

BOLETIN

DE LA

Sociedad Nacional de Minería

DIRECTORIO DE LA SOCIEDAD

Presidente**Cárlos Besa****Vice-Presidente****Cesáreo Aguirre****Directores****Aldunate Solar, Cárlos****Gallardo González, Manuel****Maier, Ernesto****Avalos, Cárlos G.****Gandarillas, Javier****Malsch, Cárlos****Chiapponi, Marco****Harnecker, Otto****Pinto, Joaquin N.****Dorion, Fernando****Lecaros, José Luis****Vattier Cárlos****Elguin, Lorenzo****Lira, Alejandro****Yunge, Guillermo****Secretario****ORLANDO GHIGLIOTTO SALAS**

Informe sobre las exploraciones jeológicas de la rejon carbonífera del sur de Chile

(Conclusion)

Por lo jeneral, las fallas corren aproximadamente en la direccion del rumbo de las capas, es decir, de norte a sur, pero frecuentemente con pequeñas desviaciones hácia el oriente u occidente. Una escepcion de esto la constituye la rejon de Curanilahue, de la cual hablaremos mas detalladamente en la seccion respectiva.

Completamente distintas son las condiciones en las rejiones mas occidentales de la zona carbonífera, por ejemplo, en Lebu. Aquí, dada la estraordinariamente irregular construccion tectónica de la rejon minera, no se pueden establecer reglas jenerales sobre la direccion i sentido de las fallas. Solo podemos decir por ahora, que las fallas que corren en direccion EO., desempeñan un papel mucho mayor que en las rejiones carboníferas situadas mas al oriente. Esto mismo rije tambien con respecto a las rejiones de Ranquil situadas al norte de Lebu, i de las de Yane-Huenapiden.

Aun no se puede indicar con toda exactitud la edad de las fallas. Con toda seguridad es precuaternaria i postmiocena. Hasta la fecha aun no se ha podi-

do observar la superposicion del plioceno del Tubul sobre el mioceno, i como plioceno, dislocado solo mui débilmente, se encuentra justamente en el centro el del sinclinal donde tambien el mioceno se encuentra relativamente poco dislocado, no se puede decir si el plioceno se ha depositado despues de la formacion de las fallas en forma de «trasgresion», o si lo ha hecho ántes. En atencion a la gran diferencia en la fauna del plioceno i mioceno, parece ser lo mas probable que las fallas sean de la edad prepliocena.

Junto a Colico, i en muchos otros puntos de la provincia de Arauco, las arenas i arcillas cuaternarias están depositadas horizontalmente sobre las capas terciarias carboníferas con manteo hácia al occidente, pasando sin dislocacion alguna por sobre las fallas mas intensas. Estas capas mas recientes, se depositaron inmediatamente despues de la formacion de las fallas sobre las ya aplanadas rocas terciarias. Una vez solevantado todo el continente, la provincia de Arauco formaba una planicie cubierta por arenas de 30 a 60 m. de espesor, i en la cual comenzaban a formar sus lechos los rios actuales. Por consiguiente, queda del todo escludido que las fallas, cubiertas por una capa de arena de a lo ménos 30 m. de espesor, tuvieran ni siquiera la mas mínima influencia sobre la configuracion de los valles fluviales. La opinion sostenida por Nogués i actualmente todavía por numerosos injenieros de minas, acerca de una relacion entre los valles i las fallas, carece de todo fundamento.

III

DESCRIPCION JEOLJICA DETALLADA DE LAS DIFERENTES REJIONES MINERAS EN LA ZONA CARBONIFERA

A. La rejion minera de Lebu

- 1). Relacion jeográfica.
- 2). Estratigrafia del mioceno de Lebu.
- 3). Mantos de carbon.
- 4). Descripcion de las diversas rejiones mineras.

I) RELACION JEGRÁFICA

(Plano núm. I.) (*)

La rejion minera de Lebu tiene, desde Millongue en el norte hasta las minas Errázuriz al sur, una longitud de 8 a 9 kms. Tanto en el norte como en el sur, las minas se encuentran restringidas a las inmediaciones del mar, pues la presencia de mantos explotables, pudo reconocerse fácilmente en las escarpadas costas, creadas por la fuerza de las olas. En el valle del rio Lebu, que en sus laderas lleva tambien mantos descubiertos, las minas llegan hasta a mas o ménos 7 kms. aguas arriba de la desembocadura.

La rejion de Lebu se divide orográfica i tectónicamente, en las siguientes tres partes:

(*) Los trece planos que ilustran este informe no ha sido posible darles cabida en el Boletín, pero se publican en folleto separado i, ademas, se insertarán en el volúmen V de la Estadística Minera, actualmente en prensa.

1. *Minas Errázuriz*, un macizo de capas con rumbo principal NS. i con manto hácia el E. que forma la península de 100 m. de altura situada al SO. de la ciudad de Lebu.

2. *Cameron (Minas Victoria)*. El límite con las minas Errázuriz está formado por una falla de aproximadamente 400 m. que corre en dirección NS.; el límite norte lo forma el río Lebu i la dislocación que en su valle corre en dirección EO. El rumbo predominante es el de NO. a SE., i el manto es hácia el SO.

3. *La rejion al norte del río Lebu* (Minas Millaneco i Millongue), con dirección EO. i manto hácia el N.

2). ESTRATIGRAFÍA DEL MIOCENO DE LEBU

(Plano núm. 2 i núm. 12).

Segun el perfil del pique Amalia, i segun las capas descubiertas en la costa de las minas Errázuriz i demas alrededores de Lebu, puede establecerse la siguiente división jeneral del mioceno de esa rejion:

3. Sección superior } b) arcillas claras sin cal
no carbonífera } a) areniscas arcillosas ricas en fósiles.

2. Areniscas límnicas con arcillas i mantos de carbon incluidos.

1. Areniscas marinas inferiores con *Serpula*.

1. Las capas mas profundas conocidas hasta ahora en Lebu, son areniscas oscuras ricas en mica i arcilla, que incluyen frecuentemente concreciones calcáreas del tamaño de un puño. En las concreciones calcáreas se encuentran con mucha frecuencia colonias de *Serpula* i cangrejos fósiles. Por lo demas, se encontraron en estas capas, ademas de numerosos trozos de madera fósil, tambien los siguientes fósiles:

Fusus cf. *Lebuensis* Phil.

Turritella *trilirata* Phil.

Vermetus spec.

Lutraria cf. *undata* Phil.

Nucula *Lebuensis* Phil.

Nucula cf. *discors* Phil.

Serpula spec.

En formación típica se encuentran estas capas en la playa de las minas Errázuriz, desde la Boca Mina Planchon hasta mas allá de la Punta Tucapel, i ademas en el costado norte de la bahía de Millaneco. Tambien en el socavon principal de las minas Victoria se encuentran concreciones calcáreas con tubos de *Serpula* debajo del manto «Alto».

Hácia arriba tiene lugar una lenta transición hácia las areniscas límnicas de la 2.^a sección.

En la mas arriba mencionada playa de las minas Errázuriz, se encuentra

un gran bloc caído de lo alto de la ladera, i que por constitucion petrográfica debe asignarse indudablemente a la 2.^a seccion de la tabla estratigráfica indicada anteriormente; este bloque contiene una estensa colonia de *Serpula*.

2. Con estas areniscas, que constituyen el suelo del manto «Alto», hemos llegado ya a la seccion carbonífera.

La roca dominante de este grupo es una arenisca arcillosa de color verde, casi siempre con falsa estratificacion. En las areniscas se encuentran diseminados irregularmente rodados de cuarzo del tamaño de una arveja. Frecuentemente se encuentran incluido tambien zonas de conglomerados de 0.20 a 0.40 m. de espesor, cuyos rodados tienen casi siempre el tamaño de arvejas i solo escepcionalmente el de un puño; los rodados se componen casi siempre de cuarzo i andesitas.

En comparacion con las areniscas, las arcillas ocupan un lugar mui secundario, i se encuentran siempre acompañando los mantos de carbón; jeneralmente son arcillas oscuras ricas en mica, que contienen numerosos vejetales. En las laderas del fundo Errázuriz háeia el mar, las arcillas se conocen fácilmente por su tendencia a formar terrazas.

De importancia son 3 inclusiones de capas marinas en estas capas que por lo demas son casi esclusivamente terrestres. La capa inferior de estas tres, se encuentra mas o ménos a 10 m. sobre el manto «Chico», i se ha encontrado en el pique Amalia. Sensible es que en la coleccion de la Minas Errázuriz ya no existia ninguna muestra de esta capa fosilífera.

Las otras dos capas con fósiles consisten en areniscas mui arcillosas, que encierran un gran número de *Anomia Ovallei Phil.* Una de estas capas está a distancia de 2 m. i la otra de 30 m. encima del manto «Sin Nombre».

Llama la atencion el brusco cambio que a distancias tan cortas se opera en el espesor de esta seccion central. En un trecho de sólo 1,5 km., el espesor baja de 160 m. en el pique Amalia, a 110 m. en el pique Rosario. Estos 110 m. permanecen invariables mas hácia el norte en las minas de Millaneco.

3. a.—La característica transición de la 2.^a seccion a la 3.^a, se puede ver perfectamente en los tres perfiles de Lebu (perfiles Tabla 12). Sobre el manto superior, el manto «Huitrero», siguen en un espesor de 20 a 25 m., areniscas pertenecientes a la 2.^a seccion; en seguida comienza la 3.^a seccion, en el perfil de la Boca Mina Santa Cruz directamente con una arenisca glauconítica marina, sigue despues una constante alternativa entre areniscas arcillosas verdes con restos vejetales i areniscas marinas mas duras que contienen cal. El fósil mas característico de este grupo es el *Mytilus*, que se encuentra en cantidades enormes en ciertas capas de rocas.

Segun el perfil del pique Amalia, siguen mas arriba de nuevo unos 60 m. de areniscas i arcillas apizarradas sin fósiles marinos; sobre estos sigue otra vez una capa marina que puede observarse tambien en el camino desde el pique Amalia hácia Lebu, mas o ménos 200 m. al NE. del pique. Son areniscas verdes mui arcillosas que se descomponen tomando color blanco, i que contienen una numerosa fauna del mioceno de la «Punta del Fraile».

Exactamente las mismas capas se encuentran mas hácia el norte de la playa junto a Ranquil i en Lebu. (Véase páj. 26).

3. b.—Tanto en Lebu como tambien en Ranquil siguen sobre estas capas,

capas arcillosas sin fósiles. Son estos bancos consistentes de color verde claro, unos 10 m. de fractura concoidal i que al descomponerse toman color blanco; su espesor alcanza a 0,60 m. i se alternan con capas mas arcillosas. Esto se puede comprobar tanto en Lebu al oriente del pique Amalia, como tambien en Ranquil en la playa.

3).—MANTOS DE CARBON

La ya mencionada oscilacion en el espesor de la seccion carbonífera, tiene naturalmente por consecuencia una correspondiente irregularidad en las distancias entre los diversos mantos. Como al mismo tiempo las capas del suelo i del techo de los mantos tienen una gran variabilidad, resulta mui difícil indicar señales características para cada manto, segun las cuales pudieran reconocerse sin dificultad en cualquier punto del campo. Pero justamente los mantos principales «Huitrero», «Chico» i «Alto» pueden reconocerse fácilmente, siempre que sea posible ver bastante capas descubiertas.

El manto «Huitrero» es el manto superior. Al sur del rio Lebu posee un espesor de 1.00 m. i constituye en las minas Errázuriz i Victoria, uno de los mantos principales. Por el contrario, al norte del rio, en Millaneco, el espesor es considerablemente menor, de modo que en esta parte no es rentable la explotacion. El carbon es de color negro brillante i fractura coidal. Para reconocer este manto en el terreno, es de gran importancia su posicion a mas o ménos 25 a 35 m. debajo de la seccion marina superior con sus características rocas. Característico para el manto «Huitrero» es tambien el manto que le sigue hácia abajo despues de una capa de 6 m. de arenisca. Me refiero al manto «Bronceado». El espesor de este manto, que es de escasa pureza por la mezcla con piritá i arcilla, oscila entre 0.30 i 0.60 m. al sur de Lebu. Al norte del rio, en Millaneco, el espesor se reduce a 0.10 m. i la distancia del manto «Huitrero» es de 2.00 m.

En el pique Amalia sigue despues a 48 m. de hondura, un pequeño manto de 0.27 m. de espesor, que es notable por un suelo de arcilla que contiene numerosos restos de conchas de Anomia Ovalle i Phil. El manto mismo se conoce únicamente en el perfil del pique Amalia. Pero en el pique Rosario se observa claramente su situacion por la capa de arcilla apizarrada que se presenta a los 36 m.

El manto «Sin Nombre», en el pique Amalia, tambien posee como acompañante, una capa rica en fósiles con Anomia Ovalle i Phil, que se encuentra en el techo. Practicamente, este manto de 0.30 a 0.50 m. de espesor, no tiene importancia alguna.

El manto «Raton» tampoco se explota en las minas Errázuriz. En cambio, este manto es explotable en las minas Camaron Viejo, situadas al sur de Lebu i donde tiene un espesor de 0.60 m. i en Millaneco donde su espesor es de 0.75 m. El carbon es mui semejante al del manto «Huitrero» i posee, tal como este último, una fractura concoidal.

El manto «Chiflon» tiene un espesor que oscila entre 0.40 i 0.80 m., i se explota en el pique Amalia. En Millaneco el carbon contiene excesivas cantidades de piritá i arcilla, de modo que su explotacion no es remunerativa.

El *manto «Chico»* es uno de los mantos principales de las minas situadas al sur del río Lebu, donde alcanza un espesor de 0,60 i 1,10 m. El carbon es de color negro brillante, i se fractura como la pizarra. En las minas Victoria, sin ninguna capa intermediaria, posee en la playa junto al pique Cármen, inclusiones irregulares de capas arcillosas negras ricas en piritita. Al norte del río Lebu en las minas Porvenir, el manto «Chico» tiene un espesor demasiado insignificante, i en Millaneco contiene excesivas cantidades de arcilla i piritita para ser apropiado para la explotación.

Un acompañante característico del manto «Chico» en toda la rejion carbonífera de Lebu, son areniscas grises, delgadas, de grano mui fino i ricas en fierro, que se concentra en delgadas capas cimentadas por limonita. El suelo está constituido por arcillas refractarias oscuras en parte arenosas, i arcilla apizarrada, que en la playa junto al pique Cármen contiene un pequeño manto de 0.10 m. de espesor; en Millaneco corresponde a este manto un mantito de 0.05 de espesor.

El *manto «Alto»* sigue debajo de los anteriores mantos a una distancia de 10 a 11 m., i es el manto explotable mas profundo. El carbon tiene el mismo aspecto que el manto «Chico», i tiene un espesor de 1.00 a 1.50 m.; frecuentemente se encuentran intercaladas capas intermediarias de arcillas apizarradas oscuras i ricas en mica.

4).—DESCRIPCION DE LAS DIFERENTES REJIONES MINERAS

a) *Minas Errázuriz*

(Planos núms. 1 i 2)

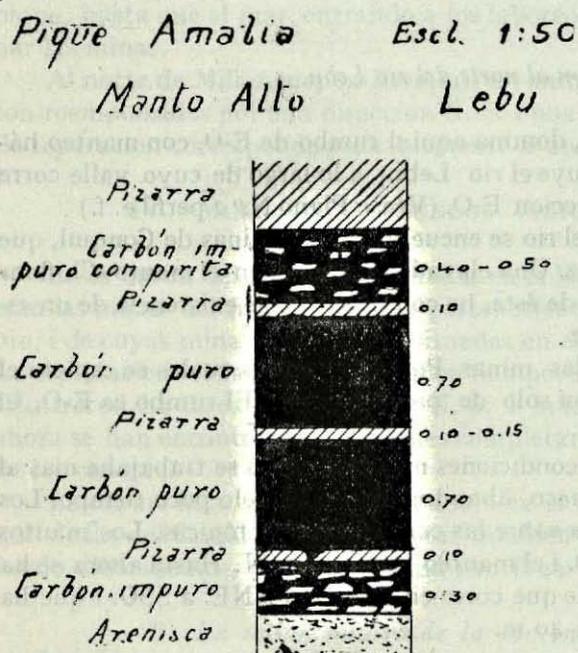
La rejion de las minas Errázuriz consta, como ya se ha dicho, de un conjunto de capas que, por lo jeneral, tiene rumbo N-S i manteo hácia el E. El plano N.º 1 i el perfil en la Tabla N.º 2 espone claramente la tectónica.

En este perfil se reconoce la inclinacion hácia el E., que llega mas o ménos a 20°, como tambien la dislocacion de los mantos en el E., por la gran falla de Santa Fé, que hace subir los mantos situados al oriente. Esta falla de Santa Fé, es acompañada problamente por varias otras fallas, que en conjunto provocan una diferente altura de 400 m. en la situacion de los mantos al oriente i occidente de esta línea. La falla situada al occidente del pique Cármen, tiene aproximadamente una altura de 40 m. i ha obrado en sentido contrario al de la falla de Santa Fé. El campo carbonífero del pique Amalia está situado entre estas dos fallas que corren en direccion N-S., i queda limitado al sur por una falla de 40 m. que hace bajar al manto «Huitrero» casi hasta la superficie del mar. Al norte del pique Amalia se encuentra la falla Constancia, que ha hecho bajar en 140 m. la parte norte i que ha llevado al manto «Huitrero» del campo carbonífero norte, casi hasta la misma altura del manto «Alto» del campo Amalia. Mas al norte parecen tomar mayor intensidad las dislocaciones tectónicas en los antiguos campos del pique Rosario i Javier, hecho que se comprueba por las variaciones en los rumbos i manteos de los mantos de esta parte. Las numerosas fallas situadas entre la Boca Mina Santa Cruz i las «Minas Antiguas» en el extremo sur de las minas Errázuriz, constituyen la continuacion de la falla Santa Fé.

La extraccion del carbon está concentrada hoi dia casi exclusivamente al pique Amalia; se explotan los mantos «Huitrero», «Chiflon», «Chico» i «Alto». Estos mantos corresponden del todo a las esposiciones hechas en el capítulo anterior sobre los mantos, de modo que solo nos resta hacer algunos pequeños agregados.

El techo del manto «Chico» varia completamente en la playa a 500 m. de distancia, pues en lugar de una arenisca de 9 m. de espesor en la vecindad del pique Carmen, se encuentra ahora una arenisca de solo 1 m. de espesor, encima de la cual siguen 5 m. de areniscas que incluyen varias capas de arcilla; el suelo queda el mismo, i lo constituyen arcillas blandas oscuras, debajo de las cuales se encuentran arcillas apizarradas i arenosas.

El manto «Alto» muestra en el pique Amalia, segun datos suministrados por el señor Proessel de Lebu, ex-injenerio de las minas Errázuriz, el siguiente perfil de detalle:



Capas intercaladas de pizarra dividen el carbon en 4 partes, de las cuales se explotan únicamente las dos centrales, que en conjunto tienen un espesor de 1.40 m. de buen carbon. Una gran desventaja del manto «Alto» de las minas Errázuriz es su tendencia hácia la auto-inflamacion.

b) Camaron.

En esta parte de la altiplanicie de la provincia de Arauco, que sobrepasa en el sureste de la ciudad de Lebu, se encuentran los laboreos principales de las minas Victoria. Los planos N.º 1 i N.º 2 reproducen las condiciones tectónicas.

El rumbo predominante es el NO.-SE. pero sufre frecuentes desviaciones debidas a fallas. La inclinacion está dirijida hácia el SO. i por regla jeneral no es mayor a 18º a 20º. Ademas de numerosas pequeñas fallas, se pueden mencionar dos grandes, una que corre de ONO. a ESE. casi paralelamente al rio Lebu i de 120 m. de altura que ha hecho bajar las capas hácia el N. en direccion hácia el valle del rio Lebu; esta falla es probablemente la prolongacion oriental de la falla Constancia de las minas Errázuriz. La segunda falla corre casi perpendicularmente a la primera, de NNE. hacia SSO. i hace bajar la parte occidental de mas o ménos 40 m. Las fallas mas pequeñas tienen jeneralmente una direccion de NE. a SO.

En total se explotan 4 mantos: el manto «Huitrero» con 0.90 a 1.70 m., el

manto «Raton» con 0.55 m. el manto «Chico» con 0.90 m. i el manto «Alto» con 1.50 m.

El carbon del manto «Alto» no ofrece dificultades en el Camaron, pues no existe la tendencia de la auto-inflamacion; pero este manto tiene un espesor mui poco constante i mucha irregularidad en la calidad del carbon. En el pequeño campo situado al norte de la falla de 120 m. mui cerca de la ciudad, el manto «Alto» tiene un espesor de 1.60 m. i se compone totalmente de carbon puro. En el «socavon principal», en el lado norte de esa misma falla, el manto tiene la estructura ordinaria: 1.50 m. de carbon con capas intermediarias de arcilla apizarrada. Al otro lado de la falla, el manto «Alto», a causa de impurezas demasiado considerables, no es explotable; solo en la parte actualmente en explotacion viene a poseer de nuevo la estructura normal.

Llama la atencion la ausencia de los mantos «Raton» i «Sin Nombre» al norte de la falla principal.

c) *La rejion al norte del rio Lebu*

Como ya se ha mencionado, domina aquí el rumbo de E-O. con manteo hácia el N. El límite sur lo constituye el rio Lebu, a lo largo de cuyo valle corre probablemente una falla en direccion E-O. (Véase Plano N.º 2 perfil e. f.)

Inmediatamente al norte del rio se encuentran las minas de Conquil, que pertenecen a las minas Errázuriz. Una clavada avanzada en el manto «Chiflon» en la direccion de la inclinacion de éste, ha comprobado la existencia de un extenso campo carbonífero regular.

Mas hácia el norte siguen las minas Porvenir, en las cuales se explota el manto «Alto», a pesar de ser aquí solo de poco espesor. El rumbo es E-O., el manteo es de 23°.

En una escala mayor bajo condiciones mas favorables se trabajaba mas al norte en las minas de Millaneco, abandonadas hace solo poco tiempo. Los planos n.º 1 i 2 dan esplicaciones sobre las condiciones tectónicas. Los mantos tienen aquí un rumbo de E. a O. i el manteo es de 23° al N. Hasta ahora se ha encontrado solo una falla grande que corre en direccion NNE. a SSO. i que ha hecho bajar la parte oriental en 40 m.

El conjunto de capas existe aquí completo, desde las capas marinas fosilíferas superiores hasta el manto «Alto». Pero los mantos muestran, en comparacion con las rejiones situadas al sur del rio Lebu, varias diferencias.

El manto «Huitrero» que en el campo del sur es uno de los principales, no es explotable a causa de su poco espesor (0.50 m). El manto «Bronceado» no sigue a una distancia de 6 m. como lo hace comunmente, sino a una de 2 m. El manto «Raton» se explota aquí con un espesor de 0.75 m.

El manto «Chico» en comparacion con el de las minas Porvenir, ha aumentado en espesor, pero todavía no es explotable por contener mucha pirita i arcilla. El manto «Alto» tiene una formacion normal, pero en un punto la capa intercalada de arcilla apizarrada llega hasta tener un espesor de 1.00 m. La division superior del manto tiene un espesor de 0.60 m. i la inferior uno de 0.64 a 0.70 m.

En la playa al norte de Millaneco se encuentran las antiguas minas de *Millongue*. El perfil esquemático del Plano N.º 2 fué confeccionado por mí, según las capas descubiertas observadas en la playa, i comprueba la exacta coincidencia de las condiciones tectónicas i estratigráficas con las de Millaneco. El rumbo es de E. a O. i el manto es de 30º al norte.

Al norte de Millaneco, una falla que corre en direccion E. a O., de 400 m. de altura, coloca las rocas de la seccion marina inferior del terciario al lado de las de la seccion marina superior. Una segunda falla de igual sentido, de aproximadamente 200 m. de altura, se encuentra al norte con direccion N. NE.-S. SO. en una quebrada situada al sur del antiguo pique de las minas *Millongue*.

Los mantos i su distribucion son como en Millaneco. El manto «Huitrero» tiene un espesor de 0.50 m. i fué explotado en otros tiempos. Los mantos «Chico» i «Alto» tienen en la parte sur de *Millongue* un espesor de 0.85 m. En la parte norte de *Millongue* se explotaban anteriormente estos dos mantos en un pique, hasta que el mar, entrando a los laboreos por el pique, obligó a abandonar las minas.

Al norte de *Millongue*, en *Ranquil*, el rumbo E.-O. i el manto al norte, son reemplazados por una direccion N.-S. i una inclinacion hácia el O. La línea de separacion corresponde probablemente a una gran falla.

IV.—MINAS EN LOS FUNDOS VICTORIA I CHICAUCURA

En la curva del rio *Lebu* i situadas en la ladera norte del valle, se encuentran las minas del fundo *Victoria*, pertenecientes a la Sociedad de igual nombre, i de cuyas minas principales, situadas en el *Camaron*, hemos hablado ya. La explotacion iniciada solo hace poco tiempo, se limita actualmente al manto «Huitrero». La direccion es la de N.-S. i la inclinacion es hácia el E. Hasta ahora se han encontrado condiciones completamente regulares en la colocacion de las capas.

La misma falla, que corre mas abajo en el valle, separando las minas *Conquil* de las del *Camaron*, se hace notar tambien aquí, pues al sur del rio, en el fundo «*Chicaucura*», en la Boca Mina «*Antihua*» domina una direccion E.-O.

B. La rejion minera de la provincia *Arauco oriental*

- 1) Relacion jeneral orográfica-jeológica.
- 2) El campo carbonífero norte.
- 3) El campo carbonífero sur.
- 4) Estratigrafía comparada de los mantos de carbon del campo norte i los del campo sur.

1) *Relacion jeneral orográfica-jeológica*

Los campos carboníferos situados en ámbas orillas del rio *Carampangue*, como tambien los de *Curanilahue* i *Pilpilco* hasta *Temuco* (Provincia *Arauco*) al sur, se encuentran todos antepuestos a la ladera occidental de la Cordillera de la Costa. En parte están situados, como sucede con los de *Colico*, sobre la

altiplanicie de Arauco que en Colico alcanza una altura de 140 ms. Esta altiplanicie está cubierta junto a Colico por arenas i arcillas sueltas, que alcanzan un espesor de 20 a 30 ms. Por la fauna que contienen, estas capas deben asignarse al cuaternario. Por la gran cantidad de agua subterránea, el cuaternario opone algunas dificultades a la escavacion de los piques. Entre la altiplanicie de Colico i los Cerros de la Cordillera de la Costa, a 200 ms. de altura, hai otro terraplen mas antiguo, de edad indeterminada; en este terraplen están situadas las minas de Curanilahue, Pilpilco, Cullinco, etc. No tomando en cuenta una capa de greda roja, de espesor variable, que contiene aislados rodados de cuarzo, faltan por completo las sueltas capas superiores de la altiplanicie de Colico.

De interes es la presencia de la formacion cretácea (capas de Quiriquina) en el estrecho valle del rio Carampangue, junto a Colico; dichas capas se encuentran aquí poco mas abajo de la desembocadura del estero Nahuelan. El cretáceo con un conglomerado basal de mas o ménos 15 ms. de espesor, descansa discordantemente sobre las antiguas filitas de la Cordillera; mas arriba siguen areniscas verdes de unos 5 ms. de espesor con numerosa fauna, principalmente *Cardium acuticostatum* d'Orb i *Trigonia Hanetiana* d'Orb. Ademas se presentan areniscas quebradizas, ricas en arcilla, que contienen restos vegetales e *Inoceramus*. Encima de estas areniscas comienza el terciario carbonífero. En este punto, por la falta de tiempo i ausencia de afloramientos de capas, no se pudo determinar la discordancia entre el cretáceo i el terciario. Es de suponer que mas tarde cuando se investigue mas minuciosamente la zona limítrofe entre el terciario i la mica-esquita, se encuentren todavía numerosos sedimentos de capas cretáceas.

En el campo carbonífero norte, en el cual deben entenderse comprendidos Colico, Quilachanquin (minas Carampangue), Peumo i Maquegua, los mantos están distribuidos en una série de capas de 150 a 200 ms. de espesor i por esto tienen una gran semejanza con los de Lebu. En el campo carbonífero sur, Curanilahue, Pilpilco, Cullinco i mas al sur, reinan aparentemente condiciones distintas; en estas minas se limita la explotacion a dos mantos separados entre sí por sólo 12 a 20 ms. de arcillas i areniscas. Pero en realidad no existe una diferencia jeológica entre los dos campos carboníferos norte i sur, lo que se demostrará en el capítulo B, 4.

La direccion del límite entre el terciario i las antiguas pizarras de la Cordillera de la Costa (véase Tabla N.º 3) es en primer lugar la de N. a S. en el fundo Quilachanquin i en Colico; pero despues, en el fundo Descabezado, el límite retrocede bruscamente en 10 kms. hácia el E. siguiendo el valle del Nahuelan, para pronto despues avanzar nuevamente, prolongando la antigua direccion. Esta gran bahía terciaria sobresaliente hácia el E. debe probablemente su origen a fallas de direccion E.-O., hecho hácia el cual indican las fallas que en las minas del valle Plegarias tienen una direccion mas E.-O., siendo que en Colico tienen jeneralmente una direccion NNE-SSO.

La tectónica de los mantos de esta rejion sur es relativamente sencilla. El rumbo es de N.-S. i el manteo es de 15 a 20° hácia el O. Este conjunto de capas inclinadas uniformemente hácia el O. habria hecho bajar rápidamente el carbon a grandes honduras, si las mas o ménos numerosas fallas inclinadas

hacia el E. i de direccion NNE.-SSO. no hubieran levantado siempre de nuevo los mantos. Son raras las escepciones, es decir, las fallas que han hecho bajar la parte occidental; en este caso, las fallas mismas tienen una inclinacion hacia el O. La desviacion E.-O. de las fallas en las minas de Curanilahue se ha mencionado ya.

La única diferencia es la tectónica del campo carbonífero norte i el del sur consiste talvez en que este último está surcado por menor número de fallas. Pero los trabajos de Pilpilco i mas al sur aun no han avanzado lo suficiente para poder dar a este respecto un fallo definitivo.

2) El campo carbonífero norte

a) Colico

(Planos núms. 4 i 5)

Orden de sucesion de las capas.

El orden en que se suceden las capas, puede consultarse en el perfil de las minas Colico que se encuentra en el plano N.º 12. Como por desgracia faltan las capas descubiertas tal como existen en la escarpada ladera de las minas Errázuriz, no se pudo seguir aquí en la superficie del suelo, ningun estenso perfil coherente; las observaciones hechas hasta ahora pueden clasificarse sólo con cierta inseguridad en este perfil.

Si desde el hotel de Colico se toma la calle hacia el NO. i si al llegar a las últimas casas del pueblo se dobla directamente hacia el N., se llega al valle del rio Colorado, que ha descubierto las capas terciarias situadas debajo de las capas cuaternarias superiores. Mas o ménos junto a la última letra de la palabra «Rio Colorado» en el mapa, se encuentran areniscas arcillosas de color verde que contienen numerosas concreciones calcáreas que, en su gran mayoría, encierran restos de cangrejos. Mui raras son las conchas. Además se encuentra madera petrificada llena de taladros de conchas perforadoras. Este punto es tocado por el perfil trasversal C-D trazado a traves de las minas Colico (Plano N.º 5). Segun este perfil, nos encontramos mas o ménos a 150 ms. sobre el manto «Mora».

Los siguientes 70 ms. de areniscas no pudieron observarse en la superficie. Vienen en seguida, mas o ménos a partir de 70 ms., capas descubiertas en el valle del Carampangue, poco mas abajo del punto en que desemboca el estero Colorado. Una comparacion de este perfil con los perfiles a traves de las capas encima del manto «Huitrero» en Lebu, perfiles que se encuentran representados en el mismo plano ya citado, comprueba mucha semejanza. Las areniscas que contienen restos vegetales i *Mytilus* se encuentran tambien en Lebu cerca de la Boca Mina Santa Cruz (minas Errázuriz), sobre el manto superior como en Colico. Tambien las areniscas arcillosas de color verde, que contienen los bancos firmes, pertenecen a las fácilmente reconocibles capas encima del manto «Huitrero». Segun esto, ya no cabe lugar a dudas de que el manto «Huitrero» de Lebu es idéntico con el manto «Mora» de Colico. Pero en Colico faltan

los 30 ms. de areniscas limnicas, que forman el techo del manto «Huitrero» de Lebu.

Con el manto «Mora», comienza la seccion carbonífera del terciario, la cual, lo mismo que en Lebu, se compone principalmente de areniscas; éstas tienen la misma estructura que las areniscas correspondientes de Lebu; son generalmente de color verdoso i de grano fino, regular i grueso, con frecuencia de estratificación diagonal i con capas intercaladas de conglomerados. Las arcillas son ménos frecuentes; sólo se encuentran acompañando a los mantos «Fortuna», «Mezcla», «Chico» i «Alto». En su mayoría son arcillas refractarias con numerosas impresiones de hojas, como también arcillas apizarradas i pizarra carbonífera. En el techo del manto «Chico» se encuentra una intercalación de capas marinas entre los 260-287 ms. del perfil. Probablemente pertenecen a estas capas las areniscas con *Turritella* encontradas en la ladera de la Boca Mina Porvenir. Debajo del manto inferior, el manto «Arbol», ya no se encuentran capas marinas terciarias, o aun no se han encontrado hasta la actualidad.

MANTOS DE CARBON

Los nombres de los seis mantos de carbon son los siguientes:

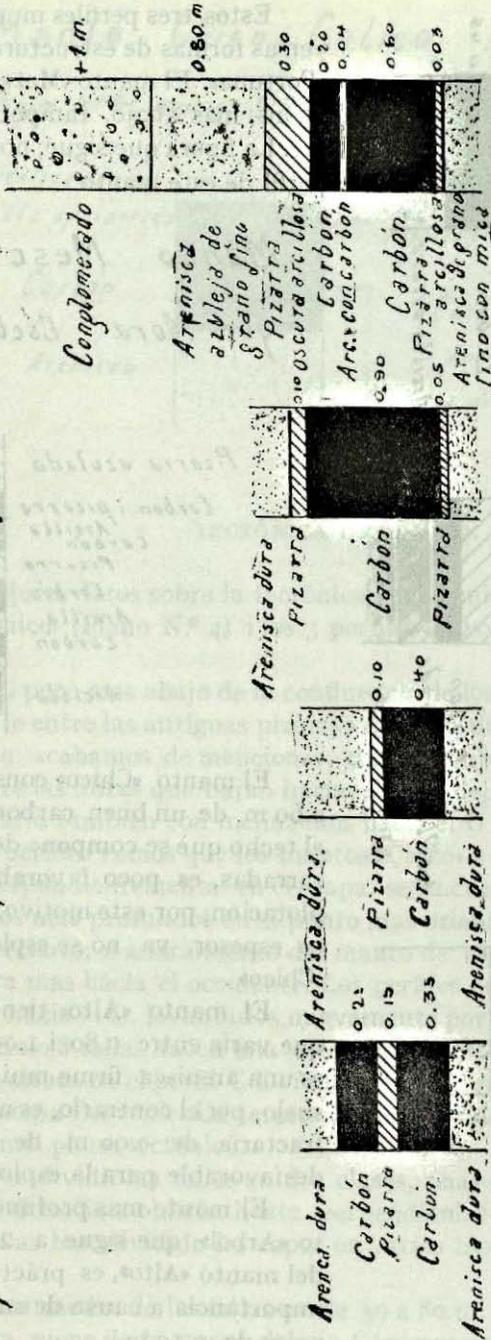
- 1) Manto «Mora».
- 2) » «Fortuna».
- 3) » «Mezcla».
- 4) » «Chico».
- 5) » «Alto».
- 6) » «Arbol».

Una sola mirada al perfil en el cual se han marcado estos mantos, muestra la peculiar distribución de éstos en dos series, una superior con los mantos «Mora», «Fortuna» i «Mezcla», i una inferior con los otros 3 mantos, que podemos designar con la denominación de «grupo del manto Alto». La distancia del grupo de los mantos «Mora», «Mezcla» i «Fortuna», a la del grupo del manto «Alto», es de 90 a 100 ms.; las capas intermediarias constan en su parte superior de areniscas blancas compactas, i en su parte inferior de areniscas azules con fósiles marinos. Esta distribución de los mantos en dos zonas, la volveremos a encontrar con cierta frecuencia.

Actualmente se explotan únicamente los mantos «Mora» i «Alto».

El manto «Mora» tiene en el pique N.º 1 la siguiente formación:

Manto Mora Colico Escala 1:50
 Pique No 1 400 m. W. Pique No 1 200 m E Chiflon No 2 Rque No 1

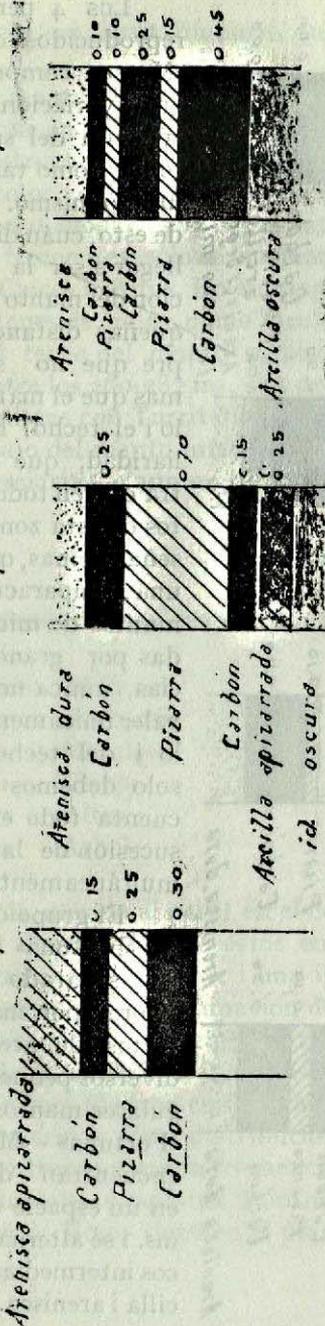


Los 4 perfiles aquí reproducidos del manto «Mora», comprueban la gran variación en la estructura del suelo i del techo, como también del manto mismo. Se deduce de esto, cuán difícil puede llegar a ser la identificación del manto aun en pequeñas distancias, siempre que no se conozca mas que el manto, el suelo i el techo. Esta peculiaridad, que se encuentra casi en todos los mantos de esta zona, nos enseña además, que al hacer una comparación de los mantos de minas separadas por grandes distancias, nunca nos debemos valer únicamente del suelo i del techo, es decir, solo debemos tomar en cuenta todo el orden de sucesión de las capas simultáneamente.

El grupo de los mantos «Fortuna» i «Mezcla», está separado del manto «Mora» por mas o menos 20 ms. de areniscas; los diversos pequeños e irregulares mantos del grupo «Fortuna» - «Mezcla», se encuentran distribuidos en un espacio de cerca 25 ms. i se alternan con bancos intermediarios de arcilla i arenisca. Sólo en el centro se concentra el

carbon en un verdadero manto de 1.25 m. de espesor; pero a causa de las muchas capas intermediarias de arcilla, este manto no es explotable. Una capa de rodados de cuarzo i andesita, del tamaño de nueces, se encuentra superpuesta directamente a este manto.

Manto Fortuna
Cerca Pique No 1
Cerca Pique No 6
Cerca Pique No 3
Colico
Escl. 1:50



Estos tres perfiles muestran las diversas formas de estructura del manto «Fortuna». El manto «Mezcla» que sigue 15 ms. mas abajo, tampoco es explotable. La figura que sigue, nos muestra un perfil de este manto.

Manto Mezcla Colico

Pique Mora Escl. 1:50



El manto «Chico» consta de 0.50 a 0.60 m. de un buen carbon puro; pero el techo que se compone de arcillas apizarradas, es poco favorable para la explotacion; por este motivo, i por su poco espesor, ya no se explota el manto «Chico».

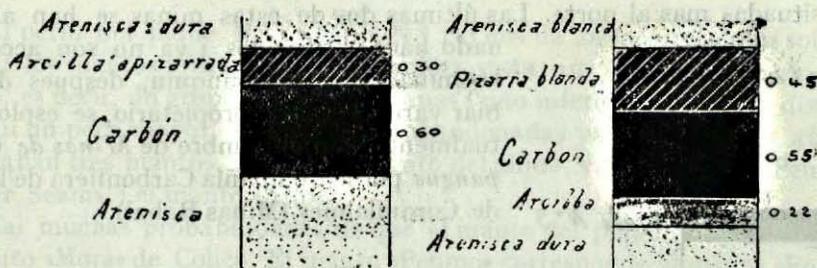
El manto «Alto» tiene un espesor que varia entre 0.80 i 1.00 m; el techo es una arenisca firme mui arcillosa; el suelo, por el contrario, es una arcilla refractaria de 0.90 m. de espesor, mui desfavorable para la explotacion.

El manto mas profundo es el manto «Arbol», que sigue a 20 m. debajo del manto «Alto», es prácticamente sin importancia a causa de su reducido espesor de 0.10 m.

Manto Chico, Colico, Escala 1:50

Figue. N.º 6, 400 m. S.E

Figue Pascua, 500 m. S.E



TECTÓNICA DE COLICO.

Los mejores datos sobre la tectónica de las minas de Colico nos los dan el mapa tectónico (Plano N.º 4) i los 3 perfiles trasversales respectivos (Plano N.º 5).

En el E. poco mas abajo de la confluencia de los rios Nabuelan i Carampangue, el límite entre las antiguas pizarras de la Cordillera i el terciario, cruza los dos rios que acabamos de mencionar, como tambien la esquina E. del fundo Colico. Sobre las filitas que bajan hácia el O. se depositó el cretáceo i mas encima el terciario tambien con inclinacion hácia el O.

En los perfiles vemos que los mantos «Chico» i «Alto» penetran al cerro por el E. i correspondientemente en el mapa, se encuentran los afloramientos de estos mantos mas profundos en el punto mas oriental, mui cerca del límite inferior del terciario; el afloramiento del manto de mas encima, el manto «Mora», se encuentra mas hácia el occidente. Los perfiles nos muestran los mantos con inclinacion hácia el O. levantados nuevamente por numerosas fallas inclinadas hácia el E. Solo 3 fallas hacen una escepcion de esto; de estas se encuentra una de 70 m. de altura en el perfil C-D. i una segunda en el perfil E-F. poco al occidente de la mina Porvenir. La tercera de estas fallas se encuentra al SO. del pique N.º 8 en el plano tectónico.

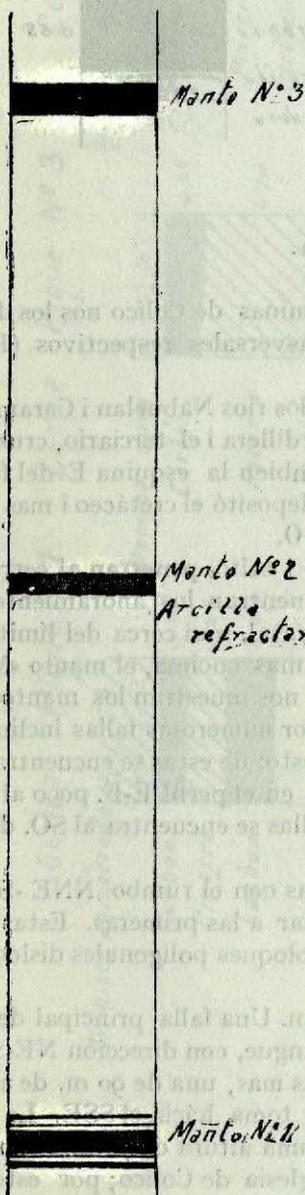
Podemos dividir las fallas en dos clases, unas con el rumbo NNE-SSO. i otras con la direccion oblicua hasta perpendicular a las primeras. Estas dos clases de fallas han dividido las capas en varios bloques poligonales dislocados entre sí.

La altura media de las fallas es de 50 a 80 m. Una falla principal de 150 m. de altura, viene de la curva del rio Carampangue, con direccion NE-SO. a Colico; de ella se bifurcan otras dos grandes fallas mas, una de 90 m. de altura toma la direccion hácia el O. i la otra, de 80 m. toma hácia el SSE. La falla principal misma pierde en estas bifurcaciones una altura de 70 m. i con una desviacion hácia el SSE. pasa por debajo de la iglesia de Colico; por este motivo se denomina a esta falla «falla de la Iglesia».

El plano jeneral muestra, por lo demas, mui claramente cuán independientes son aquí los valles de los rios, de las fallas, i cómo una planicie casi perfecta, como lo es la de Colico, puede estar cruzada por fallas.

Las condiciones estratigráficas i tectónicas que acabamos de describir, son en jeneral las mismas tambien en las minas de Quilachanquin, Peumo i Maquegua, situadas mas al norte. Las últimas dos de estas minas se han abandonado hace varios años i ya no son accesibles;

Escala 1:250



las minas de Quilachanquin, despues de cambiar varias veces de propietario, se explotan actualmente bajo el nombre de *Minas de Carampangue* por la Compañía Carbonífera de los Rios de Curanilahue» (Minas Rabal).

MINAS CARAMPANGUE

Como están situadas en la proximidad de las minas de Colico, i separadas de ellas únicamente por el profundo corte del valle del Carampangue, es de esperar aquí la mayor semejanza con Colico. El perfil reproducido al márgen, confeccionado segun las indicaciones hasta ahora obtenidas, nos muestra los tres mantos hasta ahora conocidos i su colocacion.

El manto N.º 1 tiene un espesor de 1,80 m. pero solo contiene 0.50 m. de carbon de escasa pureza.

El manto N.º 2 tiene un espesor de 0.55 m. con fajas de pizarra; el suelo constituye una arcilla refractaria.

El manto N.º 3 tiene un espesor de 1.00 m. i se explota por el chifion «Mora»; el espesor oscila entre 0.90 i 1.05 m. i lleva incluido fajas de pizarra.

Por la situacion i la estructura, el manto N.º 3 es el manto «Mora» de Colico mientras que los mantos N.º 2 i N.º 1 corresponden a los mantos «Fortuna» i «Mezcla». Por lo tanto, hasta la fecha solo se han explotado los mantos del grupo superior.

La Compañía Carbonífera de los Rios de Curanilahue construye actualmente un nuevo pique en la rejion de las minas Carampangue. Como por indicacion del ingeniero jefe se hace un exacto perfil del pique i se coleccionan muestras de rocas, este pique será sin duda de gran importancia para el estudio i comparacion de los mantos de Arauco.

c). *Peumo*.

(Planos núms. 6 i 7).

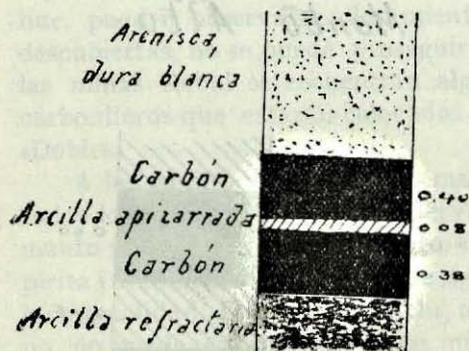
El perfil del pique N.º 1 (Tabla N.º 12) nos da los mejores datos sobre las capas i los mantos i reconocemos a primera vista una igual division como en Colico, es decir, un grupo superior de capas i uno inferior; solo que la distancia es aquí un poco mayor. En las minas abandonadas ya hace algunos años, se explotaban tres mantos, a saber: el manto del pique N.º 3, el manto «Peumo» o «Upper Seam», i el manto «Alto».

Hai muchas probabilidades de que el manto del pique N.º 3 corresponda al manto «Mora» de Colico. El manto «Peumo» corresponde al manto «Fortuna» o al manto «Mezcla» de Colico i el manto «Retamal» de Peumo, por consiguiente, al manto «Mezcla» de Colico o al pequeño manto situado 10 m. mas abajo.

El manto «Peumo» se explotaba principalmente en los chiflones N.ºs 1 i 3, pero estos fueron abandonados a causa de las variaciones demasiado considerables en el espesor i calidad del carbon. El techo del manto «Peumo» es siempre una arenisca blanca i compacta, i el suelo una arcilla refractaria.

Manto Peumo Escl 1:50

Este cróquis nos demuestra un perfil del manto del chiflón núm. 2.



Como ya se ha dicho, el manto presenta grandes variaciones; así, por ejemplo, en el chiflón núm. 1 se encuentra en algunas partes reemplazado completamente por arcilla apizarrada. Además, numerosas fallas dificultaban la explotación, especialmente en el chiflón núm. 3, situado a 400 m. al oriente del chiflón núm. 2, i que fué perforado desde la orilla del río Carampangue.

En el pique núm. 1 se cortaron, mas o menos a 150 o 170 ms. de profundidad, una serie de mantos del grupo inferior, entre ellos el manto «Alto» de 1.00 m. de espesor, que se explotó con buen éxito. Pero hubo que interrumpir los trabajos en este pique a causa de las demasiado frecuentes explosiones provocadas por la insuficiente ventilación.

En cuanto a lo que se refiere a la importancia de los 5 mantos del grupo «Alto» en comparacion al grupo «Doble» de Curanilahue, informaremos mas detalladamente cuando tratemos la rejion minera del sur.

El rumbo de las capas es de N. a S., i el manteo de 16º hácia el O. Las fallas encontradas por la explotación, llevada a cabo siempre sólo en pequeña escala, son jeneralmente de poca altura, pero siempre tan numerosas, que

provocaron junto con la calidad siempre decreciente del manto superior, la paralización de la explotación.

d) Maquegua

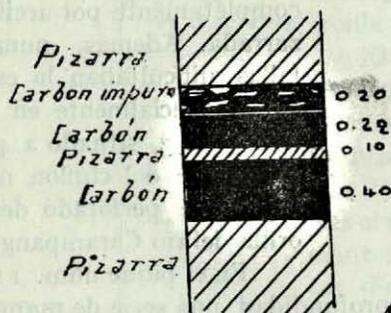
(Planos núms. 6 i 7).

En estas minas, situadas al norte de Peumo, se hacía la explotación solamente en dos piques, en el pique Carlos i en el pique Prado. En ámbos piques se tocaron dos mantos: el «Chico» i el «Alto». Estos dos mantos tienen entre sí una distancia vertical de 10 a 12 ms.; aun no se puede afirmar con toda seguridad, si se trata efectivamente de los mantos «Chico» i «Alto» de Colico; sin embargo es muy grande la probabilidad de que se trate del grupo inferior de mantos, ya que el pique Prado se encuentra sólo a 300 ms. al oriente del límite de la pizarra micácea.

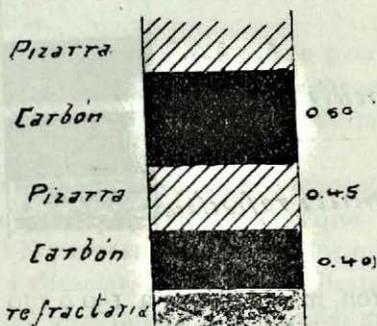
El perfil superior de la Tabla núm. 7 se ha dibujado según esta opinión. El perfil inferior es una copia un tanto simplificada de un dibujo de G. Raby, de Concepción, quien en años anteriores estudió más detalladamente esta región. Según la opinión de Raby, los mantos explotados en Maquegua corresponderían al grupo superior de mantos; por consiguiente, a mayor hondura se encontrarían los mantos del grupo inferior. No conozco los motivos en que se fundara Raby; según los planos que he podido observar personalmente, i por los datos a mi alcance, no puedo sino mantenerme en mi distinta opinión.

El manto «Chico» en el pique Carlos i el manto «Alto» en el pique Prado, tienen la siguiente estructura:

Manto Chico



Manto Alto



Estos perfiles deben considerarse como términos medios, pues los mantos presentan variaciones en su espesor.

La dirección e inclinación es tal como en Peumo; las numerosas fallas tienen todas una altura que bordea los 10 ms. Una falla más grande de 40 a 45 ms., corre en dirección NNE-SSO. entre las dos capas i ha hecho bajar la parte oriental. Las demás fallas tienen las direcciones más variadas (véase el plano núm. 6) i se cortan en ángulos agudos, de modo que se han formado numerosos bloques triangulares, tal como en Colico, trozos que se han desviado entre sí.

3).—EL CAMPO CARBONIFERO SUR

a) *Curanilahue*

(Planos núms. 8, 9 i 12)

Las capas mas profundas hasta ahora conocidas, son las atravesadas por el socavon de la mina núm. 6 de la Arauco-Company; son de 80 ms. de areniscas netamente límnicas con una inclusion arcillosa, que contiene hojas de palma mui bien conservadas. Mas encima sigue una série mas arcillosa con los dos mantos principales, el manto «Alto», i 10 a 15 ms. mas arriba el manto «Doble». El techo del manto «Doble» está constituido por areniscas arcillosas con dos capas de conglomerados que se intercalan a 4 ms. i a 15 ms. sobre el manto «Doble». Despues siguen 20 a 30 ms. de areniscas arcillosas con restos vejetales i conchas marinas (Venus); mas o ménos a 50 ms. sobre el manto «Doble» se encuentran areniscas arcillosas verdes en un espesor de 2.5 ms. que contienen numerosas concreciones calcáreas en las cuales se encuentran restos de cangrejos i colonias de Serpula.

Hasta aquí se puede observar el perfil sobre el chiflon principal de la Compañía Carbonífera de los Rios de Curanilahue (Minas Rabal) en un pequeño valle del estero Plegarias; tambien en el camino particular hácia la casa del ingeniero de las minas Rabal, camino que conduce a lo largo del rio Curanilahue, pueden observarse afloramientos de estas capas. Por la falta de capas descubiertas, no se puede proseguir el perfil mas hácia arriba; en el fundo de las minas Rabal se encuentran algunos afloramientos de pequeños mantos carboníferos que estarán colocados a lo ménos 150 a 200 ms. sobre el manto «Doble».

A los perfiles a traves de los mantos «Doble» i «Alto», perfiles que esponen todos los detalles dignos de observacion, sólo hai que agregar mui poco. El manto parcial superior del manto «Doble», contiene excesivas cantidades de pirita i arcilla. Los 3 mantos que siguen mas abajo suministran un carbon de buena calidad. El manto «Rauch», a pesar de suministrar un carbon mui bueno, no puede ser explotado en las minas Rabal a causa de que el techo i el suelo están constituidos por arcilla refractaria. El manto «Alto» se explota a pesar de las dificultades que oponen el mal techo i el mal suelo.

Una comparacion de los dos perfiles de las minas Rabal i de la mina núm. 6 de la Compañía Arauco, nos muestra la gran variabilidad en el espesor i clase de las rocas. A una distancia de sólo 4 kms., que es la que hai entre ambas minas, la distancia entre el manto «Doble» i el manto «Alto» de 11 a 12 ms. que era, se reduce a 5-8 ms., i en lugar de las areniscas que separan a estos dos mantos en las minas Rabal, existen arcillas apizarradas i arcillas arenosas en la mina núm. 6 de la Cía. Arauco. Desde el chiflon de las minas Rabal se pueden observar los mantos «Doble» i «Alto», interrumpidos frecuentemente por fallas, a lo largo del valle Plegarias, hasta llegar a la mina núm. 8 de la Cía. Arauco, en una estension lonjitudinal de mas de 6 kms.

En las minas Rabal, el rumbo es N. 18° O., el manto es de 15° hacia el O, por término medio. El chiflon de estas minas ha atravesado una falla de 12 m. i dos pequeñas quebraduras, estas tres han hecho bajar la parte occidental. Las grandes fallas comienzan ya en la parte sur de las minas Rabal, i se presentan con direccion N. 45° hasta N. 75° E. Tanto la desviacion de la direccion N.-S., como tambien la altura de las fallas aumentan de N. a S. Como ya lo hemos dicho, esta diferente direccion puede tener relacion con la bahía terciaria que en Curanilahue avanza hacia el E.

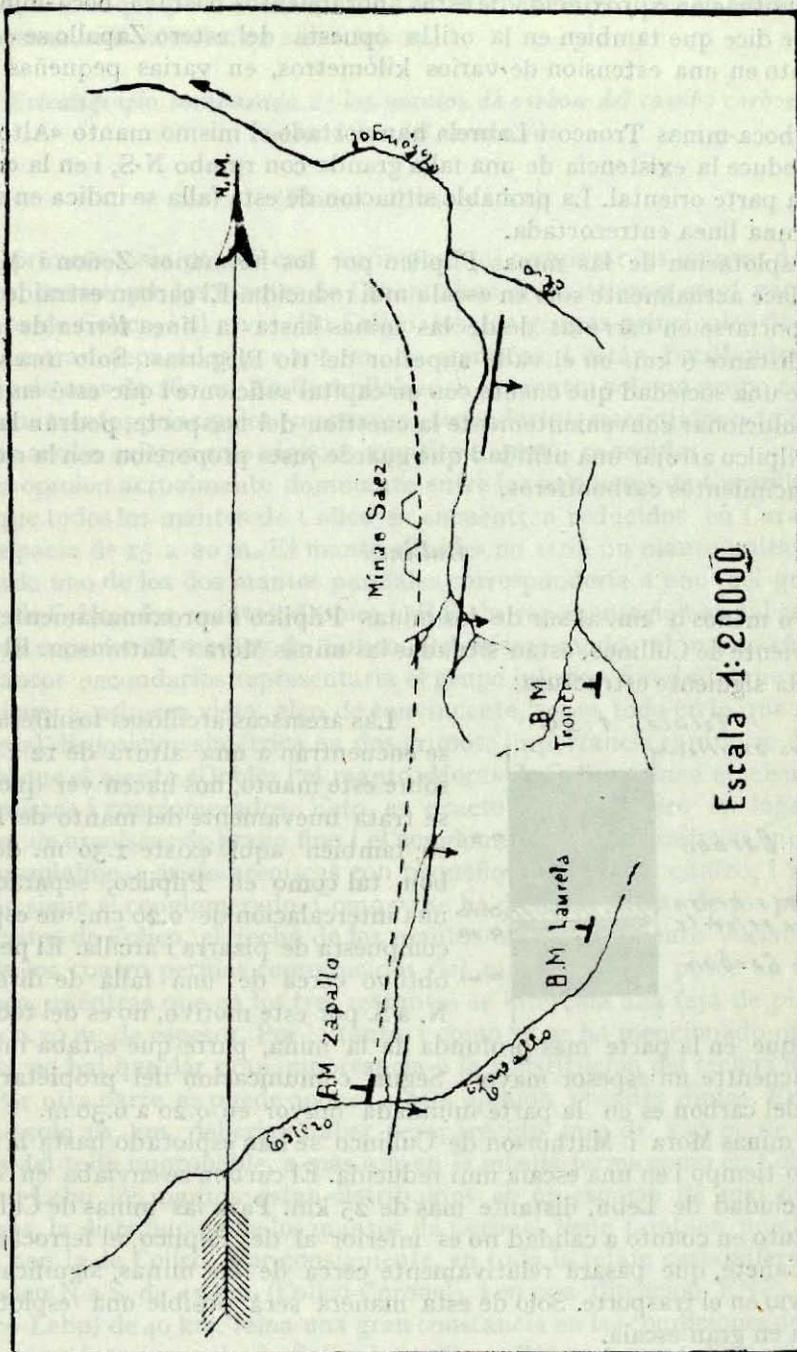
Las antiguas Boca-Minas situadas a 1 km. al NNE de la estacion ferroviaria de Curanilahue, indicadas en el mapa con V. Herrera, etc., estaban en su totalidad desmoronadas. Russel las considera como mantos del grupo superior de Colico. Segun él, solo han suministrado carbon malo e impuro. (Russel, página 40).

Una falla grande corre a lo largo del valle del Plegarias, i separa las antiguas minas Descabezado (manto «Doble» i «Alto») de la Cía. Arauco que se encuentran sobre el lomaje al E. del valle del Plegarias, de las minas situadas al O. Nogués confeccionó un perfil a traves de esta falla. En la dislocacion Plegarias ha bajado la parte oriental.

Pilpilco

Al sur de la mina núm. 6 de la Cía. de Arauco, se encuentra en el valle del rio Plegarias Oriental, la mina núm. 8 inaugurada hace solo poco tiempo. Los mantos son aquí los mismos como los de la mina núm. 6, con la sola diferencia de que el manto «Doble» ha perdido sus dos mantos parciales superiores. Avanzando mas hacia el sur en la prolongacion del rio Plegarias Oriental, nos encontramos en el valle del rio Trongol con un manto de mucho espesor, que es el manto «Alto» de Curanilahue. El manto «Doble» ha desaparecido aquí del todo. Mas al sur, en un afluente austral del rio Trongol, i a mas o menos 5 km. de distancia de la mina núm. 6, se encuentran las minas de Pilpilco pertenecientes a los hermanos Zenon i Manuel Saez. Con 1.30 a 1.60 m. de carbon puro de calidad excelente, el manto «Alto» de Pilpilco es sin duda el yacimiento carbonífero mas rico de la provincia de Arauco. Mas o menos 15 a 20 m. sobre este manto se encuentran las mismas areniscas arcillosas con fósiles marinos, como sobre el grupo «Doble-Alto» de Curanilahue, con lo cual se comprueba la relacion con este grupo. Un pequeño manto situado en Pilpilco mas o menos 4.50 m. sobre el manto «Alto», i del cual se encontraron solo algunos rodados en la ladera, corresponde talvez al manto «Doble» o «Rauch» de Curanilahue.

El cróquis reproducido a continuacion, cuya base topográfica se dedujo del plano núm. 5 del Boletin de la Inspeccion de Jeografía i Minas, 1910, III, da una idea sobre la situacion en Pilpilco.



El carbon se extrae de dos chiflones. El rumbo i manteo son los mismos como en Curanilahue. Desde allí el manto de carbon se prolonga, en igual calidad i espesor, [aproximadamente 1,1/2 km. mas hácia el sur, como se puede observar en numerosos afloramientos. (La línea negra puntuada en el cróquis

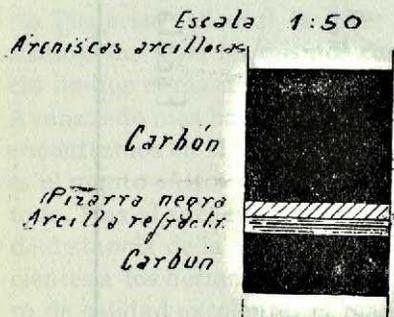
indica la situacion aproximada de estos afloramientos hasta la boca-mina Zapallo). Se dice que tambien en la orilla opuesta del estero Zapallo se conoce este manto en una estension de varios kilómetros, en varias pequeñas boca-minas.

Las boca-minas Tronco i Laurelita han cortado el mismo manto «Alto». De esto se deduce la existencia de una falla grande con rumbo N-S, i en la cual ha bajado la parte oriental. La probable situacion de esta falla se indica en el cróquis por una línea entrecortada.

La explotacion de las minas Pilpilco por los hermanos Zenon i Manuel Saez se hace actualmente solo en escala mui reducida. El carbon estraido tiene que trasportarse en carretas desde las minas hasta la línea férrea de la Cía. Arauco distante 6 km. en el valle superior del rio Plegarias. Solo una vez en manos de una sociedad que cuente con un capital suficiente i que esté en situacion de solucionar convenientemente la cuestion del transporte, podrán las minas de Pilpilco arrojar una utilidad que guarde justa proporcion con la riqueza de sus yacimientos carboníferos.

Cullinco

Mas o ménos 9 km. al sur de las minas Pilpilco i aproximadamente 3 a 4 km. al oriente de Cullinco, están situadas las minas Mora i Mathinson. El manto tiene la siguiente estructura:



Las areniscas arcillosas fosilíferas que se encuentran a una altura de 12 a 14 m. sobre este manto, nos hacen ver que aquí se trata nuevamente del manto de Pilpilco; tambien aquí existe 1.30 m. de carbon, tal como en Pilpilco, separado por una intercalacion de 0.20 m. de espesor, compuesta de pizarra i arcilla. El perfil se obtuvo cerca de una falla de direccion N. a S. por este motivo, no es del todo im-

posible que en la parte mas profunda de la mina, parte que estaba inundada, se encuentre un espesor mayor. Segun comunicacion del propietario, el espesor del carbon es en la parte inundada mayor en 0.20 a 0.30 m.

Las minas Mora i Mathinson de Cullinco se han explotado hasta la fecha solo poco tiempo i en una escala mui reducida. El carbon se enviaba en carretas a la ciudad de Lebu, distante mas de 25 km. Para las minas de Cullinco, cuyo manto en cuanto a calidad no es inferior al de Pilpilco, el ferrocarril de Lebu a Cañete, que pasará relativamente cerca de las minas, significará un gran alivio en el transporte. Solo de esta manera será posible una explotacion continúa en gran escala.

En consecuencia, se ha comprobado la existencia del grupo de los mantos «Doble» i «Alto», en una estension aproximada de 18 km. desde Curanilahue hasta Cullinco; es este el grupo de mantos que en los años venideros desempeñará el papel mas importante en la produccion carbonífera de la provincia de Arauco; por consiguiente, es el grupo que en mayor grado exige un estudio mi-

nucioso, a mas que por la construccion del ferrocarril de Lebu a Cañete se dará una intensa vida económica a esa rejion.

4). *Estratigrafía comparada de los mantos de carbon del campo carbonífero norte i los del campo sur*

(Planos núms. 9 i 12)

A primera vista parece casi un imposible comparar los mantos de ámbos campos; parece que los mantos de Curanilahue no existieran en el campo carbonífero de Colico, i al revés. En Colico, los dos grupos principales de mantos se encuentran separados por 100 m. de areniscas, i están distribuidos en un espacio de mas de 160 m. En Curanilahue se encuentra solo un grupo compuesto de dos mantos principales i numerosos secundarios, restringidos a 15 m., i 150 m. mas arriba existen solo algunos mantitos, apenas conocidos.

La opinion actualmente dominante entre los ingenieros de Curanilahue, es la de que todos los mantos de Colico se encuentren reducidos en Curanilahue a un espacio de 15 a 20 m. El manto «Doble» no seria un manto unitario, sino que cada uno de los dos mantos parciales correspondería a uno del grupo superior de Colico; los mantos «Doble» i «Rauch» representarian en tal caso todo el grupo superior de mantos de Colico. Del mismo modo, el manto «Alto» con sus mantos secundarios representaria el grupo inferior. Sin duda que esta opinion tiene, a primera vista, algo de convincente, sobre todo en lo que respecta a la igual disposicion simétrica en dos grupos, importancia capital se da al hecho de que el manto «Doble» i el manto «Mora» de Colico tienen el mismo techo de areniscas i conglomerados. Esto es exacto en parte; pero en lugar de los 0,80 m. de areniscas de grano fino i el conglomerado superpuesto se encuentran en Curanilahue 4 m. de areniscas con pequeños rodados de cuarzo, i solo mas encima sigue el conglomerado. Como ya se ha dicho al hablar de los perfiles de los mantos de Colico, el techo de los mantos es esencialmente variable. Solo uno de los cuatro perfiles reproducidos del manto «Mora» posee un techo de arenisca, miéntras que en los tres restantes se intercala una faja de pizarra de 0.10 a 0.30 m. de espesor. Por lo tanto, i como ya se ha mencionado oportunamente, no hai que dar gran importancia a la constitucion del techo i del suelo.

Por otra parte, se puede oponer a esta opinion grandes dudas. En un trecho de solo 10 km. deberian haber desaparecido mas de 140 m. de rocas, lo que es del todo improbable, a mas que en la misma forma como en Colico tambien en Lebu los mantos estan distribuidos en un espacio de mas de 160 m. Además, la distribucion de los mantos de Coronel tiene tambien mucha semejanza con la de Colico. Por consiguiente, en toda la rejion carbonífera, en una estension N a S. de 45 km. (Colico-Coronel), i en una direccion ENE. a OSO. (Colico-Lebu) de 40 km. reina una gran constancia en las condiciones de estratificacion, miéntras que desde Colico hasta Curanilahue, en una distancia de solo 10 km. deberia existir, casi en la línea de perfil Colico a Lebu, una variacion tan fuerte que redujera los mantos distribuidos en 160 m. a solo 20 m.

Pero hai otro momento importante mas que habla en contra de dicha opinion; en Lebu, Colico i Coronel, las areniscas límnicas carboníferas terminan

hacia arriba por capas marinas, mas encima de las cuales ya no se encuentran nuevos mantos. Ahora bien, si el manto «Doble» correspondiera en parte al manto «Mora» de Colico, la presencia de nuevos mantos, que en las minas Rabal se encuentran 120 a 150 m. sobre el manto «Doble», seria igualmente una gran escepcion aun no conocida en ningun punto de la rejion carbonífera.

Segun el estado total de las condiciones estratigráficas, solo puede aceptarse como la mas natural la siguiente opinion: el grupo de los mantos «Doble» i «Alto» corresponde al grupo inferior de mantos de Colico: los mantos que se encuentran mas encima en el fundo de las minas Rabal, pertenecen al grupo superior de mantos. Por consiguiente, tendríamos el siguiente perfil mui semejante a las condiciones de Colico:

- 1). Grupo superior de mantos.
- 2). Areniscas separatrices en su parte inferior con fósiles marinos (tal como en Colico), de un espesor de 120 metros.
- 3). Grupos inferior de mantos (mantos «Doble» i «Alto»).

Una comparacion especial del sistema Doble-Alto con el grupo inferior de mantos de Colico, es cierto que no muestra grandes semejanzas: pero las muestra, en grado mui alto con el mismo grupo de Peumo. La diferencia entre Colico i Peumo se debe talvez a que las minas de Peumo están mucho mas distantes del borde de la zona carbonífera que las minas de Colico. En consecuencia, en Peumo la sedimentacion ha sido mas tranquila i mas favorable a la formacion de mantos de carbon en Colico. Una comparacion del grupo inferior de mantos de Peumo, que se encuentra reproducido a la escala 1:100 en la tabla 9, con los mantos «Doble» i «Alto» dibujados a la escala 1:50, nos muestra una inequívoca semejanza entre los mantos de ámbas rejiones. El manto «Chico» de Peumo, con los dos mantos que le siguen mas abajo, corresponderia a los mantos «Doble» i «Rauch», i el manto «Alto» de Peumo, con los mantitos inferiores, al manto «Alto» de Curanilahue con los pequeños mantos de mas abajo.

Una exacta comprobacion de esta opinion solo será posible una vez que se encuentren las areniscas fosilíferas características de los mantos «Doble» i «Alto», areniscas que comienzan a 12 o 15 m. sobre el manto «Doble», tambien en Colico o Peumo sobre el manto «Chico». Areniscas fosilíferas de tal situacion se conocen en el perfil del pique de Colico (Plano N.º 12), pero actualmente faltan todavía los datos detallados con respecto a los fósiles.

A este respecto son de esperar datos importantes del nuevo pique en construccion en las minas de Carampague. Ademas, un sondaje en el fundo Pilpico, cuya ejecucion se recomienda en el último capítulo del presente informe, seria apropiado para obtener claridad definitiva sobre esta cuestion.

A.—Breve descripcion jeológica de las partes de la provincia de Arauco distantes de los centros mineros actuales.

I. LA REJION AL SUR DEL CAMINO DE LEBU A LOS ÁLAMOS.

Con el mismo ancho que el que poseen en la parte norte, se extienden estas capas terciarias carboníferas mas hacia el sur. A partir de Lebu, puede perseguir

el terciario hácia el sur hasta mas allá de Chimpe (Punta Chimpel en el mapa de la Oficina de Mensura de Tierras). Es mui probable que estas capas lleguen hasta la Punta Morguilla i aun mas allá.

Afloramientos de mantos de carbon se conocen en varios puntos; así, por ejemplo, un manto grande en la rejion de Los Alamos. Al O. de Cullinco se encuentran las pequeñas semi-destruidas boca-minas Melita i Hermosilla. La direccion de las capas es aquí tambien completamente normal de norte a sur; la inclinacion es hácia el O. En la rejion del arroyo Quelen-Quelen, entra el camino de Lebu a Cañete a la rejion de las pizarras micáceas. En el camino mas occidental de Temuco a Cañete, se observan únicamente las areniscas i arcillas mas recientes del cuaternario, que cubren la altiplanicie.

El límite entre la pizarra i el terciario tiene, en la rejion al norte del arroyo Quelen-Quelen, probablemente la direccion suroeste hácia el mar. Mas allá hasta Cañete i hasta la Punta Tirúa situada a 60 km. al sur de esta ciudad, todas las laderas occidentales de la cordillera de la costa se componen esclusivamente de pizarras micáceas; la planicie antepuesta, con las hermosas lagunas de Lanahue, Lleu-Lleu i otras, muestran únicamente areniscas sueltas, que pueden observarse en las barrancas de los arroyos. La estratificacion falsa de estas areniscas indica que su formacion se debe a antiguas dunas cuaternarias. Sobre estas antiguas areniscas de dunas se han depositado las dunas recientes de la enorme faja de dunas que se estiende desde la Punta Quidico hácia el norte hasta la rejion de la Punta Morguilla. Las dunas antiguas han sido talvez la causa de la formacion de los lagos mas arriba nombrados.

Al norte de la Punta Tirúa se encuentran algunas boca-minas abandonadas, de las cuales se trató de extraer carbon. Pero estas boca-minas están situadas en la rejion de las pizarras micáceas, i prácticamente no tienen valor alguno. La existencia del carbon, del cual se encontraron algunos trozos sueltos en el escorial, solo se puede esplicar suponiendo que el carbon haya bajado a la pizarra micácea junto a dislocaciones, o que se trate de trozos dejados por la erosion. Por desgracia, no me fué posible hacer observaciones en las boca-minas, pues éstas estaban llenas de agua. Mi opinion acerca de la completa falta de importancia práctica de estos yacimientos carboníferos, me fué confirmada por el señor Guillermo Raby de Concepcion, quien habia podido estudiar esas boca-minas bajo circunstancias mas favorables. El me comunicó que no existia nada que se podia llamar un manto de carbon.

Aun cuando en el continente en el departamento de Cañete, con escepcion de la parte de mas al norte, ya no se encuentran capas del terciario carbonífero, sin embargo, encontramos estas capas en la isla Mocha antepuesta a la Punta Tirúa; se deduce esto del informe pasado por el señor Machado, i de los fósiles colectados allí.

2. LA REJION NORTE DE LA PROVINCIA DE ARAUCO

a). Desde Lebu hácia la Punta Lavapié

Al hacer la descripcion de la rejion minera de Lebu se mencionaron ya unos puntos de la estratigrafia de Ranquil al norte de Lebu. En la

playa al sur de la desembocadura del río Quiapo, se presentan las inequívocas capas del terciario marino superior. Si se comparan estas capas con las del pique Amalia en Lebu, se debería esperar aquí a una profundidad aproximada de 170 a 200 m. el manto superior «Huitrero». Las capas corren aquí regularmente de norte a sur, i tienen una inclinación de 15° hácia el oeste, de modo que mas al este se pueden esperar afloramientos de los mantos en los cerros. Esta rejion designada brevemente con la denominación «rejion de Ranquil», limita al sur con la rejion de Millaneco; en el norte llega hasta el río Quiapo. Yacimientos carboníferos se conocen en varios puntos de la rejion Ranquil.

A causa de la posición regular de las capas, se recomienda hacer en el futuro un estudio detallado de esta rejion, i determinar eventualmente las profundidades i espesores de los mantos.

En la rejion de los cerros entre las antiguas minas de Huenapiden i la Punta Lavapié, reina una tectónica irregular, que no pude descifrar suficientemente en mi único breve viaje a través de esta rejion. También aquí se conocen yacimientos carboníferos en varios puntos; los cerros están constituidos en su totalidad por el terciario carbonífero.

La nueva mina Raimenco en el NO., contiene un manto de carbon de aproximadamente 0.80 m. de espesor. El rumbo es N. 20° E., i el manteo es de 29° hácia el SE.

Al occidente de la mina junto a la costa del mar, se encuentran las capas inferiores del terciario marino superior con rumbo N. 10° E. i manteo 21° SE.; por consiguiente, en esta parte es de esperar que el manto superior se encuentre a una profundidad de 20 a 30 m.

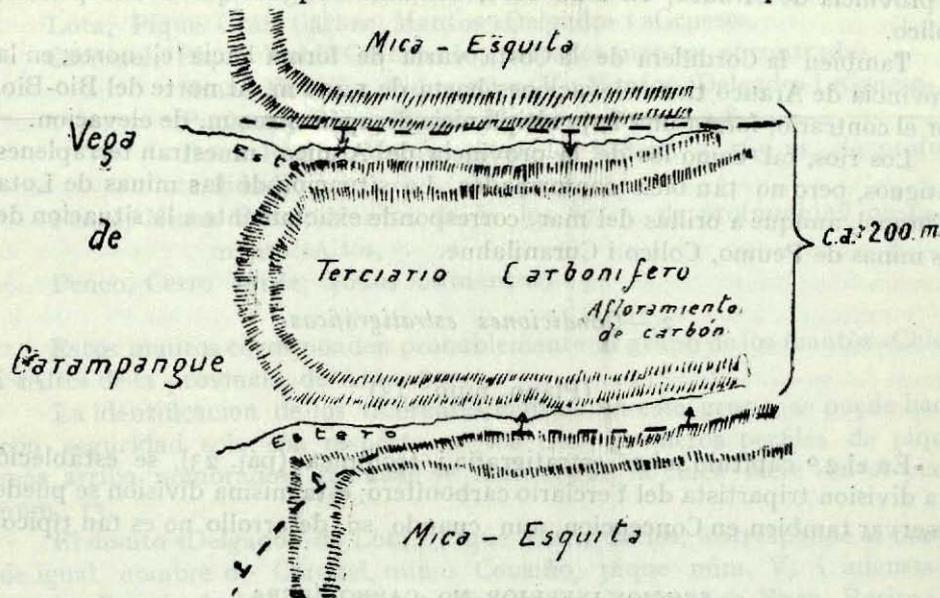
b). Desde Llico hácia el río Carampangue

La tectónica i la estratigrafía se ha tratado ya minuciosamente en el segundo capítulo, que trata de la tectónica. Repetiremos aquí brevemente que desde la Punta Fraile hasta el río Carampangue domina una tectónica sinclinal, i que en la Punta Fraile el terciario marino superior está colocado casi horizontalmente (3° a 7° de inclinación hácia el E.) De gran importancia para el conocimiento del terciario, sería practicar aquí un sondaje, pues este punto está situado casi en el centro entre Lota i Lebu, i porque aportaría un material valioso para la aun no hecha comparación entre los mantos de ambas rejiones. Por otra parte, abriría un campo minero que podría adquirir gran importancia a causa de la tectónica complicada i por la facilidad de construir comunicaciones ferroviarias (con la ciudad de Arauco).

Los afloramientos de mantos de carbon en el fundo Puga, situado a 10 km. al suroeste de la ciudad de Arauco, demuestran que también en la parte entre el río Tubul i el río Carampangue es de esperar que en la profundidad exista el terciario carbonífero debajo de las capas mas recientes. El terciario con inclinación hácia el oeste, está cubierto aquí por arenas i arcillas del cuaternario en un espesor de 50 a 60 metros.

Al norte del pueblo de Carampangue se encuentra un afloramiento de carbon en el fundo Tres Cruces, del cual no tengo mayores datos por encon-

trarse el pozo lleno de agua. Aquí los cerros de la Cordillera de la Costa se componen de mica-esquita. Solo en el fundo Tres Cruces una faja estrecha del terciario ha sido botado por dos fallas en medio de la mica-esquita.



Las fallas tienen el rumbo E.O., pero parece que la falla del sur desvía en la parte occidental hácia la dirección NE-SO. En este caso se prodria esperar encontrar el carbon tambien debajo de las vegas australes de Carampangue.

D.—LA REJION MINERA DE LA PROVINCIA DE CONCEPCION

- 1) Relacion jeográfica.
- 2) Condiciones estratigráficas.
- 3) Tectónica.
- 4) Descripcion de las diferentes minas.

I.—Relacion jeográfica

Mientras que en el sur, en la provincia de Arauco, la Cordillera de la Costa se encuentra separada del mar por la ancha altiplanicie cuaternaria que constituye la mayor parte de esta provincia, en la de Concepcion el Océano Pacífico llega con sus bahías de Arauco i Talcahuano, hasta el pié mismo de dicha Cordillera. Sin embargo, la transicion entre estas dos rejiones no es tan brusca como parece al contemplar el mapa topográfico. La altiplanicie de Arauco, cuya altura ha disminuido ya considerablemente hácia el norte, encuentra su complemento en la poco profunda bahía de Arauco; la isla Santa María, al juzgar por su forma, constituye la directa prolongacion del terraplen de Colico.

Pero en la rejion de la ciudad Concepcion, las condiciones son mas difíciles. Las alturas antepuestas aquí a la Cordillera de la Costa, como por ejemplo

las «Tetas» en la desembocadura del Bio-Bio, la península «Tumbes» junto a Talcahuano i la isla «Quiriquina», aun no se pueden incluir en los terraplenes de la provincia de Arauco; en todo caso, son mas antiguas que el terraplen de Colico.

Tambien la Cordillera de la Costa varia de forma hácia el norte; en la provincia de Arauco tiene elevaciones hasta de 1,400 m. Al norte del Bio-Bio, por el contrario, forma una baja altiplanicie de apénas 100 m. de elevacion.

Los rios, tal como los de la provincia de Arauco, muestran terraplenes antiguos, pero no tan bien conformados. La situacion de las minas de Lota i Coronel, aunque a orillas del mar, corresponde exactamente a la situacion de las minas de Peumo, Colico i Curanilahue.

2.—*Condiciones estratigráficas*

(Plano núm. 13)

En el 2.º capítulo sobre estratigrafía i tectónica (páj. 23), se estableció una division tripartista del terciario carbonífero; esta misma division se puede observar tambien en Concepcion, aun cuando su desarrollo no es tan típico.

SECCION INFERIOR NO CARBONÍFERA

La seccion inferior no carbonífera corresponderia a todas las capas desde la pizarra micácea hasta el manto inferior. El límite entre la seccion carbonífera i el terciario inferior no carbonífero, se encuentra en el Plano núm. 13 más o ménos a las siguientes profundidades de los perfiles de piques:

Lota, Pique Gran Carlos.....	190 m.
Coronel, Minas Cousiño, Pique núm. V.....	120 »
» Puchoco, Pique Morro.....	165 »
» Buen Retiro.....	170 »
Penco, Cerro Verde.....	60 »

Tal como en Colico, faltan tambien aquí las capas marinas en la seccion inferior; como las capas se han depositado esclusivamente en agua dulce, no es sorprendente que de vez en cuando se encuentren intercalados algunos pequeños mantitos de carbon, que sin duda no llegarán nunca a ser mantos de importancia práctica.

SECCION CENTRAL CARBONÍFERA

Esta seccion contiene, tal como en Arauco, los mantos carboníferos explotables. Así como en Arauco, las rocas predominantes son tambien aquí areniscas verdes i arcillas refractarias, pero en la provincia de Concepcion las arcillas desempeñan un papel mucho mas importante que en Arauco. Una division de los mantos en un grupo superior i otro inferior, se puede practicar

aquí solo con una inseguridad crecida. Al grupo inferior se asignarian los siguientes mantos de los diferentes perfiles de piques:

Lota, Pique Gran Carlos; Mantos «Delgado» i «Grueso».

Coronel, Pique Roble Corcobado; todos los mantos encontrados.

» Minas Cousiño, Pique núm. V.; Mantos «Delgado» i «Grueso».

» Puchoco, Pique Morro; Mantos núms. 5 a 8.

» Buen Retiro; Mantos desde los 138 m. a 165 m. de profundidad.

Penco, Minas Rosal; Mantos desde los 87 m. de profundidad hasta el manto «Alto».

Penco, Cerro Verde; Todos los mantos.

Estos mantos corresponden probablemente al grupo de los mantos «Chico» i «Alto» de la provincia de Arauco.

La identificacion de los diferentes mantos en este grupo, se puede hacer con seguridad solo con respecto a los tres primeros perfiles de piques mas arriba nombrados, tal cual se indica por la línea lacre en el plano núm. 13.

El manto «Delgado» de Lota, Pique Gran Carlos, corresponde al manto de igual nombre de Coronel, minas Cousiño, pique núm. V, i además al manto «Principal» del pique Morro. Mas hácia el norte, en Buen Retiro i en las minas Rosal junto a Penco, parece haberse dividido este manto en varios pequeños. El manto «Grueso» de Coronel, pique núm. V, parece haber corrido idéntica suerte mas hácia el norte, de modo que a partir de Coronel se hace difícil su exacta identificacion.

Es probable que el manto «Alto» de Cerro Verde corresponda efectivamente al manto de igual nombre de las minas Rosal, pero es este un hecho que aun no se ha podido comprobar con toda exactitud.

Sobre el manto «Delgado» se encuentra en Coronel un pequeño manto (pique Roble Corcobado a 15 m. de profundidad; minas Cousiño, pique núm. V a 68 m. de profundidad); este manto que en estos dos piques pertenece indudablemente al grupo inferior, parece que mas al O. i mas al N. se separa de los mantos del grupo inferior, trasladándose al centro entre ambos grupos. En el perfil de Coronel, Pique Morro, le corresponderia el manto núm. 4, en Buen Retiro el manto de 107 m. de profundidad, i en Penco, Minas Rosal el manto de 66 m. de hondura.

Simultáneamente con este aumento del intervalo con respecto a los demas mantos del grupo inferior, se presentan en lugar de las arcillas separatrices en el pique núm. V de las minas Cousiño, areniscas que en parte son de grano grueso. Este cambio simultáneo de la estructura i espesor de las rocas, es sumamente interesante i se puede explicar con facilidad por el hecho de que en un lapso de tiempo determinado, dado en este caso por la formacion de los dos mantos de carbon, se forma una capa de arenisca de grano grueso en un espesor mucho mas considerable que una capa de arcilla de grano fino.

Los mantos superiores aun no nombrados, deben considerarse como pertenecientes al grupo superior. A juzgar por las capas marinas con Turritella i

Mytilus que siguen mas arriba, debemos considerar estos mantos como equivalentes al grupo superior de mantos de Arauco. Aquí tal como en Colico, i en contraposicion a lo que sucede en Lebu, las capas marinas siguen solo despues de un intervalo mui pequeño sobre el manto superior. Con respecto a los mantos del grupo superior, nada de esencial puede decirse a mas que su importancia es menor que los del grupo inferior. En Buen Retiro puede observarse una intercalacion de capas marinas, intercalacion que no se encuentra en los demas perfiles.

En los tres perfiles de piques de Coronel (pique Roble Corcobado, pique núm. V de las minas Cousiño i pique Morro) se nota claramente en la direccion E. a O. un aumento del espesor total de la seccion carbonífera. Pero segun los mismos tres perfiles, parece que el espesor de los mantos de carbon aumentan en Coronel en direccion contraria, es decir, de O a E. Si se trata en esta observacion de una regla jeneral para toda la zona carbonífera de Concepcion, no me fué posible determinar, pues ni en Lota ni en Coronel (minas Schwager) se me permitió el acceso a las minas.

SECCION SUPERIOR NO CARBONÍFERA

Las capas de esta seccion no están bien formadas en la provincia de Concepcion, pues el terciario, en comparacion a la parte central i occidental de la provincia de Arauco, está situado a mayor altura, i porque las partes superiores han sido arrastradas ya por la erosion. El límite con la seccion carbonífera, se puede fijar fácilmente en el límite inferior de la capa marina, que en los perfiles de Coronel se encuentra por encima del manto superior. En Lota, pique Gran Carlos, este límite se encuentra probablemente a 100 m. de profundidad. Las rocas son mui semejantes a las de la seccion central. Las capas marinas, en comparacion con las de la provincia de Arauco, parecen disminuir considerablemente.

Hasta la fecha aun no se ha encontrado indicios del plioceno i del cuaternario marino en la provincia de Concepcion.

3.—Tectónica

La tectónica de Lota i Coronel corresponde completamente a la de Peumo i Colico, de modo que no tenemos nada de nuevo que agregar.

Mas hácia el norte, en los alrededores de la bahía de Talcahuano, reinan por el contrario condiciones mui distintas.

El carbon se encuentra aquí en una faja de direccion N. a S., rodeado en ámbos lados por las antiguas rocas de las capas fundamentales; al E. por la Cordillera de la Costa i al O. por la isla Quiriquina, península Tumbes, i por las Tetras situadas mas al sur en la desembocadura del Bio-Bío.

El límite occidental del terciario es una falla, como se puede observar en el corte de la vía férrea en Talcahuano. Es mui probable que el borde occidental se componga no de una sola, sino de numerosas fallas. En cuanto al límite oriental, todavía faltan los detalles necesarios. Las dislocaciones que en las minas Rosal i Cerro Verde junto a Penco atraviesan el terciario, son, en

término medio, de importancia mucho menor que en las rejiones carboníferas mas australes. Es notable tambien la estructura mucho mas suelta de los sedimentos terciarios al norte de Concepcion. Una de las causales principales de esta desviacion debe buscarse talvez en el predominio de los granitos i dioritas en los alrededores de la bahía de Talcahuano. Estos granitos constituian una base mucho mas firme para las capas terciarias que las pizarras micáceas de mas al sur; en los procesos tectónicos, despues de la sedimentacion del terciario carbonífero, los granitos sufrieron la presion principal, protejiendo así las capas mas nuevas superpuestas, capas que por esto no pudieron consolidarse tanto como lo hicieron las de mas al sur.

El limite sur de la rejion carbonífera lo constituye mas o ménos el Bio-Bio; el limite norte corre, a partir de Lirquen, en direccion occidental.

4.—*Descripcion de las diferentes minas*

a).—*Lota*

La Compañía de Lota i Coronel (minas Cousiño), no me ayudaron en lo mas mínimo. Dicha Compañía no me permitió bajar a las minas, ni siquiera estudiar los perfiles de los piques i sondajes. En consecuencia, me fué del todo imposible obtener dato alguno sobre la tectónica de las minas de Lota i Playa Negra.

En los cerros detras de Lota i Coronel, el conglomerado basal del terciario se puede observar en varios puntos sobre las antiguas pizarras de la Cordillera de la Costa. En las escarpadas costas que desde Lota Alto bajan al mar, afloran las areniscas verdes de la seccion carbonífera, con algunos mantos intercaladas. Inmediatamente al sur de Lota nos encontramos con las antiguas rocas de la Cordillera de la Costa, separadas del terciario que sigue mas al norte, por una dislocacion de direccion E. a O. La tectónica de las minas de Lota, ha de ser mui semejante a la de Coronel, que se describe en el párrafo siguiente.

A partir de Lota, la formacion terciaria sigue sin interrupcion hasta Coronel. En el centro entre ámbas localidades, se encuentran las minas de Playa Negra pertenecientes a la Compañía de Lota i Coronel. Estas minas se explotan sólo en escala reducida, pues aquí existen, segun he oido decir, numerosas dislocaciones.

b).—*Coronel*

(Plano núm. 10)

Son tres las minas grandes que se explotan en esta localidad:

- 1.—Compañía Carbonífera i Fundicion Schwager, en Puchoco i Maule.
- 2.—Compañía de Lota i Coronel, en Buen Retiro.
- 3.—Minas Rojas.

Sobre Buen Retiro no se obtuvo noticia alguna. Con respecto a las otras minas, consúltese el Plano N.º 10. La rejion terciaria de Coronel la encontra-

mos aquí limitada al E. i al N. por la pizarra micácea. Mientras que el límite oriental corresponde a la posicion de las capas terciarias inclinadas al oeste sobre la mica-esquita; el límite norte debe su oríjen a una falla.

La tectónica corresponde exactamente a la de Peumo i Colico, es decir, el rumbo de las capas es de N. a S., i hai una débil inclinacion hácia el occidente. En las minas Schwager de Puchoco, la inclinacion de las capas hácia el occidente disminuye constantemente hasta encontrarse casi horizontales en el campo carbonífero submarino.

La tectónica del terciario es sumamente regular en esta rejion; una escepccion hacen las antiguas minas en el Merquin i Sebastopolito, cruzadas por innumerables fallas.

No tomando en cuenta estas minas ni las minas Cousiño situadas mas al oriente, que han explotado un campo carbonífero de inclinacion regular hacia el O. encontramos como primer gran campo carbonífero el de las minas Rojas en Puchoco-Rojas al occidente de Coronel. Las capas tienen aquí una inclinacion de mas o ménos 10° hacia el occidente. Las fallas son muí escasas i de poca altura, i tienen jeneralmente una direccion E a O. El límite noreste de las explotaciones es formado por una falla de 25 ms.

Como las minas Rojas estan situadas entre el pique N.º 5 de las minas Cousiño i que el pique Morro de Puchoco, los mantos corresponden en cuanto a su distribucion, completamente a los perfiles de los dos piques mas arriba nombrados, reproducidos en la Tabla XIII. Los nombres de los mantos son:

Manto «Gas».....	0.80
» «San Miguel».....	0.90
» «Dolores».....	1.10
» «Blanco».....	0.80
» «Alto».....	1.30

Los tres mantos superiores corresponden a los tres mantos del grupo superior de mantos.

Mas al O. siguen las inundadas minas de Puchoco-Délano. En esta parte, las fallas tienen direccion NNE-SSO; la altura es jeneralmente reducida. Posteriormente, las minas Schwager han pasado por medio de un chiflon doble por sobre los inundados laboreos de Puchoco-Délano, i explotan ahora el carbon submarino que se encuentra al otro lado. Se encontraron aquí dos grandes fallas de direccion NNE. a SSO., entre las cuales la parte central ha sido botada por 70 ms.

Las minas de Maule situadas al norte de Puchoco-Délano, pertenecientes tambien a las minas Schwager, tienen una gran falla de direccion N. a S., de mas de 100 ms. de altura.

Por ahora es imposible dar mayores informes sobre las minas de carbon de Coronel, pues justamente sobre las minas principales no se pudieron obtener datos mas detallados.

c).—*Penco Minas Rosal, Cerro Verde i Lirquen*

Sobre la comparacion de los mantos de las minas Rosal al sur de Penco, se ha hablado ya en el capítulo que trata de las «Condiciones estratigráficas en la provincia de Concepcion».

El chiflon labrado en las minas Rosal, ha atravesado una gran cantidad de mantos de carbon (véase Plano N.º 11), de los cuales son dos de importancia: el manto «Chico» i el «Alto», al cual se llegará una vez que se prolongue mas el chiflon. Las capas corren de N. a S. i tienen una inclinacion de 15° hacia el O. Una gran falla de 65 ms. se encuentra en la parte occidental del campo carbonífero; esta misma falla se encontró ya mas al sur en las antiguas minas de Santa Ana.

Al norte de Penco están situadas las minas de «Cerro Verde». Estas minas explotan el carbon submarino antepuesto a la costa. El campo carbonífero tiene una configuracion extraordinariamente regular.

La direccion dominante es de N. 20° E. En tierra firme domina la inclinacion de 15° hacia el O; mas al occidente, la inclinacion se hace siempre menor, hasta llegar a ser casi horizontal. En el campo explotado se han encontrado hasta ahora sólo mui pocas fallas de altura mui reducida, que oscila entre 1 i 3 ms. Interesante es que la direccion de las capas se desvía en la parte austral del campo hacia la direccion E. a O., de manera que aquí domina una direccion N. 75° E.

En Cerro Verde se ha dado sólo con un manto explotable que tiene un espesor de 1.10 m. Debajo de este manto se conocen 100 ms. mas de rocas, en su mayor parte arcillas refractarias, pero sin contener un solo manto explotable. Por consiguiente, el manto de Cerro Verde representa probablemente el manto explotable mas profundo, que corresponderia al manto «Alto» de las minas Rosal. En este caso, tendrian que haber desaparecido varios pequeños mantos que en el perfil del chiflon San Juan están situados entre el manto «Chico» i el «Alto».

Mui análogas a las condiciones de Cerro Verde son las que reinan en las minas Lirquen situadas un tanto mas al norte, i que hasta la fecha se han explotado sólo en escala reducida. Tambien aquí se explota un solo manto que corresponde al manto de Cerro Verde.

E.—*El carbon del Valle Lonjitudinal*

Desde la rejion de S. Rosendo hasta Puerto Montt i Chiloé al sur, se conocen yacimientos carboníferos en numerosos puntos del Valle Lonjitudinal. Estos yacimientos carboníferos, cuya tectónica i condiciones estratigráficas tienen un carácter mui diverso de los de las provincias de Arauco i Concepcion, los pude estudiar sólo mui superficialmente en el verano pasado en Mafil (Millahuillin) i Mulpun junto a Valdivia.

El carbon, encerrado perfectamente por arcillas refractarias i arenas sueltas, descansa a poca altura sobre las antiguas pizarras micáceas. Las capas carboníferas no han sufrido casi ninguna dislocacion. La mui débil e irregular-

mente variable inclinacion, puede tener su causa en una sedimentacion primaria.

Si se consideran todas las condiciones estratigráficas i tectónicas, es lo mas probable que el carbon del Valle Lonjitudinal sea de edad pliocena.

El manto de Mafil de casi 4 ms. de espesor i cruzado por varias capas de arcilla, comprueba que el carbon del Valle Lonjitudinal no carece del todo de cierta importancia práctica. Una descripcion mas minuciosa del yacimiento carbonífero de Mafil, la daré el año próximo, despues de una nueva i detallada exploracion.

IV

RESÚMEN DE LOS RESULTADOS

Los resultados de mis exploraciones del verano próximo pasado, pueden resumirse brevemente en las siguientes frases:

1. Todos los sondajes que desde varios años ha practicado la Inspeccion de Jeografia i Minas en la rejion carbonífera, no han tenido hasta la fecha ni siquiera el mas mínimo resultado.

2. Todas las rocas de la provincia de Arauco pueden resumirse en la siguiente tabla estratigráfica:

Cuaternario: Terraplenes i arenas de la altiplanicie de Colico.

Plioceno: Capas al oriente del rio Tubul.

Mioceno-Oligoceno: Capas carboníferas de las provincias de Arauco i Concepcion.

Discordancia.....

Cretáceo: Capas de Quiriquina.

Discordancia.....

Pizarras i areniscas de Gomero que contienen restos vegetales.

Granitos i rocas metamorfas.

3. El carbon que hasta ahora se conoce en el Valle Lonjitudinal, es mucho mas nuevo que el carbon de Arauco i Concepcion; el carbon del Valle Lonjitudinal es probablemente de edad pliocena.

4. Se confeccionó un esquema tectónico unitario para las minas situadas en la base occidental de la Cordillera de la Costa.

5. El terciario carbonífero de Arauco pudo dividirse en las siguientes tres secciones:

3). Seccion superior no carbonífera;

2). » » carbonífera;

1). » inferior no carbonífera.

6. Los mantos mismos se dividieron en la provincia de Arauco en un grupo superior i otro inferior; se comprobó la existencia de estos grupos a traves de toda la provincia de Arauco. Esta misma division bipartita es tambien muy probable para la provincia de Concepcion.

7. Los mantos de carbon son de formacion autóctona, sedimentados en estensos pantanos cercanos al mar.

8. En vista de las exploraciones hasta ahora practicadas, se recomienda una serie de puntos para las sondas del Gobierno; como tales puntos son:

a) Un punto situado a unos cuantos centenares de metros al occidente de la casa Sáez en el fundo Pilpilco. Este sondaje seria de gran importancia práctica, pues por medio de él se determinaria si el importante manto de Pilpilco se estiende en igual espesor i calidad desde la boca-mina Pilpilco hasta ese sitio. Por otra parte, este sondaje, que atravesaria tambien los mantos del grupo superior, seria de gran importancia para poder comparar definitivamente el grupo «Doble-Alto» con los mantos de Colico i Lebu.

b) Sondaje en la Punta Fraile al occidente de la ciudad de Arauco.

Este sondaje comenzaria en las capas de la seccion superior del terciario carbonífero i haciéndolo de una profundidad suficiente, daria un perfil completo del terciario. El manto superior es de esperar se encuentre a los 130 a 170 ms. de hondura, i el sondaje, con una profundidad total de 350 a 400 ms. atravesaria todas las capas carboníferas.

Prácticamente un sondaje en la Punta Fraile seria de gran importancia por la falta de grandes dislocaciones i la escasa inclinacion de las capas, pues éstas son las condiciones mas favorables para la explotacion. Además, desde la ciudad de Arauco se podria construir fácilmente un ramal que fuera a empalmar con la via férrea de Coronel i Concepcion.

c) Sondaje en la playa de Ranquil al norte de Lebu.

Tambien aquí existen condiciones tectónicas favorables, i practicando el sondaje, es de esperar que se obtenga un perfil completo a traves de todo el terciario carbonífero.

9. Plan de trabajo para los años siguientes

A lo largo de toda la costa, desde Constitucion hasta Chiloé, se conocen numerosos puntos con afloramientos de mantos de carbon, pero ninguno de estos, con escepcion de los de las provincias de Concepcion i Arauco, ha sido hasta la fecha estudiado detalladamente. Esto mismo se puede decir tambien con respecto al carbon mas reciente del Valle Lonjitudinal. Probablemente muchos de estos yacimientos tienen importancia práctica. Una exploracion de toda esta zona, que no pudo realizarse en el verano pasado por falta de tiempo i por el hecho de que solo ha sido disponible un jeólogo, de los dos contratados para estos estudios, deberá considerarse como mision principal para el próximo verano. Esta mision consistiria en determinar, para cada yacimiento carbonífero, la edad jeológica i rasgos fundamentales de la tectónica, i designar al final aquellas rejiones que aparezcan como las mas apropiadas para un estudio mas detallado.

Para la mayor parte de la provincia de Arauco puede considerarse como finiquitado el estudio provisorio, que es el que constituye el contenido del presente informe.

Habria que iniciar ahora la exploracion especial de esta zona, a partir de Curanilahue hácia el sur. La tarea principal consistiria en seguir los mantos del grupo «Doble-Alto» en direccion N. a S.; simultáneamente habria que estudiar los perfiles trasversales creados por los profundos valles de los rios.

Del todo necesario para estas exploraciones es el levantamiento de un

mapa topográfico de la rejion en la escala de 1:25,000 a lo ménos en la de 1.50,000.

Estas exploraciones especiales en la provincia de Arauco, en su gran mayoría solo se podrán ejecutar en el verano subsiguiente.

DR. J. BRÜGGEN,
Jeólogo del Ministerio de Industria
i Obras Públicas.



La industria minera de Chile en 1912

Hasta donde permiten apreciar las informaciones estadísticas reunidas en los dos primeros meses del año en curso, se puede calcular para el año último un resultado bastante halagador.

En jeneral, puede darse por seguro que las cifras totales de las principales ramas de la produccion minera, marcarán un aumento de importancia.

A ello han contribuido factores de diverso carácter, que se analizarán a la lijera al pasar en revista cada sustancia.

El valor total de la produccion pasará seguramente de \$ 350.000,000 oro de 18 d., es decir unos veinte millones superior a la de 1911.—Distribuido este valor total por cada sustancia, creemos que mui aproximadamente corresponde a la siguiente proporción:

Salitre i yodo	78	%
Cobre.....	8,50	»
Carbon.....	6,50	»
Borato.....	2,70	»
Plata.....	0,50	»
Oro.....	0,30	»
Otras sustancias.....	3,50	»

En cuanto al valor de la esportacion de productos mineros i metalúrgicos será de unos \$ 320.000,000—oro de 18 d. que corresponden mas o ménos a la misma proporción que se atribuye a las sustancias de produccion, escepto el carbon, que es un artículo de consumo en el país.

Figura como es natural en primera línea el salitre con sus industrias anexas, yodo i perclorato.

Ateniéndonos a las cifras publicadas por la Asociacion de Propaganda en sus Boletines del movimiento mensual, la industria salitrera siguió en 1912 su progresion de aumento, como lo demuestran las tres cifras principales que con ella se relacionan, que damos comparadas con las de 1911:

Produccion quintales métricos	Esportacion quintales mts.	Consumo mundial qq. mts.
1911..... 54.804,856	53.250,327	62.181,477
1912..... 56.214,140	54.199,439	54.990,104

Conocidas como son las causas de este aumento constante, nos limitaremos a citar la opinion del señor Presidente de la Asociacion espuesta en la Junta Jeneral de 26 de febrero último, condensada en lassiguientes palabras: «El aumento del consumo mundial i el alza consiguiente de los precios han estimulado la produccion llevando a la industria a la brillante situacion en que se encuentra, gracias a la propaganda.»

La industria del cobre se desarrolló en el año en forma floreciente, halagada por un buen precio.

La Braden Copper C.^o entró ya a producir barra i se puede calcular que esportó alrededor de 4,000 toneladas, lo cual si bien no corresponde al máximo de su capacidad, ni mucho ménos, puede considerarse ya como la presentacion oficial de un nuevo productor que há de contribuir a levantar la minería del cobre en Chile, con su produccion efectiva i con su ejemplo industrial.

La llegada de capitales yankees a Chuquicamata i la consiguiente iniciacion de trabajos empezó tambien a producir sus efectos en 1912 i se espera que para el año en curso este centro minero aportará un valioso continjente a la produccion del cobre.

Pero donde se notó mejor la influencia benéfica del alza del cobre fué en el ramo de los pequeños productores, factor que, unido a la entrada triunfal que el Ferrocarril Lonjitudinal va haciendo en las provincias del Norte, contribuyó marcadamente a despertar en ellos nuevos bríos para la explotacion de sus minas abandonadas i para iniciar trabajos en aquellas que ántes solo constituian una esperanza para sus amparadores.

A la larga han de notarse mas sensiblemente sus resultados.

Pero hai que pensar tambien en que esto puede acarrear un perjuicio relativo, cual seria el aumento del tonelaje de esportacion de minerales crudos cuyos fletes hasta la costa vendria a abaratar el Ferrocarril.—Este tonelaje subió en 1911 de 65,000 tons. i hai la seguridad de que en 1912 será mayor por las razones espuestas. Habria, pues, llegado el momento de poner remedio a esta situacion, a fin de que ese tonelaje se beneficie en el pais i deje aquí su utilidad.

Para probar la urjencia que hai en tomar medidas que vengan a llenar esta necesidad no hai mas que comparar la produccion de barra de años anteriores con la esportacion de ejes i minerales crudos i se verá que el interes por el beneficio completo hasta llegar a la barra decrece de manera alarmante, en cambio de aumentar considerablemente la esportacion cruda, síntoma que da mui triste idea de nuestra iniciativa industrial.—Las cifras comparadas serian las siguientes:

Barra producida kilos finos	Ejes esportados kilos finos	Minerales esportados kilos finos
1903..... 24.113,605	1.476,008	3.505,100
1904..... 25.724,478	216,501	4.504,114
1905..... 22.989,266	1.323,487	3.924,593
1906..... 18.567,061	2.457,563	4.071,305
1907..... 17.042,096	2.826,361	7.118,692
1908..... 20.321,964	4.311,597	16.989,194
1909..... 19.377,230	3.930,661	18.726,320
1910..... 18.119,975	4.434,810	15.217,568
1911..... 16.438,779	4.229,769	15.264,299
1912 (1) .. 20.000,000	5.000,000	17.000,000

Analizar en detalle las causas de este estado de cosas verdaderamente perjudicial para los mismos interesados, seria tarea larga i penosa.—Aparte de la natural tendencia de nuestra raza a hacer fortuna fácil i rápida, han influido tambien factores económicos de efectos jenerales, que miéntras no se solucionen mantendrán alejado al capital necesario.

En resúmen, la producción total de cobre fino en 1912, creemos que será de 42,000 toneladas.

En cuanto al oro i la plata no vale la pena detenerse gran cosa en ellos.—La producción de oro aumentará en algo, gracias a Las Vacas i Curacaví, pero no pasará de 1.200,000 gramos finos.

La plata seguirá decreciendo como viene desde hace años. Nuevos productores no hubo i por el contrario los antiguos vieron disminuir su producción, como consta de informaciones recientes.—Calculamos que la producción fina bajará a 30,000 kilos.

La industria carbonífera siguió su desarrollo en buenas condiciones.—Algunas minas nuevas entraron en producción i las antiguas siguieron su marcha normal.

La producción neta fluctuará alrededor de 1.200.000 toneladas que, debido a las huelgas del año en los centros productores ingleses, alcanzaron un valor medio de \$ 19.—oro la tonelada, o sea un valor jeneral para la producción de \$ 22.800,000 oro.

La producción de boratos siguió su escala de aumento, pasando de 50.000 toneladas.

OSVALDO MARTÍNEZ C.

La instalacion hidro-eléctrica del mineral "El Teniente" ⁽¹⁾

POR W. CORDERO Q., INGENIERO CIVIL

Esta instalacion está en el rio Cachapoal, a mas o ménos 300 kilómetros del puerto de Valparaiso. La estacion de fuerza está al pié de la Cordillera de los Andes, a 750 metros sobre el nivel del mar. Se ha hecho para suministrar enerjía a la mina, molinos, fundicion, etc., de la Braden Copper Company, Rancagua, Chile.

El rio Cachapal es mui apropiado para instalaciones de fuerza motriz, teniendo su nacimiento en las nieves eternas de los Andes. Por esto es que, contrariamente a lo que sucede en los rios del Oeste de los Estados Unidos, las aguas no dejan de correr durante los dos últimos meses de la estacion seca, no produciéndose el estiaje sino en la estacion de invierno. Aun en esta época las aguas no bajan demasiado, a causa de que hai una hoya hidrográfica mas abajo de los 1,200 metros de altura, que recibe por lo jeneral lluvia en vez de nieve. Las aguas mas bajas que se han rejistrado dan un gasto de 16 m³ /seg., correspondiendo el promedio de aguas bajas a 20 m³ /seg., i el promedio de aguas altas a 130 m³ /seg. Los árboles acarreados i los depósitos de arenas indican que a veces el rio experimenta creces considerables.

Canal.—La distancia entre la boca-toma del canal i la estacion de fuerza es de 13 kilómetros. Hai cuatro túneles que suman una longitud de 670 metros; las canoas alcanzan a 365 metros, siendo el resto canal abierto con 460 metros de revestimiento de concreto. Toda la longitud en túnel está en buena roca, excepto 150 metros que se hayan reforzados con enmaderacion. Las canoas están construidas de pino oregon en bruto en tablas de 2,5×10 cmts. las pilas de las canoas son de roble, madera nativa. La capacidad del canal es de 17 m³ /seg.; la seccion de 11.6 m² i la pendiente de 0.001. La escavacion del canal que alcanza a 445,000 m³ fué hecha toda a mano.

Con el objeto de impedir la entrada al canal de grandes cantidades de aguas superficiales se han dispuesto canoas sobre el canal en los cruces con las grandes quebradas. La figura 1 da los valores de *n* i *c* de la fórmula de Kutter, obtenidos experimentalmente en varias secciones del canal de Cachapoal. En estos experimentos las secciones trasversales fueron tomadas escrupulosamente, la pendiente fué tomada haciendo una nivelacion sobre el fondo del canal, 250 metros arriba 250 metros abajo de la seccion. En las medidas de las velocidades se usó un molinete Keufel and Esser,

El dique o represa al traves del rio, que eleva el agua en 3,50 metros, está construido de concreto con una seccion trasversal calculada como muro de sostenimiento. Es en realidad un vertedero con una cresta de 41 metros de largo. Está reforzado con rieles i puede resistir choques considerables durante las grandes creces. Las compuertas de entrada que son cuatro, se maniobran a ma-

(1) Traducccion del artículo «A Hydroelectric Power Plant in Chile» by E. H. Hatch, Resident Engineer, publicado en el *Engineering Record*

no por medio de mecanismos de tornillo. Se han proyectado de tal manera que es fácil conectarlos a un motor eléctrico. Están protegidas de las aguas altas por un tabique de concreto armado.

Durante los meses de aguas altas, el agua del rio arrastra constantemente sedimentos gruesos i piedras de gran tamaño. Las piedras mas grandes se detienen en la concavidad de las curvas del rio, i por esto es que no entran en las compuertas de entrada que están precisamente en la convexidad de una de estas curvas.

El problema de las piedras i sedimentos —Con el objeto de eliminar de las aguas del canal las piedras i los sedimentos ha sido necesario construir una cámara para las piedras i un estanque de decantacion. Como estas piedras i sedimentos aparecen solo en época de aguas altas, se decidió que esta cámara i el estanque se limpiaran con las aguas en exceso. Por esta razon los primeros 300 metros se construyeron con una pendiente de 0.004, siendo la misma la seccion que en el canal normal, lo que da un exceso de gasto de 14 m³ /seg. Fué necesario revestir este trozo de canal con albañilería i concreto, a causa de que el agua llevaria gran velocidad i que el terreno no era suficientemente sólido.

La cámara para piedras se ha construido a 290 metros aguas abajos de la bocatoma. Consta de dos compuertas descargadoras paralelas al canal, 0.92×1.84 metros, estando las piezas guías selladas a macizos de concreto que se unen a su vez a las banquetas del canal por medio de muros de concreto armado. Las compuertas son maniobradas a mano, por medio de mecanismos de tornillo. Desde 8 metros ántes de las compuertas el fondo del canal toma una pendiente mayor, de tal manera que inmediatamente al fin de las compuertas el fondo del canal se encuentra en depresion con respecto del fondo normal del canal. En este punto hai un muro transversal cuya cúspide coincide con el fondo normal. A su vez frente a las compuertas el fondo tiene pendiente hácia ellas, lo que hace que las piedras se vayan por gravedad sobre las compuertas i se escapen por ellas. Las compuertas se dejan abiertas en la cantidad que se necesiten durante todo el período de aguas altas.

La eficacia de la cámara para piedras fué probada poco despues de correr por primera vez las aguas del canal. Accidentalmente se cayeron dentro del canal varias planchas de fierro galvanizado, se fueron hácia las compuertas de la cámara i las taparon. Al dia siguiente se habian formado frente a ellas depósitos de piedras que llegaban hasta 1 metro de altura. Se abrieron entónces las compuertas i todo este material junto con las planchas pasó fácilmente a traves de ellas. Las piedras alcanzaban hasta 20 centímetros de diámetro.

Estanque de decantacion i descargas.—El estanque de decantacion está a 15 metros mas abajo que la cámara para piedras, al fin del trozo de canal de pendiente rápida. Una dificultad al proyectar el estanque de decantacion se debió a que la diferencia de altura entre el fondo del estanque i la superficie del agua del rio no era suficiense para dar al fondo del estanque una pendiente hácia el rio de 20 grados mas o ménos como era necesario. Si esto hubiera sido posible, un juego de compuertas colocadas hácia el rio i párcialmente abiertas habrian sido suficientes para haber descargado el estanque de toda la arena depositada. Esta diferencia de altura no pudo haber sido obtenida sino que le-

vantando la represa o corriendo el estaque aguas abajo del canal. En ámbos casos la topografía del terreno hacia prohibitiva la ejecucion de la obra. En consecuencia, se proyectó un estanque en concreto armado con un fondo plano. Las figuras 3 i 4 muestran en sus grandes líneas la disposicion del estanque.

Cierta cantidad de arena queda en el fondo del estanque entre los agujeros de salida; pero la altura de la capa de arena no sube mas allá de la que permita el talud de escurrimiento de la arena húmeda. Las compuertas de los agujeros de salida se abren, naturalmente, durante todo el tiempo en que las aguas vengan mui cargadas de sedimentos. El estanque miéntras funciona retiene las materias gruesas i arenosas; pero una considerable cantidad de materias arcillosas pasan en suspension en el agua las que felizmente no causan daño apreciable en las turbinas.

Hai cinco juegos de compuertas de descarga a lo largo del canal, por medio de los cuales se puede desaguar en puntos distanciados a ménos de 3 Km. En cada descarga el fondo del canal se profundiza bruscamente en 1.80 m., lo que hace que el umbral de las compuertas quede francamente bajo el fondo del canal. Este dispositivo ha dado mui buenos resultados sobre todo para retener cuerpos estraños que por cualquier motivo arrastren las aguas. Cada descarga consiste de cuatro compuertas cuyas guías van sujetas a macizos de concreto. Muros de concreto armado van desde lo alto de las compuertas hasta la banqueta del canal. La maniobra de estas compuertas es la misma de todas las anteriores.

A 300 m. ántes de llegar al fin del canal se ha establecido un vertedero que puede descargar cualquier cantidad de agua que no sea necesaria en las turbinas. En caso de una parada total de éstas, el vertedero puede vaciar todo el gasto del canal.

En el extremo del canal no se ha dispuesto un estanque regularizador de nivel; la topografía del terreno hacia que su construccion fuera mui costosa. Sin embargo, en los 30 m. finales la seccion del canal se agrandó hasta 42 m². Una represa de albañilería construida en la ribera de afuera del canal sirve de arranque a las cañerías que van a las turbinas. El mismo muro lleva la rejilla i las compuertas i sus mecanismos.

Las cañerías son tres i están construidas de planchas de acero remachadas, teniendo un largo cada una de 320 m. El diámetro es de 1.22 m., i el espesor de las planchas varia desde 6 mm. hasta 13 mm. Al salir de la represa cada cañería está provista de un tubo piezométrico con el objeto de evitar los efectos del vacío cuando se cierran las compuertas. Las cañerías descansan sobre macizos de concreto. La cañería de los excitadores está unida a cada una de las cañerías principales, pudiéndose así hacer trabajar los excitadores con una o con todas las cañerías. La diferencia de altura entre las aguas del fin del canal i las aguas normales del desagüe [de las turbinas es de 136 m.

Estacion de fuerza i maquinaria.—Para ubicar la estacion de fuerza fué necesario desmontar 31,000 m³ de un conglomerado suelto; parte de esta escavacion se efectuó por medio de un chorro hidráulico. El edificio tiene 20x50 m. i está construido de armadura de acero i cubierto con fierro galvanizado. Todas

las fundaciones, el desagüe, los pisos i los muros principales de los costados son de concreto o de concreto armado. Sabiéndose que el rio subia a veces hasta 4.50 m. sobre sus aguas altas normales, se colocó el piso de este edificio a 7.50 m. sobre el fondo del rio. Como el terreno de fundacion es de aluvion, los muros exteriores pueden ser sometidos a una solicitacion de adentro hácia fuera, en el caso en que la inundacion máxima se hubiera efectuado i hubiera bajado en seguida el nivel del agua bruscamente. Por estas razones se han construido de cemento armado el muro de frente i parte de los muros terminales. Los rieles de 16 K usados en estos muros i otras partes de la obra provenian de una gran cantidad de rieles inservibles que la compañía habia adquirido. Para prevenir los efectos de posibles socavaciones del rio se han fundado los muros sobre pilotajes de rieles hincados de 4 a 5 m. en el ripio.

En la estacion hai tres unidades principales, cada unidad se compone de una turbina Pelton-Francis de doble descarga de 4.000 HP que mueve un alternador Westinghouse de 2,000 KW, 2,300 volts., trifase, 60 ciclos i 600 rev. min. Estos alternadores están contruidos para soportar una sobrecarga de 50% durante dos horas. Hai dos unidades excitatrices, siendo cada una de 100 KW, 125 volts, 720 rev. min., i conectada directamente a una rueda Pelton de 200 HP. Hai ademas una unidad ausiliar para la maniobra de grúas, etc.; se compone de un dinamo de corriente continúa de 40 KW i 125 volts. conectado a un motor trifásico de 60 HP i 2,300 volts o, si es necesario, a una Pelton de 80 HP. Todas las máquinas llevan reguladores especiales Pelton de aceite en presion.

En el piso inferior frente a los jeneradores están los trasformadores elevadores de voltaje colocados en compartimientos de concreto separados unos de otros. Cada unidad se compone de tres trasformadores Westinghouse aislados en aceite i enfriados por corriente de agua; cada uno es monofase, 667 KW i 2,300 a 33,000 volts. Los jeneradores se unen a los terminales de 2,300 volts. que están debajo del piso por medio de cables con envoltura de plomo i a traves de disyuntores de aceite. De la misma manera se unen los terminales de 2,300 volts al primario de los trasformadores. Los conductores de alta tension de los trasformadores son tubulares de cobre i van protegidos por barreras de concreto hasta llegar a los desconectores de aceite en el segundo piso debajo de los terminales de 33,000 volts, los que están en una caja de concreto enfrentando la parte de atras de los trasformadores. La línea parte de este terminal hácia los desconectores de aceite colocados en el segundo piso, i de allí por debajo de este piso hasta los carretes de reaccion i desconectores de la pared. Los conductores atraviesan la muralla i se conectan a los conductores de la trasmision i a pararrayos electrolíticos, los que están colocados sobre una plataforma debajo de la salida de los conductores. Todos los aparatos de maniobra i desconectores se pueden maniobrar a la distancia desde una mesa colocada en el segundo piso.

En el primer piso hai un taller equipado con las máquinas necesarias para hacer las reparaciones ordinarias. En el segundo piso hai una batería de acumuladores para el alumbrado en caso de accidentes; las oficinas principales están en el mismo piso. Un puente-grúa de 25 t puede maniobrar a todo lo largo del edificio encima de los jeneradores.

Línea de trasmision.—La línea de trasmision es de 29 Km. de largo i se compone de cables número 2 de siete alambres torcidos de cobre duro. Los tres conductores, separados de 2.15 m. en el plano vertical, van suspendidos de aisladores a torres de acero proyectadas para llevar dos líneas, una a cada lado. Las torres se construyeron con los rieles usados de que ya se ha hablado; su altura varia de 12 a 22 m. i están espaciadas de 150 a 250 m. segun lo exija la topografía de esta abrupta rejion. En la sub-estacion que está ubicada cerca de la mina i del molino, los 33,000 volts se bajan a 2,300 volts. para las trasmisiones locales, i a 500 volts para el movimiento del molino.

Toda la instalacion se ha proyectado con la intencion de duplicar su capacidad en el futuro. Las obras de toma, el canal i accesorios se han construido teniendo en vista este objetivo.

Mr. C. G. Newton ha sido el superintendente de toda la instalacion; Mr. A. J. Noerager i Mr. R. C. G. Clark proyectaron e instalaron la parte eléctrica. Mr. L. A. Thomas instaló la maquinaria de la estacion de fuerza; Mr. W. P. Marshall se encargó de la construccion de la boca-toma, túneles, canal i accesorios i Mr. L. E. Stevens construyó la línea de trasmision i sub-estacion. El autor proyectó la boca-toma, la cámara para piedras, el estanque de decantacion, las descargas i las obras de concreto de la estacion de fuerza, i últimamente ha tenido a su cargo la construccion de la estacion de fuerza, de las cañerías de bajada i demas obras del extremo del canal.



Empleo del polvo de carbon como combustible ⁽¹⁾

En el interior de las minas i durante el cribado se producen enormes cantidades de polvo de carbon. Ahora bien, esta materia posee un poder calorífico considerable i pagaria con creces los gastos que ocasionase su aprovechamiento si se pudiese utilizar fácilmente.

El polvo de hulla arde completamente cuando se le introduce, con una proporcion conveniente de aire, en un horno fuertemente caldeado. Se ha tratado de quemarle inyectándole en los hogares de calderas Lancashire, pero se observó que los canales se llenaban mui pronto de combustible imperfectamente quemado, reduciendo considerablemente el rendimiento de la caldera. Se han ensayado otros métodos, pero sin resultado, por haberse comprobado que la mampostería del hogar era atacada.

Así es, que actualmente no se emplea el polvo de carbon casi mas que para la coccion del cemento en hornos especiales, i no se utiliza para calentar las calderas.

M. Hugh Vaughan, en una comunicacion presentada a la *Manchester Geological and Mining Society*, ha dado cuenta de una instalacion que ha sido establecida en las hulleras de Autwood; cerca de Radcliffe, donde funciona con éxito. Hai una criba que sirve para tres pozos i se ha instalado un sistema mui completo para recojer el polvo de carbon. Este es aspirado por un

(1) De la Revista Minera, Metalúrgica i de Injeniería, Madrid.

ventilador, que da 680 vueltas por minuto, i enviado a un colector de 3 metros de diámetro i 6 metros de altura.

El aire cargado de polvo entra lateralmente i adquiere un movimiento de rotacion determinado por tabiques; los polvos se separan i caen para reunirse en el fondo, de donde son estraidos por medio de un aparato especial para ser llevados a las calderas.

Se emplea la caldera Bettington; ésta suministra el vapor a una máquina compound que acciona un compresor de aire de dos pisos, de 630 caballos indicados i, por medio de una válvula reductora de presion, a otras máquinas situadas a un centenar de metros de distancia i que suministra enerjía a la mina. Se han hecho ensayos de consumo i se ha observado un gasto por hora de 489 kilogramos de polvo de carbon i una evaporacion de 3,873 litros de agua, o sea una evaporacion brutal de 12.7. La temperatura media del agua de alimentacion era de 62° centígrados; la presion del vapor de 10.5 kilogramos, i el recalentamiento de 70° centígrado. La temperatura de los gases a la salida de los canales era de 285° centígrados. La proporcion de vapor por metro cuadrado de superficie de calefaccion fué de 17.7 kilogramos.

Un análisis del carbon empleado dió: cenizas, 16.98 por 100; materias volátiles, 29.64; carbono fijo, 55.38, i el agua evaporada por kilogramo de carbon seco fué de 9.60 kilogramos.

El gasto de vapor para el compresor fué de 3,805 kilogramos, á los cuales hai que añadir 67.6 para la bomba de alimentacion; total 3,872.6 kilogramos por hora.

Estos ensayos han sido realizados despues de haber funcionado la instalacion durante seis meses. Solo duraron tres horas i cincuenta i seis minutos; pero como no habia rejilla cuya carga al principio i al fin del ensayo es siempre causa de incertidumbre, los resultados fueron mui precisos. La caldera no trabajaba mas que a 85 por 100 próximamente de su capacidad normal, así es, que el ensayo no se realizó en las mejores condiciones; de todos modos, se hubiesen podido quemar por hora 5,400 kilogramos de polvo de hulla con un pulverizador, i 9,000 kilogramos con dos. No habia que limpiar el cenicero mas que cada cuarenta i ocho horas.

Se criba actualmente el carbon sobre mallas de 3 milímetros de abertura i se calcula que pueden obtenerse por semana 30 toneladas mas de polvo. La caldera quema próximamente 50 toneladas por semana; las del pulverizador (cada 16 cuestan 50 francos), duran próximamente mil horas. En cuanto a los accesorios, cuyo precio es de 100 francos cada juego de 26, su duracion es de dos mil a dos mil quinientas horas. Esta caldera puede compararse con ventaja a cualquiera otra provista de aparato de calefaccion mecánica. No da, por decirlo así, humo; solo un penacho de color gris sale de la chimenea. Durante diez i nueve meses, este jenerador ha estado en servicio trabajando ciento veinte horas por semana; solo una vez se produjo una lijera fuga de agua en el inyector de polvo de carbon que apagó el fuego. Pero en estas piezas se ha sustituido el remache por la soldadura i se ha obtenido excelentes resultados. La mampostería del hogar no ha experimentado nunca alteracion ninguna.

M. Hugh Vaughan deduce que es perfectamente posible, por lo ménos en

las hulleras, emplea como combustible el polvo que hasta ahora ha sido considerado como estorbo o materia casi sin valor.

En la discusion que siguió a la comunicacion de M. Hugh Vaughan se recordó que el interes de la cuestion podia apreciarse por el hecho de que en la Gran Bretaña se habian solicitado patentes para este objeto ya en 1847, sin que hasta ahora se hubiera obtenido nada que se aproximase a los resultados indicados en la Memoria. Se llamó la atencion sobre la dificultad de hacer salir el aire a la parte superior del colector sin que arrastre polvos de carbon en grado molesto, si los aparatos se encuentran en la proximidad de habitaciones, a lo que contestó el autor de la comunicacion diciendo que estas dificultades podian depender de una disposicion defectuosa de los aparatos, i que si el aire arrastrase demasiados polvos de hulla se podria dirigir este aire al hogar de una caldera.

Certámen oficial de testos de enseñanza en las Escuelas de Minería del Estado

(Continuacion)

CAPITULO VI

AREA DE LAS FIGURAS PLANAS

a) Superficies equivalentes; paralelógramos equivalentes; todo triángulo es la mitad de un paralelógramo de igual base i altura; área de una superficie, área de un rectángulo, proporcionabilidad de las áreas de dos rectángulos con respecto a sus bases i alturas; área de un cuadrado; área de un paralelógramo; área de un triángulo, área de un trapecio, área de un polígono regular, área de un círculo.

b) Las áreas de dos triángulos semejantes son proporcionales al cuadrado de sus lados homólogos; las áreas de los polígonos semejantes son proporcionales al cuadrado de sus lados homólogos; las áreas de los círculos son proporcionales al cuadrado de sus radios i diámetros; el área del cuadrado construido sobre la hipotenusa de un triángulo rectángulo es igual a la suma de las áreas de los cuadrados construidos sobre los catetos. (Funcion jeneral de las áreas en razon de las dimensiones).

c) Resolver los siguientes problemas: 1) transformar un polígono en otro equivalente i que tenga un lado ménos; 2) transformar un triángulo en un cuadrado equivalente.

d) Cuadrar el círculo aproximadamente; i dado un polígono construir otro semejante al primero i cuyas áreas estén en una razon de 3 : 4.

CAPITULO VII

PRELIMINARES DE LA JEOMETRÍA DEL ESPACIO

- a) Planos; pasar un plano por tres puntos que no estén en línea recta de determinaciones de la posición de un plano.
- b) Pié de una línea, perpendicular a un plano, relaciones entre líneas rectas perpendiculares i oblicuas a un mismo plano; proyección de un punto; proyección de una recta.
- c) Casos de rectas paralelas en el espacio, casos de rectas paralelas al plano mismo.
- d) Definiciones de los siguientes cuerpos geométricos; pirámides, prismas, cilindros, esferas i todos sus derivados; principales propiedades i relaciones que se observan entre ellos.
- e) Determinación de la superficie de todos estos cuerpos.
- f) Determinación del volumen de cada uno de los cuerpos geométricos.

PROGRAMA DE QUIMICA INORGANICA JENERAL

INTRODUCCION

- a) Jeneralidades i definiciones.
- b) El principio de la indestructibilidad de la materia.
- c) El principio de la conservación de la energía.
- d) Constitución de la materia; átomos i moléculas.
- e) Símbolos químicos i fórmulas; explicación de las fórmulas químicas, composición atómica con sus respectivos pesos atómicos; determinación del porcentaje por medio de la fórmula; presentación de los cambios químicos o ecuación química, pesos absolutos i relativos.
- f) Condiciones del cambio químico; contacto interno, liquefacción, presión, lei, calor i electricidad i su efecto sobre el cambio químico, desegregamiento o absorción de calor envueltos en el cambio químico, reacciones endotérmicas i exotérmicas.

CAPITULO PRIMERO

- a) Clasificación de los elementos en metales i metaloides; propiedad i nombres de los componentes de ámbos grupos.
- b) Hidrógeno, fórmula i peso atómico; preparación de hidrógeno, propiedades físicas del hidrógeno, propiedades químicas del hidrógeno.
- c) Cloro, fórmula i peso atómico, preparación del cloro, propiedades físicas i químicas del cloro.
- d) Bromo, fórmula i peso atómico.
- e) Iodo, fórmula i peso atómico, propiedades físicas i químicas del iodo.
- f) Fluoro, fórmula i peso atómico, propiedades físicas i químicas del fluoro.

g) Compuestos de los halógenos con el hidrógeno; ácido clorhídrico, fórmula; formación, preparación, propiedades físicas i químicas, generalidades sobre los ácidos.

CAPITULO II

GRUPO DEL OXÍGENO

- a) Oxígeno, peso atómico i símbolo; preparación i propiedades del oxígeno.
- b) Ozona.
- c) Agua, fórmula i peso atómico; propiedades físicas del agua, agua natural, propiedades químicas del agua, electrolisis del agua, desarrollo de calor en la formación del agua; desecación del agua; composición cuantitativa del agua; peróxido de hidrógeno; ideas generales sobre este compuesto.
- d) Azufre, fórmula i peso atómico; distribución en la naturaleza, cristalización del azufre, propiedades químicas del azufre; hidrógeno sulfurado.
- e) Selenio, símbolo, peso atómico i generalidades.
- f) Telurio, símbolo, peso atómico i generalidades.

CAPITULO III

GRUPO DEL NITRÓGENO

- a) Nitrógeno, símbolo i peso atómico; nitrógeno puro; propiedades del nitrógeno; la atmósfera, liquidación del aire, composición del aire.
- b) Amoníaco; fórmula i peso atómico; ocurrencias i preparación del amoníaco; propiedades físicas i químicas del amoníaco.
- c) Cloruro de nitrógeno, yoduro de nitrógeno i óxidos de nitrógeno.
- d) Fósforo, símbolo i peso atómico; preparación, propiedades físicas i químicas del fósforo.
- e) Arsénico, peso atómico i símbolo; ocurrencias i preparación del arsénico, propiedades físicas i químicas del arsénico.
- f) Antimonio, peso atómico i símbolo; ocurrencias i preparación del antimonio; propiedades físicas i químicas del antimonio.

CAPITULO IV

GRUPO DEL CARBÓN

- a) Carbono, ocurrencias del carbono en la naturaleza, formas alotrópicas del carbono e importancia industrial de él hidro-carburos; metano, etileno i acetileno, fórmula, pesos atómicos, ocurrencias, preparación i propiedades generales de estos hidro-carburos.
- b) Silicio, símbolo i peso atómico, preparación i propiedades principales del Silicio; ácido silico-fluorhídrico.

CAPITULO V

COMPUESTOS QUÍMICOS DE OXÍGENO I METALOIDES

a) Acido clórico, fórmula, peso i principales propiedades; ácido perclórico, fórmula, peso, preparacion i principales propiedades; ácido brómico i iódico.

b) Acido sulfúrico, fórmula, peso, preparacion i propiedades principales. Dióxido sulfúreo. Dióxido sulfúrico, ácido sulfúrico, preparacion industrial del ácido sulfúrico, importancia i usos del ácido sulfúrico.

c) Acido nítrico, peso i fórmula; preparacion industrial, propiedades i uso del ácido nítrico; trióxido de nitrógeno.

d) Compuestos oxijenados del fósforo; ácido hipofosforoso fosforoso, fosfórico, pirofosfórico i metafosfórico.

e) Anhidro arsenioso, ocurrencia, preparacion, propiedades i usos de este compuesto; ácido arsenioso.

f) Dióxido de carbono o anhidrido carbónico, monóxido de carbono, fórmula, pesos atómicos, produccion i propiedades principales.

Combustion completa e incompleta.

Ecuacion térmica de la combustion completa e incompleta del carbono.

g) Dióxido de silicio, sílice, fórmula, peso atómico, manera de presentarse en la naturaleza, propiedades principales, usos industriales i metalúrgicos.

h) Boro, su peso i símbolo; preparacion i principales propiedades; ácido bórico, su peso atómico i fórmula; manera de presentarse en la naturaleza, sus usos industriales. Boratos de soda. etc.

CAPITULO VI

LOS METALES

a) Propiedades físicas de los metales, símbolos, nombres i pesos específicos i atómicos.

b) Calor específico i calor atómico de los metales.

c) Isomorfismo.

d) Propiedades químicas de los metales; aleaciones, carburos metálicos, compuestos halójenos.

e) Oxidos e hidróxidos metales; hidratos metálicos.

f) Sales metálicas.

g) Accion de los metales sobre sales i ácidos.

h) Electrolisis de las sales.

i) Disoluciones, teoría de las disoluciones, teoría iónica, disociacion electrolítica, trasposicion de las sales.

(Concluirá)

