

BOLETIN

DE LA

Sociedad Nacional de Minería

REVISTA MINERA

PUBLICACION MENSUAL

AÑO XXX. — VOL. XXV — SERIE III

28992

SANTIAGO DE CHILE

IMPRENTA, LITOGRAFIA I ENCUADERNACION BARCELONA

Moneda entre Estado i San Antonio

1913



BOLETIN

DE LA

Sociedad Nacional de Minería

DIRECTORIO DE LA SOCIEDAD

— ◆ —

Presidente
Cárls Besa.

Vice-Presidente
Cesáreo Aguirre

Directores

Aldunate Solar, Cárls
Avalos, Cárls G.
Chiapponi, Marco
Dorion, Fernando
Elguin, Lorenzo

Gallardo González, Manuel	Maier, Ernesto
Gandarillas, Javier	Malsch, Cárls
Harnecker, Otto	Pinto, Joaquin N.
Lecaros, José Luis	Vattier Cárls
Lira, Alejandro	Yunge, Guillermo

Secretario

ORLANDO GHIGLIOTTO SALAS

Industria del Cobre

I

Es aun difícil fijar con exactitud la producción de cobre para el año que acaba de terminar; las estadísticas particulares de las grandes revistas mineras extranjeras hacen subir esta producción a 900,000 toneladas con un valor de \$ 1,248,000,000.00 moneda corriente nacional. El consumo mundial de este metal se fija en 800,000 toneladas, produciéndose por lo consiguiente un exceso de 100,000 toneladas de cobre que pasan a formar el stock o reserva mundial de este metal.

Se hace imposible determinar si en realidad el consumo es el que se consigna en las estadísticas i que indudablemente se refiere a cobre vendido, aunque aun no haya sido empleado industrialmente.

Las grandes Compañías cupríferas parece que han subvencionado, durante los últimos meses del año, compradores cuyo único objeto ha sido mantener el precio del cobre sobre £ 70 la tonelada. En realidad el cobre ha subido en precio en el mercado mundial sin que existan causas que justifiquen en manera alguna esta alza inusitada; mui por el contrario, se esperaba que el precio bajase o se mantuviera alrededor de £ 60 por tonelada; se esperaba esto, con tanta mayor razon cuanto que, en el curso del año, debian principiar a producir las modernas minas de cobre que profesionalmente se ha dado en llamar «las minas de pórfidos».

Estos grandes depósitos de cobre de baja ley, que se habían mirado años atrás como inesplotables, han formado la base de negociaciones de una magnitud desconocida entre nosotros; negociaciones en las que se han introducido los últimos adelantos mecánicos que facilitan i abaratan el trabajo de arranque, beneficio i transporte del mineral.

Estos depósitos se explotan por medio de dos sistemas jenerales, segun sean las condiciones en que se presentan. La primera o sea la explotacion a cielo abierto por medio de «palas a vapor» se aplica a depósitos ubicados en la superficie o a profundidades no mayores de cien metros; esta explotacion comprende dos operaciones, a saber: a), la estraccion de la costra o roca estéril que cubre el depósito mineral que está situado debajo de la costra por medio de grandes palas movidas a vapor. Este sistema, contrariamente a lo que se cree, se aplica a la estraccion tanto de minerales contenidos en roca suelta como a la estraccion de los contenidos en roca dura i compacta.

Un ejemplo típico de esta explotacion es la efectuada por una Compañía Norte Americana en el Estado de Utah en la quebrada o cajon de Bingham; la Compañía a que me refiero se denomina Utah Copper Co.

Tengo a mi vista las memorias pasadas por el Directorio de la Sociedad a sus accionistas i el balance comercial de ella; de estos antecedentes se desprende que la Compañía durante el año 1912 ha estraído de su mina 6.326,084 toneladas de mineral que ensayan 1.41% de cobre, el cobre recuperado ha subido a 59,935 toneladas.

El gasto total de produccion es de \$ 46.749,300.00 moneda corriente nacional, o sea alrededor de £ 31 por tonelada de cobre producido; la venta del cobre ha dado \$ 88.404,125.00 moneda corriente nacional, arrojando, por lo consiguiente, una ganancia líquida de \$ 41.659,825.00 moneda corriente nacional.

Como se ve la utilidad que se desprende de la explotacion industrial de minerales que ensayan 1.41% de cobre es altamente remunerativa. Mineral de esta ley en nuestro pais no se aprovecha, no tiene precio i se arroja al desmonte de las minas.

El depósito de minerales de cobre que forma el campo de explotacion de esta Compañía está constituido por un núcleo de roca ígnea «porfírica», impregnada con un mineral de cobre denominado chalcopirita, vulgarmente bronce amarillo; este núcleo de roca mineralizada se encuentra a una profundidad que varia de 15 a 80 metros desde el contorno del cerro.

El primer paso en la explotacion de este gran depósito consiste en remover la costra estéril que forma el contorno i cuyo espesor, ya se dijo, era de 15 a 80 metros; se ha descubierto ya el depósito en un gran corte, que ha removido la costra, i que tiene 500 metros de altura; sobre la roca mineralizada ahora se han hecho 24 cortes longitudinales cortando el cerro en forma de una verdadera gradería. Estos cortes están unidos por un ferrocarril con pendiente compensada de 4% i curvas máximas de 16° a la red central del ferrocarril de transporte que tiene la Compañía i que hace el acarreo del mineral al establecimiento de beneficio que está situado a 24 kilómetros de la mina; este último ferrocarril tiene una pendiente compensada de 2½% i curvas máximas de 8°

Sobre cada uno de los cortes que forma la gradería del cerro i avanzando

hacia el interior de él, se abren en la roca mineralizada, dura i compacta, barrenos de 12 a 15 metros de longitud; estos barrenos o tiros se cargan con pólvora negra i se explotan produciendo un quebrantamiento de la roca vecina al tiro explotado; la roca ya quebrada es removida o estraida por las palas a vapor que la colocan sobre las carros del ferrocarril.

La Compañía hace su trabajo de explotacion con 25 palas a vapor, 50 locomotoras i 400 carros que movilizan en el dia 50,600 toneladas de roca de las cuales 30,000 toneladas son de costra o roca estéril i 20,000 son de roca mineralizada que contiene 1.41% de cobre en conjunto. *El costo de produccion de una tonelada de mineral por este sistema de explotacion fluctúa al rededor de 90 centavos papel moneda nacional.*

II

El segundo sistema de extraccion que se emplea en la explotacion de estos depósitos cupríferos consiste en un sistema de hundimiento conocido en Norte América como el «Caving system».

En el Estado de Utah en el Cajon de Bingham, otra Compañía conocida como la Ohio Copper Co. explota uno de estos depósitos, usando este sistema de arranque o extraccion.

De datos oficiales de la Compañía se desprende que durante el año ella ha estraido 708,000 toneladas de mineral de lei de 1.54% de cobre; ha producido 7,193 toneladas de cobre con un costo total de \$ 6.114,050.00 moneda corriente nacional, la venta de este cobre ha subido a \$ 10.070,200, moneda corriente nacional, dejando, por lo consiguiente, una utilidad de \$ 3,956,150.00, moneda corriente nacional; el costo de produccion ha sido de £ 34 por tonelada de cobre.

El campo de explotacion de esta Compañía queda constituido por un cuerpo «lacolítico» de «Cuarzita» i monzonita (rocas), incluido en la formacion del cerro, formando un verdadero vetarron o potente veta de 150 metros de ancho, 120 de largo i 400 metros de profundidad, con una inclinacion de 50° de la horizontal. El relleno de este cuerpo (monzonita i cuarzita) está impregnado de un mineral de cobre que se denomina chalcopirita i la lei comun del mineral es de 1.54% de cobre.

El sistema de hundimiento se practica preparando la mina por galerías de niveles que atraviesan el cuerpo mineralizado en todo su ancho cada 30 o cada 50 metros de profundidad; estas galerías salen a un pique inclinado que corre a 30 metros fuera del cuerpo mineralizado y paralelamente a la inclinacion de 50° que él tiene. A este pique, a diferentes niveles, rompen los socabones o túneles de extraccion.

Bajo la segunda galería de nivel se abren buzones o chimeneas que salen al pique inclinado o bien directamente al túnel de extraccion, efectuado esto se derriba el bloque de mineral que queda sobre la segunda galería por medio de tiros, la roca quebrada por su propio peso cae a los buzones i rueda hasta los túneles de extraccion, donde es tomada por el ferrocarril que hace el servicio de acarreo.

El arranque de este macizo produce el hundimiento de la parte superior del cuerpo mineralizado que se junta con el tiempo con el piso de la segunda galería de nivel; a partir de la tercera galería de nivel se hace igual cosa i se derrumba el bloque comprendido entre ésta i la segunda galería.

Este ingenioso sistema de explotación permite extraer minerales a un bajo costo i aprovecha la fuerza de gravedad para producir el acarreo interno del mineral i economiza enmaderaciones i defensa en los laboreos subterráneos.

Con este sistema de estraccion se produce una tonelada de mineral con un costo de \$ 1.05 moneda corriente nacional.

Como estas Compañías existen ya varias que han puesto bajo bases estrictamente industriales la explotación de los yacimientos cupríferos.

Será inútil toda lucha comercial que se quiera mantener con estos productores de cobre a bajo precio, ellos fácilmente pueden mantenerse i realizar pingües ganancias con cobre a £ 50; mientras que nuestros pequeños productores pierden plata con cobre a £ 55.

Santiago, enero 15 de 1913.

IGNACIO DIAZ OSSA,
Ingeniero de Minas i Metalurjista.



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

INTRODUCCION

El presente informe, al cual se acompañan 13 planos, contiene los resultados de mis exploraciones realizadas en el verano próximo pasado en la zona carbonífera.

LISTA DEL CONTENIDO

- I. Reseña de la literatura sobre el carbon de Chile.
- II. La estratigrafía i tectónica de las provincias de Concepcion i Arauco.
 1. Las capas basales precretáceas.
 2. El cretáceo.
 3. El terciario i el cuaternario.

(*) No estando a nuestra disposicion el orijinal de este informe, que se ha entregado al Ministerio de Industria i Obras Públicas, esta publicacion se hace segun una copia del autor en la cual se encuentran algunas correcciones que en nada alteran las ideas del orijinal.

III. Descripción jeológica detallada de las diferentes rejiones mineras en la Zona Carbonífera.

A. La rejion minera de Lebu.

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

C. Las partes de la provincia de Arauco distantes de los centros mineros actuales.

D. La rejion minera de la provincia de Concepcion.

E. El carbon del Valle Lonjitudinal.

Resúmen de los resultados.

El primer capítulo contiene una reseña de la literatura sobre el carbon de Chile. Esta reseña literaria está lejos de ser completa, especialmente por el hecho de que la Direccion del Museo Nacional, negando el préstamo de libros, ha hecho imposible todo empleo para trabajos científicos de la tan valiosa biblioteca de Philippi. Esta reseña literaria era necesaria para poder aprovechar los argumentos i conclusiones ya conocidas de trabajos anteriores, a pesar de que casi todas las publicaciones hasta ahora aparecidas, con escepcion de las exploraciones especialmente jeológicas de Steinmann, fueron de una utilidad mui reducida.

Las publicaciones de la Inspeccion de Jeografía i Minas se tratan por separado en las pájinas 11-19, en las cuales creo haber demostrado ampliamente la exactitud de la opinion emitida en mi informe provisorio, de que todos los trabajos de esa Oficina se han ejecutado sin los conocimientos científicos mas elementales.

El segundo capítulo se preocupa de las condiciones estratigráficas y tectónicas jenerales de las provincias de Arauco i Concepcion, describiéndose en seguida cada una de las rejiones mineras. Las rejiones mineras de la provincia de Concepcion se tratan solo brevemente, debido a que no se me permitió visitar las minas de la Compañía de Lota i Coronel i las minas de Schwager, ni tampoco estudiar sus planos.

El capítulo final es un resúmen de los resultados como tambien un plan de trabajo para una exploracion de la zona carbonífera durante los dos años venideros.

CAPITULO PRIMERO

RESEÑA DE LA LITERATURA SOBRE EL CARBON DE CHILE

Charles Darwin.—Jeología de la América Meridional.

Las observaciones hechas por Darwin en los años de 1832 a 1836, constituyen todavía en la actualidad la base de nuestros conocimientos sobre la jeología de la América del Sur. La presencia de amonitas en las vecindades de Concepcion, indujo a Darwin a la identificacion de estas capas con el cretáceo superior. Pero seducido por una falsa indicacion de d'Orbigny, Darwin supuso que en Chile los amonitas llegaban hasta el terciario (1).

(1) Esta opinion fué aceptada posteriormente de nuevo por Marcou (Explic. de la cartegéol. de la Terre, II, éd, 1875), quien consideraba las capas fosilíferas de Concepcion como equi-

L. M. Crosnier.—Description du terrain tertiaire a lignites des environs de Concepcion. Annales des Mines, IV, 9 p. 213 i sigs., 1851.

Crosnier da numerosos perfiles aislados, especialmente de la rejion de la bahía de Talcahuano; considera el carbon como perteneciente a la edad terciaria; pero no ha distinguido el cretáceo de la isla Quiriquina, a pesar de dar una descripcion mui buena de los conglomerados del cretáceo superpuestos a la antigua pizarra como tambien de las capas ricas en fósiles que siguen mas hácia arriba; parece que considera tambien a éstas como de la época terciaria.

Guillermo Bollaert.—Minas de carbon de Chile. Anales de la Universidad, 1854, p. 363.

Este trabajo contiene una corta noticia sobre la calidad del carbon de Lota i Coronel como tambien sobre las condiciones de explotacion; la edad del carbon se indica como terciaria.

Paulino Barrio.—Noticia sobre el terreno carbonífero de Coronel i Lota. Santiago, 1857.

Es este el primer trabajo que se preocupa especial i minuciosamente de la rejion carbonífera. La mayor parte trata de cuestiones técnicas, pero tambien se informa minuciosamente sobre las condiciones jeológicas. Una tabla muestra diversas clases de dislocaciones i fallas de los mantos de carbon. La edad del carbon la supone, tal como Crosnier, de la época terciaria.

Enrique Concha i Toro.—Memoria sobre las formaciones cuaternarias, terciarias i cretáceas (superior) de Chile. Anales de la Universidad 1869, I, II p. 345.

Estudio sobre el carbon fósil que se explota en Chile. Anales de la Universidad, 1876, I, p. 337.

Ademas de un plano de la zona carbonífera i de algunos perfiles copiados de Ochsensius i Crosnier, espone Concha i Toro un gran número de observaciones de detalles, que por la falta de perfiles aclaratorios, son poco claros. De valor son especialmente sus indicaciones sobre la presencia de carbon en localidades situadas fuera de la zona carbonífera propiamente tal, por ejemplo, en la provincia de Valdivia i en la desembocadura del rio Maullin.

Segun la edad, Concha i Toro distingue:

- 1) Carbon de Lota i Coronel =cretáceo superior hasta terciario inferior.
- 2) Carbon de Talcahuano.
- 3) Carbon de las provincias de Valdivia, Llanquihue i Chiloé.

La separacion entre los dos primeros no tiene comprobacion alguna, como que, por otra parte, toda la clasificacion de Concha i Toro de las capas carboníferas de Concepcion i Arauco es completamente inservible. Acertada es la separacion del tercer grupo como yacimientos carboníferos de edad mas moderna; queda sin embargo dudoso si el carbon de Chiloé i de la bahía de Pargas, cerca de la desembocadura del Maullin, puede identificarse con el carbon del valle longitudinal i de la provincia de Valdivia.

Mallard i Fuchs.—Apuntes sobre la jeolojía de Chile. Anales de la Universidad, 1875, I, p. 369.

valentes al antiguo terciario de California del cual se suponía que contuviera amonitas. El ensayo de Nogués, de demostrar la esactitud de esta opinion de Marcou, debia naturalmente fracasar.

Mailard i Fuchs consideran los yacimientos carboníferos como de la época eocena. Fuera de una breve descripción de las rejiones mineras conocidas en aquel tiempo, se da un perfil del pique V, en Coronel.

A. Pissis.—Jeografía física de la República de Chile, 1875, p. 83.

Pissis no fija límites en la serie de las capas desde el cretáceo hasta el cuaternario, suponiendo una transición continua. Considera el carbon como perteneciente al terciario inferior. Fuera de estas indicaciones que significan un gran retroceso en comparación a las observaciones de Concha i Toro, Pissis no espone nada de esencial sobre la jeología de la zona carbonífera.

A. Pissis.—Plano topográfico i jeológico de la República de Chile.

En las provincias de Concepción i Arauco, Pissis distingue, según el mapa:

Esquita cristalizada.

Granito.

Formación Devoniana i Siluriana.

» cretácea superior.

» terciaria.

» cuaternaria.

A grandes rasgos es posible formarse con auxilio de esta carta, una idea aproximada de la distribución de las rocas en esta rejion. Completamente arbitraria i errada es la separación del cretáceo del terciario, tal como lo hace Pissis. Desde la punta Lavapié hasta Yane, como también a lo largo de la costa de Lebu, se extiende en la carta de Pissis una ancha faja cretácea, faja que en la realidad no existe. El límite sur del terciario en Arauco, está marcado demasiado al norte, pero esto tiene talvez su causa en el hecho de que los levantamientos topográficos eran del todo incompletos.

Las pizarras i areniscas de Gomero, pertenecientes al jurásico las designa Pissis como «Formación antracitosa» i como «Formación Devoniana i Siluriana». Esta determinación de la edad carece de todo fundamento.

R. A. Philippi.—Los fósiles terciarios i cuaternarios de Chile. Santiago. 1887.

En este trabajo, tan importante para el conocimiento de los fósiles cretáceos i terciarios, Philippi asigna, con mucha justicia, las capas de la isla Quiriquina al cretáceo, i al terciario, las capas de Lota, Lebu, etc., pero sin espresarse sobre una determinación mas detallada del terciario. Tan meritorio como es el trabajo de Philippi, es de lamentar la circunstancia de que él en persona no haya recolectado todos los fósiles. Se han introducido, por este motivo, numerosos errores en las indicaciones de procedencia de los fósiles, lo cual tuvo por consecuencia, para no mencionar otra cosa, que Philippi confeccionara una lista de 13 especies al parecer comunes al cretáceo i al terciario, lista que ha dado un nuevo punto de apoyo al antiguo error de que el carbon pertenezca a una época de transición entre el cretáceo i el terciario. La inexactitud de esta aseveración fué comprobada posteriormente por Steinmann.

H. Engelhardt.—Ueber Tertiärpflanzen aus Chile. Abhandl. der Senckenberg. Naturf. Gesellsch. Frankfurt 1891.

En este trabajo, que debe contarse entre las publicaciones mas importantes sobre la zona carbonífera de Chile, se describen mas de 100 especies de plantas de las capas de Coronel i Lota. Este material fué recolectado por el conocido ingeniero de minas aleman Ochsenius. A éste le debemos tambien un gran número de perfiles de piques, como un gran perfil por las minas de carbon de Coronel.

La edad del carbon la considera Engelhardt como del eoceno, oligoceno o mioceno. La indicacion de la edad oscila entre límites tan distantes, porque las plantas fósiles solas no bastan para la determinacion de la edad exacta. La flora de las capas terciarias muestra, segun Engelhardt, un carácter netamente tropical i una gran coincidencia con la flora actual del Perú oriental, del Brasil i de las Antillas.

A. Nogués.—La formacion lignitífera del sur de Chile. 1895. Boletin Inspeccion Jeografía i Minas. 1907, p. 121.

Nogués distingue tres yacimientos carboníferos diferentes en cuanto a su edad:

- 1) Grupo de Quilacoya =cretáceo.
- 2) » » Arauco =cretáceo hasta eoceno.
- 3) » » Malleco =mioceno superior.

Aun cuando Nogués tiene razon con esta sub-division en tres grupos de diferente edad, sin embargo, la determinacion de la edad 2) i 3) es completamente errada, pues entre las capas cretáceas i terciarias reunidas por Nogués en el Grupo de Arauco, existe una fuerte discordancia.

La comparacion intentada por Nogués en la páj. 159, del Grupo de Arauco con el de Laramie i el Grupo de Chico-Tejon de Norte América, no tiene base científica alguna. Ademas, ya ántes de redactarse el trabajo de Nogués se habia comprobado la completa separacion del eoceno i del cretáceo en el Grupo de Chico-Tejon.

Segun Nogués, el Grupo de Malleco contiene los yacimientos carboníferos del valle longitudinal. Como el Grupo de Arauco debe asignarse, segun las investigaciones de Steinmann i Möricke, al oligoceno i mioceno, resulta insostenible la opinion de Nogués, de que el mas moderno Grupo de Malleco pertenezca al mioceno.

Las arenas i arcillas marinas de Colico las reune Nogués en el Grupo de Curanilahue, estimando que estas capas son del plioceno. Segun los fósiles encontrados por mí, estas capas son indiscutiblemente de una edad posterior al plioceno.

La asignacion del Grupo de Quilacoya al cretáceo inferior, respectivamente al Jura, no la ha comprobado Nogués de un modo definitivo por medio de fósiles, pero está mui cerca de la verdad. La descripcion de la tectónica en la obra de Nogués es mui poco clara. Con escepcion de pocas fallas, (por ejemplo, la falla de Plegarias i las fallas en las minas Errázuriz de Lebu), la mayoría de las dislocaciones están descritas de una manera completamente insuficiente, i en parte ni siquiera existen las fallas que indica Nogués.

La parte mas valiosa de todo el trabajo la constituyen las descripciones de las minas (pájs. 276 a 305), en las cuales se dan a conocer un gran número de perfiles de piques.

G. Steinmann.—Das Alter und die Fauna der Quiriquina Schichten in Chile. Neues Jahrbuch für Mineral. etc. Beilageband X. 1895, p. 1 i sigs.

W. Moericke und G. Steinmann.—Die Tertiärbildungen des nördlichen Chile und ihre Fauna. Ibid Beilageband X. 1895. p. 533 i sig.

O. Wilckens.—Revision der Fauna Quiriquina—Schichten. Ibid Beilageband XVIII p. 181 i sig.

Solo mediante las observaciones practicadas por Steinmann en 1883 en la isla Quiriquina, i por el estudio de sus colecciones ejecutado por él mismo i otros jeólogos alemanes, se ha hecho luz sobre la estratigrafía i tectónica de la zona carbonífera.

Steinmann fué el primero en descubrir la discordancia entre el cretáceo i el terciario, discordancia que separa completamente las capas cretáceas ricas en fósiles de las capas carboníferas superpuestas. Por los hallazgos de fósiles, llegó a ser posible determinar la edad del carbon como terciario (oligoceno-mioceno), como tambien separar ademas una época terciaria mas moderna, el plioceno. Una crítica de la lista de fósiles confeccionada por Philippi, lista que contiene 13 fósiles comunes, como se decia, al cretáceo i al terciario, demostró la completa inexactitud de dicha lista, pues ninguna de las 13 especies pudo resistir a una crítica un tanto mas minuciosa.

I. Domeyko.—Mineralojía IV, p. 552, i Jeolojía V, p. 125. 1900 i 1903. (1.^a Edicion: 1888).

Domeyko trata brevemente de los yacimientos carboníferos de la provincia de Concepcion, i estima que su edad es la del terciario; pero no separa el cretáceo de la isla Quiriquina.

A. Russel.—The Coalfields and Collieries of the Republic of Chile. Transact. Inst. of Mining Engineers, 1909, Newcastle upon Tyne.

Russel, que durante largos años fué ingeniero de la Compañía de Arauco, da una descripcion mui detallada de todas las minas de carbon del sur de Chile, especialmente de sus instalaciones técnicas i de sus maquinarias. Agrega algunos planos i numerosos perfiles de piques. De especial importancia son sus posiciones sobre las antiguas minas de Peumo, Maquegua i Quilachanquin, minas que ya no se explotan. En cuanto a la determinacion de la edad del carbon, Russel acepta la errada opinion de Nogués.

M. R. Machado.—El carbon de Chile i su distribucion jeográfica.—Boletín del Museo Nacional de Chile, IV. 1912. páj. 114.

Machado acepta a ciegas la errada estratigrafía de Nogués, sin intentar siquiera de dar una comprobacion. No obstante los estudios de Steinmann de hace mas de 15 años, que el señor Machado parece ignorar en absoluto, se sigue conservando la «famosa formacion» de transicion entre el cretáceo i el terciario.

Del todo incomprendible es, cómo el señor Machado pudo aceptar tambien las demas divisiones de Nogués en las siguientes tres secciones:

3.—Piso Lebusiano (Provincia de Arauco).

2.—Piso Lautariano (Lota, Coronel).

1.—Piso Quiriquiniano.

¿Acaso el señor Jefe de Sección del Museo Nacional conoce tan mal las colecciones del mismo Museo, que no sepa cuántas especies comunes a Lota, Coronel i Lebu han sido dadas a conocer por el señor Philippi?

En la segunda página, el señor Machado hace valer sus propios conocimientos paleontológicos, espresándose de la manera siguiente: «Agregamos además, que en Chile, las plantas Dicotiledóneas con flores verdaderas i hojas caedizas, han aparecido mucho ántes que en el viejo mundo».

Por consiguiente, el señor Machado ignora en absoluto que desde mas de 20 años se conocen hojas de 74 especies distintas de Dicotiledóneas de las capas de Potomac de N. América pertenecientes a la formación cretácea inferior, i que también se conocen plantas Dicotiledóneas del cretáceo central en las mas diversas rejiones de Europa i N. América. Pero apesar de estos hechos tan conocidos, para el señor Machado, las plantas Dicotiledóneas han aparecido en Chile mucho ántes que en el viejo mundo, sin embargo aun si se aceptara, en conformidad con la errada opinion de Nogués, la formación de transición carbonífera de Quiriquina, ésta tendría siempre que ser mas reciente que cualquiera de los sedimentos cretáceos europeos mas arriba nombrados.

La segunda parte de la frase del señor Machado: «Los moluscos Cefalópodos, Ammonites i Belemnites vivían en la América Meridional cuando habían desaparecido completamente de la Europa», no es mas que una aseveración falsa sin tener ni siquiera un indicio de comprobación.

Para contrarrestar esta teoría completamente errada, ya se ha dicho lo necesario al hablar de los estudios de Steinmann. En este conflicto entre la opinion de todos los jeólogos de la tierra i la del señor Machado solo podríamos aceptar la de este último, si supusiéramos como él que la jeología de Chile es completa i absolutamente distinta de la del resto de la tierra, cosa que, naturalmente, desechamos enérgicamente.

En la página 119 dice Machado que al sur de Lebu existen capas con fósiles del período secundario. De acuerdo con los usos de la ciencia, el señor Machado debería haber dado a conocer también el nombre de esos fósiles.

Por lo demás, este trabajo se limita a dar algunas breves noticias sobre las diferentes minas; en comparación a trabajos anteriores, nada de nuevo trae el presente; por el contrario, el trabajo de Russel «The Coalfields and Collieries of the Republic of Chili», publicado en 1909, es mucho mas detallado e inspira mayor confianza.

TRABAJOS PUBLICADOS POR LA OFICINA DE GEOGRAFIA I MINAS

Pedro Coevas.—Esploraciones carboníferas. Apuntes sobre la rejion carbonífera de Nielol, provincia de Cautin. (Boletín de la Inspección de Jeografía i Minas) I. 1905. p. 26.

Coevas da un perfil de un barreno de 50 m. de profundidad, que solo ha perforado arcillas i arenas, respectivamente rocas arenosas mui poco consistentes. Además espone un perfil de un chiflon N.º 1; el manto del chiflon se compone de numerosos mantitos separados entre sí por arcillas i areniscas. La observación de que el carbon tiene el aspecto de una antracita, será falsa; probablemente se trata de una lignita brillante parecida al carbon de Valdivia.

M. R. Machado.—Formacion lignitifera en Chile. (Boletin de la Inspeccion de Jeografia i Minas) I, 1905, páj. 122.

Machado da una breve exposicion de la jeolojía de Arauco i Concepcion. No trae nada de nuevo. Considera el carbon como terciario. Todavía 10 años despues de la publicacion del trabajo de Steinmann, sigue considerando las capas de Quiriquina como del «famoso período de transicion».

F. Quillot.—Sondajes carboníferos de Catamutun en la provincia de Valdivia. (Boletin de la Inspeccion de Jeografia i Minas). 1908, páj. 153.

Se describen los sondajes practicados en Catamutun, i se reproducen sus perfiles. Por la ausencia de una carta topográfica, quedan del todo oscuras las indicaciones sobre las fallas i sobre la situacion de los puntos en los cuales se hicieron los sondajes. No se hace ninguna tentativa para determinar la edad del carbon, i sólo se menciona que en «bolones» se encontraron fósiles; nada se dice si se trata de vegetales o conchas; tampoco se dice si estos Bolones se encuentran en yacimiento primario o secundario. Una determinacion de los fósiles, que habria sido de gran importancia, no se ha hecho.

I. de C. Fuenzalida.—Sondajes carboníferos de Luanco en Constitucion. (Boletin de la Inspeccion de Jeografia i Minas). 1908, páj. 317.

Este trabajo es interesante por el hecho de ser la única publicacion de la Inspeccion de Jeografia i Minas en la cual se ha ensayado una determinacion de los fósiles; no ménos interesante es el resultado a que se arriba. Se sostiene que la fauna orijinaria de un banco fosilífero situado al norte del rio Pacoco se compone de dos especies cretáceas, una del mioceno i tres del plioceno—respectivamente del cuaternario.—La imposibilidad de que en una capa se encuentren reunidas especies del cretáceo, mioceno i plioceno, es un hecho que se supone conocido, de modo que este trabajo sólo demostraria la inesactitud de la determinacion de los fósiles.

Al final se publica un informe de Lemaître sobre las probabilidades del sondaje; a este informe se agrega un cróquis jeográfico, un perfil de barreno i dos cróquis de perfiles. Tanto los cróquis como la carta carecen de escalas.

E. Lemaître.—Formacion carbonífera de Chile. Rejion en actual estudio. (Boletin de la Inspeccion de Jeografia i Minas). 1910, páj. 67.

A esta publicacion pertenecen dos planos de los alrededores de Concepcion i Talcahuano, i que se encuentran en el cuaderno II. El testo es estraordinariamente pobre, apénas algo mas que un índice para las dos cartas.

Lo único que se asevera sobre comparacion de los mantos, pero sin esponer comprobantes, es que el manto de Talcahuano corresponde al de Cerro Verde. De una importancia mucho mayor habria sido ensayar una comparacion con uno de los cinco mantos del pique de 93 m. de profundidad de la mina Santa Ana. No se hizo ningun ensayo en este sentido. Tampoco se informa sobre la relacion en que se encuentran los mantos encontrados en el chiflon de las minas Rosal con los de Santa Ana, o de cuál manto parte el barreno reproducido en el plano II, fig. 12. Nada se dice tampoco sobre el objeto que se tuvo a la vista al practicar el barreno de 20 m. de profundidad en Penco (plano II, fig. 4), barreno que principia i termina en capas desconocidas. Por consiguiente, los gastos orijinados por estos dos sondajes han sido completamente

inútiles; no hai ni siquiera indicios de que dichos sondajes se hayan hecho en conformidad a un plan sistemático establecido de antemano.

Para el sondaje en Talcahuano faltan completamente los trabajos científicos preparatorios, necesarios para tal objeto. Ingenieros de reconocida competencia en Concepcion, como por ejemplo el señor Guillermo Raby, estiman que el manto de Cerro Verde es el último de los mantos explotables. Ahora bien, si Lemaître comparó el carbon de Talcahuano con el manto de Cerro Verde, i si sin embargo, practicó un sondaje inmediatamente encima de este manto, indudablemente debería haber discutido la opinion de Raby, i explicar claramente cuales fueron las razones en que apoyó su distinto modo de pensar. Además, en la comparacion con el manto de Cerro Verde debería haber establecido un pronóstico, i decirse que para los siguientes 100 m. no se podian esperar mantos explotables.

Como parece que la Oficina de Jeografía i Minas no colecta ni guarda (*) núcleos de taladros, i como las descripciones de las rocas encontradas en los perfiles son todo lo que se quiera, ménos espresiones científicas claras i precisas, resulta que tambien aquí los miles de pesos invertidos en este sondaje de mas de 250 m. de profundidad, han sido gastados inútilmente. La poca base científica de estas descripciones de rocas queda evidenciada ya tan sólo por el frecuente empleo que en los perfiles de los barrenos se hace de la palabra «tosca» que los mineros en la rejion carbonífera usan indistintamente para asignar areniscas, arcillas i pizarras.

En el plano N.º 1 se encuentran perpendicularmente a las líneas de perfil G-H, G-H e I-I, tres líneas que, segun la esplicacion de los signos, tienen el siguiente significado:

Direccion	2400 m. del pique	..	hondura	650 m.
»	1700 »	»	»	449 »
»	800 »	»	»	224 »

En estas líneas cree él que se encuentra el manto de Cerro Verde en profundidades de 650, 449 i 224 metros. Estas líneas carecen completamente de importancia, pues pueden estar cruzadas, en la desconocida rejion cubierta del mar i aluviones, por un gran número de fallas. Naturalmente, cada falla exige una interrupcion de las líneas de igual hondura de manto. Por lo demas, estas líneas sólo indican que al señor Lemaître le es completamente desconocido que en la parte sur del manto de Cerro Verde el rumbo de las estratas por lo jeneral N-S se desvía fuertemente hácia la direccion E-O, lo que demuestra que Lemaître no ha estudiado los alrededores de la bahía de Talcahuano con la prolijidad que se requiere para fijar los puntos en que deben hacerse los sondajes.

La poca escrupulosidad gastada por Lemaître en la construccion de tales líneas de igual hondura de manto, lo demuestra una comparación de sus mapas de Talcahuano, levantadas el año anterior (1909 no se publicaron), con las de

(*) A pesar de haber sido comisionado por Decreto Ministerial para estudiar todas las colecciones de la Inspeccion de Jeografía i Minas no se me pudo mostrar ninguna coleccion ordenada ni de núcleos de taladros ni de rocas o fósiles.

que nos preocupamos. En el mapa de 1909, Lemaître ha prolongado estas líneas hasta Concepcion; según el trazado de estas líneas de hondura, debería encontrarse el manto de Cerro Verde en una profundidad de mas o ménos 200 m. en un punto determinado; en este mismo punto dibuja Lemaître, en el año siguiente (plano N.º 1), una «Cantera de sienita».

Con un método de trabajo así, se esplica que las inversiones de fondos, hechas por el Gobierno en los 4 últimos años en los alrededores de Talcahuano, no guarden relacion alguna con los resultados obtenidos.

E. Lemaître.—Estudios carboníferos en Talcahuano. Trabajos de sondaje, en el Porton con la sonda rotativa Sullivan B.—Boletin de la Inspeccion de Jeografía i Minas, 1910, páj. 515.

Se informa sobre la continuacion del trabajo en el sondaje de Talcahuano; a una profundidad de 185.55 metros se perforó una «serie de mantos» compuesta de un mantito de 0.10 m. i otro de 0.30 m. de espesor. Cuán insignificante es la «trascendental importancia» de los mantitos de carbon i de los «sedimentos mas francamente carboníferos» lo demuestra claramente el hecho de que en la actualidad i hasta una profundidad de 250 m. no se han encontrado nuevos mantos.

E. Lemaître.—Rejion carbonífera de Chile (conclusion). Provincia de Arauco. Boletin de la Inspeccion de Jeografía i Minas, 1910, páj. 245.

Al testo se acompañan tres planos, de los cuales el signado con el N.º 2 contiene perfiles de mantos. El plano N.º 1 no tiene valor alguno, i para demostrarlo, basta con mencionar los siguientes errores bastante graves que en él se notan: el estero de Colcura corre al norte de Lota en vez de pasar por el sur; el rio Raqui desemboca directamente en el mar, en lugar de hacerlo al rio Tubul; Peumo está situado al oriente del rio Carampangue, debiendo estar al poniente; Colico queda situado al poniente en vez de al sur de ese mismo rio. El curso superior del rio Carampangue, a partir de Colico para arriba, como está marcado en la carta ni siquiera existe, ni tampoco otro rio que corresponda al dibujado en la carta. El rio Descabezado desemboca en el rio Rana, i por consiguiente en el rio Curanilahue i rio Lebu, en vez de desembocar en el rio Carampangue, como se encuentra indicado en el plano. Todo esto se encuentra correctamente representado en la carta publicada ya en el año de 1909 por la Oficina de Mensura de Tierras; sin embargo, el señor Lemaître comete todavía en el año 1910 errores topográficos tan graves para la rejion carbonífera principal; estos errores se estienden, en su gran mayoría, tambien a la rejion de Centro-Arauco, que él estudió tan detalladamente.

En la páj. 248 se declaran como «sinónimos» justamente aquellos mantos que con la mayor probabilidad son distintos, i los que verdaderamente son «sinónimos» se califican como mantos distintos. Lemaître ha notado que el manto «doble» i el «alto» en Curanilahue son dos mantos distintos, pero que el manto «alto» de Curanilahue, el de Pilpilco («esplotante») i el manto de la mina Mattinson, en Cullinco, son un mismo manto, como queda demostrado por las mismas capas fosilíferas encima de los mantos, eso se ha escapado completamente al señor Lemaître. De este modo es como se llega a obtener 5 metros de carbon para cada corte en Centro-Arauco, i es así como en un cálculo de existencia de carbon se obtienen 187.200,000 toneladas tan solo para Centro-Arauco

como lo hace Lemaître en la pág. 254. En realidad, i segun el estado actual de nuestros conocimientos, lo mas probable es suponer un término medio de 15 metros de carbon por corte.

E. Lemaître.—Estudio sobre Centro-Arauco. Boletin de la Inspeccion de Jeografía i Minas. 1910, pág. 372.

Despues de un capítulo de introduccion, en el cual se habla sobre el consumo de carbon extranjero en Chile, se tratan las condiciones jeográficas i técnicas de las minas de carbon de Centro-Arauco.

En la página 377 menciona Lemaître la inclinacion hácia el oriente de las capas en Lebu i la inclinacion hacia el occidente en los campos carboníferos orientales. Su opinion, indicada en el perfil (Tabla 4, fig. 21) sobre estratificacion sinclinal de las capas en la provincia de Arauco, queda destruida por el hecho de que en el cerro Camaron (minas Victoria) he encontrado los mas variados rumbos i manteos, miétras en el caso de una sinclinal la inclinacion deberia ser al oriente.

En la página 378 se designa el carbon como perteneciente a la «famosa formacion de transicion» entre el cretáceo i el terciario, a pesar de que Steinmann comprobó, en sus publicaciones de 1895, la inexactitud de esta aseveracion. Ademas, hai que tomar en cuenta que la opinion de Steinmann ha sido universalmente aceptada en los testos de jeología alemanes, franceses, ingleses, etc. Tanto mas es de admirar que el señor Lemaître en el año de 1910, i la Oficina de Jeografía i Minas en 1911 en un informe pasado al señor Ministro, sostengan todavía la completamente errada opinion de Nogués. En el informe de 1911, la Inspeccion de Jeografía i Minas no menciona hechos observados en la naturaleza misma, sino que invoca la autoridad de Nogués. Esta citacion de Nogués es tanto mas sorprendente, por cuanto éste, justamente en el capítulo sobre la edad del carbon de Arauco, emplea métodos que en todo jeólogo e ingeniero de minas con preparacion jeológica, no pueden dejar sino una impresion pésima. Pero hai que suponer que todo ingeniero de minas, que se preocupa de la eleccion de puntos para hacer los sondajes, posea cierta preparacion jeológica.

En la página 384 se menciona nuevamente la falsa opinion de que el manto de Pilpilco i Cullinco (Mattinson) sea distinto de los mantos de Curanilahue. En el último acápite de esta página se mencionan los mantos de Laurela, Tronco, etc., pero sin entrar mas en detalle de su relacion con los mantos conocidos.

En la página 387 arriba dice Lemaître con mucha razón que aun no es oportuno establecer relaciones entre los mantos de Centro-Arauco i los de Lota i Coronel; pero Lemaître tampoco establece las relaciones con las mucho mas cercanas minas de Colico i Peumo, tal como lo logré hacer en mi trabajo del verano próximo pasado.

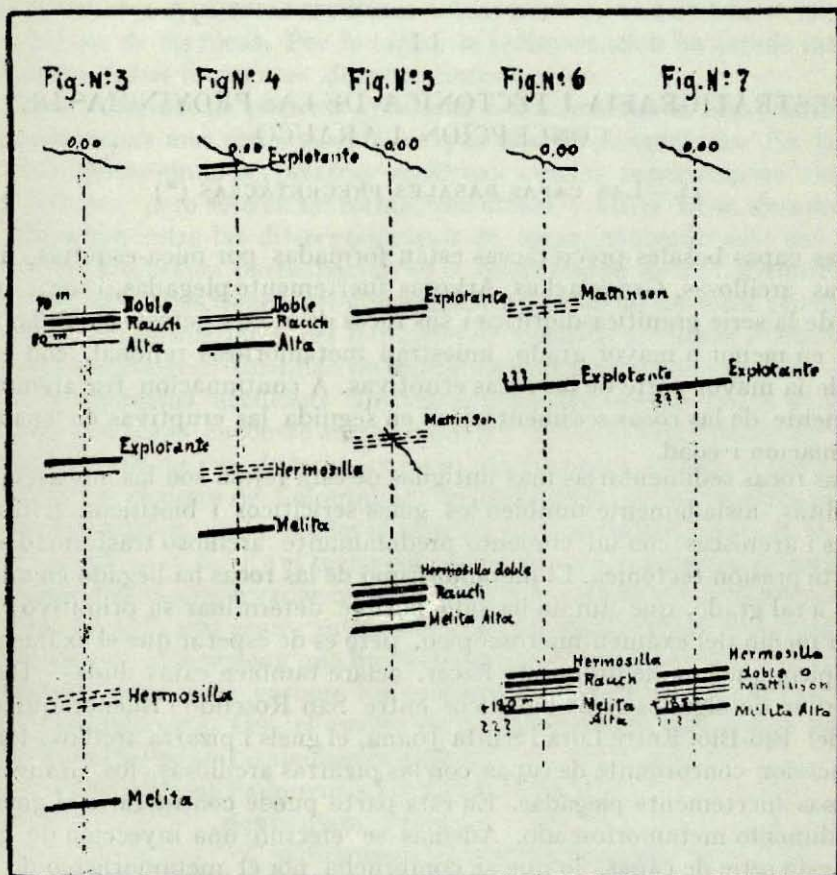
En la misma página considera Lemaître la «composicion de los mantos como el mas importante de los caracteres». Que a esto no debe dársele la mas mínima importancia, lo veremos al echar una mirada a los diversos perfiles de los mantos en Colico, perfiles que dan a ver inmediatamente la gran variabilidad de los mantos.

Despues de una nueva reproduccion de su lista sinónima de los mantos, describe Lemaître las fallas. Como no se acompaña ningun plano, la descrip-

cion es completamente incomprensible para los lectores que no hayan estudiado personalmente dicha rejion.

En la páj. 388 habla Lemaître de una probable analogía entre los mantos de La Chupalla i de Curanilahue, pero sin indicar, ni siquiera con una palabra, los motivos que tuvo para estampar esta opinion. Lo que Lemaître menciona en la páj. 389 arriba, que los ríos no deben su oríjen necesariamente a fallas, es un hecho exacto, pero cuál haya sido la consideracion que lo indujo para esperar a mayor hondura mantos dispuestos con mas regularidad, es una cuestion completamente inesplicable. Ni los conocimientos jeolójicos, ni los de la minería apoyan tal concepto.

En la páj. 389 abajo, se resumen en 10 puntos las esperiencias i opiniones de Lemaître; del aun no publicado plano, al cual Lemaître se refiere aquí espresamente, reproducimos el siguiente dibujo en una escala mas reducida.



Nada puede caracterizar mas la completa ignorancia de Lemaître con respecto a la comparacion de los mantos carboníferos que este traslado de los diferentes mantos, sobrepasándose o entrelazándose en los diversos cortes. En el perfil N.º 3 encontramos el manto («esplotante») a 70 m. debajo del manto «alto», i en el perfil N.º 2 a 80 m. encima, siendo en realidad ámbos el mismo

manto. «Hermosilla» i «Melita» conservan la misma colocacion, pero en el perfil N.º 5 corresponden repentinamente al manto «doble» i al «alto», en este mismo perfil se agrega de nuevo el manto «Mattinson» de Cullinco, que a su vez es en realidad el manto «alto». Tambien en el perfil N.º 6 se encuentra el manto «alto» indicado tres veces, sólo se han cambiado el «esplotante» i el «Mattinson». El N.º 7 por su parte, hace del manto «Mattinson» (= «alto»), que hasta ahora llevaba una existencia propia en los perfiles, un equivalente del manto «doble».

Cuando se está tan completamente en las tinieblas sobre las condiciones estratigráficas mas sencillas como lo está el Sr. Lemaitre, la confeccion de «cortes de relacion hipotética» es una empresa harto peligrosa, pues del conjunto de todos estos perfiles solo se puede decir que su gran mayoría esponen cosas directamente falsas, i en el resto, justamente lo mas inverosímil.

II

ESTRATIGRAFIA I TECTONICA DE LAS PROVINCIAS DE CONCEPCION I ARAUCO

1).—LAS CAPAS BASALES PRECRETÁCEAS (*)

Las capas basales precretáceas están formadas por mica-esquitas, filitas, pizarras arcillosas, Grauwackas, Arkosas fuertemente plegadas, i rocas intrusivas, de la serie granítica-diorítica i sus rocas de filones i efusivas. Todas estas rocas, en menor o mayor grado, muestran metamorfosis rejional, con escepcion de la mayor parte de las rocas eruptivas. A continuacion trataremos primeramente de las rocas sedimentarias i en seguida las eruptivas en cuanto a su formacion i edad.

Las rocas sedimentarias mas antiguas de esta rejion son las mica-esquitas i las filitas, aisladamente tambien los gneis sericíticos i biotíticos. Estos son arcillas i areniscas con un cimientto predominante arcilloso trasformadas por la fuerte presion tectónica. El metamorfismo de las rocas ha llegado en muchas partes a tal grado, que aun no ha sido posible determinar su primitivo carácter por medio del exámen microscópico, pero es de esperar que el exámen microscópico, que me he propuesto hacer, aclare tambien estas dudas. Dudoso es el oríjen de algunos gneis biotíticos entre San Rosendo i Buenoraqui, en el valle del Bio-Bio. Entre Lota i Santa Juana, el gneis i pizarra arcillosa forman una sucesion concordante de capas con las pizarras arcillosas, los Grauwackas i Arkosas fuertemente plegadas. En esta parte puede considerarse el gneis como sedimento metamorfoseado. Ademas se efectuó una inyeccion de granitos en esta serie de capas, lo que se comprueba por el metamorfismo de contacto. Por la inyeccion del magma granítico, los sedimentos mas antiguos han sido transformados en mica-esquitas, pizarras quiastolíticas i pizarras nudosas. Ademas toda esta sucesion de capas está atravesada por numerosos filones. La rejion de contacto de este macizo de granito aflora, en la vía férrea entre Hualqui i Quilacoya, de una manera mui perfecta, como pocas veces se

(*) Este capítulo ha sido elaborado i redactado por el señor Dr. J. Felsch.

puede observar. Mas hácia el oriente se encuentran pizarras arcillosas arenosas, Grauwackas i Arkosas, pero hasta la fecha no se puede comprobar una relacion jenética de las pizarras arcillosas, Grauwackas i Arkosas con las mica-esquitas metamorfoseadas de contacto. Entre Buenoraqui i Gomero, una considerable erupcion de porfirita separa las pizarras arcillosas i Grauwackas de las mica-esquitas. Las pizarras arcillosas i Grauwackas han sido trasformadas en «Hornfelse» por la erupcion porfirítica. El horizonte de la pizarra arcillosa i Grauwackas se encuentra plegado de la misma manera que el gneis i la mica-esquita; pero este plegamiento ha afectado a dos series distintas separadas por una discordancia. La existencia de tal discordancia entre las mica-esquitas i las pizarras arcillosas se hace probable porque en las capas inferiores del horizonte arcilloso hai varias intercalaciones de conglomerado, i porque ademas entre Malvoa, Buenoraqui i Gomero no tiene lugar una paulatina transicion de mica esquitas a pizarras arcillosas i Grauwackas, sino un brusco cambio en la estructura de las rocas. Por lo tanto, la sedimentacion ha estado interrumpida entre ámbos horizontes durante cierto tiempo.

En el horizonte de pizarras arcillosas i Grauwackas se nos presentan las sedimentaciones mas recientes de las capas basales precretáceas. En las capas inferiores predominan las pizarras arcillosas, i en las superiores las Grauwackas i Arkosas, pero solo en tal forma, que arriba i abajo tiene siempre lugar una alteracion entre las diferentes clases de rocas, teniendo solo una u otra clase de roca la mayor participacion en la constitucion de los horizontes. Todo el conjunto de capas tiene aproximadamente un espesor de 300 a 350 m.

En las capas inferiores del horizonte de pizarras arcillosas i Grauwackas, se encuentra una gran cantidad de fósiles vegetales, en parte mui bien conservados. Las pizarras arcillosas contienen gran número de hojas de plantas; en las Grauwackas encontré entre Gomero i Talcamávida, restos de troncos de árboles hasta de 4 m. de largo i 0,50 m. de diametro. 12 km. al norte de Talcamávida, en el cerro de Calquinhue, se encuentran en las pizarras arcillosas 2 mantos de carbon, de los cuales el inferior tiene un espesor de 0.42 m. i el superior uno de 0.15 m. En el techo del manto de carbon superior se encuentran numerosas i bien conservadas hojas de helechos, Cicadáceas i Coníferas; tambien encontré allí una gran cantidad de conchas Lamelibranquios, mui deformadas por la fuerte presion que han sufrido. Los mismos horizontes fosilíferos, pero sin los mantos de carbon, los encontré junto a Buenoraqui i entre Gomero i Talcamávida. Con el auxilio de la literatura (*) que está a mi disposicion, logré clasificar las siguientes especies:

Cladophlebis haiburensis Lind and Hutt.

» *denticulata* Brong.

» cf. *Williamsoni* Hamshaw Thomas.

Taeniopteris sp.

Sagenopteris cf. *Kamenkensis* Hamshaw Thomas.

Zamites sp.

(*).—H. Hamshaw Thomas: The Jurassic Flora of Kamenke in the district of Isium. Mémoire du Comité Géologique, Livrason 71. 1911. A. C. Seward and H. Hamshaw Thomas: Jurassic Plants from the Balagansk District, Government of Irkutsk. Mémoire du Comité Géologique. Livraison 73. 1911.

Williamsonia sp.

(Gingko sp.)

Equisetites.

Junto a Talcamávida encontré gran cantidad de conchas de pequeños Branquiopódos (Estheria). Las especies de Cladoplebis, tienen una semejanza sorprendente con las especies conocidas de los yacimientos carboníferos jurásicos de la Siberia. Por lo demás, todo el carácter de la flora habla en pro de una edad jurásica de las capas. El horizonte superior de Grauwackas i pizarras arcillosas está depositado concordantemente sobre el horizonte inferior; muy raras veces se encuentran también aquí restos clasificables de hojas de Cladoplebis; de mucha frecuencia son restos vegetales indeterminables por su mal estado de conservación. En las capas inferiores de este horizonte de Grauwackas se encuentran varias capas de conglomerado, en las cuales existen grandes trozos poco redondeados del horizonte más antiguo de pizarras arcillosas; la forma de estos trozos indica que ha habido solo un transporte muy corto. Las Grauwackas se explotan en grandes canteras en la estación de Gómero.

Los mantos de carbón del cerro Calquinhue son, por ahora, técnicamente sin importancia. En los mantos de carbón hay numerosas intercalaciones de arcilla, y por otra parte, el espesor es muy variable. Pero si en estas capas se encontrara una capa de carbón puro, este carbón adquiriría gran importancia, pues, por su mayor edad y los efectos de una fuerte presión tectónica, poseería un contenido más alto en Carbono, y, en consecuencia, mayor número de calorías que los carbones terciarios de la costa.

En las formaciones sedimentarias se efectuaron inyecciones graníticas en gran cantidad, que provocaron en los sedimentos metamorfismo de contacto; las magmas inyectadas se presentan hoy día, después de la denudación parcial de la cubierta sedimentaria, como grandes macizos de granito. Tal macizo de granito, con su respectiva región de contacto, lo encontramos entre Coronel i Santa Juana, y entre Hualqui i Quilacoya. El metamorfismo de contacto en las pizarras demuestra que el granito es más reciente que las pizarras. Pero no se logró comprobar si estas pizarras metamórficas son de la misma edad que las pizarras arcillosas i Grauwackas jurásicas que contienen restos vegetales. Este macizo de granito y su cubierta sedimentaria son atravesados por numerosísimos filones más recientes de porfirita i andesita. En ninguna de estas rocas eruptivas pude comprobar hasta ahora una transformación por metamorfismo regional.

Entre San Rosendo i Buenoraquí se encuentra un grueso macizo de granito, que en sus zonas exteriores se ha transformado en gneis.

Entre San Rosendo i Malvoa, poco antes de llegar a la estación de este último pueblo, encontramos el núcleo de este macizo poco transformado. Digno de observarse es el hecho de que este gneis es atravesado por numerosos filones básicos, que por la presión tectónica se han transformado en gneis biotítico, observaciones que suministran material para un trabajo científico posterior.

La región de las capas basales precretáceas es atravesada por numerosos filones y efusiones porfíricas que por lo tanto son más recientes que las Grauwackas jurásicas. En la isla Quiriquina los no plegados horizontes del cretáceo superior son atravesados por una veta de porfirita.

Por lo tanto, las porfiritas son precretáceas.

Todas estas rocas sedimentarias i eruptivas, son a su vez, atravesadas por andesitas. De gran importancia es aquí el fenómeno de que las andesitas forman jeneralmente las mas elevadas cumbres de la Cordillera de la Costa, indicando por su posicion que estas cubiertas de andesita se han extendido encima de una «peneplaine» formada por las rocas mas antiguas. Este peneplaine tenia suave pendiente hácia el O. Los sedimentos terciarios son atravesados por andesita sólo en casos mui aislados.

Como se puede desprender de estas esposiciones, todas las rocas que se han formado hasta fines de la época jurásica, han sido plegadas fuertemente. La direccion principal de estos pliegues es N. 25°, hasta N. 5° O., es decir, por lo jeneral una direccion N. a S. La inclinacion oscila entra 29° i 72° al E. u O.

En la vecindad de líneas de fuertes dislocaciones, la direccion es de E. a Oeste.

Como los sedimentos del cretáceo superior en la isla Quiriquina no están plegados, el plegamiento de la Cordillera de la Costa se ha efectuado entre la época jurásica i el cretáceo superior. Por el hecho de haberse encontrado granitos que no han sufrido metamorfismo alguno por plegamiento postjurásico, es probable que una parte de los granitos sean mas recientes que el plegamiento.

2).—EL CRETÁCEO

Sobre estas capas mas antiguas i de pliegues mas o ménos pronunciados se ha depositado el cretáceo superior a lo largo de toda la ladera occidental de la actual Cordillera de la Costa. Estas capas, que tienen su desarrollo típico en la isla de Quiriquina, fueron llamadas por Steinmann, por este hecho «capas de Quiriquina»; por los fósiles encontrados en ellas, determinó su edad como del senon.

Estas rocas, tan interesantes i fácilmente reconocibles por su riqueza en fósiles, han sido divididas por la erosion posterior, en diversas partidas que ahora están enteramente separadas unas de otras. Sedimentos cretáceos en la zona carbonífera se conocen hasta ahora en la isla Quiriquina, en la bahía de San Vicente, en Tomé i en Lirquen. En mis escursiones por los alrededores de Colico, logré descubrir un nuevo sedimento cretáceo hasta ahora no conocido.

En todas partes está discordantemente depositado el cretáceo, con un conglomerado basal de espesor variable, sobre las pizarras mas antiguas. En la isla Quiriquina se encuentran en este conglomerado numerosas ramas de coral de *Astrocoenia retifera* Stol. Un punto especialmente interesante fué descubierto por un corte de ferrocarril al norte de Lirquen. Aquí se habian retirado las poco consistentes areniscas cretáceas que en esta parte reemplazan al conglomerado basal, dejándose así a descubierto las antiguas rocas de cuarzo bañadas i alisadas por el mar cretáceo. Sobre el conglomerado basal siguen las areniscas ricas en fósiles, de color verde i que contienen glaukonita.

En la costa occidental de la isla Quiriquina hemos comprobado el siguiente perfil:

4).—10 m. de arcillas arenosas calcáreas, con bancos duros de cal en partes lentiformes, i que contienen numerosos fósiles.

3).—Lentejas de bancos hasta de 0.15 m. de espesor mui ricos en fósiles.

2).—Arenisca de grano mui fino i color verde claro, hasta de 1.40 m. de espesor.

1).—Conglomerado basal con *Astrocoenia retífera* Stol, 2.00 m.

Filitas.

Las capas cretáceas de la bahía de San Vicente muestran una formacion análoga, solo que los bancos calcáreos firmes disminuyen considerablemente. Esto mismo vale tambien para la formacion de Lirquen, donde el conglomerado basal contiene numerosas ostras. En Colico sigue sobre el conglomerado basal una arenisca firme de color verde i rica en fósiles; las capas cretáceas superiores son mui ricas en arcilla i contienen numerosos *Inoceramus* i restos vejetales.

Los fósiles recolectados en el verano próximo pasado i su distribucion en los diversos puntos con afloramientos cretáceos, puede contemplarse en la lista que damos a continuacion.

Nombre del fósil	Se encuentran en:			
	Quiriquina.	S. Vicente.	Lirquen.	Colico.
<i>Pliosaurus</i> Spec.....	»	»		
<i>Cimaliosaurus</i> spec.....	»			
<i>Holcodiscus gemmatus</i> Hupé.....	»			
<i>Pachydiscus Quiriquinae</i> Phil.....		»		
<i>Baculites vagina</i> Forb.....	»	»		
<i>Nautilus subplicatus</i> Phil.....	»		»	
<i>Ampullina australis</i> d'Orb.....	»			
<i>Pugnellus tumidus</i> Gabb.....	»			
<i>Pyropsis Hombroniana</i> d'Orb.....	»	»	»	
<i>Ostrea</i> spec.....			»	
<i>Trigonia Hanetiana</i> d'Orb.....	»	»	»	»
<i>Cardium acutistatum</i> d'Orb.....	»	»	»	»
<i>Amathusia veneriformis</i> Hupé.....	»	»		
<i>Cytherea auca</i> d'Orb.....	»	»		
<i>Tellina</i> spec.....				»
<i>Mactra araucana</i> d'Orb.....	»	»	»	
» <i>colossea</i> Phil.....	»		»	
<i>Panopaea simplex</i> Hupé.....	»	»		»
<i>Inoceramus</i> spec.....				»
<i>Astrocoenia retífera</i> Stol.....	»			

Esta tabla muestra la coincidencia en la fauna de los afloramientos cretáceos hasta ahora investigados. De todas las especies mencionadas no se ha encontrado ni siquiera una sola en las capas terciarias carboníferas.

3).—EL TERCIARIO

En la isla Quiriquina se puede observar en muchas partes la discordancia entre el terciario carbonífero i el cretáceo superior. Esta discordancia, acompañada jeneralmente de un conglomerado, habla en favor de una larga interrupcion en la formacion de los sedimentos; han tenido lugar dislocaciones de las capas cretáceas, como tambien una denudacion de ellas, ántes de que el terciario se hubiera podido depositar. Todo esto habla en favor de un largo período que se ha intercalado entre la formacion de las capas de Quiriquina i el terciario. Esto mismo lo demuestra tambien la fauna completamente distinta del terciario. Ni un solo fósil es comun al cretáceo i al terciario. La falsedad de la lista formada por Philippi con 13 especies comunes al cretáceo i al terciario, ha sido demostrada, como ya lo hemos dicho, por el Sr. Steinmann.

Por consiguiente, es del todo errado considerar las capas terciarias carboníferas como una formacion de transicion entre el cretáceo i el terciario, como lo hace Nogués i la Oficina de Jeografía i Minas. Por la fauna de las capas marinas colocadas sobre, entre i debajo de los mantos de carbon, todo el terciario carbonífero de la provincia de Arauco debe asignarse al grupo de Navidad establecido por Steinmann i Möricke; la edad jeológica de este período, segun la opinion de los dos sabios que acabamos de nombrar, debe considerarse como del oligoceno-mioceno.

En la tabla N.º 12 i N.º 13 se han reunido todos los perfiles obtenidos hasta ahora por la minería en las capas terciarias de las provincias de Arauco i Concepcion. Segun esto, el terciario alcanza un espesor a lo ménos de 400 a 500 m.

Ademas, se puede observar fácilmente una triple division de todo el macizo, de capas. Tenemos una seccion inferior no carbonífera, una central carbonífera i una superior marina no carbonífera.

1).—SECCION INFERIOR NO CARBONÍFERA

Las capas terciarias mas inferiores, superpuestas a la mica esquita o al cretáceo, se componen de conglomerados basales de espesor variable. Siguen mas arriba areniscas i arcillas, que representan sedimentos de aguas dulces. El espesor de esta seccion es mui diverso: en el pique N.º 5 de las minas Cousiño, en Coronel, es de 45 m. i en Colico, en cambio, es mayor de 100 m. Al norte, en Cerro Verde, el espesor es mayor de 90 m.; en esta parte dichas capas inferiores sin mantos son especialmente dignas de observacion por el gran desarrollo de la arcilla refractaria que tiene un espesor aproximado de 60 m. En Lebu, este grupo de capas se ha desarrollado en un espesor de mas de 80 m, en las escarpadas pendientes de la costa al norte del pique Amalia, distinguiéndose especialmente por el hecho de que aquí se incluyen areniscas marinas con una fauna, compuesta de las siguientes especies:

Fusus cf. *Lebuensis* Phil.

Turritella *trilirata* Phil.

Nucula *Lebuensis* Phil.

Nucula cf. *discors* Phil.

Lutraria cf. *undata* Phil.

Ademas se encuentra en concreciones calcáreas un gran cangrejo ricamente adornado que probablemente pertenece a la especie Cáncer, i cuya exacta determinacion no se puede hacer momentáneamente por la falta de literatura paleontolójica.

2).—SECCION CENTRAL CARBONÍFERA

A esta seccion deben asignarse todos los mantos conocidos de las provincias de Arauco i Concepcion. En la de Arauco se puede hacer fácilmente otra division mas: en una serie superior de mantos, el grupo «Mora-Fortuna», i en una serie inferior, el grupo «Chico-Alto». Estas dos subdivisiones se pueden comprobar en todas las rejiones mineras de la provincia de Arauco, i las trataremos mas detalladamente en el capítulo respectivo. Su existencia en la provincia de Concepcion todavía no se puede comprobar de un modo definitivo, lo que se debe solo en parte a las condiciones un tanto complicadas de la formacion de los mantos de carbon, pero principalmente, a la negativa opuesta por la Compañia de Lota i Coronel a la visita de las minas.

Las rocas de esta seccion del terciario se componen de areniscas arcillosas, de color verde, que frecuentemente encierran capas de rodados del tamaño de arvejas. Las areniscas muestran casi siempre estratificacion diagonal. Mui característico es que ciertas partes de la arenisca son cimentadas por carbonato de cal i debido a su mayor dureza aparecen como concreciones diseminadas en la masa mas blanda de la arenisca. El tamaño de estas «concreciones» oscila entre 10 cm. i 1 m. de diámetro. Los conglomerados que se encuentran dentro de las areniscas, constan en su mayoría de rodados de andesita i de cuarzo. La masa principal de esta seccion consta de areniscas sueltas; las arcillas son ménos frecuentes i se presentan por lo jeneral como acompaÑante de los mantos de carbon. Son por lo jeneral arcillas refractarias, que frecuentemente encierran impresiones mui bien conservadas de hojas. Por la fuerte mezcla con sustancia carbónica, estas arcillas se trasforman en pizarras carbónicas.

En esta serie de capas formada principalmente en tierra firme, se han incluido algunas capas marinas. La mas importante de estas inclusiones se encuentra directamente sobre el grupo inferior de mantos, el grupo «Chico-Alto». A ella pertenecen las areniscas marinas que se pueden ver en Curanilahue en el sendero abierto por la Oficina de las minas Rabal hácia la casa del ingeniero Irvine, sendero que conduce a lo largo del rio. Puede verse esto tambien en la quebrada situada mas arriba del chiflon principal. Tambien en Colico i en Lebu (v. perfiles, Tabla 12) se encuentran inclusiones marinas en partes análogas.

En la zona carbonífera de la provincia de Concepcion encontramos las mismas clases de areniscas i arcillas como en Arauco. En cuanto a una probable comparacion de los mantos de ambas rejiones, solo podemos decir con toda seguridad, que en Coronel i Lota existe el grupo inferior de mantos, pues poseemos perfiles, (tabla 13) que llegan hasta el límite inferior del terciario. A juzgar por las capas marinas encima de los mantos de carbon de Lota i Coronel, es mui probable que aquí se encuentre desarrollado tambien el grupo su-

perior de mantos; pero hasta la fecha todavía no he visto muestras de esta seccion marina superior.

A la seccion central carbonífera pertenecen tambien los mantos de carbon de Penco i Lirquen; estos mantos, como tambien las rocas que los acompañan, tienen una estructura petrográfica un tanto distinta a la existente en las rejiones minerales del sur. Esta fué la causa que indujo a Concha i Toro a considerar el carbon de los alrededores de Talcahuano como mas reciente que el de las rejiones mas australes. En el capítulo sobre la jeología de la provincia de Concepcion se dará una esplicacion de esta diferente constitucion petrográfica de los sedimentos al norte de Concepcion.

Los mantos de carbon mismos, son sin duda de oríjen autóctono, es decir, el carbon se ha formado en estensos pantanos de la costa que ocupaban los lugares en los cuales encontramos hoi dia los mantos de carbon. En pró de esta opinion habla la frecuente presencia del carbon junto con arcillas refractarias como tambien la excelente conservacion de delicados restos vejetales en estas arcillas, i por último, que las arcillas del suelo están cruzadas por gran cantidad de restos fósiles de raíces.

Ademas habla en favor de la autoctonía del carbon la gran regularidad en la configuracion de los mantos de carbon a traves de grandes estensiones. A pesar de toda la variabilidad de las rocas que los acompañan los diversos mantos de carbon mantienen, a traves de toda la provincia de Arauco, intervalos casi iguales entre sí.

3).—SECCION MARINA SUPERIOR NO CARBONÍFERA

He encontrado esta seccion hasta ahora únicamente en la provincia de Arauco; tiene un desarrollo notable i la observé en los puntos mas distintos.

Las formaciones de transicion entre la seccion central i la superior son extraordinariamente características, i se pueden reconocer fácilmente en el campo. Los perfiles de Lebu (tabla 12), muestran especialmente bien esta formacion: sobre el manto de carbon superior siguen areniscas verdes i arcillosas, de mas o ménos 25 a 30 m. de espesor con falsa estratificacion i zonas de rodados. Sobre estas areniscas depositadas en agua dulce, sigue una serie de areniscas verdes, glaukoníticas, de estratificacion laminosa i que contienen conchas fósiles; con estas rocas se alternan capas de areniscas análogas que contienen principalmente restos vejetales. Los sedimentos marinos se componen jeneralmente de capas calcáreas mas duras.

Fósiles que con frecuencia se encuentran en estas capas son:

Nucula cuneata Phil,
Nucula Darwini Phil
Mytilus spec.

En Colico i en Lebu se encuentra en gran cantidad *Mytilus* spec. en algunas capas (perfil 12). Las dos especies *Nucula* se presentan en gran cantidad junto a Llico i Raimenco.

Despues siguen, segun el perfil del pique Amalia, nuevamente varias capas

que se han depositado en agua dulce; pero mui pronto comienzan nuevos sedimentos mui ricos en fósiles. Las rocas son areniscas, de color verde, arcillosas i de grano mui fino; de frecuencia son concreciones calcáreas del tamaño hasta de un puño, que jeneralmente encierran conchas o cangrejos fósiles. Son estas las capas marinas superiores del pique Amalia, que tambien se ven en el camino desde este pique a Lebu. Las mismas capas se encuentran en la playa de Ranquil i en la Punta Fraile situada entre Arauco i Llico.

En el camino desde el pique Amalia hacia Lebu contienen esas capas:

Limopsis araucana Phil.
Oliva dimidiata Sow.

En la playa de Ranquil, ademas de diversas especies *Venus* mui grandes i bonitas i hasta la fecha no descritas, se encontró tambien:

Cancellaria Medinae Phil.
Cassis monilifera Sow.
Natica obtectiformes Mör.
Natica cf. *solida* Sow.
Fusus Macsporrani Phil,
Oliva n. spec.
Dentalium spec.

La mayor parte de los fósiles ha sido suministrado hasta la fecha por la Punta Fraile situada entre Arauco i Llico:

Cancer Tyro Phil.
Cancellaria Medinae Phil.
Cassis monilifera Sow.
Oliva dimidiata Sow.
Bulla Rémondi Phil.
Fusus discors Phil.
Fusus oxytropis Phil.
Dentalium spec.
Pinna tumida Phil.
Nucula Volkmanni Phil.
Venus n. spec.
Tellina spec.
Panopaea vetula Phil.

Sobre estas capas marinas siguen, al oriente del pique Amalia en Lebu i en Ranquil, rocas de color verde claro cuyo producto de descomposicion son arcillas blancas caoliniformes.

En la Punta Fraile se encontraron, por el contrario, sobre las areniscas marinas ricas en fósiles, otras capas marinas mas; arcillas arenosas de color gris en parte calcáreas de la Punta Pichicui. La fauna se compone de:

Turritella spec.
 Natica Volkmanni Phil.
 Pectunculus araucanus Phil.
 Nucula cuneata Sow.
 Tellina auca Phil.
 Limopsis spec.

Estas capas de Pichicui constituyen probablemente los sedimentos mas nuevos del mioceno en la provincia de Arauco, i corresponden a las descompuestas arcillas arenosas ricas en caolina, respectivamente a las areniscas arcillosas, que componen casi todos los cerros desde la Punta Lavapié hasta Yane. En la mitad del camino entre Llico i Yane se encuentra, en areniscas descompuestas de color café:

Natica cf. famula Phil.
 Solen elytron Phil.
 Nucula Medinae Phil.
 Nucula oxyrhyncha Phil.

El plioceno

Como plioceno señalan Steinmann i Möricke las areniscas ricas en fósiles de Coquimbo i Caldera, cuya fauna, en contraposicion a la de las capas de Navidad, tiene un marcado hábito pacífico. Capas con la misma fauna se encuentran tambien en la costa norte de la provincia de Arauco, en el camino desde la ciudad de Arauco hácia el rio Tubul. Son areniscas de color gris oscuro, de grano fino i solo poco cimentadas, que constituyen aquí las escarpadas pendientes de 100 m. de altura. En cuanto a fósiles, se encontraron:

Balanus spec.
 Fusus Steinmanni Mör.
 Tritonia cf. Thersites Phil.
 Pecten tenuicostatus Hupé.
 Pecten cf. Hupéanus Phil.
 Pecten spec.
 Cardium obesum Phil.
 Solen spec.
 Venus araucana Phil.

Tanto por su fauna como tambien por su estructura petrográfica, estas capas del plioceno se pueden distinguir fácilmente de las del mioceno.

El cuaternario

Los sedimentos mas recientes de la provincia de Arauco pertenecen al cuaternario. Como los sedimentos de esa época se formaron en tierra firme que se levantaba paulatinamente, las capas de mayor altura son al mismo tiempo

tambien las mas antiguas. Las capas cuaternarias mas antiguas forman el subsuelo de la altiplanicie de Colico; en esta localidad tienen una altura de cerca 140 m. i un espesor aproximado de 30 m.; forman el horizonte principal de las aguas subterráneas. Los piques, a causa de la poca consistencia de estas capas, tienen que revestirse firmemente con madera en la parte superior. La fauna del cuaternario es completamente idéntica con la del mar que hoy día baña la costa de Arauco. En un corte de la vía férrea junto a Colico, i segun comunicacion del señor Finger de Colico, se encontró el esqueleto completo de una ballena a mas o ménos 140 m. de altura.

Mas hácia el norte, estas capas aumentan en espesor, i en el fundo Huacho, situado al sur de Arauco, alcanzan un espesor de 60 a 70 m. Junto al hospital de la ciudad de Arauco, es digno de observarse el cuaternario por un pequeño yacimiento de carbon impuro.

Un sedimento cuaternario mas moderno se encuentra en el fundo de las minas Errázuriz, junto a Lebu, sobre un terraplen marino. Por lo demas, deben considerarse aquí tambien los terraplenes formados en los valles de los rios.

Las capas cuaternarias faltan por completo en la Cordillera de la Costa i en el terraplen mas alto, antepuesto a dicha Cordillera; en este terraplen están situadas las minas de Curanilahue. Las capas cuaternarias faltan ademas en los cerros situados entre la Punta Lavapié i Yane, que en la época de la formacion del terraplen de Colico salian en forma de isla por sobre la superficie del mar.

La Tectónica

En cuanto a la tectónica de las antiguas rocas de la Cordillera de la Costa, que no tiene gran importancia para los sedimentos carboníferos, se ha dicho ya lo necesario en el capítulo que trata de las capas precretáceas.

En la época en que se sedimentó el terciario carbonífero en Arauco, es muy probable que la Cordillera de la Costa no existiera todavía en su forma actual de montaña; formaba talvez una planicie plana que ascendia paulatinamente del mar hácia la Cordillera de los Andes. En la ladera occidental de esta superficie se depositaron, en pantanos grandes, los mantos del carbon i las rocas que los acompañan. Por las investigaciones practicadas en el verano, de 1911-12 aun no se puede constatar hasta donde llegaron estas capas terciarias en direccion oriente, ni tampoco si han llegado mas hácia el oriente del meridiano que en la actualidad corresponde mas o ménos a la línea de las altas cumbres de la Cordillera de la Costa. Pero esta cuestion es de tan alta importancia, que se hace absolutamente necesario un exámen mas minucioso del valle longitudinal en el verano próximo. Llamamos espresamente la atencion hácia el hecho de que los yacimientos de carbon que hasta la fecha conocemos en el valle longitudinal, no tienen relacion ni la mas mínima con los de la zona carbonífera propiamente tal. Los carbones del valle longitudinal, en cuanto nos son conocidos hasta la fecha, son mucho mas recientes.

Las capas del oligoceno-mioceno, depositadas horizontalmente, ya no las encontramos en ningun punto de Arauco o Concepcion en su posicion primitiva. A los procesos posteriores de solevantamiento, que han conducido a la actual

forma de la Cordillera de la Costa, las capas terciarias deben su inclinacion hácia el occidente, que varia entre 8° i 20° , siendo su rumbo el de norte a sur.

Si desde la ciudad de Arauco se sigue caminando mas hácia el occidente, las capas carboníferas se encuentran cubiertas primeramente por sedimentos mas recientes; en la Punta Pichicui i en la del Fraile, el mioceno marino superior tiene tambien rumbo de norte a sur, con un débil manteo que oscila entre 3° i 7° , hácia el E. Por consiguiente, domina en la rejion norte de Arauco una tectónica sinclinal.

Mas al occidente de la Punta del Fraile cesa en seguida la tectónica regular. Desde aquí hasta Llico se encuentran dos anticlinales que corren en direccion norte-sur. Los cerros entre Lavapié i Yane tienen una tectónica irregular debido al gran número de fallas. Una tectónica sinclinal del terciario en Arauco, no se puede comprobar mas hácia el sur con las observaciones hechas hasta ahora. Junto a Ranquil, el manteo occidental llega hasta la costa; en Lebu domina un manteo hácia el E. en el fundo Errázuriz, pero mas hácia el oriente, en las minas Victoria, dominan condiciones completamente irregulares, que de ningun modo pueden clasificarse como de una estructura sinclinal.

Las numerosas fallas que cruzan el terciario, se han formado simultáneamente con la inclinacion de las capas. Tambien en la estructura de las fallas se distingue la rejion oriental antepuesta a la pendiente occidental de la Cordillera de la Costa, por la gran regularidad en el desarrollo de la estructura de las fallas.

En la parte oriental, las fallas levantan siempre de nuevo los mantos inclinados hácia el occidente; las fallas de esta naturaleza, en las cuales la parte oriental se ha bajado, constituyen la regla. Las fallas mismas tienen inclinacion hácia el E. Las escasas fallas con la parte occidental bajada, tienen tambien siempre un manteo hácia el occidente.

(Continuará).



Tratamiento por via húmeda de los minerales de cobre (*)

NUEVOS METODOS

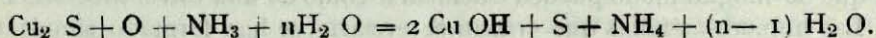
Cuando se tratan residuos de cobre con amoníaco en presencia del aire, el metal se disuelve lentamente. La agitacion facilita la disolucion, pues introduce en el líquido el oxígeno del aire; la oxidacion es un factor esencial para el éxito de la operacion, puesto que el metal i el amoníaco deben estar uno i otro oxidados. Se producen en esta reaccion nitritos cupro-amoniacales i nitrito amónico i el color de la disolucion es azul. El hidrato cúprico $\text{Cu}(\text{OH})_2$ se disuelve igualmente en el amoníaco coloreando el líquido de azul in-

(*) Tomado de la Revista Minera, Metalúrgica i de Ingeniería, números 2382 i 2383.

tenso, pero el óxido cúprico no es atacado. Para disolverle es necesario emplear el carbonato amónico o bien agregar algunas gotas de ácido. El óxido cúprico disuelto en una disolucion que contenga sales amoniacaes posee un poder oxidante enérgico; esta disolucion parece ser que es capaz de atacar, i finalmente, de disolver los minerales de plata no oxidados, al estado bruto, permitiendo un rendimiento mui elevado.

El amoníaco disuelve el óxido cuproso, dando una disolucion incolora que se colorea de azul por absorcion del oxígeno del aire. Puesto en contacto con cobre metálico, esta disolucion se vuelve de nuevo incolora i pasa al estado cuproso.

Cuando un mineral de cobre finamente pulverizado, por ejemplo la *chalcosina*, se somete a la accion simultánea de una disolucion acuosa de amoníaco y del aire, el sulfuro de cobre se descompone i el metal se disuelve. El azufre que se encontraba combinado al cobre queda en libertad i se forma óxido cuproso que se disuelve en el líquido amoniacal. Por absorcion subsiguiente de oxígeno de cobre se trasforma en hidrato cuproso:



Esta reaccion constituye la base de un procedimiento patentado en Alemania.

La disolucion acuosa de amoníaco solo ataca vigorosamente la chalcosina. El cloruro, el sulfato o cualquier otra sal de amonio obra de modo análogo, con tal que una base, como por ejemplo un álcali cáustico o un hidrato alcalino-térrico, intervenga para libertar el amoníaco. La accion de ésta es lenta, al ménos que este presente algun agente oxidante. La agitacion en presencia del aire o la adicion de peróxido de manganeso realizan esta condicion; la eleccion del oxidante dependerá naturalmente de factores locales. Uno de los oxidantes mas económicos, si se considera el precio de costo por kilógramo de oxígeno activo, es el hipoclorito de calcio Ca O Cl_2 .

Teóricamente, el procedimiento del amoníaco aparece como un método elegante de reduccion de minerales, especialmente en el caso de los minerales calcáreos o de los que contienen peróxido de manganeso u otras bases que descompongan los ácidos. Se trata solamente de llevar al cobre al estado de oxidacion (si ya no lo está) para poder disolver las sales metálicas por medio de disoluciones amoniacaes. Se puede en seguida recuperar el amoníaco por destilacion, i recojerle para una nueva utilizacion; en cuanto las sales de cobre que forman el residuo de la destilacion, se encuentran en condiciones apropiadas para la extraccion del metal. Este procedimiento presenta, sin embargo, ciertos inconvenientes capaces de oponerse a su adopcion i que será necesario vencer para hacerle aplicable en la industria. Se ha hecho ya bastante en esta direccion; con los recursos de que se dispone actualmente (recursos que no se habian aprovechado en las tentativas precedentes realizadas con objeto de utilizar el poder que poseen las disoluciones amoniacaes de disolver el cobre), hai probabilidades serias de que este procedimiento acabe por ser aplicado con éxito, si se presta a este estudio toda la atencion que requiere.

Las primeras investigaciones sobre el procedimiento al amoníaco fueron

realizadas a mediados del siglo pasado; dicho procedimiento fué objeto de numerosos estudios publicados en las revistas técnicas de aquella época; pero, sin embargo, no se llegó a hacerle adoptar en la práctica. Las principales dificultades que sobrevinieron al ensayarle fueron las pérdidas de amoníaco causadas por absorcion por el mineral durante la destilacion.

Ahora que las sales amoniacaes se preparan directamente por medio del aire atmosférico, bajo la influencia de la corriente eléctrica, i que el mismo amoníaco es de un uso tan estendido en las aplicaciones industriales (por ejemplo, en la fabricación del hielo artificial), se han encontrado medios de evitar las pérdidas de gas debidas a las fugas, i, por consiguiente, parece ser que esta objecion quedará vencida. Además de esto las cantidades considerables de sales amónicas que la industria suministra actualmente bajo forma de subproductos han reducido el precio de los reactivos en proporciones tales, que pueden emplearse en condiciones en que ántes era imposible.

El único ejemplo reciente de la aplicacion industrial del procedimiento al amoníaco, en los Estados Unidos, es el ensayo realizado en Goodsprings, en Nevada, En esta fábrica (cerrada, segun se asegura, por falta de capitales) el mineral era reducido á pasta i después tratado en vaso cerrado por una disolución diluida de amoníaco, con preferencia de 25 por 100. Segun los datos suministrados sobre esta explotación, se empleaban cuatro partes de disolución amoniacaal (á 26° Beaumé) para una parte de metales solubles contenidos en la carga.

Se inyectaba aire en la parte inferior de la cuba de levigación para suministrar el oxígeno necesario a la formacion de la sal de *cupro-amonio*; servia al mismo tiempo para agitar la mezcla. Se empleaba parte i media de amoníaco diluido para una parte de mineral; se procuraba llegar a tener en presencia sesenta i ocho partes de amoníaco para sesenta i tres partes de cobre contenidas en el mineral. Se dejaba reposar el contenido de la cuba de levigacion, i el líquido que sobrenadaba se decantaba en seguida en otro recipiente de donde se eliminaban los lodos. Antes de ser abandonados los residuos eran sometidos a un segundo tratamiento semejante al que acabamos de describir.

Una vez depositados los lodos i despues de filtrar el líquido, la disolucion que contenia la sal de cobre se trasvasaba a una cuba de depósito, donde se descomponia la sal por medio del calor; segun lo que pudo observarse, la accion del aire caliente i del vapor, introducidos simultáneamente en la cuba, era el manantial de calor que daba mejores resultados.

Un aparato servia para separar parcialmente el vapor de los gases amoniacaes que provenian de la cuba de separacion, i el vapor se condensaba i calentaba al mismo tiempo el aire que penetraba en este último recipiente. El vapor no condensado i los gases amoniacaes pasaban a una cuba de condensacion. Cuando se terminaban las operaciones quedaba el óxido de cobre en el separador.

Segun los técnicos que han aplicado este sistema, se producen pérdidas de amoníaco siempre que se descomponen las disoluciones metal-amoniacaes sin emplear la accion simultánea del aire caliente i del vapor; en dicho caso, la operacion exige mucho mas tiempo i combustible i da, finalmente, una disolucion amoniacaal mui diluida. El empleo simultáneo del aire caliente i del vapor,

por el contrario, favorecen la descomposicion química i aun se afirma que el amoniaco empleado se recupera íntegramente por este procedimiento.

Es interesante observar que en el tratamiento del mineral en la fábrica de Goodsprings, la cantidad de aire comprimido inyectada en la cuba de levigacion era suficiente para producir una presion mui superior a la indicada. Esto era de prever, ya que el oxígeno era tomado del aire para formar óxido (nitritos), i que a la presion que reinaba, el líquido debia ademas absorber una cantidad notable de gas. En cuanto a la afirmacion de que «todo el nitrógeno que se encuentra al estado libre se combina con todo el hidrógeno libre para formar amoniaco i mantener así intacta la proporcion primitiva de este cuerpo en la disolucion», es una afirmacion que tiene que ser comprobada con datos suplementarios.

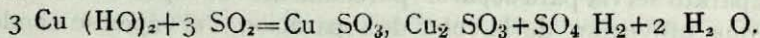
El amoniaco, bajo forma de disolucion acuosa, es un producto desde el punto de vista del transporte, i por ello puede ser mas ventajoso para las manipulaciones emplear una sal amónica. Se puede, por ejemplo, reemplazar el amoniaco por su cloruro o su sulfato, productos manejados corrientemente en la industria. Ademas es ventajoso emplear el agente activo de levigacion bajo forma fija, sobre todo cuando este agente es un gas volátil.

Lucien Jumau, de Paris, ha inventado un procedimiento para estraer el cobre puro de sus minerales; consiste, en resúmen, en tratar el mineral con una disolucion amoniacal, precipitar el cobre de esta disolucion bajo forma de un precipitado que contenga sulfito cuproso, disolver éste en una disolucion amoniacal, i, por último, someterle a la electrolisis en presencia de carbonato amónico.

La aplicacion de este procedimiento exige primeramente la tostion del mineral sulfurado para trasformar todo el cobre en óxido o en sulfato. Una vez calcinado el mineral, se trata con una disolucion, en caliente, que contenga sulfato o sulfito amónico, o bien una mezcla de las dos sales, en la cual el óxido de cobre se disuelve con facilidad. Segun el inventor, un litro de dicha disolucion puede llegar a disolver 70 gramos de cobre.

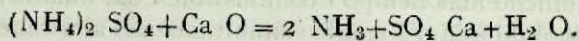
Se hace pasar en seguida a traves de la disolucion caliente una corriente de anhídrido sulfuroso que provenga de la tostion de los minerales. Antes de hacer llegar este gas se elimina todo el amoniaco libre, que puede ser recojido i servir para tratar una nueva carga de minerales.

El hidrato cúprico se disuelve fácilmente en el amoniaco. La accion del anhídrido sulfuroso sobre este cuerpo puede representarse por la forma siguiente:



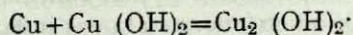
El sulfito cuproso-cúprico es precipitado i recojido. El residuo líquido sirve para una nueva levigacion despues de haber eliminado el anhídrido sulfuroso i haber hecho amoniacal la disolucion por adiccion de una cantidad conveniente de amoniaco.

Al cabo de cierto tiempo los líquidos se saturan de sulfato de amoniaco; se puede recuperar este amoniaco i emplearle de nuevo, tratando el sulfato por la cal:

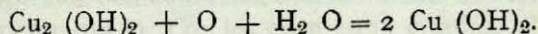


El sulfito cuproso-cúprico se vuelve a disolver en la disolución primitiva i de ésta se deposita por electrolisis sin recurrir a diafragma. La innovacion que caracteriza el procedimiento Juman consiste, en efecto, en hacer la electrolisis de una disolución amoniacal cuprífera sin emplear diafragma, i esto se consigue haciendo pasar hasta saturacion ácido carbónico a través de la disolución mientras tiene lugar la electrolisis. De este modo se forma carbonato amónico que provoca el rápido depósito del cobre.

El paso del ácido carbónico gaseoso a través del electrolito sirve tambien para mantener éste en un estado de agitacion conveniente. Si se conduce la electrolisis sin hacer intervenir el ácido carbónico, el cobre depositado se disuelve de nuevo en la disolución cúprica, con formacion de sales cuprosas:



El óxido cuproso disuelto en la disolución amoniacal se apodera de oxígeno en el ánodo i vuelve a pasar al estado cúprico, provocando un desperdicio de energía eléctrica



Por la presencia del sulfito amónico, se puede conducir la electrolisis con una corriente de un potencial relativamente pequeña. Cuando no se ajita la solución i la operacion se hace a una temperatura elevada, basta una corriente de 0.3 a 0.4 voltios, con una densidad de 0.5 amperios por centímetro cuadrado. Conviene observar tambien que la cantidad de cobre que se deposita es, debido al sulfito cuproso, superior a 1,186 gramos por amperio-hora; que representa la cantidad teóricamente habitual admitida para el rendimiento de una disolución de óxido cúprico.

La presencia de cobre oxidado en los minerales auríferos ha sido siempre considerada, hasta cierto punto, como un obstáculo al tratamiento de estos minerales por el método de cianuración. En efecto, el cianuro potásico disuelve cantidades considerables de cobre i esto arrastra un consumo inútil de dicho reactivo i provoca la precipitación del cobre en las cubas de zinc. Cuando el cobre se encuentra en proporciones superiores a 0.01 o 0.02 por 100, envuelve al zinc i se opone a la formación de los lodos oro-zinc. Los ensayos realizados con objeto de eliminar el cobre de tales minerales i de extraer, en condiciones favorables, el oro por medio del cianuro, pueden suministrar indicaciones útiles respecto a la hidrometalurgia del cobre.

Sin tener en cuenta el método del ácido sulfúrico, que consiste en eliminar primeramente el cobre por levigación con ácido sulfúrico i tratar en seguida el mineral con cianuro potásico, después de neutralizar el ácido restante, se han propuesto i aplicado muchos procedimientos, en los cuales se recurre a compuestos de cianógeno i amoníaco para extraer a la vez el cobre i el oro de los minerales cupríferos que los contienen.

Entre estos métodos conviene citar el de Scrymgeour: el cobre se disuelve con una disolución cuprífera de cianuro i el exceso de metal disuelto se recoge por electrolisis. Después se cianura por el procedimiento ordinario el residuo lavado, i se retira el oro de la disolución igualmente por electrolisis.

En el método de Hirsching, el mineral de cobre se disuelve en amoníaco; después se recoge el cobre i el amoníaco destilando la disolución i queda un precipitado de óxido de cobre. Por último, se lava el residuo i se trata con cianuro.

El procedimiento Hunt consiste en tratar el mineral con una disolución de cianuro potásico adicionada de amoníaco acuoso. El oro se recoge con una parte del cobre i se separan los metales por electrolísis.

Garman i Breerton han publicado los resultados de las experiencias que realizaron con objeto de recoger el cobre por medio del cianuro amónico. El sulfato amónico reacciona con el cianuro potásico para dar cianuro amónico ($\text{NH}_4 \text{CN}$).

Se ha observado que en presencia de una cantidad considerable de carbonato de cobre el cianuro amónico (cuerpo a la vez inflamable i estremadamente tóxico) obra en el tratamiento de los minerales cuarzosos de oro mucho más eficazmente que la disolución de cianuro potásico, de empleo más corriente; el cianuro amónico, en cambio, se altera rápidamente.

Las conclusiones de los ensayos realizados por Garman i Breerton son las siguientes:

1.^a Son necesarias cantidades de amoníaco considerables para extraer el cobre en cantidad suficiente para que se pueda aplicar el procedimiento al cianuro.

2.^a Fué imposible evitar pérdidas de amoníaco por fugas i volatilizaciones con los aparatos de que disponian los autores.

3.^a Las recuperaciones del cobre i la rejeneracion del amoníaco eran igualmente muy costosas.

4.^a El consumo de cianuro potásico fué siempre muy grande después de eliminar preliminarmente el cobre.

Se ha observado que cuando solo se emplea amoníaco, el cobre disuelto es proporcional a la cantidad de amoníaco presente, es decir, que la cantidad de metal que entra en disolución depende del empleo de la cantidad conveniente de disolvente. Aun cuando el amoníaco i el cianuro potásico disuelvan al carbonato de cobre, se puede, sin embargo, cambiar los dos disolventes de tal manera que su mezcla disuelva menos cobre que el cianuro de potasio aisladamente.

Las investigaciones realizadas sobre este objeto son incompletas.

En el método de Scrymgeour, el disolvente del cobre es el cuprocianuro de potasio (K Cy , Cu Cy), obtenido calentando el mineral cuprífero con una disolución diluida de cianuro. El cuprocianuro posee la propiedad de disolver pequeñas cantidades de cobre bajo forma de subcianuros; cuando la disolución ha alcanzado su máximo de concentración, se aplica el procedimiento Halske.

En este procedimiento, el oro i el cobre se precipitan bajo forma de una capa dura adherente al cátodo, i que no manifiesta ninguna tendencia a formar escamas ni a volverse esponjosa. Sobre los ánodos de hierro se deposita una corteza dura constituida en su mayor parte por el *cuprocianuro de hierro*; este depósito recubre una gran parte de la superficie de las placas i causa serios perjuicios. Para obviar este inconveniente, se suspenden de bastidores i de

cada lado del ánodo, sacos de tela. Las láminas de plomo se remueven todos los días. Los dos electrodos van unidos por medio de un alambre de hierro que se quema si aumenta la intensidad de la corriente i evita la formación de cortos circuitos. La precipitación se opera tanto mejor cuanto mas templado es el tiempo. Una vez terminada la electrolisis, el líquido está en estado de disolver una nueva carga; no se emplea cianuro libre.

Los cianuros de oro i de plata i los de cobre i demas metales son solubles con el amoníaco sin el concurso del cianuro.

En Dale, en el condado de San Bernardino, California, se ha sometido a un tratamiento preliminar por el amoníaco, ántes de tratarle con cianuro, un mineral complejo en el cual figuraba el cobre al estado de silicato; se observó, en efecto, que el silicato de cobre era descompuesto por el cianuro potásico. En este ensayo se empleó con éxito el cloruro en vez de amoníaco.

En el procedimiento Hunt se recomienda el empleo de ánodos de plomo peroxidado i de cátodos de aluminio. El mejor medio de peroxidar los ánodos es someterles antes de su empleo a la acción de una disolución de permanganato potásico. Puede emplearse con confianza una densidad de corriente de 0.25 amperios por decímetro cuadrado. Con los elementos citados, el oro, la plata i el cobre se precipita en forma de lodos.

Hace algun tiempo, el *Electrochemical and Metallurgical Industry* publicó una descripción del procedimiento Mosher-Ludlow; este procedimiento está basado en el empleo del amoníaco i del cianuro en el tratamiento de los minerales de cobre con extracción de los metales preciosos. No difieren sensiblemente sus líneas principales de otros varios procedimientos que acabamos de exponer; pero la descripción del aparato empleado prueba que ha sido objeto de profundo estudio. Un punto que conviene hacer observar particularmente en el método de precipitación continua por ebullición.

Se trata de establecer cerca de Hita, en el Utah, una fábrica de levigación, según el procedimiento Mosher-Ludlow, que pudiese tratar 30 toneladas de mineral; las publicaciones que se ocupan de estas materias no han dado cuenta de la realización de este proyecto.

Los inventores de este procedimiento pretenden que las disoluciones amoniacales cargadas de sales metálicas se descomponen con gran facilidad al punto de ebullición del agua, depositándose los óxidos metálicos bajo forma de precipitados pesados, mientras el amoníaco puesto en libertad es reabsorbido por el agua fría.

Para el tratamiento de un mineral groseramente pulverizado (que pase por un tamiz de tres a seis mallas por centímetro cuadrado) los inventores recomiendan el empleo de la cuba de cloruración, sin revestir de plomo i provista de un filtro interior abovedado. Este aparato constituye, según ellos, un recipiente absolutamente impermeable para el amoníaco; fácil de cargar i descargar, i en el cual se puede agitar la mezcla i quitar por el lavado de un modo perfecto el amoníaco de los residuos finales.

Para el tratamiento de los (*slimes*) basta una simple agitación en cubas cerradas, dispuestas verticalmente i provistas de fondos en forma de tolva. Después de decantación se termina la extracción del líquido en el filtro prensa.

La nota saliente del aparato para la puesta en práctica del procedimiento

Mosher-Ludlow es el cuidado aportado a evitar toda pérdida de amoníaco i a reducir la cantidad del calor necesaria para la ebullicion, Esto se realiza por medio de un sistema de recuperacion de calor, pues una porcion notable de calor que ha servido para recojer el amoníaco por ebullicion es absorbido por la disolucion fresca. La disolucion de amoníaco desde el principio al fin de las operaciones es mantenida en recipientes cerrados; ademas el mismo líquido sirve para varias veces; de modo que si sucede que un metal o el amoníaco quedan en disolucion despues de la ebullicion vuelven a entrar en seguida en el ciclo de las operaciones.

Los gastos de primer establecimiento de una instalacion que emplee el procedimiento por ebullicion continua, comprendidos los recipientes de acero, canalizaciones, bombas, etc., son de unos 30,000 francos para un fábrica que puede tratar 100 toneladas de mineral. En la práctica el calor necesario al tratamiento de 100 toneladas de mineral podria ser suministrado seguramente por una tonelada i media o dos toneladas de carbon de buena calidad i por una caldera de 35 a 40 caballos de vapor.



Certámen Oficial de testos de Enseñanza para las Escuelas de Minería del Estado (*)

Bases para el Certámen Abierto por el Ministerio de Industria i Obras
Públicas, segun Decreto N.º 2004, de 10 de Setiembre de 1912, a
Indicacion de la Sociedad Nacional de Minería.

Santiago, 10 de Setiembre de 1912.

S. E. decretó hoi lo que sigue:

Seccion 1.ª—N.º 2,004.—Vistos estos antecedentes i lo dispuesto en el decreto N.º 275 de 1.º de Mayo de 1911,

DECRETO:

Apruébanse las bases formadas por la Sociedad Nacional de Minería para el certámen destinado a proveer de los siguientes testos de enseñanza a las Escuelas Prácticas de Minería: Aritmética, Aljebra, Jeometría, Química Inorgánica, Ensayes, Metalurjía, Mensura de Minas, Esplotacion de minas, Jeometría descriptiva, Mineralojía i Jeolojía o Yacimientos minerales.

(*) El Certámen quedará cerrado el 10 de Mayo de 1914.—Los trabajos deberán ser enviados ántes de esta fecha a la Secretaría de la Sociedad Nacional de Minería, Casilla 1807, Monedas 739, Santiago.

Se autoriza al Presidente de la Sociedad Nacional de Minería para llevar a efecto dicho certámen con arreglo a las espresadas bases.

Tómese razon, comuníquese i publíquese en el *Boletín de las Leyes i Decretos del Gobierno* con insercion de las referidas bases.

BARROS LUCO.

OSCAR VIEL.

Bases para el certámen de testos para la enseñanza en las Escuelas Prácticas de Minería

I.—Abrese un certámen para dotar a las Escuelas de Minería de los testos siguientes i con los premios a las mejores obras que se indican:

	Primer premio	Segundo premio
1) Aritmética i elementos de álgebra....	\$ 500	\$ 100
2) Jeometría elemental, jeometría, descriptiva i proyecciones.....	1,000	250
3) Máquinas i elementos de mecánica...	2,500	800
4) Química i ensayos.....	2,000	500
5) Mineralojía i yacimientos minerales..	2,500	500
6) Metalurjia.....	3,000	1,000
7) Esplotacion de minas.....	2,500	800
8) Mensura de minas.....	500	100

II.—Los que deseen tomar parte en este concurso o certámen tendrán el plazo de dieciocho meses, desde la fecha, para enviar sus trabajos a la Secretaría de la Sociedad Nacional de Minería (Moneda 759, Santiago).

III.—Los trabajos serán presentados i firmados con seudónimo i acompañados de un sobre lacrado i sellado, que contenga el seudónimo con el nombre i direccion del concurrente. Deberán ir escritos a máquina, acompañados de las figuras que estimen necesarias o convenientes, en forma tal, que puedan servir directamente al fotograbado para su publicacion. Si las figuras no se presentasen en esa forma, el autor quedará obligado a hacerlo ántes de percibir el premio.

IV.—Los diversos trabajos deben amoldarse en todo a los programas que para cada caso quedan a disposicion de los interesados, en la Secretaría de la Sociedad de Minería.

V.—Serán motivos especiales de preferencia la claridad i concision del lenguaje, la abundancia de datos prácticos i económicos nacionales i la mayor abundancia de figuras hechas a escala determinada. En las figuras se preferi-

rán siempre las figuras presentadas en cortes i proyecciones a las representadas fotográficamente.

VI.—Dentro de los diversos programas, se dará preferencia a las materias de mas aplicacion en nuestro pais, a los datos prácticos i económicos que correspondan a nuestra práctica i, en jeneral, los ejemplos i descripciones se tratarán de manera que siempre sean de utilidad i directamente conectados con las materias mineras i metalúrgicas, etc., de frecuente empleo.

VII.—Una o mas comisiones especiales nombradas por el directorio de la Sociedad Nacional de Minería, revisarán los trabajos i se pronunciarán sobre ellos, quedando autorizadas para otorgar o nó los premios, segun que los trabajos cumplan o nó con las condiciones necesarias para el objeto que se les destina. Estas comisiones evacuarán su informe a mas tardar en el plazo de dos meses, despues de cerrado el concurso.

VIII.—Los trabajos que obtengan el primer premio serán aceptados por el Gobierno para su uso en las Escuelas de Minería, serán publicados por cuenta fiscal en una edicion de mil ejemplares, para los números 1 i 2, i mil quinientos ejemplares para los demas. De estas ediciones, el Gobierno se reserva doscientos ejemplares i dará al autor el resto para su venta, fijándole un precio que corresponda al costo de la edicion por ejemplar, precio que quedará estampado en la carátula del libro.

IX.—La propiedad de la obra, los clichés, etc., pasan a ser propiedad del autor, con la obligacion de vender al Gobierno, si éste lo exige, la sesta parte de cada nueva edicion al precio de costo, mas un 25% de recargo.

PROGRAMA DE ARITMETICA

INTRODUCCION

a) Aritmética, numeracion, cantidad, unidad, cantidad continua, cantidad discreta o numerable, demostracion, definicion, teorema, problema, etc.

CAPITULO I

a) Número entero, número quebrado, número abstracto, número concreto, número complejo e incomplejo; ejemplos de cada uno de estos números.

b) Numeracion. Numeracion oral, numeracion escrita; valor absoluto i relativo de los números, ejemplos varios. Signos de igualdad, de mayor que i de menor que.

CAPITULO II

OPERACIONES DE LA ARITMÉTICA

a) Definicion de adiccion, sustraccion, multiplicacion i division. Adiccion de números de una cifra i de dos o mas cifras; problemas de adiccion relaciona-

dos con el trabajo de las minas o faenas metalúrgicas; comprobacion de la adición.

b) *Sustraccion*.—Diversos casos de sustraccion simple i compuesta ilustrados con problemas subordinados a las faenas mineras o metalúrgicas; comprobacion de la sustraccion.

c) Multiplicacion simple, compuesta i con multiplicando i multiplicador de varias cifras, casos prácticos de multiplicacion, arreglo de jornales de trabajadores, planillas de pago, cubicaciones de mineral, etc. Comprobacion de la multiplicacion. Teoremas sobre el órden de los factores; número múltiplo, potencia de un número, cuadrado o segunda potencia.

d) *Division*.—Division esacta e inesacta; division simple i compuesta, pruebas de la division, ejemplos prácticos de division tomando como base los trabajos de las minas, tratos o destajos, reparticion de alimento, de esplosivos, pagos, etc. (Divisibilidad esacta de los números, reglas que existen).

e) Problemas sobre las cuatro operaciones fundamentales, consultando todos los casos de multiplicacion i todos los de division i refiriendo los problemas a la resolucion de casos prácticos subordinados al manejo de hombres, útiles, enseres i bienes de faenas mineras o metalúrgicas.

CAPITULO III

a) Quebrados comunes, denominador, numerador, quebrados propios e impropios, valor entero del quebrado impropio, reducir un entero a quebrado;

b) Propiedades en los quebrados, quebrados mayores, menores e iguales. reduccion de los quebrados a un comun denominador; suma de quebrados i de quebrados i enteros; resta de quebrados i quebrados i enteros; multiplicar un quebrado por un entero, multiplicar quebrados entre sí, dividir un quebrado por un entero, un entero por un quebrado, dividir quebrados entre sí.

c) Simplificacion de los quebrados i varios casos de aplicacion de quebrados i en las operaciones indicadas.

d) Valuacion de los quebrados i problemas de recapitulacion sobre quebrados, i tratándose de traer al terreno condiciones peculiares de las minas i faenas metalúrgicas.

CAPITULO IV

QUEBRADOS DECIMALES

a) Numeracion decimal.

b) Propiedad de los números decimales.

c) Operaciones con números decimales, adición, sustraccion multiplicacion i division.

d) Valuacion de los quebrados decimales.

CAPITULO V

NÚMEROS COMPLEJOS

- a) Reduccion de números complejos a incomplejos.
- b) Adicion de números complejos.
- c) Sustraccion de números complejos.
- d) Multiplicacion de números complejos.
- e) Division de números complejos.
- f) Problemas de recapitulacion sobre los números decimales i los complejos, sobre las diversas operaciones que con ellos se ejecutan, i en los diversos casos que dentro de una operacion se pueden ejecutar; los problemas deben tener por base en su mayoría las diversas cuestiones i reducciones que se presentan en las leyes de minerales espresadas decimal i complejamente.

CAPITULO VI

SISTEMA DE PESOS I MEDIDAS

- a) Sistema métrico decimal, medidas lonjitudinales, medidas de superficie, medidas de volúmen, medidas de capacidad i medidas de peso.
- b) Relacion íntima entre todas las medidas del sistema métrico, descripcion detallada de cada una de ellas con sus múltiplos i sub-múltiplos, manera de escribir las diferentes cantidades métricas i abreviaciones usadas.
- c) Sistema antiguo español de pesos i medidas; medidas de lonjitud, de superficie, de volúmen, de capacidad i peso.
- d) Equivalencia de estas medidas con las del sistema métrico i manera de reducir medidas métricas a antiguas i vice-versa.
- e) Medidas inglesas, españolas i métricas en uso actual en la estimacion de capacidad, volúmen i riqueza de minerales, reduccion de unas a otras i expresion de su valor reducido al sistema métrico.
- f) Maneras comunes de espresar el contenido de oro, plata, cobre, etc., en lotes de minerales i su equivalencia en valor real espresado en moneda corriente; sobre esto deben resolverse tres o cuatro problemas e iniciarse unos diez mas para el trabajo del alumno.
- g) Sistema monetario; valor del peso chileno, libras, francos, marcos i dólar, monedas en circulacion, etc.

CAPITULO VII

PROPIEDADES DE LOS NÚMEROS

- a) Números primos, número compuesto, números primos entre sí.
- b) Máximo comun divisor, diversos casos para encontrarlo, descomposicion de un número en factores simples, mínimun comun múltiplo.

- c) Reduccion de quebrados a su especie mas sencilla, reduccion de quebrados al menor denominador comun posible.
- d) Reduccion de quebrados ordinarios a decimales, fraccion decimal exacta i fraccion decimal periódica, fraccion periódica pura, fraccion periódica mista, reduccion de quebrados decimales a ordinarios, quebrado jenerador.
- e) Elevacion a potencias, diversos casos que se presentan. Estraccion de raices, estraccion de raiz cuadrada, manera de efectuarla.

CAPITULO VIII

REGLA DE TRES

- a) Características de la regla de tres, racionio aljebraico i reglas aritméticas que resuelven la incógnita de una regla de tres, regla de tres simple i regla de tres compuesta.
- b) Una serie de problemas sobre regla de tres simple, todas tomadas de los muchos casos que se presentan en el desarrollo diario de trabajos mineros i metalúrgicos; ejemplos:

Para extraer diez toneladas de minerales de 10% del macizo «A», necesito diariamente 3 hombres; para extraer 50 toneladas del mismo lugar i de la misma lei (asumiendo las mismas condiciones), ¿cuántos hombres necesitaria?

$$\text{Solucion} = \frac{3 \times 50}{10} = \frac{3 \times 5}{1} = 15 \text{ hombres}$$

Como éste se pueden intercalar a lo ménos unos veinte problemas de regla de tres simple para familiarizar al estudiante con ellos i con el racionio tanto aritmético como aljebraico.

- c) Regla de tres compuesta, racionio aritmético i aljebraico para la resolucion de la regla de tres compuesta.
- d) Una serie tambien de unos veinte problemas de regla de tres compuesta que tengan todos su base en casos mineros i metalúrgicos.

CAPITULO IX

REGLA DE INIERES

- a) Característica de la regla de interes; verdadera interpretacion de la regla de interes como una deduccion especial de la regla de tres.
- b) Capital, su significado, capital minero, etc., interes, su significacion, interes bancario, interes minero, interes comercial e industrial.
- c) Tasa de interes, su espresion en por ciento, su significado, tasas que pagan los bancos, los negocios mineros, los industriales, etc.
- d) Tiempo que duran las inversiones, inversiones de toda la vida, inversiones a plazo fijo, cuentas corrientes, etc.
- e) Dado el capital i tasa de interes anual, buscar el interes percibido por el capital, en cierto número de años; ilústrese éste con cinco o diez problemas.

- f) Dada una tasa de interes semanal o mensual, buscar su equivalente anual i vice-versa; ilústrese éste con dos o tres problemas.
- g) Dado el interes percibido en cierto número de años a una tasa de interes fijo: encontrar el capital a que dicho interes corresponde. Debe insertarse 4 o 5 problemas sobre esta cuestion.
- h) Dado el interes percibido en cierto tiempo por un capital dado, encontrar el tanto por ciento que dicho capital estaba recibiendo. Tambien se insertarán 4 o 5 problemas que ilustren el caso.
- i) Dado el capital, interes i tanto por ciento que percibe un capital, encontrar en qué tiempo ha percibido el interes que se señala i resolver 5 problemas referentes a este asunto.
- j) Intereses varios, intereses penales, letras i descuentos.

CAPITULO X

APLICACIONES VARIAS DE LA REGLA DE TRES

- a) Proporcion aritmética; proporciones jeométricas o ecuaciones, regla de tres, racionio aljebraico sobre los extremos i medios de la proporcion.
- b) Regla de partes proporcionales ilustrada con 5 ejemplos que versen sobre cuestioness de minas, etc.
- c) Regla de compañía simple, ilustrada con la resolucio de 5 o 6 ejemplos sobre negocios o comunidades mineras, regla de compañía compuesta, igualmente ilustrada.
- d) Regla de aligacion i la resolucio de diez ejemplos que versen sobre la mezcla de minerales para efectuar comunes para ventas.

CAPITULO XI

- a) Progresiones aritméticas, progresion creciente, decreciente, hallar un término de la progresion, el término sumaterio, la razon, etc. Varios problemas sobre progresiones.
- b) La aritmética empleada diariamente en el trabajo, problemas que dia a dia hai que resolver, cuentas de trabajadores, compra de minerales, ventas, contabilidad, etc.

PROGRAMA DE ALJEBRA

CAPITULO I

- a) Definiciones, principios convencionales, signos convencionales, coeficiente, esponente, signos de igualdad, miembros de una espresion, paréntesis, etc.
- b) Lenguaje aljebraico, comparacion con el lenguaje comun i con el aritmético, ejemplo que ilustre esta diferencia de espresion; fórmula, etc.

c) Manera de considerar las cantidades, positivas, negativas, explicacion i origen de las cantidades negativas.

d) Cantidad algebraica, expresion algebraica, cantidad entera, cantidad fraccionaria, cantidad racional, cantidad radical, ejemplo de estas expresiones o cantidades; monomios, polinomios, dimensiones del monomio, grado del monomio; ejemplo de estos últimos casos en las determinaciones de la dimension i grado de los monomios, ordenacion de un monomio, ejemplo práctico.

e) Valor numérico de las expresiones algebraicas, ejemplos que lustran el cambio: términos semejantes, simplificacion de polinomios con términos semejantes.

Se ruega ser lo mas explícito en estas definiciones, i es preferible ilustrarlas con un ejemplo que dar una definicion exacta pero corta i complicada que no queda al alcance del estudiante i exige una explicacion del profesor.

CAPITULO II

a) Adicion considerada algebraicamente, diversos casos de adicion, hágase resaltar con uno o dos ejemplos la igualdad a la adicion aritmética, aunque aparentemente aparezca ser diferente la manera de proceder.

b) Sustraccion considerada algebraicamente, diversos casos de sustraccion con letras, haciendo ver el resultado, cambiar las letras por valores numéricos i efectuar la operacion.

c) Multiplicacion considerada algebraicamente, diversos casos de multiplicacion i su correspondencia a los casos aritméticos; ejemplos prácticos, signos i manera de conducirse, explicacion del por qué se conducen así; multiplicacion algebraica compuesta, similaridad a la operacion igual aritmética; cuadrado de un «binomio», desarrollo de él; suma de dos cantidades multiplicada por la diferencia de las mismas.

d) Division algebraica; casos de division algebraica i su correspondencia con casos de division aritmética, reglas de los signos i su explicacion; ejemplos de division de expresiones algebraicas resueltas algebraicamente i aritméticamente asignándoles valores a las letras.

CAPITULO III

a) Quebrados o fracciones literales; explicacion de sus valores relativos, igualdad a las propiedades i reglas de los quebrados o fracciones comunes aritméticas.

b) Simplificacion, ejemplos de simplificacion, reduccion a un comun denominador, ejemplos de reducciones.

c) Adicion i sustraccion, ejemplos para familiarizar al estudiante con el manejo de las letras en las operaciones de los quebrados; reduccion de una expresion mista a quebrado, multiplicacion de quebrados, division i ejemplos de estas últimas operaciones.

d) Operaciones con las expresiones mistas, ejemplos que ilustren cada una de estas operaciones.

CAPITULO IV

ECUACIONES

a) Ecuacion, igualdad, proporcion, analogía aritmética de las proporciones con la regla de tres, ejemplos de problemas que hacen esta analogía patente. Miembros de la ecuacion, ecuacion numérica, identidad, valores de las incógnitas, resolver una ecuacion, ecuacion determinada e indeterminada, ecuaciones equivalentes.

b) Preparar una ecuacion, manera de efectuar una preparacion; ejercicios varios resueltos en el testo sobre la preparacion de tres o cuatro ecuaciones, fáciles las primeras i difíciles las últimas.

c) Definicion i ejemplo de una ecuacion de primer grado; de segundo grado con una incógnita.

d) Resolucion de la ecuacion de primer grado, facilidad de la resolucion i similaridad a la resolucion de una expresion aritmética con operaciones indicadas; comprobacion de una ecuacion resuelta.

e) Problemas que dan orijen a las ecuaciones, problemas aritméticos resueltos por el raciocinio aljebraico, diferencia entre el raciocinio aljebraico i el aritmético; planteacion del problema; planteacion de la ecuacion i resolucion de ella; resolucion de problemas que den lugar a una ecuacion de primer grado con una incógnita, por lo ménos 15 problemas que en lo posible hai que referirlos a la industria minera i metalúrgica.

CAPITULO V

a) Cuadrado de los monomios, ilustracion del desarrollo de dos de ellos, cuadrados de los polinomios i sus respectivas ilustraciones, observaciones a estos desarrollos.

b) Raiz cuadrada de los monomios i sus dos ilustraciones, raiz cuadrada de los polinomios i sus ilustraciones, observaciones a estos desarrollos.

CAPITULO VI

a) Resolucion de ecuaciones de segundo grado con una incógnita, ejemplo de desarrollo de la resolucion, fórmula de resolucion, transformacion de la fórmula; valores hallados para la incógnita i sus significados.

b) Resoluciones de problemas que dan lugar a las ecuaciones de segundo grado con una incógnita, resolucion de cinco problemas.

CAPITULO VII

a) Razon, antecedentes, consecuente, similaridad entre razon i fraccion, razon compuesta.

b) Proporción, términos medios, extremos, proporción discreta i continua.

c) Determinacion de los términos de una proporcion, propiedades varias de las proporciones.

d) Series de razones iguales, propiedades de ellas.

e) Similaridad de las proporciones a la regla de tres aritmética, problemas que se resuelven por proporciones, racionio, enumerado de varios de ellos, que se relacionen con la minería, problemas de intereses; de descuento, de reparticiones proporcionales, de compañía, de aligaciones, etc. Hacer ver la estrecha igualdad que existe en esta parte de la Aljebra con la Aritmética, resolviendo un problema de cada uno de los enumerados con un racionio aritmético i aljebraico.

CAPITULO VIII

a) Progresion aritmética; creciente, decreciente, operaciones de las progresiones aritméticas.

b) Progresion jeométrica, creciente, decreciente, etc., operaciones para encontrar la razon, el número de términos o un término cualquiera de una progresion jeométrica, hallar la suma de los términos de una progresion.

c) Resolucion de 4 a 6 problemas sobre progresiones, mui en especial sobre progresiones jeométricas.

PROGRAMA DE JEOMETRIA

INTRODUCCION

a) Estension, dimensiones de la estension, cuerpo jeométrico, superficie, línea, punto, posicion, figuras i magnitud.

b) Del punto.

c) De las líneas, línea recta, curva, mista, medicion de recta i teoremas dos líneas quebradas que parten de los extremos de una misma recta, probando que es mayor la que mas se aparta de la recta.

d) De las superficies, planas, curvas i mistas.

e) Del círculo, circunferencia, radio, diámetro, arcos, cuerdas i relaciones entre ellas.

f) Ejemplos prácticos de mensura de líneas, de formacion de superficies i de relaciones de radio, diámetro, circunferencia i círculos.

CAPITULO I

LÍNEAS RECTAS EN SUS DIFERENTES POSICIONES

a) Angulos, definicion, bisectriz, lados; ángulos adyacentes, ángulo recto, ángulo agudo, ángulo oblicuo, ángulo completamentario, suplementario i opuestos por el vértice.

b) Teorema: 1) los ángulos rectos son iguales aunque no sean adyacentes; 2) dos ángulos que tienen el mismo complemento o complementos iguales o el mismo suplemento o suplementos iguales son iguales; 3) los ángulos adyacentes

valen juntos dos rectos o son suplementarios i recíprocos; i 4) los ángulos opuestos por el vértice son iguales.

c) Línea perpendicular, línea oblicua i relaciones entre ámbas.

d) Teorema: 1) por un punto dado no se puede trazar mas que una sola perpendicular a una recta; 2) si desde un punto fuera de una recta se traza a ésta una perpendicular i una oblicua, la perpendicular es menor que la oblicua; 3) si desde un punto fuera de una recta se trazan a ésta una perpendicular i varias oblicuas, las oblicuas que se separan igualmente de la perpendicular son iguales i la que mas se separa es la mayor; i 4) un punto cualquiera situado en la perpendicular en el punto medio de una recta equidista de los extremos de la recta i un punto cualquiera fuera de la perpendicular dista desigualmente de los extremos de la recta.

e) Alineaciones en el terreno: ejemplo del trazado de perpendiculares en el terreno, instrumentos usados, medicion de ángulos rectangulares en el terreno, etc., trasportacion de ángulos, trasportadores.

f) Rectas paralelas con el siguiente teorema: dos rectas perpendiculares a una tercera son paralelas entre sí i sus diversos corolarios; línea secante o transversal, ángulos internos i externos, alternos i correspondientes con los siguientes teoremas: 1) si dos rectas cortadas por otra forman con ella ángulos alternos o correspondientes iguales o internos de un mismo lado suplementarios, dichas rectas son paralelas; si forman ángulos alternos o correspondientes desiguales o internos de un mismo lado no suplementarios, dichas rectas no son paralelas i las recíprocas a éstos; 2) las partes de paralelas comprendidas entre paralelas son iguales.

g) Manera gráfica de trazar líneas paralelas en el papel, trazado de las líneas paralelas en el terreno.

CAPITULO II

DE LA CIRCUNFERENCIA

a) Dos circunferencias de igual radio son iguales; el diámetro divide la circunferencia en dos partes iguales; él diámetro es mayor que otra cuerda cualquiera; por tres puntos que no estén en línea recta puede pasar solo una circunferencia; arcos iguales tienen mayor cuerda dentro de una misma circunferencia o en circunferencias iguales; el diámetro o radio perpendicular a una cuerda la divide a ella i al arco que la cuerda subtiende en dos partes iguales.

b) Problemas gráficos sobre el trazado de circunferencias dado tres puntos en forma de dibujo.

c) Secante, tanjente; toda recta perpendicular al radio en el extremo exterior de él es perpendicular a la circunferencia; los arcos comprendidos por paralelas son iguales; dos circunferencias son secantes teniendo un punto comun fuera de la línea que une los centros; circunferencias en el mismo plano, relaciones que se crean segun sean sus distancias de los centros con relacion a sus radios. (Valor de la cuerda en relacion al arco, tablas gráficas).

d) Trazado de tanjentes en hojas de dibujo con la construccion necesaria.

e) Arco de ángulos; arcos iguales corresponden ángulos iguales i recíprocos;

dos ángulos cualesquiera son proporcionales a sus arcos trazados con un mismo radio, medida de arcos, medida de ángulos, ángulo inscrito i semi-inscrito; ángulos interiores centrales i escéntricos; medicion de estos ángulos.

f) Resolver gráficamente en lámina de dibujo los siguientes problemas: 1) dividir una recta en dos partes iguales por medio de una perpendicular; 2) por un punto dado trazar una perpendicular a una recta estando el punto fuera de la recta, dentro de la recta, i estando en uno de los extremos limitados de la recta; 3) en un punto de una recta formar un ángulo igual a otro lado; 4) dividir un arco en dos partes iguales; 5) por un punto dado fuera de una recta trazarle una paralela; 6) por un punto dado fuera de una recta trazar otra recta que forme con la primera un ángulo igual a otro ángulo dado; 7) describir una circunferencia, tanjente a dos rectas que forman entre sí ángulos cualesquiera, i 8) trazar una circunferencia tanjente a otra en un punto dado i que pase por otro punto, tambien dado, exterior o interior a ella.

CAPITULO III

DE LOS POLÍGONOS

a) Definiciones, perímetro, diagonal, polígono inscrito i circunscrito, polígono equilátero i equiángulo, polígono regular e irregular; clasificacion de los polígonos por sus lados, ángulos o vértices.

b) Triángulo, la suma de los dos lados es mayor que el otro i la diferencia es menor, la suma de los ángulos es igual a dos rectos i corolarios; triángulo rectángulo, agutángulo i oblutángulo; casos de igualdad de triángulos, relacion de los lados con los ángulos.

c) Definiciones de cuadrilátero, trapezoides, trapecios i paralelógramo, base i altura, los ángulos de un cuadrilátero valen dos restos, relacion entre lados i ángulos en el paralelógramo; igualdad de paralelógramos; definiciones de romboides, rombos, rectángulos i cuadrados, relaciones de las diagonales en los romboides, rombos, rectángulos i cuadrados.

d) Suma de los ángulos de un polígono cualquiera e igualdad de polígonos.

e) Resolver gráficamente en láminas de dibujo los siguientes problemas: 1) dado tres lados construir un triángulo; 2) dado dos lados i el ángulo comprendido por ellos construir el triángulo; 3) dado un lado i dos ángulos construir el triángulo; 4) dado la hipotenusa i un cateto construir el triángulo rectangular; 5) formar un triángulo igual a otro dado; 6) dado los lados i el ángulo comprendido construir el paralelógramo, i 7) construir un polígono igual a otro dado.

CAPITULO IV

FIGURAS SEMEJANTES

a) Si las partes interceptadas de uno de los lados de un ángulo son iguales entre sí, las del otro lado están en iguales condiciones.

b) Polígonos semejantes, vértices i lados homólogos, diversos casos de semejanza de triángulos; diversos casos de semejanza de los polígonos.

c) Proporcionalidad de las líneas i de los lados de un triángulo semejantes, proyeccion de una línea; el cuadrado de la hipotenusa es igual a la suma de los cuadrados de los catetos i corolarios a este teorema.

d) Resolver los siguientes problemas, indicando la construccion, en láminas de dibujo: 1) dividir una recta en cinco partes iguales; 3) hallar una tercera proporcional a tres rectas dadas; 5) hallar una media proporcional entre dos rectas dadas; 6) dividir una recta en media i extrema razon.

e) Resolver los siguientes problemas numéricos: 1) dado los valores numéricos de dos lados de un triángulo rectángulo determinar el tercer lado.

CAPITULO V

POLÍGONOS I CIRCUNFERENCIAS

a) Circunferencia circunscrita, polígono inscrito, circunferencia inscrita i polígono circunscrito; a todo polígono regular se le puede circunscribir una circunferencia e inscribir otra; igualdad de radios del polígono, igualdad de ángulos del centro, determinacion del centro del polígono, valor de la suma de los ángulos del centro; todo polígono inscrito es regular si es equilátero, i todo polígono circunscrito es regular si es equiángulo, proporcion entre los perímetros, radios, i

b) Dos circunferencias son proporcionales a sus radios i diámetros; la razon de la circunferencia al diámetro es una cantidad constante.

c) Encontrar el valor numérico de la circunferencia en fusion de su diámetro; si un radio tiene 6 metros ¿cuál es la lonjitud de la circunferencia?; si un arco tiene 20° i el radio es 10 metros, ¿cuál es la lonjitud del arco?

(Continuará).