomerado grueso; los rodados de andesitas i granitos alcanzan diámetros de 0.15 m. i se encuentran en una pasta de arcilla.
- 8). 1.50 m. arenisca de grano grueso.
- 7). 2.00 m. arenisca verdosa amarillenta.
- 6). 1.50 m. arcilla parecida a una toba volcánica.
- 5). 2. m. arenisca gris oscura con algunos bancos de 0.40 m. de conglomerado que consiste de granos de un espesor de 0.005 m. poco redondeados.
- 4). 0.50-1.00 m. arcilla amarilla.
- 3). 3. m. arenisca gris oscura.
- 2). 0.20 m. arcilla de color claro con granos de arena oscura.
- 1). 1.50 m. arenisca gris oscura muy suelta de grano fino.

Este perfil nos muestra una serie de capas depositadas en agua corriente con arcillas intercaladas; casi todas las capas contienen gran número de material volcánico, que debe haber procedido de la Cordillera de los Andes. Estas capas se limitan a la rejion de la planicie que acompaña el Río Bueno. Los cerros de la rejion consisten de esquitas micáceas i encierran, al Sur de Osorno en el valle del Río Huilma, arcillas refractarias con un manto de carbon muy parecido al carbon de Mafil i de Catamutun. Capas con fósiles marinos faltan. El yacimiento parece corresponder exactamente a las rejiones que acabamos de nombrar. El carbon está mezclado con mucha esquita. Se han hecho varias boca-minas ahora derrumbadas i llenas de agua. En un afloramiento en el Río Huilma he observado un rumbo de O-E. i manto de  $47^{\circ}$  al sur. Esta inclinacion grande corresponde tambien a los yacimientos arriba nombrados.

#### c) *Valor de los Yacimientos de Carbon en el Valle Lonjitudinal*

Ya hemos visto en los capítulos anteriores que los carbones del Valle Lonjitudinal no pertenecen a la formacion carbonífera de Arauco, sino que corresponden a una época mas moderna. De todos los yacimientos al Norte del Río Tolten hemos demostrado su inexplorabilidad.

Al Sur de ese río se encuentran los yacimientos de Mafil, S. José de la Mariquina, Mulpun, Catamutun i Osorno. Probablemente existe un número de yacimientos de carbon de la misma clase en las provincias de Valdivia i Llanquihue.

La explotacion de todas estas minas ofrece dificultades considerables, no

obstante el espesor grande de los mantos que supera a casi todos los mantos conocidos en las provincias de Arauco i Concepcion. Estas dificultades son:

1). La mezcla fuerte con esquitas carboníferas empeora el manto considerablemente. Los análisis publicados de estos carbones no tienen mucho valor, porque se refieren siempre a muestras elejidas de carbon. Se pueden sacar tambien pedazos de carbon puro con unas 6,000 calorías de una esquita carbonífera que no tiene el menor valor práctico. I ya que no será posible explotar sólo los pedazos de carbon intercalados en las esquitas, se debe sacar una muestra de carbon con esquita que represente el término medio de la composicion del manto. Un análisis de tal muestra siempre dará una idea mucho mas exacta del valor del yacimiento que una muestra escojida de 7,000 calorías.

2) Los mantos de carbon de esa rejion se encuentran intercalados en arcillas refractarias i areniscas arcillosas muy blandas, que han causado muchos derrumbes en los cerros cortados por los rios i que hacen muy difícil el mantenimiento de frontones en las minas.

Por estas causas me parece lo mejor que el Gobierno concentre por ahora todos los trabajos de reconocimiento a la rejion carbonífera de la costa; el valor de esa rejion está probado por un gran número de minas que trabajan desde varios años con muy buenos resultados.

Estos yacimientos de la costa no se limitan a las provincias de Arauco i Concepcion, sino se estienden al norte hasta Constitucion i al sur hasta la bahía de Pargas, donde en el verano pasado el señor doctor Felsch ha visitado los yacimientos de carbon. Ademas se debe esperar carbon en las islas cercanas al continente. En el Museo Nacional he visto fósiles del terciario carbonífero de la isla Mocha. Tambien la isla Santa María en la bahía de Arauco debe contener carbon.

Carbon se conoce tambien de varios puntos de la cordillera de los Andes, que nunca han sido examinados por jeólogos. Así el señor S. Ossa Born, Intendente de la provincia de Bio-Bio, me ha mostrado un pedazo de un carbon antracitoso, que provenia del valle andino del rio Laja.

## SEGUNDA PARTE.—LA ZONA CARBONIFERA AL SUR DE CURANI- LAHUE, EN LA PROVINCIA DE ARAUCO

### 1).—*La posición estratigráfica del grupo Doble Alto*

En mi informe del año pasado habia dedicado un capítulo entero a la «Estratigrafía comparada de los mantos de carbon del campo carbonífero Norte i los del campo Sur». En ese capítulo habia llegado a la conclusion de que los mantos del campo Sur al cual pertenecen las minas de Curanilahue, Cores-

ponden al grupo superior de mantos del campo Norte representado por las minas de Colico, Peumo, etc. Después de mis investigaciones nuevas en abril i mayo de 1913, no puedo mantener esta opinion.

La dificultad en la comparacion de los mantos de los dos campos es la siguiente: en el Norte en Colico, se conocen dos grupos de mantos que tienen una distancia entre sí de unos cien metros, mientras en Curanilahue se conoce un solo grupo i los mantos están repartidos en un espacio de sólo 10-15 metros. En mi informe anterior habia establecido esta comparacion sólo con ciertas restricciones, porque no habia podido estudiar personalmente las capas fosilíferas que segun el perfil de las minas de Colico se encuentran encima del grupo inferior de mantos. Ahora, después de haber examinado las rocas del nuevo pique de las minas de Carampangue, he visto que las areniscas fosilíferas encima del grupo inferior que tienen un espesor de sólo pocos metros no pueden corresponder a las areniscas marinas encima del grupo «Doble-Alto», las cuales segun mis exploraciones efectuadas en el verano pasado alcanzan un espesor de mas de 100 metros. Además he encontrado en Colico, encima del grupo superior de mantos, las mismas areniscas fosilíferas que se hallan en Curanilahue encima del carbon, de modo que no cabe duda de que el grupo Doble Alto del campo Sur corresponde al grupo superior de mantos del campo Norte.

Los fósiles encontrados encima del manto Doble son los siguientes:

Melania Araucana Phil., valle del Plegarias.

Nucula Volkmani Phil., valle del Plegarias.

Restos de cangrejos, valle del Plegarias.

Nucula oxyrhyncha Phil., Mina Sáez, Pilpilco.

Nucula Medinae Phil., Rio Pilpilco i Quebrada Los Guindos.

Nucula Errazurizi Phil., Rio Pilpilco i Quebrada Los Guindos.

Venus spec., Rio Pilpilco i Quebrada Los Guindos.

Modiola spec., Rio Pilpilco i Quebrada Los Guindos.

Lamna spec., Rio Pilpilco i Quebrada Los Guindos.

Anatina araucana Phil., Rio Pilpilco.

Todos estos fósiles muestran que estas capas encima del grupo Doble-Alto pertenecen a la seccion superior del terciario. Especialmente las areniscas verdes que encierran un gran número de Nucula i que se encuentran en el valle del rio Pilpilco donde desemboca la Quebrada de Los Guindos, corresponden exactamente a las mismas capas encontradas en la playa de la Punta Rumena.

Restos de conchas fósiles se encuentran en gran número en las areniscas fosilíferas, pero rara vez el estado de conservacion es bastante bueno para hacer una determinacion exacta.

2).—*Las minas de la Compañía de Arauco en Curanilahue.*—a) *Los mantos de carbon en las minas.*

Véanse los planos número 8, 9 i 12 del primer informe i los números 2 i 6 del presente.

Las minas de la Compañía de Arauco en Curanilahue se encuentran a lo largo del estero Plegarias; las antiguas boca-minas se hallan en la parte infe-



rior i están paralizadas; la explotación se ha concentrado a las Minas N.º 6-8, en la parte superior del valle. Las pertenencias de la Compañía alcanzan al Sur hasta el Rio Trongol.

La repartición de las capas en el valle del estero Plegarias es mui regular. La falda oriental, el fondo del valle i la parte inferior de la falda occidental están ocupadas por las areniscas limnitas del suelo de los mantos. Encima de estas capas siguen en la pendiente occidental los afloramientos de carbon. La parte mas alta de la misma pendiente está formada por las capas fosilíferas del techo de los mantos. Las areniscas limnitas a causa de su dureza han formado cuevas escarpadas. La dirección de todas las capas es de N. a S., el manto al O.

El plano N.º 2. Fig. 11 nos muestra que el espacio entre los dos mantos está formado por arcillas refractarias que siguen debajo del manto «Doble» i que se transforman paulatinamente en areniscas; el techo mismo del manto «Alto» consiste de una arcilla refractaria. La distancia vertical de los dos mantos es de 9 metros.

Los perfiles del detalle del manto «Doble» en el plano N.º 1 los he observado en la mina N.º 6; ellos son un nuevo ejemplo del cambio brusco i considerable que pueden sufrir los mantos de carbon a corta distancia. Ya en mi informe del año pasado he mencionado la variabilidad entre el perfil de las Minas de la Compañía Carbonífera de los Rios de Curanilahue i la Mina N.º 6 de la Compañía de Arauco que distan solo 4 kilómetros la una de la otra. Pero el cambio entre los perfiles N.º 2-6 del plano N.º 1 es aun mucho mas grande. Nadie creeria que el manto del perfil N.º 6 es el mismo como el del perfil N.º 3 del cual dista solo 100 metros. Sin embargo es así, pues en la mina he seguido el manto del perfil N.º 3 hasta el perfil N.º 6 sin encontrar ninguna falla que hubiera interrumpido los dos cortes. La transición continua se puede ver en los N.º 4 i 5 del mismo plano.

En la mina N.º 8, que se halla unos 2 kilómetros mas al sur de la Mina N.º 6, los mantos quedan mui parecidos al perfil N.º 6 del Plano N.º 1. La distancia entre el «Doble» i el «Alto» ha aumentado un poco; el manto «Doble» continúa inexplorable, lo mismo que en el campo Sur de la Mina N.º 6.

A una distancia de unos 4 kilómetros a S. O. de la Mina N.º 6 se encuentra un afloramiento de los mantos «Doble» i «Alto» cerca de la orilla del Rio Trongol. En una boca-mina allá, he observado el manto «Doble» en la forma explotable que debemos considerar como su forma normal: el manto se compone de varios mantitos chicos separados por capas de arcillas i esquitas arcillosas; el perfil del manto de la boca-mina se encuentra en el N.º 7 del plano N.º 1.

Mas al Sur, en el fundo Pilpilco el manto «Doble» es parecido al manto de la Mina N.º 8 o falta totalmente, pero aun mas al Sur, al oeste del Cullinco, en las minas de Medina, Melita, etc., encontramos de nuevo la forma normal del manto «Doble» (cp. Pl. N.º 1, Perf. 8).

Segun esto, el manto «Doble» ofrece el mismo fenómeno que yo habia mencionado ya en mi primer informe hablando de la formación autóctona de los mantos de carbon: reune una gran regularidad a través de grandes distancia no obstante los bruscos cambios intermedios. El «Doble» tiene un mismo

aspecto de Curanilahue hasta Cullinco que distan unos 15 kilómetros i a pesar de esto en algunos puntos se produce un cambio tan rápido i brusco que es difícil identificarlo a distancias de 100 metros.

Este fenómeno se explica sin dificultad por la teoría del orígen autóctono del carbon: el carbon se ha formado en pantanos muy grandes que ocuparon centenares de kilómetros cuadrados. Naturalmente había muchas lagunas en este pantano en las cuales se depositaba poco carbon i mas sedimentos anorgánicos. Los rios que cruzaron el pantano, trajeron estos sedimentos en forma de barro suspendido por el agua corriente; pero en las aguas tranquilas de las lagunas se depositaba el barro en forma de arcilla refractaria, que encontramos hoy como capa que separa los mantos de carbon. En las orillas de las lagunas antiguas había una transición paulatina entre la formacion de la turba antigua i los sedimentos arcillosos; esta transición se encuentra representada por los perfiles N.º 2-6 del Plano N.º 1.

*b). Los afloramientos de carbon en las pertenencias de la Compañía de Arauco.*

(Planos N.º 2, 3 i 6)

El manto que se explota en la Mina N.º 6, aflora en la parte superior de la falda occidental del valle del Plegarias. De allá siguen los afloramientos al Sur en la quebrada chica que desemboca en el Rio Plegarias cerca de la oficina de la mina. Este estero baja al suelo del valle del Plegarias con un salto grande que cae por las areniscas límnicas. Por encima de estas capas siguen los afloramientos del carbon. En la mina de Ventilacion se han cortado los mantos. Unos 500 metros mas al sur se conoce el último afloramiento en la quebrada del estero; mas rio arriba he encontrado sólo las capas marinas fosilíferas que están encima de los mantos.

Los afloramientos están trasladados al Este, al valle del Rio Plegarias, donde están cortados por las Minas 7, 8 i 9. Esta irregularidad se explica por una falla que corre entre el último afloramiento de carbon en la quebrada chica i la Mina N.º 7 situada en el valle principal (cp. Pl. N.º 6). Pero esta falla no puede correr de N. a S. como la he dibujado en el plano N.º 8 de mi primer informe, porque los afloramientos no siguen mas al sur en la quebrada chica donde en su lugar aparecen las capas marinas del techo de los mantos. La direccion de la falla es mas o menos de O. a E.

En el valle principal siguen despues los mantos hácia el sur i se conocen ahora hasta la Mina N.º 9. Mas al Sur no he visto afloramientos de carbon, pero en el fondo del valle siguen siempre las mismas areniscas límnicas del suelo de los mantos, mientras la falda occidental está ocupada por las capas marinas. En toda esa rejion, es difícil encontrar afloramientos de los mantos de carbon, porque siempre están acompañados de arcillas refractarias que han causado derrumbes. El manto debe correr por debajo de la casa Riquelme o un poco al Oeste.

Mas al Este del valle del Plegarias se conocen otros afloramientos de carbon; pero los pozos de reconocimiento han cortado sólo la parte muy superficial de modo que es muy difícil decir algo exacto sobre la posición de estos mantos. El manto de mas al norte se encuentra opuesto a la mina N.º 7 i está

cortado por el perfil A-B del plano N.º 3. El afloramiento aparece en un derrumbe que tiene la forma de un gran semicírculo. Su suelo está formado por masas derrumbadas de tierra i arcilla; en un corte chico se ven esquitas carboníferas, arcillas i carbon. El lado occidental del semicírculo está formado por una cuesta escarpada de areniscas limnicas que están cortadas por un plan verticalmente rayado; este plan corresponde a una falla que hizo descender el lado oriental i el movimiento de las capas ha producido las rayas en el plan; en alemán se llama este fenómeno un «Harnisch».

Un kilómetro mas al sur se halla otro afloramiento mas en una quebrada que baja a la mira N.º 8. Los trabajos de reconocimiento han cortado un manto de carbon de mas de 0.80 metro de espesor. El manteo al Este es causado por un derrumbe posterior, i debemos presumir que la masa principal del carbon se encuentra unos cuantos metros mas arriba en el cerro.

No conocemos las capas superiores de estos afloramientos porque están cortadas por la falla, de modo que solo con cierta restriccion podemos atribuir esos mantos al manto «Alto». Pero habla en favor la observacion de otros afloramientos del manto «Alto» con sus características capas superpuestas; este punto se encuentra mas al sur en la misma direccion de los afloramientos que acabamos de describir.

Volvamos ahora a la primera zona de afloramientos en el Valle del Plegerias. Despues de haber pasado la tranca al Oeste de la casa Riquelme, encontramos capas marinas en los primeros 10 metros de la bajada al Trongol al Oeste del camino. Siguiendo unos cuantos metros hácia el Sur, pasamos delante una boca-mina que ha cortado un manto de 1 metro de espesor. Este manto se halla en la continuacion directa de las capas marinas, de modo que deberios suponer una falla entre los dos puntos que ha hecho descender el lado norte.

La boca-mina que llamamos la mina de la Casa Riquelme, encierra un manto de mas de 1 metro de carbon; el techo inmediato es una arcilla esquitosa de 0.25 metro. Mas arriba siguen los bancos gruesos de areniscas limnicas que forman el techo inmediato del manto «Alto» al Sur de Curanilahue. Por encima de éstas aparecen las areniscas marinas que forman toda la pendiente occidental de la quebrada, en la cual baja el camino al rio Trongol. Siguiendo este camino para abajo pasamos por muchos afloramientos de areniscas duras. Esta arenisca que cruza el camino pertenece probablemente al techo del manto «Alto»; este mismo baja por el fondo de la quebrada. Unos 100 metros mas abajo, ántes de pasar por el estero de la Puerta, se ha encontrado el manto en un pozo chico (afloramiento del pozo en el pl. N.º 3, perf. C-D); probablemente tiene el manto el mismo espesor como mas arriba; no puedo decirlo con seguridad porque se ha cortado sólo la parte mui superficial que está mui derrumbada.

Segun me comunicó el señor Glover, ingeniero de la Compañía de Arauco, se halla otro afloramiento del manto en el Estero de la Puerta mismo, unos 10 metros rio arriba desde el puente; a causa de un derrumbe posterior no me ha sido posible hallar este punto.

Hasta aquí he seguido los afloramientos del manto «Alto» que desaparecen despues en los aluviones de la vega del rio Trongol.

Al oeste de este punto, toda la falda del cerro está formada por areniscas marinas con fósiles. En la misma falda, unos cincuenta metros arriba del manto, se encuentra una arenisca verdosa que encierra muchas concreciones de cal llenas de restos de cangrejos; esta es la misma capa que he encontrado por encima del manto «Doble» de la Compañía Carbonífera de los Ríos de Curanilahue (cp. mi primer informe, pág. 44).

Como lo demuestra el perfil C-D del plano N.º 3, las areniscas lúmnicas cruzan el camino i forman el cerro al Oriente del afloramiento. De este cerro bajan con cuesta escarpada a la quebrada de los Camarones; en el salto de agua que cae por estas rocas se halla una esquita carbonífera con poco carbon puro, intercalada en las areniscas. Un afloramiento del manto «Alto» no se puede ver en el cerro porque éste está cubierto por quila impenetrable, de modo que tampoco puedo decir con absoluta certeza que las areniscas que cruzan el camino público, pertenecen al techo del manto «Alto», como lo demuestra el perfil C-D; también sería posible que esas areniscas formaran el piso del carbon. Esta cuestión no tiene gran importancia; en el segundo caso se cambiaría sólo muy poco el perfil C-D. Probablemente las areniscas del salto en la quebrada ya pertenecen a las capas del suelo. Las mismas capas forman también el cerro al oeste de la quebrada; pero más al oriente encontramos de nuevo las capas marinas del terciario superior i debajo de ellas en el fondo de la quebrada que baja al río Pino, vemos el afloramiento del manto «Alto». Este afloramiento pertenece probablemente a la misma serie como los mantos al Oriente de las minas N.º 7 i 8 en el valle Plegarias.

En el río Trongol, en su ribera austral, sale del agua misma un manto de un espesor de 1 metro (punto *c* del Pl. N.º 6). El rumbo es N. 20º E., el manto 30º al Oeste. El techo consiste de bancos gruesos de areniscas lúmnicas, mas río abajo siguen las areniscas marinas del terciario superior. Las mismas capas forman también las pendientes del cerro que se acerca a la ribera derecha del Trongol. Estas capas forman toda la falda desde la casa Riquelme hasta el Trongol.

Unos 400 metros abajo de la confluencia pasamos de las areniscas marinas a areniscas lúmnicas i encontramos varias boca-minas. La figura de la página siguiente demostrará la situación de las minas i afloramientos.

El croquis muestra claramente la situación geológica. En nuestro camino de E. a O. hemos pasado primeramente por las areniscas marinas del techo del manto «Alto» que aflora en el punto *c* en la vega del Trongol; estas capas se ven en el croquis en la parte oriental. Siguiendo nuestro camino, pasamos la falla que ha botado la parte oriental en varios centenares de metros i nos encontramos en la serie carbonífera. En la boca-mina A del croquis he observado esta falla, que tiene una dirección de N 30º E. La boca-mina no encontró ningún manto; se había buscado el manto «Alto» que aflora en la ribera opuesta del Trongol. Después de largas investigaciones logré encontrarlo también en la ribera derecha donde se halla muy escondido a nivel del agua. El ingeniero que hizo construir la bocamina A ha creído encontrar el manto en la altura del camino, porque no había reconocido la falla que hace desaparecer el carbon.

El manto «Alto» tiene un perfil algo diferente de los conocidos en las mi-

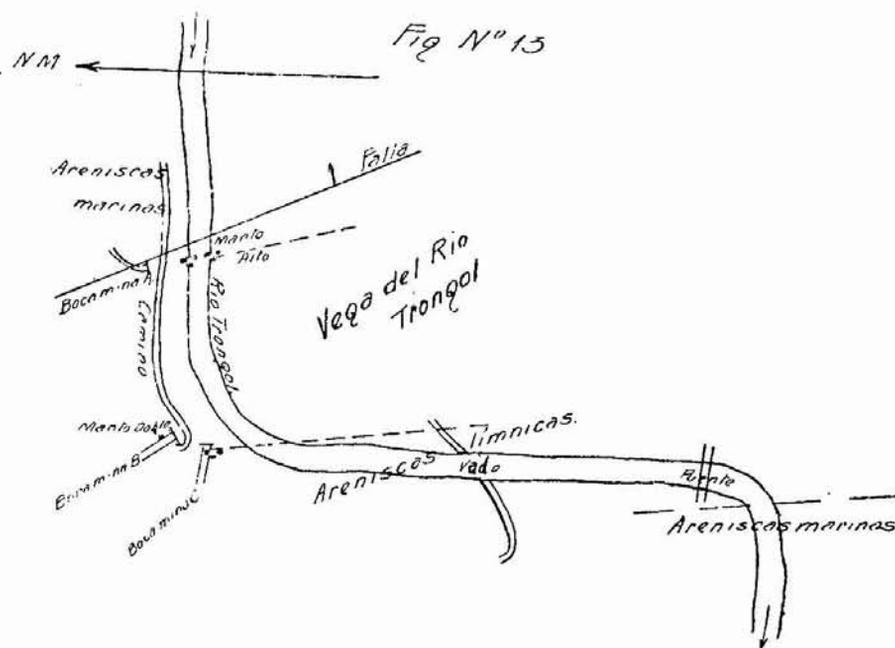


Figura N.º 13

nas de Curanilahue (cp. Pl. N.º 2, Fig. 12): tiene 0.80 metros de carbon pero con capas intercaladas de «bronce», así llaman los mineros de Arauco el carbon mezclado con pirita i arcilla. El techo consiste de un banco grueso de arenisca limnita, la que ya hemos encontrado varias veces al Sur de las minas N.º 6 i 8 de Curanilahue, mientras en el valle Plegarias el techo malo de arcilla es uno de los caracteres mas especiales del manto «Alto».

Unos 20 metros mas aguas abajo se hallan las dos boca-minas B i C que han cortado el manto «Doble». El perfil del manto que habia desaparecido en la mina N.º 6 en el valle del Plegarias, se encuentra en el plano N.º 1 Figura 7. Las capas entre los dos mantos son areniscas arcillosas que quedan cubiertas por la vegetacion i los escombros del cerro.

Sobre el manto «Doble» se hallan unos 15 metros de areniscas limnitas i en seguida las capas marinas fosilíferas, que acompañan el rio en su curso de Norte a Sur; abajo de la curva reaparecen las areniscas fosilíferas.

### 3) El fundo Pilpilco

En este capítulo describiremos la rejion que se estiene desde el rio Trongol hasta el estero Zapallo i rio Pilpilco. La mayor parte corresponde al fundo Pilpilco; sólo en el norte queda una faja estrecha a lo largo del rio Trongol que pertenece a la Compañia de Lota i Coronel.

Las condiciones jeológicas de esta rejion se encuentran representadas en los planos N.º 2, 4 i 6. Una breve descripcion, la he dado en mi primer Informe en las páginas 45-47.

Empezamos en el Oeste por las boca-minas al lado del Trongol que acabamos de mencionar en el capítulo anterior. Una falla grande que corre di-

rectamente al Oriente ha cortado los mantos «Alto» i «Doble» i los ha botado unos centenares de metros. Subiendo por la orilla del río pasamos por las capas marinas del terciario superior hasta que llegamos al afloramiento del manto «Alto» en el lecho del río (punto *c* del plano). Un poco mas al Oeste, a orillas del camino que conduce por la ribera izquierda del río Trongol, se ve un afloramiento de un manto parecido al manto «Doble», pero de una calidad mucho peor que la de las boca-minas del Trongol. Las capas están muy descompuestas i tienen el perfil siguiente:

- 0.02 m. carboncillo.
- 0.03 » arenisca.
- 0.30 » carboncillo.
- 0.02 » esquita carbonífera.
- 0.10 » carboncillo.
- 0.30 » arcilla refractaria.
- 0.33 » esquita carbonífera.
- 0.50 » arcilla refractaria.

El manto se encuentra intercalado en areniscas limnitas i por su situacion con respecto al manto «Alto» en el lecho del Trongol puede corresponder perfectamente al manto «Doble». Las capas de carboncillo corresponden probablemente a mantos de carbon alterados por la descomposicion superficial.

Las areniscas limnitas del suelo siguen unos 200 metros al Este hasta una quebrada chica que baja al río Trongol, en la cual corre una falla que ha botado la parte oriental, de modo que encontramos al Este de la falla de nuevo las areniscas marinas del terciario superior. Estas capas forman todo el cerro hasta las minas de Pilpilco. Sólo en la orilla del río Trongol siguen las areniscas limnitas, lo que hace suponer una falla con direccion de Este a Oeste que ha botado el lado Sur. No se puede decir si existe una falla entre las minas de Pilpilco i la quebrada de la Mutilla, porque se ven siempre las mismas capas marinas en los cerros, lo que hace difícil la observacion de fallas.

Siguiendo nuestro camino de Este a Oeste, bajamos de las minas por areniscas limnitas del suelo del carbon i pasando otra falla encontramos de nuevo capas marinas. En el camino que conduce de Curanilalhue a las Minas, se ve el afloramiento *d* del plano que contiene poco carbon con arcilla refractaria.

Este afloramiento situado al Este de las minas principales de Pilpilco corresponde a las boca-minas del Tronco i Laurela, que se hallan mas al Sur.

Desde este afloramiento hácia el este no se conocen mas puntos con carbon; todas las capas son areniscas limnitas i si existiera carbon, debería pertenecer al grupo inferior de los mantos.

Mas al este aparecen abajo del terciario areniscas cretáceas con *Trigonia Hanetiana* d'Orb. y *Cardium acuticostatum* d'Orb.

Debajo del cretáceo se encuentran las esquitas micáceas de la Cordillera de la Costa.

Las minas de Pilpilco son notables por contener el manto mas rico de la provincia de Arauco. Su espesor es 1.30 metros i alcanza en algunos puntos de la mina 1.60 metro; tambien la calidad del carbon es muy buena.

Siguen afloramientos de carbon hácia el norte, hasta 1 kilómetro de

distancia de las minas; despues se pierde el carbon en las faldas cubiertas con bosques, de modo que queda difícil decir si el manto de las minas de Pilpilco pertenece a la misma corrida de afloramientos que hemos seguido desde Curanilahue hasta el estero de la Puerta. Pero, sin embargo, no cabe duda de que es el mismo manto «Alto» de Curanilahue el que se explota en Pilpilco.

En la mina del señor Zenon Sáez, he observado el perfil que está representado en el Plano N.º 2, Fig. 13. Según este perfil el manto «Doble» está reducido a un espesor de solo 0.05 metros de carbon. Notable es la diferencia que existe entre el techo del manto «Alto» en la mina de don Zenon i en la de don Manuel Sáez. En la primera, el techo consiste de 1.00-1.50 metros de arcilla refractaria mientras en la segunda la misma capa tiene un espesor de sólo 0.02 metro. Con respecto al perfil del manto de Pilpilco que he observado en la mina de don Manuel i que he publicado en el Plano N.º 9 de mi primer informe, debo agregar que el mantito dibujado por debajo del manto principal no existe; según mis investigaciones posteriores este afloramiento abajo de la boca-mina debe esplicarse por un derrumbe.

Desde la mina de don Zenon Sáez en direccion S. los afloramientos de carbon atraviesan la mina de don Manuel i siguen despues por el portezuelo a la quebrada que baja a la boca-mina Zapallo I. En esta quebrada se encontró el carbon en varios pozos escavados a lo largo del fondo del valle; en estos pozos el manto «Alto» conserva el mismo espesor i calidad como en la mina principal. La arcilla refractaria del techo ya reducida considerablemente en la mina de don Manuel Sáez, desaparece por completo en los afloramientos de la quebrada; de modo que en la mina Zapallo el manto «Alto» tiene el mismo techo formado por un banco grueso de arena como en las boca-minas en el Tringol.

Al occidente de esta corrida de afloramientos encontramos sólo areniscas marinas del terciario superior, que forman los cerros del terraplen antepuesto a la cordillera como tambien la parte vecina de la altiplanicie de Arauco.

Doblando hácia el este pasamos primeramente por la falda oriental de la quebrada que baja a la bocamina Zapallo I. Esta falla está formada por las areniscas lúmnicas muy duras que bajan por una cuesta escarpada a la quebrada siguiente. Unos 100 metros mas hácia el este atravesamos una falla, i nos encontramos de nuevo en las capas marinas del terciario superior; otros tantos metros mas al oriente se halla la bocamina Laurela. El manto «Alto» que se ha encontrado en la mina tiene un espesor de 1.10-1.30 metros de carbon puro. El techo consiste de 0.50 metros de arcilla refractaria i mas arriba de areniscas, el suelo de arenisca. El mismo manto se ha hallado unos 500 metros mas al norte en la boca-mina Tronco. Si vamos de allá en la direccion a la mina principal hácia el Oeste, pasamos por dos quebradas chicas cortadas en las capas marinas del terciario superior. En el camino de Curanilahue a la mina principal encontramos las primeras areniscas lúmnicas del suelo del manto de las minas, lo que nos indica que ya hemos atravesado la falla que ha botado la parte oriental.

De gran importancia e interés es el perfil que he observado en la quebrada del estero Zapallo i que sigue despues por la quebrada del rio Pilpilco. Es este el perfil G-H del Plano N.º 4.

En la parte superior del estero Zapallo todas las capas son areniscas lúmnicas; ántes de llegar a la quebrada que baja de la mina Laurela encontramos al lado izquierdo del estero una muralla grande de rocas que consiste de areniscas duras lúmnicas notables por contener varias capas de conglomerados. Estas areniscas pertenecen al suelo del manto «Alto» de la mina Laurela i son exactamente las mismas capas que hemos encontrado debajo del manto «Alto» en Curanilahue i en las minas principales de Pilpilco. El rumbo es N. 10° E.; el manto 25° O. En el fondo de la quebrada siguen las areniscas lúmnicas hasta la mina Zapallo I, de modo que el manto de la mina Laurela probablemente no baja al estero Zapallo; podemos explicar esto por la suposición de que la falla que corre entre la Laurela i la mina Zapallo I, corte el manto ántes de llegar al estero.

El manto de la mina Zapallo I tiene un espesor de 1.20 metro; el techo consiste de una arenisca de grano grueso. Esta mina pertenece a la misma corrida de afloramientos como las minas principales de Pilpilco. Encima del manto siguen hácia el oeste las areniscas marinas del terciario superior hasta una distancia de unos 300 metros. Mas allá atravesamos una falla i encontramos entre areniscas lúmnicas el afloramiento de la mina Zapallo II. Los trabajos no han adelantado mucho; se ve sólo un manto derrumbado de un espesor mayor de 0.80 metros. El techo es la misma arenisca como en la mina Zapallo I.

Unos 20 metros al Occidente en el estero Zapallo vuelven a aparecer las capas marinas. En la parte inferior se hallan intercalaciones de areniscas lúmnicas; en estas capas he observado el rumbo N. 35° E. i un manto de 22° Oeste. Mas arriba se encuentran las areniscas verdosas con concreciones calcáreas llenas de restos de cangrejos. Estas capas fosilíferas acompañan al estero Zapallo hasta la curva donde dobla al Sur. En esta rejion se ven cuevas escarpadas que se levantan al occidente de la quebrada i que consisten de las areniscas lúmnicas del suelo del manto «Alto». Hemos pasado una falla que ha levantado de nuevo todas las capas.

Siguiendo el estero Zapallo hasta la junta con el rio Pilpilco, entramos en una angostura honda por la cual atraviesa el rio las areniscas lúmnicas. Una investigación del perfil de la angostura nos muestra que las capas se componen de las mismas areniscas duras con conglomerados intercalados que ya hemos visto al Oriente de la mina Laurela i de las minas de Curanilahue; el rumbo es N. 10° E. i el manto 24° al Oeste. El espesor de estas capas es de unos 20 metros. En el lado norte del rio no he podido encontrar el carbon, porque la pendiente allá está cubierta de mucha vejetacion i tierra superficial. Pero al lado Sur en una quebradita, a unos 3 metros sobre el rio Pilpilco, encontré un afloramiento de carbon. (Aflor. 2 del Pl. N.º 6). Debajo de rodados de la quebrada he visto unos cinco centímetros de carbon, encima de arcilla refractaria. Este afloramiento puede pertenecer al manto «Doble» o puede ser una parte del manto «Alto»; una escavacion de pocos metros podria esclarecer esta cuestion.

Encima de las areniscas lúmnicas siguen las capas fosilíferas del terciario superior que forman las pendientes del valle del Rio Pilpilco i que alcanzan casi hasta el puente del camino de Curanilahue a Lebu.

4). *El carbon entre los Rios Zapallo i Pilpilco*

(Planos N.º 5 i 6)

En el límite austral del fundo Pilpilco hemos encontrado cuatro corridas diferentes de afloramientos de carbon; de estos se conocen solo los dos del medio en el fundo Zapallo. El carbon de la boca-mina Laurela, segun dijimos mas arriba, no baja al estero Zapallo i por este motivo no se conoce en el otro lado del estero.

La boca-mina Zapallo I se halla casi en el fondo de la quebrada del estero; al otro lado encontramos primeramente las areniscas limnicas subyacentes con capas intercaladas de conglomerados. El rumbo es N.º 25º E., el manto 34ºO. Subiendo por la quebrada que baja al Zapallo hallamos el primer afloramiento de carbon en el punto *f* del plano. Allá he observado el perfil siguiente:

- 5). pedazos de carbon en la tierra superficial.
- 4). 0.15 m. conglomerado; los rodados consisten de cuarzo i andesita; i tienen diámetros de 0.004 a 0.015 metros.
- 3). 3 m. areniscas limnicas arcillosas.
- 2). 1 m. conglomerado como capa N.º 4, pero los rodados alcanzan diámetros de 0.03 metros.
- 1). areniscas limnicas con rodados aislados; la capa se encuentra en el fondo de la quebrada i en el salto.

No era posible ver el manto mismo; pero la circunstancia de encontrarnos en este punto en la prolongacion del manto de la Mina Zapallo nos autoriza para suponer que el afloramiento *f* pertenece al mismo manto, tanto mas, porque hácia el Oeste encontramos las capas marinas del terciario superior tan características para el reconocimiento del manto «Alto». Siguiendo la quebrada hácia el Sur hallamos siempre pedazos de carbon en la tierra superficial; en el punto *h* todo el suelo de la loma, entre las dos quebraditas, está cubierto de carbon. Al otro lado de la quebrada occidental se encuentra un pozo en que se ha buscado carbon; al tiempo de mi visita el pozo estaba lleno de agua.

Los afloramientos de carbon siguen casi hasta la cumbre del cerro; sólo en la punta misma faltan éstos por ser cubiertos de tierra superficial. En el lado sur es mas difícil encontrar el carbon porque, como siempre, este lado, que no está espuesto al sol, ha conservado la tierra superficial mucho mejor que las pendientes setentrionales. Sin embargo, se conocen varios afloramientos de carbon en la quebrada que baja al Pinohuacho; pero se han abierto sólo las partes mas superficiales, de modo que no se puede decir nada de exacto sobre la posicion de los mantos, el techo, el suelo, etc. El afloramiento *i* parece pertenecer al manto «Alto» i contiene un carbon muy puro con un espesor mayor de 0.50 metro. *k* consiste de la «cola» de un manto acompañado de arcilla refractaria; (los mineros llaman «cola» el extremo de un manto que aflora en la tierra superficial de una falda de cerro, de modo que los carbones se encuentran arrastrados i diseminados en los escombros de la pendiente). El manto del punto *l* tiene alguna semejanza con el manto «Doble».

El carbon desaparece mas al sur debajo de los aluviones del Rio Pilpilco, pero las areniscas límnicas que acompañan el carbon al Este alcanzan la orilla del rio i siguen de allí al Sur. El lado occidental del carbon está acompañado, como siempre, de las areniscas marinas superiores.

Del punto *l* bajamos al «Pinohuacho» por estas capas marinas que forman tambien los cerros al Norte de la *Araucaria imbricata* que se levanta aislada en la vega del rio. Pero en el camino que acompaña el rio, volvemos a encontrar las areniscas límnicas i vemos al otro lado del rio algunas bocaminas que han cortado el carbon. Las areniscas límnicas suben al norte del rio por una pequeña cuesta i desaparecen despues, probablemente cortadas por una falla, que debe corresponder a la falla al Este de la boca-mina Zapallo II. Los afloramientos de carbon no pueden observarse en este lado del rio, porque quedan cubiertos de tierra superficial. Mas al Oeste siguen las areniscas marinas del terciario superior hasta la junta del estero Zapallo con el Rio Pilpilco. En este punto hemos llegado al perfil que hemos descrito en el capítulo que trata del Fundo Pilpilco.

### 5). *El carbon al Sur del Rio Pilpilco i al Este de Cullinco*

(Planos N.º 5 i 6)

En el punto *e*, al Sur de la quebrada del Rio Pilpilco, hemos encontrado un afloramiento de 0.05 metro de carbon con un suelo de arcilla refractaria; es este el punto que acabamos de mencionar en el capítulo anterior. Debajo del carbon se hallan las areniscas límnicas que forman la angostura del rio i mas al Este, despues de haber pasado una falla, volvemos a encontrar las areniscas marinas. La falla que separa estas capas viene del Norte donde la hemos encontrado en la curva del estero Zapallo. Pero si vamos de la angostura directamente hácia el Sur, pasamos tambien de las areniscas límnicas a las capas marinas del terciario superior, lo que hace suponer otra falla con direccion de Este a Oeste.

Los cerros que rodean la vega del rio al S. E. de este punto consisten de las mismas areniscas marinas, que forman el techo del carbon de las bocaminas *m*. Aquí se hallan dos grupos de trabajos mineros: en una quebradita que baja al Pilpilco encontré unos pozos derrumbados, uno de los cuales hizo ver un manto de 0.20 metro. El otro grupo se encuentra a la orilla del rio i consiste de dos boca-minas. La superior está tapada; en la inferior he observado el perfil siguiente:

- Arenisca de grano grueso con conglomerados, (techo).
- 0.05 m. arenisca arcillosa con mantitos de carbon.
- 0.17 m. carbon.
- 0.50 m. arcilla refractaria.
- 0.05 m. carbon.
- 0.20-0.30 m. arcilla refractaria.
- Arenisca arcillosa (suelo).

La posicion estratigráfica demuestra claramente que el carbon de <sup>b</sup> per-

tenecer al grupo «Doble-Alto», pero queda muy difícil decir cuál de los mantos es el que se ha encontrado en la mina. Si consideramos que el manto «Alto» ha conservado su gran espesor casi sin variación desde Curanilahue hasta Cullinco, no podemos suponer que haya perdido su espesor sólo en esta rejión, entre el fundo Pilpilco i la Mina de Mathinson. Por esto ha de tratarse del manto «Doble» o mas bien de otro manto nuevo; pues, en efecto, he encontrado al Sur de Cullinco un tercer manto que se intercala entre el «Doble» i el «Alto». Sin trabajos mayores de reconocimiento no se puede decir, si el manto de la mina *m* es el manto «Doble» o el manto nuevo. Un barreno de pocos metros de hondura podria dar con el manto «Alto» en ese punto.

Siguiendo nuestro camino al S.E., pasamos las areniscas limnitas que pertenecen al suelo del carbon del punto *m* i llegamos a una vega del rio opuesta al Pinohuacho. A la derecha, unos 30 metros sobre el rio en la falda del cerro, vemos una casa de madera i cerca de ella la boca-mina *n*. Encontré en la mina un manto de 0.25-0.30 metro de carbon puro. Probablemente se trata del mismo manto como en la mina anterior. Unos 20 metros mas arriba en el cerro he encontrado las capas marinas con *Nucula sp.* Este afloramiento debe pertenecer a una faja estrecha de rocas botada entre dos fallas cercanas, como lo demuestra el Plano número 6. Al Este siguen directamente las capas marinas del afloramiento siguiente, que pertenece a la corrida que hemos seguido desde las minas Sáez en Pilpilco por la boca-mina Zapallo I, hasta el afloramiento *l*, donde habia desaparecido debajo de la vega del rio. En cambio hemos podido seguir las areniscas limnitas del suelo hasta el rio Pilpilco i las volvemos a encontrar a la orilla izquierda del rio donde forman la pendiente oriental de una quebrada que baja al rio. Ya cerca de la desembocadura de la quebrada con el rio Pilpilco, se encuentran muchos pedazos de carbon en el suelo. Unos 400 metros mas hácia el Sur en el punto *o* se ha buscado carbon en un pozo chico que descubrió un manto de 0.20 metro de espesor, intercalado en areniscas arcillosas. Otros tantos metros mas al Sur en la quebrada principal en el punto *p* se hallan muchos pedazos de carbon en el suelo. De allá siguen varios afloramientos de carbon hácia el Sur en la misma quebrada. La situacion queda la misma: al Este los cerros formados por las areniscas limnitas i en las faldas occidentales las capas marinas de la seccion superior.

La continuacion de los afloramientos debemos buscarla en el lado occidental del cerro, en una quebrada que baja a Cullinco. Allá en el punto *r* se han hecho algunos trabajos mineros. En la cancha de la mina se ven pedazos de carbon, pero parece que no se ha encontrado un manto importante. Durante mi visita la mina estaba llena de agua. Los afloramientos siguen hácia el Sur, hasta el punto *s*, donde se encontró un poco de carbon en un pozo superficial que tambien está lleno de agua. Al Oeste de la mina *s* he encontrado la *Melanía araucana Phil.*, que se ha hallado arriba de la mina número 8 de la Compañía de Arauco en la falda del valle del Plegarias.

El punto *s* se encuentra cerca del camino que conduce de Cullinco a las minas Mathinson. Este camino pasa al Oeste del afloramiento por las capas marinas del techo del carbon. No conozco afloramientos de carbon mas al Sur en esta línea, pero es probable que existan, en vista de la circunstancia

de haberse encontrado las areniscas límnicas del suelo del carbon unos 1,000 metros mas al Sur. De este modo hemos seguido una sola corrida de afloramientos de carbon por una distancia de unos 7 kilómetros desde las minas de Pilpilco hasta Cullinco.

Si partiendo del punto *s* tomamos el camino a la mina Mathinson, pasamos primeramente por las areniscas límnicas que pertenecen al suelo del manto del pozo *s*, i despues de haber atravesado una falla, llegamos a areniscas marinas de la seccion superior del terciario. Estas capas pertenecen al techo del manto «Alto» de la mina Mathinson. He publicado un perfil de este manto en mi primer Informe en la página 47. El manto es notable por consistir de dos mantos separados por 0.20 metro de arcilla i esquita carbonífera. Esta forma del manto «Alto» no se conoce en el Norte, ni en Curanilahue, ni en Pilpilco; pero veremos en el capítulo siguiente que en las minas al Oeste de Cullinco, el manto «Alto» posee la misma forma i que allá no cabe duda de que se trata del manto «Alto». Al Este de la mina Mathinson se hallan las areniscas límnicas que forman toda la loma por la cual baja el camino desde la mina a la casa González. Unos 100 o 200 metros al N. O. de la mina, en el punto *t*, se ha encontrado un manto de 0.60 metros; tiene un manteo al Este circunstancia que, junto con la morfología de la rejion, demuestra derrumbes de la parte superficial del cerro. El carbon debe corresponder al manto intermedio del grupo «Doble-Alto». Hasta ahora conozco un solo punto al Norte de la mina principal, donde he encontrado otro afloramiento del manto «Alto». Este punto se halla unos 200 metros al Norte de la quebrada principal; pero segun la constitucion jeológica de la falda izquierda de esta quebrada, que consiste en areniscas marinas, el manto debe continuar cerca del fondo por toda la quebrada.

Hácia el Sur de la mina se conocen varios afloramientos de carbon en la quebrada, los que desaparecen en la cima del cerro i reaparecen al otro lado en la quebrada que baja al estero Laja. En el punto *u* se han abierto varias boca-minas i pozos, pero todos estaban llenos de agua. La distribucion de los trabajos parece indicar que se han encontrado dos mantos distintos; segun lo que me comunicó el señor Mathinson se halló en una de las minas el mismo manto «Alto» de la mina principal.

De allá siguen los mantos al sur hasta el punto *v* donde se ha buscado el carbon en varios pozos i minas. En una de estas encontré un manto que contenia a lo ménos un espesor de 0.80 metro de carbon puro. El techo consistia de una arenisca blanca con mantitos de carbon.

Entre el punto *v* i el punto *w* no se pueden ver afloramientos de carbon, porque allá las areniscas cuaternarias de la altiplanicie de Arauco suben hasta los cerros de 200 metros. En *w* se encuentran muchas boca-minas, pero todas están tapadas, de modo que yo no podia ver ningun manto. La gran cantidad de pedazos de carbon en los desmontes de las minas demuestra que los trabajos han encontrado el carbon. La situacion de las minas no es favorable para buscar el carbon, porque todas se hallan en la pendiente oriental en el límite entre el terciario i el cuaternario. Mas valdria buscar con un pique o barreno que se haria en el lado occidental de la quebrada, donde aparecen las areniscas marinas.

A una distancia de 1 kilómetro mas al Sur encontramos en el punto *x* del plano otro grupo de boca-minas que pertenecen a un señor Sáez. Hace mucho tiempo que no se han explotado estas minas, i por esto muchas de ellas están tapadas. En una de las minas he observado el perfil siguiente:

Techo: arcilla con mucha mica.  
 0.40 m. carbon.  
 0.15 m. arcilla esquitosa.  
 0.10 m. carbon.  
 Suelo: arenisca blanca con mucha mica.

Otra mina contiene el perfil siguiente:

Techo: arcilla arenosa con mucha mica.  
 0.60 carbon.  
 Suelo: arenisca blanca.

Los dos perfiles pertenecen probablemente al mismo manto.

Notable es que en otras minas el techo está formado por una arenisca blanca que encierra muchos rodados con diámetros de 0.03-0.04 metro.

A una distancia de 1 kilómetro mas al Sur, en el punto *y*, encontré el afloramiento mas austral de esta corrida. Allá se encuentra un manto de 1 metro de carbon con una intercalacion de 0.10 de arcilla; el techo consiste de una arenisca arcillosa con muchos rodados de cuarzo, el piso de la arenisca blanca.

Tambien al Este del punto *x* se conoce carbon en el punto *z*; se han hecho varias boca-minas que casi siempre han encontrado un manto de 0.30 metro de carbon. Este manto pertenece probablemente al manto intercalado entre el «Doble» i el «Alto»; pero no me era posible encontrar las areniscas marinas de encima de los afloramientos, de modo que queda dudoso si los mantos del punto *z* pertenecen al grupo «Doble-Alto» o al grupo inferior de mantos.

#### 6). *El carbon de la altiplanicie cuaternaria de Arauco. Los yacimientos al Sur de Cullinco*

(Planos N.º 1, 2, 5, i 6).

##### a). *El Cuaternario*

Toda la altiplanicie que ocupa la mayor parte de la provincia de Arauco, se ha formado en la época cuaternaria, como lo he demostrado en mi primer Informe en la página 24. En el verano pasado me era posible hacer algunas observaciones nuevas acerca del cuaternario en la rejion de Cullinco. En un corte del camino, al Sur de este pueblo, en la bajada al estero Laja, he encontrado el perfil siguiente:

- 7). 0.50 m. arcilla colorada, tierra superficial
- 6). 2.50 m. arenisca gris de grano fino, sin estratificacion.
- 5). 0.02-0.05 m. arcilla.

- 4). 5 m. arcilla como N.º 6.
- 3). 0.35 m. arcilla con capas ricas en fierro.
- 2). 3 m. arenisca como N.º 6, pero con estratificacion horizontal producida por capas ricas en fierro.
- 1). Terciario.

Como lo muestra el perfil, estas capas cuaternarias están superpuestas con estratificación horizontal sobre las capas del terciario carbonífero inclinadas hácia el Oeste. Las areniscas tienen mucha semejanza con las de la misma edad que he encontrado en el primer año en la rejion de Cañete. En mi primer Informe, en la página 50, he explicado que la formación de estas areniscas se debe a antiguas dunas cuaternarias. También las capas correspondientes de Cullinco deben haberse depositado bajo condiciones parecidas; en favor de esta teoría habla la circunstancia de que las areniscas no se limitan a la altiplanicie sino, como lo hemos visto al Sur de la mina de Mathieson, suben también a los cerros del terraplen mas antiguo que alcanza a 200 metros de altura.

En el corte del ferrocarril de Lebu a Cañete, al Oeste de Cullinco, donde pasa el camino de Cullinco a la mina Medina, he observado el perfil siguiente:

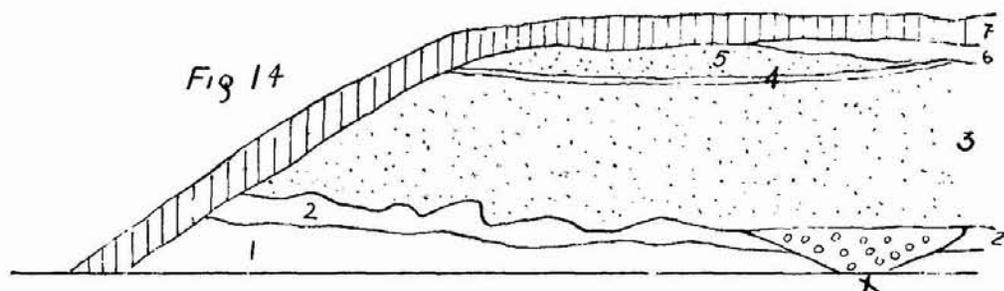


Figura N.º 14

- 7). 0.50-1.00 m. tierra superficial, colorada.
- 6). 0.30 m. arcilla clara (lente).
- 5). 0.50 m. arenisca sin estratificación, como en el perfil anterior.
- 4). 0.04 m. arcilla.
- 3). 2.50 m. arenisca como la capa N.º 5, estratificación horizontal apenas visible; con cintas irregulares de limonita.
- 2). 0.20-0.50 m. arcilla azul.
- 1). 0.60-? m. idem; pero de color café por descomposición del fierro.

En este perfil encontramos primeramente las areniscas que ya conocemos del perfil anterior, pero de interes especial son las arcillas que se hallan junto con las areniscas. No cabe duda de que estas arcillas son sedimentos del agua dulce; pero en vez de una estratificación regular ofrecen un aspecto muy particular con sus ondulaciones irregulares. Podemos explicar este fenómeno por la suposición de que las dunas que trajeron la arenisca de la capa N.º 3, entraron a las lagunas en que se había depositado la arcilla de la capa N.º 2, i

que por el peso de su masa produjeron las ondulaciones en las arcillas blandas que cubrían el fondo de la laguna. La capa *x* corresponde a un estero antiguo que corría entre las dunas i ha escavado su lecho en la arcilla de la capa N.º 2. Los rodados consisten principalmente de areniscas cuaternarias; rodados de cuarzo son raros.

En el Norte, en la rejion de Colico, hemos encontrado conchas fósiles en las capas correspondientes, lo que prueba que en el cuaternario la tierra estaba mucho mas sumerjida que hoi. Mas tarde la costa se levantó i los ríos cortaron sus quebradas hondas en las capas blandas que cubren hasta hoi la planicie. Mas al Sur, en la barranca honda, río abajo de la junta del río Antiguales con el río Cullinco las capas modernas alcanzan un espesor de mas de 80 metros.

Debajo del cuaternario aparecen arcillas marinas del plioceno que corresponden a las capas de Tubul. Los fósiles encontrados son *Venus araucana*, *Solen sp.* y huesos de *mamíferos marinos*.

Las capas recientes cubren en el Sur toda la rejion, de modo que no es posible fijar el límite austral de la formacion carbonífera sin hacer barrenos. Ya en la rejion de Cullinco es algo difícil informarse sobre las condiciones del terciario, pero un estudio prolijo de las quebradas siempre proporciona datos suficientes.

#### b). *El terciario carbonífero*

En el camino que conduce de la mina Mathinson a Cullinco, en la bajada del cerro a la altiplanicie, hemos encontrado las areniscas marinas de la seccion superior del terciario. El camino sigue por las capas cuaternarias de la altiplanicie; las mismas capas se hallan tambien en la quebrada del Laja. Pero a una distancia de 800 metros al Este de Cullinco aparecen debajo del cuaternario las areniscas limnicas con conglomerados que forman el suelo del grupo «Doble-Alto». Mas río abajo cae un salto chico sobre areniscas parecidas que ya pueden pertenecer al techo del carbon. Un afloramiento de carbon puede quedar escondido debajo de las capas recientes que forman el suelo de la vega del estero. Pocos metros mas al Oeste se halla un puente viejo medio destruido; en las areniscas al lado he encontrada *Venus sp.*, lo que nos demuestra que ya hemos pasado la seccion carbonífera i llegado a la seccion superior del terciario. Mas abajo, cerca el molino, se encuentran areniscas sin fósiles; el rumbo es N. 3º E., el manto 18º al Oeste. Si seguimos la quebrada hácia abajo, pasamos primeramente el camino público, despues el ferrocarril i, unos 200 metros mas allá, al lado de un molino viejo, vuelven a aparecer las areniscas marinas con *Melania araucana Phil.* i *Mytilus sp.*

No me es posible decir si las areniscas limnicas del molino de Mathinson pertenecen al suelo de los mantos de carbon o si forman solo una intercalacion en las areniscas marinas, parecida a la que hemos visto en el perfil de la quebrada del Zapallo.

La última suposicion está representada en el Plano.

Siguiendo el estero de la Laja, encontramos luego las areniscas limnicas que forman el techo inmediato del grupo «Doble-Alto». La primera bocamina se halla al lado oriental de la quebrada, pero despues pasan los afloramientos al otro lado.

En la primera boca-mina de la fa da occidental he encontrado el perfil siguiente:

- 8). techo: arenisca arcillosa.
- 7). 0.08 m. arcilla refractaria.
- 6). 0.12 m. arcilla i arenisca, con mucha mica.
- 5). 0.20 m. carbon.
- 4). 0.15 m. esquita carbonífera : carbon.
- 3). 0.10 m. carbon.
- 2). 0.15 m. esquita carbonífera.
- 1). arcilla.

Probablemente pertenece este carbon al manto intermedio que se intercala entre el «Doble» i el «Alto». El rumbo es N.-S.

Unos 300 metros mas aguas abajo se encuentra otro grupo de boca-minas llamado «Minas Medina», cuya situacion se puede ver del croquis siguiente:

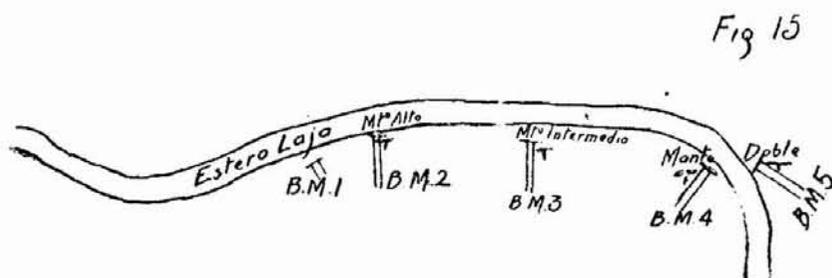


Figura N.º 15

La boca-mina 1 todavía no ha alcanzado el carbon. El N.º 2 ha encontrado el manto «Alto» que tiene el perfil representado en el Plano N.º 2, Fig. 14. El manto «Alto» es notable por consistir de dos mantos separados por una capa de 0.05 metros de arcilla esquitosa i por esto es muy parecido al manto «Alto» de la mina Mathinson.

La bocamina N.º 3 está tapada; probablemente ha dado con el manto intermedio; pues en la superficie se ve un mantito de 0.20 metros de carbon.

La boca-mina N.º 4 estaba llena de agua durante mi visita; en ella se ha encontrado el mismo manto «Doble» como en la mina N.º 5 al otro lado del estero. Tambien la mina N.º 5 estaba muy derrumbada; sin embargo, se puede ver que el manto «Doble» tiene un espesor de 1.50 metros de carbon i que consiste de una alternacion de capas de carbon con arcillas i esquitas. El techo está formado por una arenisca un poco esquitosa con láminas de arcilla i mucha mica. Mas arriba siguen bancos gruesos de areniscas lúmnicas con conglomerados. Las areniscas marinas de la seccion superior no se pueden ver en este punto a causa de las capas cuaternarias que cubren la planicie; pero las hemos observado mas rio arriba en la quebrada.

De la mina Medina sigue el carbon hácia el Sur i aflora de nuevo en las minas Hermosilla i Melita. La mina Hermosilla se halla al lado oriental de la quebrada i explota el manto «Doble». El rumbo es de E. a O., el manto

pocos grados al Norte. Esta irregularidad estraña se debe probablemente a derrumbes posteriores o a una falla. La escasa importancia de esta irregularidad con respecto a la tectónica de la rejion consta por el hecho de que una boca-mina, unos 15 metros mas abajo, ha encontrado el manto con inclinacion normal al Oeste. Probablemente se cambiará el rumbo i el manto mas adentro de la mina Hermosilla, cuando los trabajos hayan adelantado mas i se encuentren debajo de masas mas grandes de rocas.

Unos 100 metros rio abajo se hallan las minas Melita; allá tampoco se ha trabajado mucho tiempo i por esto no se ha pasado la zona superficial de derrumbes. Se han encontrado tres mantos diferentes: el «Alto», el intermedio i el «Doble».

El perfil del manto «Doble» se encuentra en el plano N.º 1 Fig., 8. Muestra claramente la forma del manto «Doble». En la boca-mina que ha cortado este manto se halla una falla con direccion N.-S. que ha botado la parte occidental; pero probablemente el descenso no es considerable.

A una distancia de 4 a 5 metros abajo del manto «Doble» corre el manto intermedio, que tiene un espesor de 0.15-0.20 metros de carbon.

En una tercera mina se ha cortado, cerca de una falla, un manto de mas de 0.80 metros de carbon que debe corresponder al manto «Alto». Segun mis observaciones en la mina Medina, la distancia entre el «Alto» i el «Doble» no puede ser mayor de unos 10 o 12 metros. Una combinacion de los datos obtenidos en las dos minas, se da en el Plano N.º 2, Fig. 14; en esta figura he tomado el perfil del manto «Alto» de la mina Medina, todo lo demas de la mina Melita.

7). *El barreno de la Inspeccion de Jeografía i Minas al Oeste de la mina Melita.*

Despues de haber paralizado los trabajos de barreno en Talcahuano sin que hubieran dado algun resultado, la Inspeccion de Jeografía i Minas ha trasladado su máquina de barrenos a la provincia de Arauco. Como punto de barreno ha elegido un punto que dista unos 200 o 300 metros hácia el Oeste de la mina Melita.

El perfil esquemático siguiente muestra la situacion del barreno:

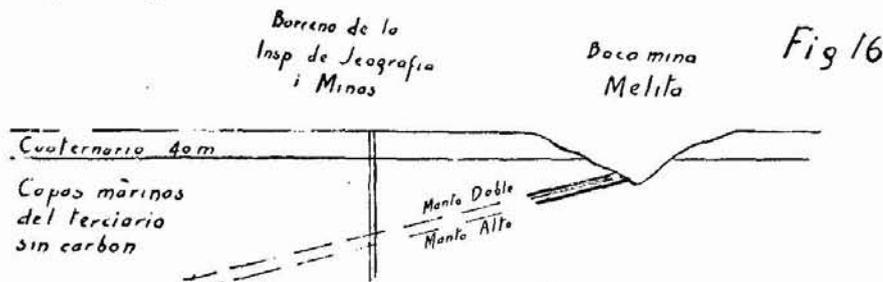


Figura N.º 16

El barreno principia en la planicie cuaternaria, de modo que deben perforarse primero unos 40 metros de capas cuaternarias que no tienen ningun valor para los reconocimientos del carbon. Si la Inspeccion hubiese puesto el

barreno abajo, en el fondo de la quebrada, habria ahorrado el perforamiento de 40 metros de capas estériles i habria sido posible perforar igual hondura de capas carboníferas.

De mi descripción anterior sabemos que no existen otros mantos de carbon encima del grupo «Doble-Alto», de modo que no tiene utilidad perforar capas del techo de este grupo como lo debe hacer actualmente el barreno. Por esto un barreno, que principiará en el fondo de la quebrada, podria ahorrar otros 50 hasta 60 metros mas, lo que junto con las capas cuaternarias ya hace unos 100 metros de capas estériles que perforará el barreno sin necesidad.

El barreno encontrará probablemente los tres mantos de carbon a una hondura de unos cien metros o mas i con esto no dará a conocer ninguna cosa nueva importante, porque, segun el croquis de la página anterior, este resultado se podia esperar en vista de las condiciones jeológicas de esta rejion. Solo en el caso de que se encuentre una falla entre la mina i el barreno, este último vendria a corregir el pronóstico jeológico. Pero esta correccion no tendria ningun interes jeneral ni importancia para nuestros conocimientos de la zona carbonifera, sino solo para el propietario de la mina Melita.

De interes mucho mas grande seria un barreno que saliera del grupo «Alto-Doble» i nos diera un perfil exacto de las capas inferiores. Así podriamos saber si los mantos del grupo inferior, el Chico i el «Alto» de Colico, siguen hasta Cullinco i si tienen un espesor explotable en esa rejion.

#### *Anotaciones i esplicaciones para los planos que acompañan el informe*

*Planos N.º I i II.*— Todos los perfiles se han dibujado segun observaciones propias con escepcion de los perfiles N.º 2 i 10. Los perfiles N.º 9 i 10 ya han aparecido en mi primer informe en el plano N.º 9.

*Planos N.º III i V.*— Los perfiles de estos planos son sólo esquemáticos i sirven para dar una idea de la tectónica de los mantos de carbon i para indicar la posición i el efecto de las fallas, en cuanto éstas se puedan observar en la superficie del terreno. Todos los perfiles tienen una dirección oblicua al rumbo de las capas, de modo que no era posible indicar el manto verdadero de las capas en el dibujo. Las letras A-B, C-D, etc., no fijan la posición exacta de los perfiles con respecto al croquis jeológico, sino que sirven solo para indicar la rejion atravesada por los perfiles.

*Plano N.º VI.*— Para base topográfica de este plano han servido dos mapas de diferente calidad. La parte desde la mina N.º 6 en el valle del Plegarias hasta los ríos Zapallo i Pilpilco es bastante exacta. La he tomado de un mapa publicado en el *Boletín de la Inspeccion de Jeografía i Minas* levantado por los señores A. Arqueros i Fl. Cereceda. La parte austral tiene como base topográfica un plano chico de escala 1: 100,000. Agrandándolo cuatro veces i añadiendo las quebradas chicas, segun mis propios levantamientos hechos sólo con brújula, no podia confeccionar mas que un croquis mui esquemático. En estas bases topográficas de calidades tan diferentes he inscrito mis observaciones jeológicas, que se refieren a las corridas de los afloramientos de carbon, a las fallas i a la distribución de las capas subyacentes i superpuestas al carbon.

DR. JOHANNES BRÜGGEN

Jeólogo del Ministerio de Industria i Obras Públicas.

