

A-15
E-4

Ingeniero Santiago J. Storni



[Faint, mostly illegible text from the document body, appearing as bleed-through or ghosting.]

EL Terciario Carbonífero del Sur Argentino y Chileno

Su Posición Estratigráfica

Por JOSE ROMAN GUIÑAZU (*)

Con motivo de la guerra europea, que nos podría privar del regular abastecimiento de carbón, existe en estos momentos un verdadero interés, tanto público como gubernativo, por descubrir en el país yacimientos carboníferos que nos libren de la tutela y dependencia extranjeras.

Hasta la fecha no se ha descubierto ningún yacimiento carbonífero digno de este nombre. La mayor parte de los hallazgos han sido de yacimientos sin mayor importancia comercial, ya sea por la impureza del material o por la relativa escasez del mismo.

Los afloramientos carboníferos descubiertos recientemente en la Patagonia tienen, al parecer, una relativa importancia, tales como el que se encontró al Este y Norte del Lago Nahuel Huapí. En Cushamen se está trabajando actualmente una mina carbonífera que parece de cierto valor. Estos carbones pertenecen a los llamados lignitos y son de la misma calidad y origen de los carbones chilenos; su poder calorífico es mucho menor que el de las antracitas, pues no pasan de un promedio de 5 a 6 mil calorías. Tales yacimientos podrían ser explotados para las necesidades de los ferrocarriles patagónicos y del abastecimiento de combustible para las poblaciones de la costa marítima de la Patagonia; para traerlo a Buenos Aires su costo sería muy elevado, debido al largo recorrido del transporte.

De todos modos conviene organizar la exploración de la zona de la Patagonia, donde existe la posibilidad de encontrar algunos buenos yacimientos lignitíferos, especialmente en la región comprendida entre el Lago Nahuel Huapí y el Lago General Paz y más al Sur, la que se extiende desde el Lago Buenos Aires hasta la esquina S. E. de la Gobernación de Santa Cruz.

En Tierra del Fuego tenemos también la posibilidad de encontrar un buen yacimiento carbonífero, en su casi inexplorado territorio en el cual se encuentran en gran extensión los depósitos de turba, combustible de edad reciente, cuya importancia ha sido destacada por estudios de carácter preliminar. Sería necesario estudiar en detalle estos depósitos turbosos a fin de apreciar su importancia real, ya que la turba tiene una amplia utilización comercial, hasta en la medicina y fabricación de papel.

En la circunstancia actual correspondería formar una comisión especial de estudios para dicho fin, proveyéndola de los fondos suficientes, para encarar en forma integral el estudio del problema del abastecimiento total de combustibles para el país.

El presente trabajo del señor José Román Guiñazú, del personal técnico de la Dirección de Minas y Geología, especialmente preparado para el B. I. P., constituye una valiosa contribución al conocimiento de la estratigrafía patagónica y puede constituir un estímulo para la discusión de importantes problemas de correlación relativos a la búsqueda científica de combustibles minerales. Tiene, además, un gran interés de orden práctico y económico.

(*) De la Dirección de Minas y Geología.

la vez, ya que indica en forma concreta la posible extensión de los probables terrenos carboníferos de la Patagonia, que son una prolongación de los de Chile. Como se sabe ese país posee buenos yacimientos carboníferos en la parte Sur del Valle Longitudinal, tales como los de Lota, Arauco y Concepción, y, en el extremo Sur, la mina de Loreto en Punta Arenas.

El trabajo del señor Guñazú constituye una contribución apreciable al conocimiento del problema nacional de los combustibles, ya que indica en forma concreta las posibilidades, características y la extensión de nuestras zonas que pueden tener yacimientos de carbón, combustible de tanta importancia en la economía mundial.

La Redacción.

INTRODUCCION

En el verano de 1929-30, en el curso de una investigación de geocronología glacial del pleistoceno efectuada por el autor, por cuenta de la Dirección de Minas y Geología, en el valle del Río Pichileufú, a 50 km. al Este del Lago Nahuel Huapi (Territorio del Río Negro), tuvo la suerte de encontrar algunos depósitos lacustres del terciario, compuestos por arcillas bien estratificadas que contenían hermosas impresiones de hojas, ramas y frutos de plantas fósiles de aquella época.

Durante un mes y medio de trabajos continuados, se logró reunir aproximadamente unos 1.000 ejemplares de arcillas con impresiones de hojas de plantas fósiles en su mayoría dicotiledóneas, en excelente estado de conservación. A fines del año 1932, la colección completa del Río Pichileufú, que es la más grande que se haya hecho en la Patagonia, fué enviada al doctor Edward W. Berry, profesor de la Universidad Johns Hopkins de Baltimore, de E. U. de Norte América, quien aceptó gustoso la tarea de la determinación y clasificación de la flora terciaria patagónica. Los resultados de este estudio han sido publicados en un volumen por separado, por la Geological Society of America, N° 12, del 15 de julio de 1938: el trabajo del doctor Berry, constituye una excelente monografía, que acredita a dicho profesor, como uno de

los mejores conocedores de la flora terciaria de Sudamérica.

En febrero de 1935, comuniqué por carta al doctor Berry mi punto de vista acerca de la posición estratigráfica de los depósitos lacustres con plantas fósiles del Río Pichileufú, que en líneas generales era el siguiente: que los "magellanian beds", los depósitos marinos terciarios de la Cordillera Patagónica y los depósitos del terciario carbonífero del Sur de Chile (Navidad, Lebu, etc.), corresponden a una sola y única ingresión marina procedente del Pacífico, por cuya razón dichas formaciones son contemporáneas. Esta ingresión marina se habría producido a principios del eoceno, habiendo terminado a fines del oligoceno, o mejor dicho, en el oligoceno superior. Las aguas de este mar no habrían pasado más allá de los 70° de longitud O. de Greenwich, en dirección al Este, mientras que por el Sur, su límite debe encontrarse un poco al Norte del Río Coyle. Inmediatamente al Este de las orillas del Mar Eogeno, se extendía una vasta área continental positiva donde se acumularon los depósitos terrestres que contienen los restos de la conocida fauna de mamíferos del Eogeno, formados por los pisos con *Notostylops*, *Astraponotus*, *Pyrotherium* y *Colpodon*, citados por su orden de antigüedad.

En esta área continental adyacente al Mar Eogeno habrían crecido las plantas, cuyos restos se

han conservado en el depósito lacustre del Río Pichileufú, que rellenaron el fondo de un cuerpo de agua dulce formado en las crillas de dicho mar, de cuya última parte sería contemporáneo y por tal razón la flora del Río Pichileufú, correspondía al Eogeno, y no al mioceno inferior. Por otra parte, signifique que era necesario hacer una discriminación respecto a la edad de los depósitos marinos de la formación patagónica (Ameghino), que erróneamente han sido correlacionados con los depósitos marinos lignitíferos de la región de Nahuel Huapi y del Sur de Chile, por el hecho, de que los primeros corresponden a una ingresión marina procedente del Atlántico, que se produjo a consecuencia de un hundimiento de la parte oriental de la Patagonia, ocurrido a principios del mioceno, a causa de la elevación de la Cordillera de los Andes patagónicos a fines del oligoceno, en la zona bordera del antiguo Mar Eogeno.

El profesor Berry no acepta este punto de vista, y a este respecto dice en su trabajo ya mencionado, lo siguiente: "Los conceptos erróneos que se producen al hacer correlaciones muy amplias basadas en la suposición, de que hay una sola serie lignitífera o carbónífera, que se extiende desde el centro de Chile hasta el Cabo de Hornos, pueden igualar la amarga experiencia de la geología del Oeste de Norteamérica, en que se hizo una

suposición similar hace medio siglo, que tuvo como resultado el problema de Laramie, y dió lugar a una confusión que después de muchos años de agrias discusiones ha quedado como una plaga". "El estudio completo de los problemas geológicos referentes a la determinación de la edad de las unidades estratigráficas de la Patagonia, conduciría a una serie interminable de términos, horizontes y de formaciones, usadas con diverso significado por gran número de autores, como Ameghino, Roth, Stappenbeck, Gaudry, Hatcher, Windhausen, Loomis, Keidel, Racioni, Wilkens, Tapia, Feruglio, Kraglievich, Groeber y muchos otros".

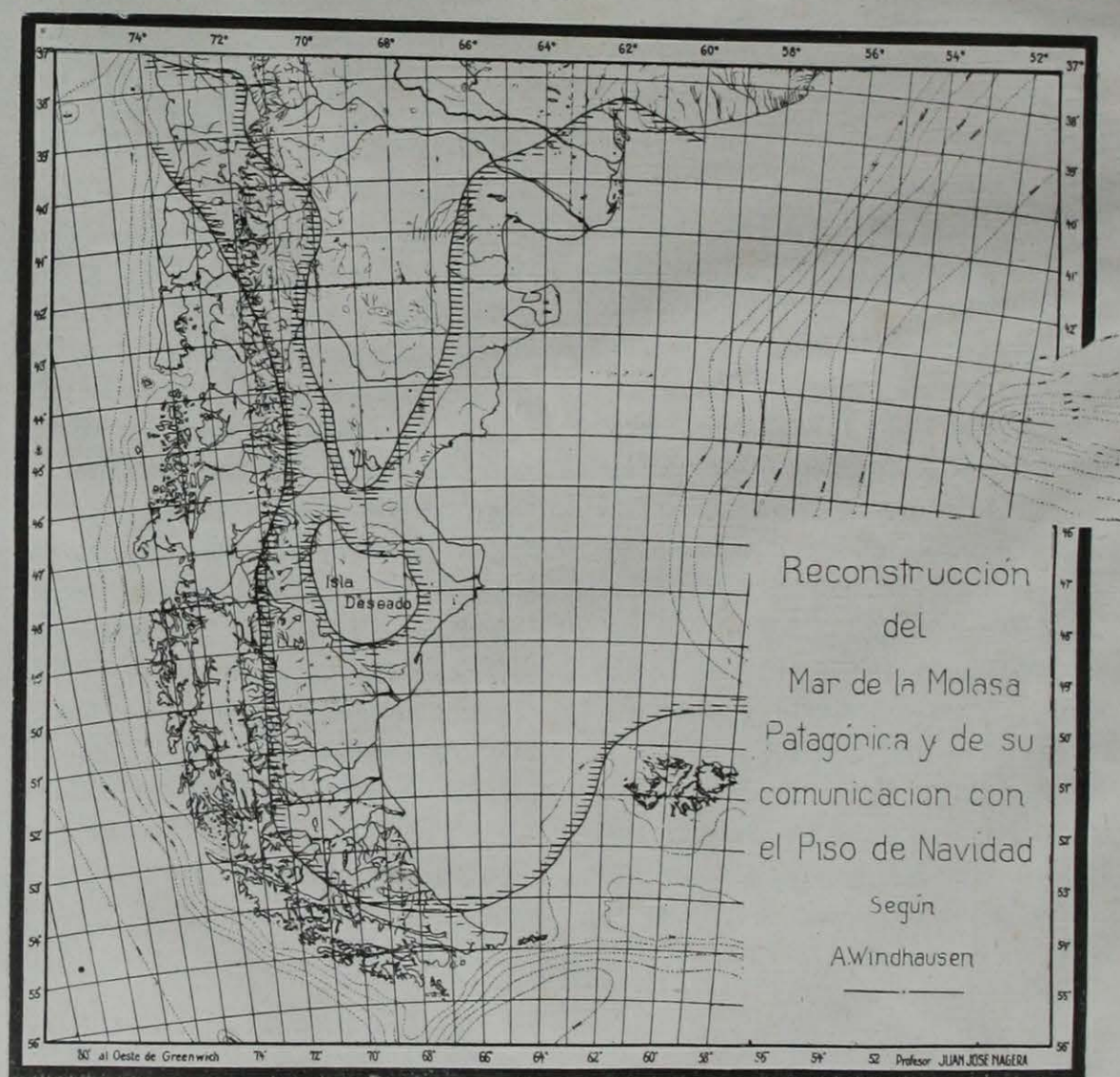
En este artículo daré a conocer cuales son las razones que he tenido en cuenta para establecer la correlación de los depósitos del terciario carbonífero del Sur de Chile, de los similares de la Cordillera Patagónica y de los "magellanian beds". Desde luego, además de la presencia de mantos de carbón que caracteriza a dichos miembros estratigráficos, hay evidencias de orden faunístico y tectónicas, estrechamente vinculadas éstas últimas, a la historia del levantamiento de la Cordillera de los Andes Patagónicos, que están lejos de ser erróneas, sino que ellas obligan a considerar dichas formaciones en una sola unidad estratigráfica, y bien definida por cierto.

Los problemas estratigráficos del terciario de la Patagonia no han sido todavía totalmente esclarecidos; hay muchas lagunas y claros que llenar, debido en gran parte a que esta extensa zona es imperfectamente conocida. Por otra parte, el exacto conocimiento estratigráfico del terciario patagónico, se ha visto dificultado considerablemente por los puntos de vista demasiado personales de los geólogos y naturalistas que efectuaron los reconocimientos preliminares,

que en vez de concretarse a mencionar los hechos observados en el terreno, han descuidado la parte estratigráfica para dedicarse a interminables discusiones de orden faunístico, sin ningún criterio práctico. En muchos estudios se nota la tendencia de algunos investigadores, de acomodar los hechos observados en campaña a las teorías preestablecidas en el gabinete; naturalmente, esta clase de trabajos han contribuido a oscurecer cada vez más los problemas estratigráficos del terciario de la patagonia.

De acuerdo con estas ideas, Windhausen, en su Tratado de Geología Argentina (II Parte, pág. 311, fig. 155), ha hecho una reconstrucción paleogeográfica de lo que él llama "el mar de la molasa patagónica", en la que resume su propio punto de vista y el de la mayor parte de los geólogos que han efectuado estudios en la Patagonia, hasta la fecha. Wind-

hausen, dice: "este cuadro deja ver la gran extensión de la transgresión marina (procedente del Atlántico) en el área patagónica al Sur del Golfo de San Jorge, en tanto que en la parte situada al Norte del paralelo 40°, las aguas de este océano inundaron solo la actual zona costanera y llama la atención que el eje principal de los patagonides, formaban una zona elevada, manteniéndose fuera del nivel de las aguas todo el triángulo entre los paralelos 39° y 46°, en donde se había desarrollado el plegamiento intercretáceo. Así se formaba la Península Tehuelche y a la misma tendencia corresponde la existencia de la Isla Deseado, una zona elevada en el área de la porción austral de los patagonides. Los bordes de esta isla, fueron observados en diferentes partes, dado el carácter manifiestamente litoral de los depósitos que se colocan transgresivamente



CROQUIS N.º 1.

sobre el complejo triásico (arcillas con esponjas, restos de cangrejos, etcétera). Puede ser que uno que otro punto de los límites trazados en este cuadro ha de ser modificado en ciertos detalles por estudios posteriores, pero tal eventualidad no afecta el cuadro como concepto general". "La formación más rara, en el cuadro de la molasa patagónica, la constituye el canal que partiendo desde el codo del Río Senguerr se extiende en dirección al Norte, ocupando la gran depresión entre el elemento tectónico de los patagonides o del antiguo macizo patagónico respectivamente y, por otra parte, la zona andina. En esta gran depresión al pie de los Andes y en la zona fueguina, que se han observado las acumulaciones más grandes de sedimentos de esta formación. Estas zonas serían las preferidas para la deposición de estratos plantíferos y de lignitos".

Los argumentos expuestos por Windhausen para fundamentar el precedente cuadro paleogeográfico, sólo pueden ser aceptados provisionalmente, es decir, mientras no se presente una explicación mejor de los principales acontecimientos del terciario. Indudablemente, para llegar a este resultado se ha tenido en cuenta exclusivamente la aparente semejanza y contemporaneidad de los depósitos y de su fauna correspondiente. Esta semejanza de la fauna, es más aparente que real; los estudios de Ortman primero, y más tarde los de von Ihering, demuestran que la fauna de los "magellanian beds", la del terciario carbonífero del Sur de Chile, corresponden netamente a un tipo *Pacífico*, mientras que la fauna de la *formación patagónica*, corresponde a un tipo *Atlántico*. Por otra parte hemos dicho, que tectónicamente los "magellanian beds" y los depósitos del terciario carbonífero del Sur de Chile, son anteriores a la elevación de la

Cordillera de los Andes como tal, mientras que los segundos, o sea la formación patagónica, son posteriores a dicho levantamiento.

Las observaciones de campaña efectuadas por el suscrito en el Sur de Chile, y a lo largo de la Cordillera Patagónica desde la latitud del Lago Nahuel Huapí hasta la Tierra del Fuego, con motivo del estudio de los depósitos dejados por la glaciación pleistocena, han permitido reunir una serie de argumentos, que reforzados por las observaciones y puntos de vista sostenidos por algunos investigadores que han visto claramente esta cuestión estratigráfica tales como, Grosse en su estudio del terciario carbonífero de Colombia; Brüggén, en sus numerosos estudios del terciario carbonífero del Sur de Chile; Hatcher, Felsch, Bonarelli y Groeber, en la Argentina, podemos establecer con cierto grado de seguridad, que los "magellanian beds", los depósitos del terciario carbonífero de la Cordillera Patagónica y los del Sur de Chile, corresponden a una sola ingresión marina procedente del Pacífico.

El objeto de este artículo es demostrar de acuerdo con las observaciones de campaña y de los estudios ya realizados, que la serie antes mencionada, se halla separada de la *formación patagónica*, por un largo período de tiempo, o mejor dicho, que entre ellas se interponen los acontecimientos tectónicos de la *segunda fase* de los movimientos andinos, debido a los cuales apareció la cordillera de los Andes Patagónicos como barrera entre el océano Pacífico y el Atlántico. Estos movimientos de ascenso dieron fin al Mar Eogeno en el Oligoceno superior, por cuya razón, el cielo sedimentario de la serie terciaria carbonífera citada corresponde enteramente al Eogeno.

En cambio, la formación patagónica, se ha depositado en el fon-

do de un mar que hizo transgresión en la parte oriental de la Patagonia, debido a un movimiento negativo del suelo que se produjo en dicha región, como consecuencia de la elevación de los Andes patagónicos a fines del Oligoceno, por cuya razón creemos que esta ingresión marina se ha producido en la base del neogeno es decir, en el mioceno inferior, lo que concuerda con los resultados del estudio de la fauna de la formación patagónica, efectuado por Ortman, quien después de hacer una excelente discriminación, llega a la conclusión, de que la fauna corresponde al mioceno inferior, lo que está de acuerdo con los acontecimientos de orden tectónico.

En el croquis N.º 2, se hace una reconstrucción paleogeográfica de los depósitos marinos del terciario carbonífero y de su posible área de distribución, de acuerdo con los datos que tenemos hasta el presente. Como vemos, esta ingresión marina Eogena no ha pasado más allá de los 70° de longitud O. de Grw. en dirección al Este, mientras que por el Sur, habría alcanzado un poco más al Norte del Río Coyle.

Hacia el Este de las orillas del Mar del Terciario carbonífero, se extendía el área continental positiva, donde se depositaron las capas terrestres con *Notostylops*, *Astraponotys*, *Pyrotherium* y *Colpodon*; esta fauna se ha desarrollado y evolucionado en tierras cubiertas por selvas, bosques y praderas de gramíneas, bajo condiciones de clima cálido y húmedo.

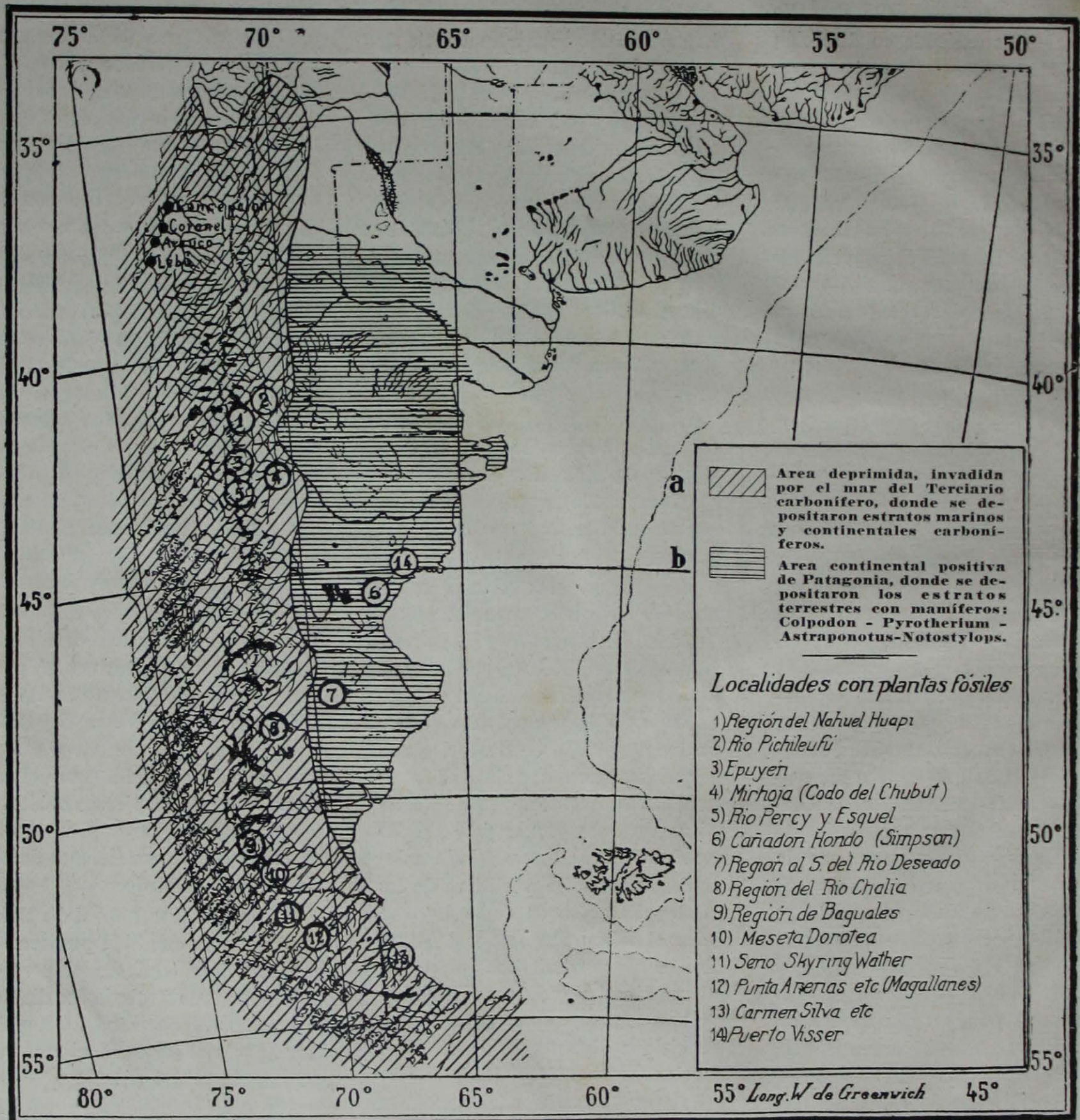
Al puntualizar esto, debe dejar constancia de que bien pudiera ser que estuviera equivocado, pero el objeto de este trabajo, es llamar la atención de que los depósitos del terciario carbonífero cubren una extensa zona del país, que se extiende a lo largo de la cordillera patagónica, en el extremo Sur de Santa Cruz y en la Tierra del

Fuego, donde una exploración y estudios geológicos bien coordinados, puede llegar a obtener importantes resultados, entre ellos, no sería difícil que encontremos yaci-

mientos lignitíferos de cierta importancia, y también, ¿por qué no decirlo? de petróleo; con este propósito debe explorarse la región NE de Tierra del Fuego, SE y SO

de Santa Cruz, y la región que se extiende al Sur de Nahuel Huapí hasta la parte Sur del lago General Paz; igualmente, debe estudiarse muy atentamente la región

CROQUIS N.º 2.



CUADRO PALEOGEOGRAFICO DEL TERCIARIO INFERIOR DE PATAGONIA, SEGUN EL AUTOR.



Vista panorámica del Canal Fitz Roy tomada desde la parte alta de los Cerros Palomares con rumbo al norte, al fondo el Seno Otway (Territorio de Magallanes, Chile).

comprendida entre los lagos Buenos Aires y Pueyrredón, porque existe la posibilidad de que el bolsón petrolífero del golfo de San Jorge se extienda en esa dirección.

A continuación haremos un resumen de las principales observaciones geológicas efectuadas por numerosos investigadores, en los "magellanian beds", en los depósitos del terciario carbonífero de la cordillera patagónica, en los similares del Sur de Chile y los de Colombia, para coordinar dichas observaciones con nuestro punto de vista, y luego discutir en general la edad de la formación del terciario carbonífero ya nombrado.

LOS "MAGELLANIAN BEDS"

Los "Magellanian beds" fueron descubiertos por Hatcher cerca de Punta Arenas, sobre el Estrecho de Magallanes, y fueron designados con este nombre por Ortmann, término que fué aceptado por Hatcher, y posteriormente por todos los investigadores que han estudiado la región de Magallanes y Tierra del Fuego.

La posición estratigráfica de los estratos que componen dicha formación fué determinada por Hatcher, diciendo que éstos se encuentran a varios cientos de pies de

bajo de los estratos de la *formación Patagónica*, y separados de esta última por los mantos de lignito de las capas de Loreto que se encuentran al oeste de Punta Arenas (lignito sup. de Hatcher).

Más tarde, Ameghino se refirió a la formación magallánica, tratando de correlacionar la sección de Punta Arenas con sus subdivisiones de la formación patagónica, identificando ambas formaciones como contemporáneas o sincrónicas. Ante esta opinión de Ameghino, reaccionó vivamente Ortmann, diciendo que, en lo que Ameghino

llama su Piso Juliense en la sección de Punta Arenas (nuestro horizonte I), no se encuentra ni una sola especie Juliense, únicamente se hallan restos de plantas. Lo que él llama Piso Leonense (nuestro horizonte II), no contiene ni un sólo fósil Leonense; lo que Ameghino llama estratos de transición entre la formación patagónica y super-patagónica (nuestro horizonte III), contiene una sola especie Patagónica (*Cardita elegantoides*, spec. Nov.), pero ningún otro fósil *patagónico y super-patagónico*.

Tales correlaciones dice Ortmann, están fuera de lugar, sin mencionar por otra parte el hecho, de que dichas subdivisiones creadas por Ameghino no responden a la realidad, considerando la *formación Patagónica* como una sola unidad estratigráfica con los mismos fósiles desde la base hasta el techo, sin registrarse cambios notables; la suposición de Ameghino de que existe un *hiatus* entre el *patagónico y superpatagónico*, es infundada.

La fauna de los "Magellanian beds" descrita por Ortmann, es la siguiente:



Vista parcial del grupo de Cerros Palomares, situados en la parte norte del Canal Fitz Roy. Están compuestos por bancos de areniscas y conglomerados tobáceos de color blanquecino; se encuentran dislocados y plegados. (Territorio de Magallanes, Chile).



El Canal Fitz Roy tomado con rumbo hacia el norte, a la izquierda puede observarse la alta barranca de 70 m. de altura, compuesta por areniscas de color gris azulado, con estratificación cruzada, que corresponden a la formación Rionegrense. (Territorio de Magallanes, Chile).

Formas comparables

- | | |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1) <i>Ostrea torresi</i> (III) | <i>Ostrea bellovacina</i> , eoceno de Europa. |
| <i>Cardita elegantoides</i> (III) .. | |
| 2) <i>Lucina neglecta</i> (II) | Idéntica especie en la formación patagónica. |
| 3) <i>Venus difficilis</i> (II y (III)). | <i>V. promaucana</i> , en la formación patagónica. |
| 4) <i>Venus arenosa</i> (III) | <i>V. subculcata</i> , Cretáceo de Chile. |
| 5) <i>Meretrix pseudocrassa</i> (III). | <i>M. landbecki</i> , Cretáceo de Chile. |
| 6) <i>Dosinia magallánica</i> (II) ... | <i>M. alta</i> , Cretáceo de Chile; <i>M. crassa</i> , en el plioceno de Chile. |
| 7) <i>Lutraria undatoides</i> (II) ... | <i>L. semilaevis</i> , en el piso de Navidad. |
| 8) <i>Panopea ibaria</i> (II) | <i>P. undata</i> , en el piso de Navidad? |
| 9) <i>Panopea subsymmetrica</i> (III) | <i>C. fricki</i> , Navidad; <i>C. observatio-</i>
<i>nis</i> , en la formación patagónica. |
| 10) <i>Patella pigmaea</i> (III) | <i>P. costellatum</i> , en el piso de Navidad de Chile. |
| 11) <i>Calliostoma philippii</i> (III) .. | Idéntica especie en Chile; <i>C. venusta</i> en el eoceno de Europa. |
| 11) <i>Infudibulum merriami</i> (II). | |
| <i>Natica chilöensis</i> (II y III). | |
| 12) <i>Turritella exigua</i> (II) | <i>T. granulosa</i> , eoceno de Europa. |
| 13) <i>Struthiolaria atcheri</i> (II) .. | Posible especie atávica de las especies de su género de Patagonia. |
| 14) <i>Fusus subspiralis</i> (II) | <i>F. oxytropis</i> , en Navidad. |
| <i>Actaeon chilensis</i> (II) | Idéntica especie en Chile; <i>A. turgidus</i> , eoceno de Europa. |
| <i>Bulla remondi</i> (II) | Idéntica especie en Chile; <i>B. striatissima</i> , eoceno de Europa. |

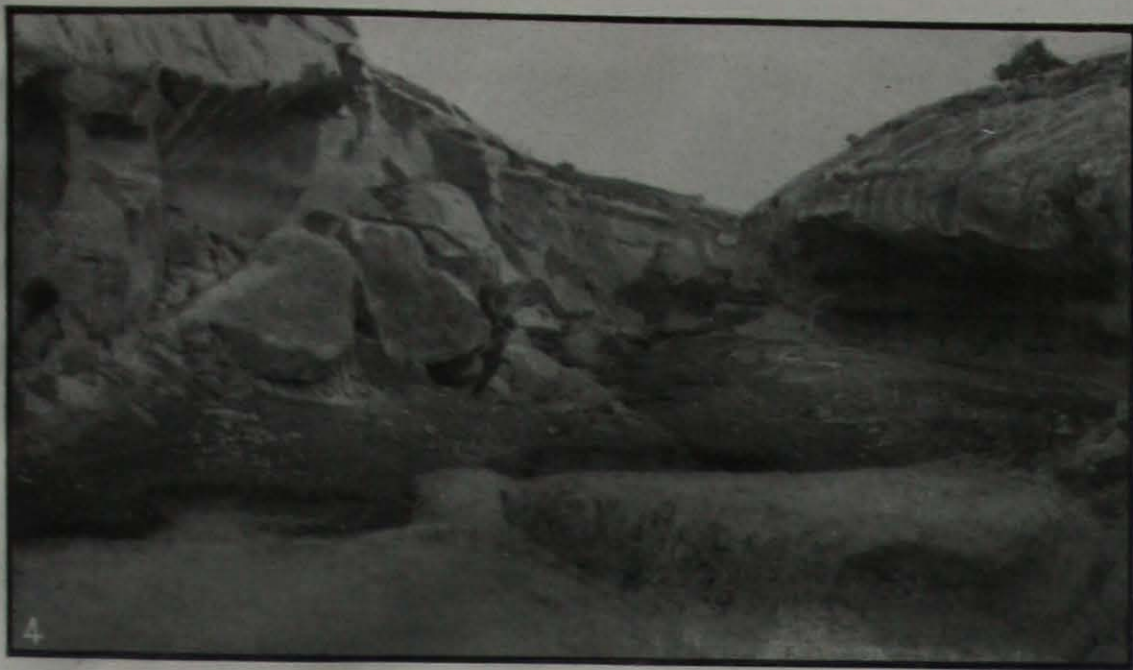
De estas 19 especies, 3 han sido encontradas en ambas formaciones. Una se ha encontrado en los estratos patagónicos de Santa Cruz, y cuatro en los estratos de Navidad de Chile, mientras que el resto (14 marcadas con números), están restringidas a la formación magallánica. De estas, 4 muestran relaciones con las especies de Navidad y 2 con las patagónicas. Una de las especies de Navidad (*Infudibulum merriami*) muestra afinidad con las del mioceno de California, 5 especies están relacionadas con las del eoceno de Europa, y tampoco le faltan afinidades con el cretáceo (3 especies).

A pesar de que el número de especies conocidas de la formación magallánica es relativamente pequeña, dice Ortmann, presenta muchas afinidades comparativamente, con las que se encuentran en depósitos de más edad (eoceno y cretáceo), lo que concuerda bien con lo que nosotros sabemos de las condiciones estratigráficas, lo que nos indica que los estratos magallánicos son más antiguos que los de la formación patagónica de Santa Cruz y San Jorge.

Un hecho especial merece destacarse: los fósiles encontrados en las concreciones duras que se encuentran en el horizonte II de Punta Arenas, son diferentes de los encontrados en concreciones análogas de la formación patagónica del río Santa Cruz.

Es muy significativo el hecho, dice Ortmann, de que los géneros encontrados en las concreciones tan características para ambas formaciones, pertenezcan a especies diferentes, lo que afirma indudablemente la diferencia de edad de dichas formaciones, indicada por la evidencia estratigráfica.

El hecho de que 4 especies de Navidad hayan sido descubiertas en los estratos magallánicos, sugiere que este último horizonte se en-



Areniscas tobáceas de color blanquecino, típicas para la formación Santa Cruz, ellas componen la mayor parte de la meseta que se extiende al este de Laguna Blanca (Chile), y que alcanza hasta el valle del Río Gallegos; están cubiertas por formaciones morénicas y glaci-fluviales de gran espesor.

Punta Arenas

Santa Cruz

<i>Venus difficilis</i>	<i>Venus Darwini</i>
<i>Dosinia magellánica</i>	<i>Dosinia meridionalis</i>
<i>Natica Chilöensis</i>	<i>N. ovoidea</i>
<i>Infundibulum merriami</i>	<i>Infundibulum corrugatum</i>
<i>Turritella exigua</i>	<i>T. ambulacrum</i>
<i>Struthiolaria hatcheri</i>	<i>S. ameghinoi y ornata</i>
<i>Bulla remondi</i>	<i>Bulla patagónica</i>

transición, al cual considera como de edad oligocena.

Con respecto a la edad de los estratos magallánicos, dice Ortmann, debemos depender de la estratigrafía, desde que la paleontología (a pesar de que parecen ser algo más viejos que la formación patagónica), es completamente insuficiente para permitir una opinión definida. Ortmann supone que los estratos magallánicos están colocados a varios cientos de pies por debajo de la formación patagónica, de la cual estarían separados por los mantos de carbón; desde el momento que los estratos de la formación patagónica han sido considerados como del mioceno inferior, coloca a los estratos magallánicos en el oligoceno, o talvez en el eoceno, si se tiene en cuenta el cambio de las condiciones en que fueron depositados los lignitos.

Los restos de plantas de los horizontes I y II de Hatcher, han sido descritas por Dusén, de las colecciones hechas por la expedición Sueca. Dusén refiere provisionalmente las capas superiores con lignito (horizonte IV, capas



Aspecto panorámico de la meseta que se extiende al oeste y norte de la cuenca de Laguna Blanca, hasta las vecindades de Morro Chico; la meseta está formada por las areniscas tobáceas Santa Cruz, cubiertas por un grueso manto de morena de fondo y acumulaciones glaci-fluviales. Hacia el norte y a la izquierda, se ven los arcos de morenas terminales que corresponden al gran aparato glaciario del Río Gallegos.



Vista panorámica de la región que se extiende al sur del Río Gallegos y el límite con Chile. La vista está tomada desde un morro basáltico con rumbo al sur; el cañadón está cortado en las areniscas tobáceas SantaCruceanas, y a lo lejos se ven los conos y mantos de lavas basálticas, que han sido enérgicamente exaradas y aborregadas por el hielo Pleistoceno.

con *Araucaria*) al mioceno, y el horizonte I (capas con *Fagus*) al oligoceno, aunque podría ser eoceno.

Por lo que antecede vemos que, la discriminación faunística efectuada por Ortmann para establecer la edad de los "magellanian beds", es bastante acertada. Primeramente estudió a fondo la composición de la fauna de la formación patagónica, estableciendo de un modo seguro, como nadie lo ha hecho hasta ahora, de que esta formación corresponde enteramente al mioceno inferior, y luego compara las pocas especies que él pudo coleccionar en los "magellanian beds" con las primeras, llegando a la conclusión, de que estas últimas, presentan relaciones bien marcadas con las especies del eoceno y aun del cretáceo, y muy pocas con las del mioceno inferior. Estableció igualmente, que la fauna de los "magellanian beds" tiene mucho más relaciones de parentesco con la de Navidad de Chile, con la cual tiene especies en común, las que nunca han sido encontradas en la formación patagónica.

Este punto de vista ha sido confirmado por estudios posteriores de la fauna magallánica, efectua-

dos por H. von Ihering, cuyos resultados más importantes son concretados por Ameghino del modo siguiente: 1) La confirmación de que la fauna más antigua magallánica, es una fauna del Pacífico y no Atlántica; 2) La fauna es contemporánea de la de Navidad, porque la cuarta parte de las especies se encuentra en esta última localidad. Esta semejanza entre la fauna de estas dos localidades es mucho más considerable, que la que existe entre la de Navidad y la formación patagónica. De acuerdo con el estudio de H. von Ihering, los "magellanian beds" y los estratos de Navidad, tienen en común alrededor de 7 especies, que nunca se han encontrado en la formación patagónica ni en la de Santa Cruz, que son las siguientes:

Actaeon chilensis, Phil.

Calyptraea colchaguensis, Phil.

„ *Merriami*. Ortm.

„ *americana*, Ortm.

Struthiodaria chilensis fueguina, Ih.

Cominella fuegensis, Ih.

Chione (Prothaia) chilensis, Phil.

Psammobia Darwini, Phil.

Después de Ortmann y Hatcher, los depósitos magallánicos y su

fauna han sido estudiados por von Ihering, Hauthal, Ameghino, Nordensjöld, Wilkens, Steinmann, Felsch, Bonarelli, Keidel, Hemmer y otros.

Según Felsch, el terciario magallánico de los alrededores de Punta Arenas y de Tierra del Fuego, puede dividirse en dos series: 1) Serie margosa inferior, y 2) Serie arenosa superior.

La serie margosa inferior, está compuesta por bancos de margas, arcillas y areniscas arcillosas, que llevan intercaladas grandes y pequeñas concreciones cementadas por calcáreo, donde se encuentran frecuentemente los fósiles; la coloración de las capas, es azulada, verdosa, gris blanquecina y amarillenta rojiza o herrumbrosa, debido a la abundancia de los hidróxidos de hierro.

Keidel y Hemmer, han denominado a la serie margosa inferior, con el nombre de "estratos de Boquerón", y a la serie arenosa superior con el de "estratos de Lo-



Aspecto típico de los grandes lentes de arcilla dura y quebradiza, de color verde claro, que se intercalan en el conglomerado basal del Terciario carbonífero, en la parte norte del Seno Última Esperanza (Chile).



Acantilado del Cabo Domingo, al norte del Río Grande, Tierra del Fuego. Está compuesto por areniscas y arcillas margosas de color verde, gris azulado y ceniciento; nótese arriba la discordancia entre las capas superiores de las inferiores.

reto". Según estos geólogos, el espesor de los estratos de Boqueron, no pasa de 400 a 450 m. en promedio, lo que ha sido comprobado en las perforaciones de Tres Puentes y en el Río Tres Brazos, en las vicinidades de Punta Arenas.

En los estratos de Boqueron, es decir en la serie margosa de Felseh, se han identificado alrededor de 40 especies, en los fósiles recogidos en dicha formación. De estas 40 especies, sólo 26 han sido determinadas específicamente y seguras, según Bonarelli. De estas últimas, sólo 8 son comunes con el terciario de Lebu (Chile), y sólo 3 se ha encontrado en el piso de Navidad; además, 7 especies son comunes con las de la *molasa patagónica*, y 2 se ha encontrado en el terciario del Archipiélago de Graham, del continente Antártico.

La serie arenosa superior, o sea los estratos de Loreto, ha sido subdividida por Felseh en tres horizontes, que de abajo hacia arriba son los siguientes:

1) *Areniscas inferiores*. — Este horizonte está compuesto por areniscas glauconíticas, de grano regular y ricas en mica, y por ar-

cillas calcáreas o margas de grano muy fino, de color gris verdoso, azulado y ceniciento; los fósiles se hallan contenidos principalmente en grandes concreciones calcáreas de color amarillento rojizo. En este horizonte se encuentran bancos de conchas, compuestos casi exclusivamente por conchas de *Pectunculus*, sp. El total de fósiles encontrados en este horizonte llega a 18 especies, de las cuales 11 son específicamente seguras, según Bonarelli; de estas últimas, 4 especies son comunes con el terciario de Lebu y de Navidad, y 4 son comunes con la *molasa patagónica*, además, 9 de dichas especies figuran en la formación margosa inferior.

2) *Areniscas centrales de grano fino*. — Este horizonte está compuesto por areniscas de color gris, de grano fino y ricas en arcilla. En todas las capas se encuentran restos de hojas de *Fagus* y *Nothofagus* y de maderas petrificadas. En su parte superior se intercalan dos bancos fosilíferos muy característicos, a saber:

a) Un banco de *Gastropodos*, en areniscas mal estratificadas.

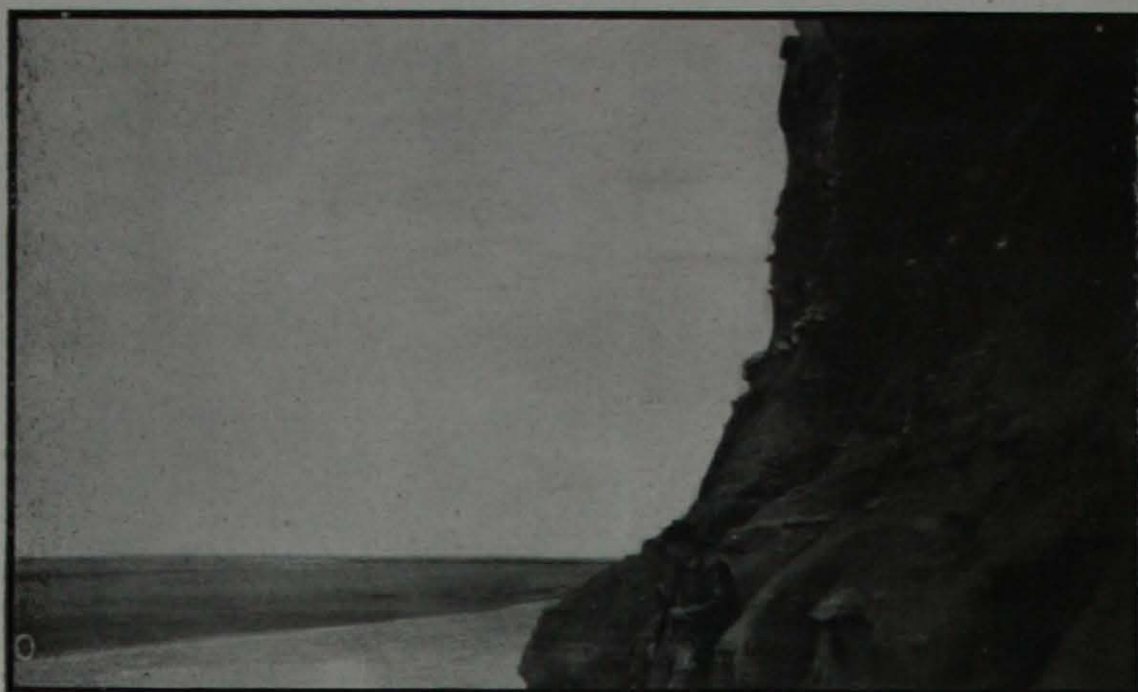
b) Un banco de *Venus*, en arenisca verde de grano grueso.

Este horizonte, comprendería las subdivisiones I y II de la clasificación propuesta por Hatcher y Ortmann, y los tres primeros tramos de la subdivisión hecha por Nordenskjöld en los "magellanian beds". Los fósiles encontrados en las areniscas centrales o intermedias, forman una lista de 33 especies, de las cuales 33 % son comunes con el piso de Navidad, mientras que sólo 9 % se encontraron en la *molasa patagónica*.

3) *Areniscas superiores de grano grueso, pasando a conglomerados*. — La base de este horizonte compone casi íntegramente la barranca del Arroyo de las Minas, al oeste de Punta Arenas. Está formado por un banco de *Ostrea torresi*, arriba de éste siguen capas de areniscas y arcillas donde se intercalan algunos mantos de lignito, el más inferior de 1,50 m. de espesor, es el que se explota en la Mina de Loreto. Otros dos bancos de ostras se intercalan en esta serie, uno en la parte media y otro en la superior,



Aspecto del interior de la famosa caverna de Eberhart en la parte norte del Seno Ultima Esperanza, en el piso fué encontrado enterrado el esqueleto y parte de la piel de un *Smilodon*; la gruta se ha formado en la base del conglomerado de 150 m. de espesor, que parece ser la base de la serie Terciaria carbonífera. (Chile).



Un aspecto del acantilado del Cabo Domingo, mostrando las concreciones grandes y pequeñas que se encuentran intercaladas en las areniscas y arcillas margosas que componen los "Magellanian beds" (Tierra del Fuego).
(Foto de P. Schweizer).

formando su techo, de 6 y 8 m. de espesor, respectivamente.

Según Keidel y Hemmer, el espesor de los estratos de Loreto es de 500 m. aproximadamente, de acuerdo con el resultado de los sondeos efectuados en los alrededores de Punta Arenas. Los estratos de Loreto están compuestos por bancos de arenisca de grano grueso, de color amarillento rojizo, con estratificación entrecruzada, tipo delta, pasando a bancos de conglomerados fosilíferos, formados por restos de bivalvos en su mayor parte.

El espesor total de la serie terciaria magellánica, ha sido apreciada entre 900 a 950 m., según Keidel y Hemmer. El límite entre la parte inferior de los "magellanian beds" y la parte superior del cretáceo marino, ha sido encontrado en las perforaciones de Tres Puentes y Tres Brazos a las siguientes profundidades: en Tres Puentes, el límite en cuestión se encuentra a los 780 m. poco más o menos, o sea, 510 m. debajo del nivel del mar; en Tres Brazos se encontró a los 850 m., o sea, 688 m. debajo del nivel del mar. De acuerdo con este resul-

tado, dice Hemmer, el límite superior del cretáceo está 180 m. más alto en la región de Tres Puentes que en Tres Brazos, lo que comprueba primeramente la discordancia entre terciario y cretáceo, y en segundo lugar, se ve que la intensidad del plegamiento en el subsuelo no disminuye en una escala regular con la distancia de la cordillera, sino que fuera de ella se pueden encontrar fajas

más plegadas que en sus cercanías.

Según Hemmer, la sucesión de los estratos que componen los "magellanian beds", sería la siguiente, de arriba hacia abajo:

130 m. de areniscas que presentan una estratificación cruzada o alternante, con arcilla y marga, dura y blanda, de color café amarillento, con bancos de conglomerados.

150 „ Los mismos estratos con mantos de carbón, con intercalaciones de bancos de ostras fósiles, en forma de lentes; en el espesor total de dichos estratos se intercalan hasta 8 mantos de carbón.

0,50 a 1 m., manto de carbón de Loreto.

7 m., de arcilla, con restos de hojas de plantas fósiles.

20 m., banco de ostras, principalmente en arcilla.

70 „ 0,50 m., delgados mantos de carbón.

20 m., de arcilla, en parte llena de ostras y otros fósiles.



Aspecto del acantilado costero de Tierra del Fuego, inmediatamente al norte del Cabo Viamonte; la barranca está compuesta por las areniscas y arcillas margosas de la serie Terciaria carbonífera, cubiertas por un manto de morena de fondo y acumulaciones glaciófluviales, y suelo turboso de color negro arriba.

20 m., de arcilla, de color amarillento sucio, con pedazos de lignito negro café, con restos de hojas.

80 „ de arcillas margosas, con algunos bancos de conglomerados con restos fósiles, sin ostras y sin carbón, con capas intercaladas de margas de 10 a 20 m. de espesor.

450 „ de margas y capas con *Aturia* y *Caryophyllia* sp.

Felsch, hace notar en su estudio, que en los horizontes inferiores de los estratos de Loreto, falta casi completamente el género *ostrea*, mientras que en los superiores, que están compuestos por bancos de areniscas y conglomerados, se intercalan bancos de gran espesor compuestos casi exclusivamente por conchas de *ostrea*.

Al noreste de Punta Arenas, en la parte norte del Seno Skyring Water, según observaciones del autor, afloran las areniscas superiores, de los estratos de Loreto, formando la playa marina, los acantilados y las altas terrazas que bordean la parte norte de dicha cuenca. Al SO. de las casas de la estancia del señor De Bruyn, sobre la playa marina afloran al nivel de la marea baja, un banco de arcilla de color verde claro, dura y quebradiza, la que contiene muy buenas impresiones de hojas de *Fagus* sp. y de *Nothofagus* sp., muy semejantes a las descritas por Dusén de la flora de *Fagus* encontrada en la capas de los estratos de Loreto.

Por arriba del banco de arcilla verdosa, siguen bancos de areniscas cuarzosas de grano grueso, de color café amarillento rojizo, casi herrumbrosa, con estratificación entrecruzada y también horizontal, las que pasan a areniscas conglomerádicas y verdaderos conglomerados. En la parte superior de esta formación se intercala un banco

de conglomerado grueso, compuesto por rodados del tamaño de un puño, de variada composición petrográfica, predominando las rocas de origen granitoide; en este conglomerado se intercalan grandes y pequeños lentes de arcilla verdosa, muy dura y quebradiza, con nidos de lignito silicificado y trozos de madera petrificada. El espesor visible del banco de conglomerado es de 2 a 3 m., y el espesor total del grupo de areniscas antes mencionado, es de 150 a 200 metros en promedio.

En la parte Norte de la Isla Riesco y en algunas del interior del Seno Skyring Water, Decat y Pomeyrol han observado un conglomerado muy potente, que en algunas partes alcanza un espesor de 150 m.; parece descansa sobre un basamento de rocas graníticas y metamórficas, y por arriba, pasa a bancos de arcillas esquistosas con concreciones calcáreas.

Un potente banco de conglomerado grueso, muy semejante al observado por los señores Decat y Pomeyrol, se encuentra en el extremo norte del Seno Ultima Esperanza, al Norte de Puerto Natales; este conglomerado tiene un espesor enorme, alcanzando fácilmente 150 a 200 m. en promedio, el cual está compuesto por rodados de todos tamaños, mostrando señales evidentes de haber sido trabajados por una larga acción fluvial. El material grueso se halla mezclado con arena y gravas; los rodados están envueltos en una pátina rojiza muy ferruginosa, en algunas partes, el conglomerado lleva intercalaciones de grandes lentes de arcilla de color verdoso, muy dura y quebradiza. El conglomerado descansa sobre un basamento compuesto de rocas cuarfíticas, las que afloran en algunos trechos del camino; parece que el conglomerado en cuestión forma la base de las areniscas amarillentas, de grano grueso, que más al

Este, constituyen la Meseta Doro-tea y la alta Meseta Latorre, aunque sus relaciones no fueron observadas con detención, es probable que este conglomerado sea la parte basal de la serie terciaria magallánica, por su gran semejanza con formaciones análogas observadas en Valdivia (Chile) y en el valle de la Colonia 16 de Octubre, en el Chubut.

EL TERCIARIO MAGALLANICO EN LA TIERRA DEL FUEGO

En esta región, las capas de la formación magallánica, forma la antigua superficie de denudación preglacial, la que se encuentra cubierta por un manto de acumulaciones morénicas y glaciafluviales, dejadas por la disipación del hielo pleistoceno.

Los "magellanian beds" afloran en gran escala en los acantilados de la costa del mar y a lo largo de la cuenca hidrográfica del Río Grande, donde se encuentran representados los dos grupos que componen la serie terciaria antes nombrada, el grupo inferior arcilloso margoso, y el grupo superior arenoso y conglomerádico.

El acantilado del Cabo Domingo, situado a pocos kilómetros al Norte de la desembocadura del Río Grande, está compuesto por bancos de arcilla y areniscas margosas, de colores verde claro, azulado y ceniciento, las que parecen corresponder al grupo inferior de Felsch, o sea los estratos de Doqueron. Los bancos de arcilla y de areniscas margosas contienen intercaladas grandes concreciones ferruginosas y calcáreas, de color amarillento rojizo, muy duras, las que difícilmente logra romper y destruir el formidable oleaje que bate las playas y la base de los acantilados; también se encuentran pequeñas concreciones sílico-calcáreas, esféricas, del tamaño de un puño, muy duras y difíciles de romper, en ellas siempre se en-

cuentran algunos fósiles, como por ejemplo, *gibbula* sp., *nucula* sp., etcétera.

El tercio superior del acantilado del Cabo Domingo está formado por bancos de areniscas arcillosas de grano fino, que contienen abundantes restos de hojas de plantas fósiles y restos carbonosos; las capas superiores se hallan separadas de las inferiores, que forman dos tercios del acantilado, por una clara discordancia, que parece haber sido producida por un plegamiento submarino (sin emergencia), que afectó las capas ya depositadas, y que sobre ellas continuó tranquilamente la deposición de los estratos superiores.

Los acantilados del Cabo Domingo constituyen el ala occidental de un anticlinal, inclinada suavemente hacia el Oeste y Sur; hacia el Sur de dicho cabo, las capas margosas del grupo inferior se hunden para aparecer de nuevo en los acantilados que se encuentran al Norte y al Sur del Cabo Viadonte. Entre estos dos cabos, los acantilados se hallan formados por las areniscas de grano grueso hasta conglomerádicas, del grupo superior, las que tienen una coloración café amarillenta rojiza, casi herrumbrosa, debido a la prevalencia de los hidróxidos de hierro; los bancos de areniscas conglomerádicas, con restos carbonosos de plantas y maderas petrificadas, se presentan en forma típica en el Cabo Peña, al Sur del Río Grande.

En Sebastián y sus alrededores, las barrancas son altas y están formadas por las areniscas del grupo superior arenoso de Felsch, sólo en contadas partes afloran las capas margosas inferiores. En la parte Norte de la Bahía Inútil, particularmente en el Cabo Boquerón, afloran con un gran espesor las capas margosas del grupo inferior; en este lugar, dichas capas se presentan en forma típica, por cuya razón, la serie margosa de

Felsch recibe el nombre de *estratos de Boquerón*.

Depósitos de lignito semejantes al de los estratos de Loreto de Punta Arenas, no han sido señalados en Tierra del Fuego; sin embargo, se han descubierto unos pequeños afloramientos en Bahía Slogett, y en algunos lugares del interior situados en las estribaciones de las serranías que se extienden al este del Lago El Kami.

LAS TOBAS SANTAGRUCEANAS DE LA REGION DE MAGALLANES

Al este del Canal Fitz Roy, que une el Seno Skyring con el de Otway, afloran potentes capas de tobas y areniscas tobáceas, duras, blanquecinas, que alternan en algunas partes con conglomerados, estas capas, forman los llamados Cerros Palomares. Los estratos tienen un espesor aproximado de 300 metros y se hallan dislocados e inclinados hacia el Oeste.

Las observaciones de campaña muestran, que dichas capas se han depositado en cuencas o valles cortados en los estratos de la formación magallánica, después que estos fueron elevados y plegados por los movimientos de ascenso ocurridos durante el levantamiento de los andes patagónicos.

En la parte inferior de los estratos tobáceos, y formando una espaciada terraza, se adosan areniscas de color gris azulado, de estratificación entrecruzada; estos depósitos arenosos forman el costado norte del canal Fitz Roy en un cierto trecho, y su espesor aproximado es de 80 a 100 m., más o menos. Estas areniscas son muy semejantes a las conocidas *areniscas del Río Negro*, que se encuentran en Patagonia, desde el valle del Río Negro, donde afloran en forma típica, hasta el valle del Río Gallegos, rellenando antiguos valles y cuencas.

Las areniscas tobáceas de Palomares, forman la parte superior de

las amplias mesetas que se encuentran al Este y Oeste de la cuenca de Laguna Blanca, extendiéndose hacia el norte hasta alcanzar el valle del Río Gallegos y de sus afluentes. En la parte Norte del Estrecho de Magallanes, forman en gran parte la alta meseta de San Gregorio, y se extienden hacia el Este, formando las mesetas más bajas, donde se encuentran cubiertos por un espeso manto detrítico de origen glacial. En la parte opuesta del estrecho, se presentan desde El Porvenir hasta el Río del Oro, donde la parte superior de la alta meseta, cubierta por un extendido manto de acumulación morénica.

REGION DEL CERRO GUIDO Y DEL RIO BAGUALES, SEGUN OBSERVACIONES DE HAUTHAL

En esta región, las observaciones geológicas son bastantes escasas, sólo me referiré a las observaciones efectuadas hace mucho tiempo por Hauthal, geólogo del Museo de La Plata. Estas observaciones se refieren a la región comprendida entre el Cerro Guido y el Seno de Ultima Esperanza (Chile), en la esquina SO. de Santa Cruz.

Las observaciones de Hauthal son muy interesantes, porque señala en dicha región, la existencia de los "magellanian beds", o mejor dicho, de los estratos equivalentes; además encontró una rica flora fósil que fué determinada por Kurtz, quien la ha comparado con la flora del Grupo Dakota (Dakota beds) de los E. U. de Norteamérica.

A continuación daremos un resumen de las observaciones de Hauthal, que se dan en el cuadro primero, pág. 46 de la comunicación de Kurtz; la sucesión de los estratos según Hauthal es la siguiente:

De arriba hacia abajo, tenemos:

- 1) 100 a 150 m., de rodados Tehuelches.
- 2) 150 a 200 m., que comprende tobas y en parte areniscas.
- 3) 200 a 300 m., de areniscas finas, verdosas, ferruginosas, con una flora de hojas generalmente pequeñas, más o menos redondas, integérrimas, coriáceas, mezcladas con otras del carácter de la *Betula* (?) y del *Fagus* (entre estos, tres ejemplares parecen ser idénticos a *Fagus magellánica* Engelh., de Punta Arenas). Ni una sola hoja presenta un contorno algo largo y angosto como *Salix* (spec. tip.) o de *Eucalyptus*. Estas capas se presentan sobre el Río Guillermo. En el Norte, estas capas contienen una rica fauna fósil de moluscos (*Ostrea Philippi* Ortm., *Ostrea Atcheri* Ortm., *Gibbula Dalli* Ih. y raras veces hojas de *Fagus* (*magellánica* Engelh.); este horizonte se encuentra sobre el Río Vizcachas, Río Baguales, y pie sur de la Sierra Baguales. Según Hauthal, las capas de esta serie corresponden al mioceno.
- 4) 150 a 200 m., areniscas grises con hojas de monocotiledóneas (dos especies de: *Phragmites?* *Typha?*) y areniscas verdosas amarillentas, con hojas de dos especies de *Fagus*, una más o menos corresponde a *Fagus antártica* Forts y la otra a *Fagus oblicua* Mirb. Estas capas se presentan en las Juntas del Río Baguales.

En las Lagunas, sobre el Río Baguales, ha observado la siguiente sección: capas calcáreas con *Ostrea Hatcheri* Ort., *Terebratulina*, *Cucullaea*, *Brachiuridea*, etc. Esta sección corresponde al eoceno según Hauthal.

- 5) 200 a 300 m., de areniscas gruesas, verdosas, en partes más claras, casi blancas, con árboles petrificados y con bancos de conglomerados locales; en la parte superior algunos bancos calcáreos negros con dientes de *Lamna*, *Escamas* (frec.), *Dentalium* (raro), *Venus*, etc. Este horizonte ha sido encontrado en la Sierra Baguales, y su edad es dudosa según Hauthal.
- 6) 50 a 60 m., areniscas finas, verdosas y grises con una flora de *Salix*, *Populus*, *Quercus*, *Perseophyllum*, *Sassafras*, *Cinnamomum*, *Liriodendron*, *Liquidambar*, *Platanus*, etc.; las capas con plantas han sido encontradas en el Cerro Guido, y según Hauthal, pertenecen a la parte superior del cretáceo, al piso cenomaniano.
- 7) 80 a 100 m., areniscas amarillentas con *Asteroideas*, *Toxaster*, etc., y con bancos calcáreos negros y delgados con *Acanthoceras*, *Baculites*, *Hemites*, etc., y restos de dicotiledóneas: frutos y hojas (raro). Estas capas han sido señaladas en el Cerro Cazador, Cerro Guido y Sierra Contreras.
- 8) 500 a 600 m., areniscas grises y verdes con restos de plantas muy mal conservadas y algunos bancos con moluscos. En la parte inferior con bancos de conglomerado no muy grueso. Estas capas han sido observadas en el Cerro Cazador, Cerro Solitario, Sierra Contreras, y pertenecen a la formación cretácea, según Hauthal.
- 9) 600 a 800 m., capas negras arenoso-arcillosas, más fragmentadas que pizarrosas, con bancos calcáreos delgados con *Inoceramus* (frec.), *Ananchytes* (raro) y una Haploceratida (raro). En la parte inferior, las capas se ponen arenosas, con

fósiles de una configuración externa de raíces o rhizomas fuertes (hasta 40 cm. de largo y 12 a 14 cm. de ancho). Estas capas componen los cerros Solitario, Toro, Ballena, Payne y Ultima Esperanza.

Estas son en resumen, las observaciones efectuadas por Hauthal en las regiones mencionadas, las que comentaremos a continuación.

La sección primera que dice estar compuesta por los rodados Tehuelches, debe estar formada por conglomerados y areniscas Pliocenas y los depósitos morénicos y glacifluviales de la glaciación Pleistocena.

La sección segunda, se refiere con toda probabilidad a los estratos de Palomares lo que hemos dicho, están compuestos por bancos de tobas duras, areniscas tobáceas y conglomerádicas, de color gris claro y blancas, que se asientan en discordancia sobre los estratos magallánicos.

Las secciones tercera y cuarta, son típicas de los "magellanian beds", tanto por su composición petrográfica como por su fauna y flora, encontrándose representados los dos grupos que componen dicha serie.

La sección quinta, está compuesta por areniscas gruesas, verdosas, en partes más claras, casi blancas, con árboles petrificados y con bancos de conglomerados locales, llevando en la parte superior bancos calcáreos negros con dientes de *Lamna*, muy frecuentes, *Dentalium* y *Venus*, etc. La edad de estas capas presenta dudas según la opinión de Hauthal, pero se inclina a considerarlas como terciarias, lo que me parece acertado, porque perfiles semejantes pueden ser observados en la serie Terciaria marina del Valle 16 de Octubre (Chubut), como veremos más adelante.

La sección sexta, es la más interesante que ha encontrado Hau-

thal, porque en ella encontró impresiones de hojas de dicotiledóneas, que según la opinión de Kurtz que estudió dicha flora fósil, corresponde al cenomaniano. Pero últimamente, el profesor Berry, cree que esta flora no pertenece al cenomaniano, sino que ella puede muy bien corresponder al salamanqueano, o sea, al cretáceo superior.

Como Hauthal no especifica bien claro qué relaciones tiene el depósito con plantas fósiles, con la formaciones marinas del cretáceo y del terciario, comuniqué por carta al doctor Berry, mis dudas acerca de la verdadera posición estratigráfica del depósito con plantas; quizás pudiera pertenecer a la parte inferior de la serie terciaria. Berry, en su último trabajo considera a esta flora como del salamanqueano, y desecha toda posibilidad de que ésta corresponda al terciario inferior. Sin embargo, considero de un gran interés científico hacer una nueva colección en el Cerro Guido, y al mismo tiempo estudiar en el terreno, las relaciones del depósito con plantas fósiles con las capas cretáceas y terciarias.

Las secciones séptima, octava y novena, corresponden al cretáceo, las que para los fines de nuestro estudio no tienen mayor interés.

Por mi parte debo agregar, que en el codo del Río Vizeachas, algunos kilómetros aguas abajo de la estancia de von Heinz, el valle de este río (de edad postglacial) corta las areniscas de grano grueso, café amarillento y verdosas del grupo superior del terciario magallánico, las que tienen un espesor visible de 200 m., aproximadamente; las areniscas se encuentran abovedadas, formando cortos anticlinales cortados transversalmente por la corriente postglacial.

El Cerro Cazador y los que siguen hacia el Sur, el Cerro Balle-

na, Cerro Solitario, Sierra Dorotea y la alta Meseta Latorre, están formados por crestones monoclinales inclinados hacia el Este suavemente, y de pendiente corta y abrupta hacia el Oeste y Sur. El horizonte con lignito, que caracteriza a los estratos de Loreto, ha sido encontrado sobre la margen izquierda del Río Turbio, probablemente en los faldeos de la Meseta Latorre, en la esquina SO. de Santa Cruz; se han encontrado afloramientos de lignito, en la parte oriental del Lago Argentino, pero no está bien especificado si este se encuentra en las capas del cretáceo o del terciario.

En la parte oriental del Lago San Martín afloran depósitos de la serie terciaria marina que nos ocupa, que fueron estudiados hace tiempo por Bonarelli y Nágera. Según Bonarelli, estos depósitos fosilíferos serían contemporáneos de la formación magallánica y de los señalados por Hauthal, a los que hemos hecho referencia precedentemente. En cuanto a la edad de esta formación, Bonarelli cree que los depósitos marinos terciarios por él observados no son contemporáneos de la *formación patagónica*, es decir miocénicos, sino mucho más antiguos, atribuyéndoseles una edad eocena, por el hecho muy significativo observado por este geólogo, de que ellos han sido afectados por los movimientos andinos infra-miocénicos.

Más al Norte, en la parte Sur del Lago Pueyrredón, en las barrancas del Río Tarde, han sido encontrados depósitos marinos del terciario por Hatcher, cuya fauna fué descrita por Ortmann; en los estratos marinos se encuentra intercalado un horizonte lignífero, cuya importancia no ha sido establecida aún.

REGION DE COLONIA 16 DE OCTUBRE, CHUBUT

En esta extensa zona, el grupo superior arenoso de la serie terciaria carbonífera, se encuentra representado por depósitos marinos y continentales. En el valle del Río Percy, al Oeste de Esquel (Chubut), se halla cortado en las areniscas del grupo superior, ofreciendo a la observación en diferentes lugares, muchos buenos perfiles; así por ejemplo, en el Aserradero, la barranca occidental del río antes mencionado, está compuesta por bancos de areniscas amarillentas rojizas, o de color café herrumbroso, de grano grueso, los cuales forman la parte inferior de la barranca, mientras que en la parte media de la misma se observan bancos de color blanquecino a gris verdoso.

En la parte superior se encuentran bancos de areniscas que contienen abundantes restos de carbón, madera y troncos de árboles petrificados; también se encuentran con alguna frecuencia, impresiones de hojas de *Fagus*, sp., pero en muy mal estado de conservación. La barranca termina con un banco de arenisca amarillenta, cuarzosa, de grano grueso, de 4,50 m. de espesor, el cual contiene un horizonte continuo con abundantes restos de *Unio* sp. (*Diplodon*), en parte muy bien conservados; este horizonte tiene alrededor de 45 cm. de espesor, y es muy constante y se presenta de la misma manera, en varios lugares de la región.

Aguas arriba del Aserradero, y sobre el costado oriental del Río Percy, se presenta un conjunto de arcillas esquistas, impregnadas con materia orgánica, en general duras y quebradizas, de color negro y verde oscuro, con un espesor aproximado de 100 m.



Vista panorámica de la población de Esquel, y al fondo la alta meseta que se encuentra al norte de la misma, compuesta por las areniscas del Terciario carbonífero (Chubut).

De abajo hacia arriba se tiene la siguiente sucesión de estratos:

- 1) 45 m. de arcillas estratificadas, de origen lacustre, impregnadas con materia orgánica, de color negro azulado; entre los planos de estratificación, se intercalan delgadas concreciones y bancos sílico calcáreos, muy duros, que contienen escamas, vértebras y otros restos de peces.
- 2) 5 m. de arcillas finamente esquistosas, lacustres, de coloración negruzca y en parte amarillenta rojiza, ricas en materia orgánica.
- 3) 50 m. de arcillas estratificadas en delgadas capas, impregnadas con materia orgánica, tienen un color gris verdoso, con intercalaciones de bancos sílico calcáreos, de 50 cm. de espesor, de color amarillento, muy duros, los que contienen abundantes escamas, vértebras y otros restos de peces de agua dulce.

Hacia arriba, las arcillas lacustres se encuentran cubiertas por un manto de morena de fondo de color gris azulado, de varios metros de espesor. Aguas abajo de

este lugar, y un poco al Sur de la confluencia de los ríos de Esquel y Percy, afloran sobre la barranca derecha del último río nombrado, las areniscas amarillentas de grano grueso en la parte superior, que pasan hacia abajo a depósitos arcillosos, estratificados, de color verde claro hasta oscuro, de marcado aspecto lacustre; en ellas encontramos abundantes restos de hojas de *Fagus* sp., muy semejantes a la flora de *Fagus* de

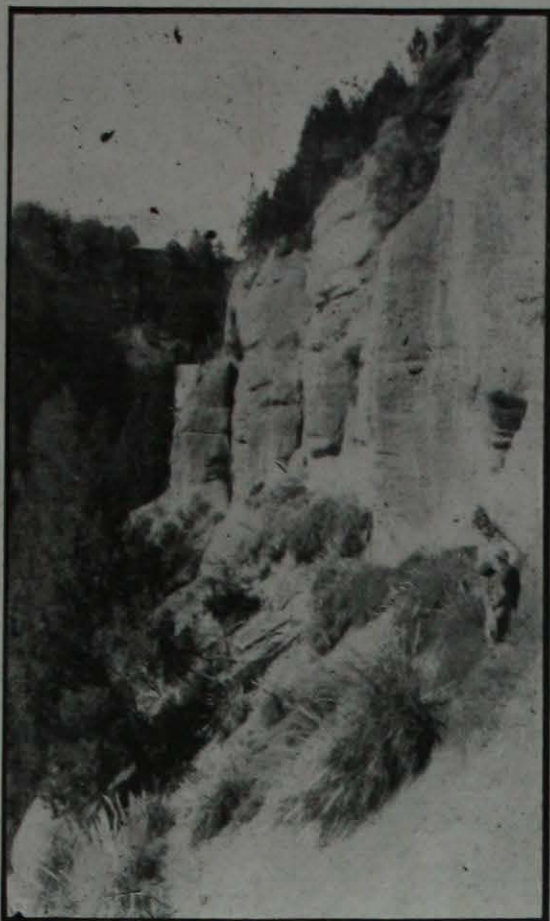
Punta Arenas, descrita por Dusen. Abajo de las arcillas siguen areniscas amarillentas, que contienen intercalados largos y gruesos troncos de árboles petrificados, algunos de ellos se encuentran casi enteros, tienen hasta 10 m. de largo, y que parecen haber sido arrastrados desde cortas distancias, por el hecho de que conservan en parte, restos de sus raíces.

Hacia el Sur del pueblo de Trevelin, en el trecho comprendido entre el Cordón Situación por el Oeste y los Cerros Colorados por el Este, es donde los estratos del grupo superior de la serie terciaria carbonífera, tienen su mayor espesor, alrededor de 200 m., más o menos.

El grupo se halla compuesto por bancos de areniscas amarillentas de grano grueso, que pasan a bancos conglomerádicos de estratificación entrecruzada o diagonal, de coloración café herrumbre. Estos pasan hacia abajo a bancos de areniscas cuarzosas de grano fino, con mucha mica blanca, teñidas en parte por infiltraciones ferruginosas. En la parte superior del grupo de areniscas se intercala un manto de conglomerado grueso, de



Barranca occidental del Río Percy, frente al Aserradero, la que está compuesta por los bancos de areniscas amarillentas ferruginosas y blanquecinas calcáreas, de la serie del Terciario carbonífero. El banco de la parte superior de la izquierda contiene restos de la flora de *Fagus* y moldes de *Unio* sp. (Chubut).



Banco de conglomerado de 8 a 10 m. de espesor que se intercala entre las areniscas amarillentas, ferruginosas, del Terciario carbonífero, se observa en la cascada del Río Antefal, en la parte sur de la Colonia 16 de Octubre (Chubut).

10 m. de espesor en promedio, muy cementado en partes; los rodados que lo componen son del tamaño de un puño, y también más grandes, pero en general son de tamaño uniforme, evidenciando haber sido trabajados durante mucho tiempo por acciones fluviales.

En este conglomerado se intercalan con mucha frecuencia, lentes de arcilla de color verde oliva, muy dura y quebradiza, con nidos de lignito muy negro y lustroso, envueltos en arcilla más blanda con impregnaciones de pirita, o bien, ferruginosas; al parecer, estos nidos de lignito se han formado en el lugar, no hay indicios de que ellos hubieran sido arrastrados o removidos por el agua, o que ellos ocuparan una posición secundaria. Arriba del conglomerado siguen bancos de areniscas amarillentas de grano grueso, cubiertas al final por un espeso manto

de morena de fondo de 30 a 40 m. de espesor. Interesantes perfiles pueden ser observados en las márgenes del Arroyo Antefal, afluente del Río Corintos.

El conglomerado de base de la serie terciaria que nos ocupa, aflora sobre la margen izquierda del Arroyo Situación, a 2 km. al Norte del codo del Río Fetaleufú; el conglomerado tiene alrededor de 20 a 30 m. de espesor, y está compuesto por rodados de todos tamaños, bien redondeados, envueltos en una pátina rojiza, lustrosa; la formación descansa sobre una brecha porfírica de color gris oscura, ligeramente verdosa.

Al Este de los Cerros Colorados y aguas arriba de la segunda angostura del Río Corintos, la barranca oriental de este río, está formada por 150 m. de arcillas esquistosas, de color verde oscuro y oliva, lacustres, impregnadas con mucha materia orgánica. Contienen abundantes concreciones calcáreas, duras, redondeadas, de tamaños variados, al romperlas dejan ver restos de peces, como por ejemplo, escamas, vértebras, espinas, etc.; también se encuentran restos de hojas de *Fagus* sp., mal conservadas.

Aguas arriba de este lugar, a 5 km. más o menos, afloran bancos de areniscas de grano grueso, de color verdoso y amarillento rojizo, que contienen abundantes restos carbonosos y madera petrificada, etc.; en la parte superior se encuentra un banco de areniscas amarillentas de 4,50 m. de espesor, el cual contiene un horizonte con *Unio* sp., de 45 cm. de espesor.

Las capas fosilíferas marinas de la serie terciaria, afloran a 10 kilómetros al Sur de la primera angostura del río Corintos; dichas capas forman en un cierto trecho la barranca oriental de dicho río, con un espesor de 60 m. aproximadamente. Esta sección es-

tá formada por margas de color verde claro a ceniciento hasta verde oscuro, ricas en materia orgánica; en la base, las margas pasan a un conglomerado calcáreo con muchas ostras, mal conservadas. Las capas marinas sólo se conservan en pequeños trechos, en muchas partes se observa que ellas están atravesadas y comprimidas por rocas andesíticas.

Al Norte de Esquel, en dirección a Epuycn y Cholila, se extiende una meseta más o menos alta, compuesta por los estratos marinos fosilíferos y las areniscas amarillentas del terciario carbonífero. Indudablemente estos depósitos deben tener en esta región, un gran espesor; convendría desde luego averiguar su potencia por medio de perforaciones en lugares favorables para ello.

REGION DE EPUYEN, EL BOLSON, CUSHAMEN, MONTOSO Y CHIQUINIYEU

En Epuycn, parece que el grupo superior de la serie terciaria carbonífera, se encuentra bien representado, pero su completa observación es muy difícil, por el hecho de que la superficie está cubierta por un grueso manto de acumulaciones morénicas glaciales que ocultan las rocas preglaciales. Un manto de lignito de poco espesor se encontró hace tiempo en las márgenes del río El Carbón, que fué estudiado primeramente por Rasmus y después por Rigal; el lignito se encuentra intercalado entre las areniscas y margas con escasos fósiles marinos, el cual está encerrado entre arcillas carbonosas que terminan en forma de cuña, las que contienen abundantes restos de hojas de *Fagus* sp., bien carbonizadas.

Los fósiles marinos coleccionados por Rigal, fueron determinados por el profesor Doello Jurado, quien opina que su edad sería infraoligocena a eocena superior. Aguas arriba de la mina de car-

bón de Epuyén y sobre las márgenes del río citado, afloran margas calcáreas, duras, de color verde amarillento, con abundantes fósiles marinos; siguen arriba de éstas, bancos de areniscas de color azulado y gris amarillento con estratificación horizontal y diagonal, que también contienen abundantes fósiles marinos en buen estado de conservación.

En la cuenca interandina del Bolsón, al Norte de Epuyén, han sido señalados diversos afloramientos de lignitos contenidos en una serie de margas y areniscas fosilíferas, marinas, del terciario carbonífero. Rassmus, encontró en el Corral Foyel, margas verdosas y gris verdosas, en parte compactas y con muchos bivalvos, seguidos por una sucesión de margas blandas más arcillosas y ricas en gasterópodos; en ellas encontró los siguientes fósiles:

Panopea inferior, Wilck.

Pectunculus, sp.

Nucula, sp.

Venus, sp.

Pecten, sp.

Turritella, sp.

Scalaria, sp.

H. von Ihering, determinó una pequeña fauna procedente del Corral Foyel, coleccionada por Roth.

Glycimeris nucleus, Ih.

Struthiolaria densestriata, Ih.

Iheringiana patagonensis, Desor.

Terebratella venter, Ih.

Trochita pitens, Lam.

Trophon laciniatus, Mart.

Más al Sur del Corral Foyel, afloran margas oscuras, ferruginosas, con concreciones de caliza gris, bituminosas, del tamaño de un puño, que contienen escudos de cangrejos (muy semejantes a Cáncer Thyro Phil. del terciario de Lebu). Al este de Epuyén, en el codo del Río Chubut, afloran en una corta extensión areniscas lignitíferas con restos de plantas; los estratos for-

man una colina de rumbo Norte a Sur, con inclinación al Este.

Las areniscas son de grano grueso, amarillentas parduscas o café herrumbrosas, con intercalaciones de bancos de rodados chicos y con bloques redondos de arcilla, por lo general, presentan una estratificación entrecruzada. Más al Sur, las areniscas pasan a margas tobáceas más delgadas, con numerosos restos de plantas parecidas a la flora de *Fagus* de los "magellanian beds" de Hatcher y Ortmann.

Al Norte del codo del río Chubut, afloran en las barrancas de dicho río, arcillas y areniscas ferruginosas, de color gris y pardo, muy blandas, las que contienen gran cantidad de fósiles marinos en mal estado de conservación, lográndose reconocer los del género *Balanus* sp. que concuerdan con el piso de Navidad de Chile; las plantas fósiles, casi se reducen exclusivamente a impresiones de hojas de *Fagus* de los "magellanian beds".

Al Sur del codo del Río Chubut, en la parte occidental del valle de Leleque, afloran en varios lugares las areniscas del terciario carbonífero; al Sur del arroyo Lepá afloran arcillas lacustres de color gris azulado que contienen abundantes restos de espinas y vértebras de peces, habiéndose encontrado más al Oeste, algunos yacimientos de lignito.

En Cushamen, al Este de la Sierra del Maitén y al Norte del Río Chubut, afloran margas verdes y areniscas grises blanquecinas, calcáreas, con fósiles marinos; en la parte superior de esta formación se han encontrado mantos de lignito de regular importancia, que han sido estudiados últimamente por Rigal, quien dice, que arriba del manto de carbón se encuentran bancos de areniscas blanquecinas, calcáreas, con muchos fósiles marinos en buen estado de conservación, calculando que el es-

pesor probable de la serie terciaria carbonífera, alcanza 300 metros, aproximadamente.

En Ñorquinco, situado al Norte de Cushamen, las areniscas amarillentas calcáreas, se presentan al Oeste del pueblo, cubiertas en discordancia por mantos de tobas blanquecinas. En la barranca oriental del Río de Ñorquinco se presentan, los mantos de tobas blanquecinas y conglomerados tobáceos, con un espesor de 200 a 300 m. en promedio; esta formación constituye la alta barranca del río nombrado y parte de la meseta que se extiende hacia el Este. En las tobas mencionadas se encontraron restos de mamíferos: *Nesodon imbricatus* y *Astrapotherium magnum*, que Ameghino atribuye al Santacruceano y las paraleliza con las tobas grises del Collon Cura (Neuquén), descritas por Roth.

Al Norte de Ñorquinco, los estratos del terciario carbonífero rellenan la cuenca subandina del Montoso y Chiquiniyeu, donde parece que tienen un gran espesor, según Rassmus. En la quebrada del Montoso, afloran arcillas lacustres, compactas, de color gris verdoso, que contienen en la parte superior un manto de lignito de 2 m. de espesor, que parece de buena calidad; abajo siguen estratos arcillosos que alternan con delgados mantos de lignito arcilloso, cuya importancia y espesor no fué establecida por Rassmus cuando estudió la región. Al Oeste de la mina del Montoso y siguiendo el arroyo del mismo nombre, afloran las capas de arcillas carbonosas en un trecho de 1 km. más o menos; en estas capas encontró Rassmus abundantes impresiones de hojas de *Fagus* sp., muy parecidas a la flora de *Fagus* de los "magellanian beds".

Hacia el Norte del Montoso, los estratos del terciario carbonífero reaparecen en las barrancas del



Vista tomada desde la falda norte del Cerro Las Bayas con rumbo al norte, mostrando el cañadón del Río de Las Bayas, cortado en las areniscas ferruginosas abajo, y arriba en las margas arcillosas estratificadas, de color verde amarillento (Río Negro).

Arroyo Chiquiniyeu, particularmente en el trecho donde pasa el camino de Ñorquinco a Bariloche, aquí se observa un amplio anticlinal compuesto por margas verdes, que contienen en abundancia, escomas y espinas de peces. Sigue abajo un complejo de areniscas y calizas arenosas y después una falla, a la que corresponde una cañada que se dirige hacia el Sur; al Oeste de la falla se encuentra un grupo de estratos carboníferos compuestos por capas tobáceas conglomerados gruesos y areniscas de grano grueso, blancas, contiene numerosas impresiones de hojas, muy bien conservadas, del piso de Fagus. Sigue abajo otro banco conglomerádico y capitas de arcilla que alternan con delgados mantos carbonosos; después sigue 3 m. de pizarras grises con intercalaciones de areniscas ferruginosas, siguiendo abajo las capas ligníferas de 3 m. de espesor en promedio, alternando los mantos de lignito con delgadas capitas de margas claras. El espesor total de los estratos de la serie terciaria lignífera no es conocido.

Algunos kilómetros al Norte de la mina de Chiquiniyeu, las capas

de la serie terciaria antes citada aflora sobre ambas márgenes del Arroyo Las Bayas, frente al boliche del Turco; en este lugar se presentan bancos de areniscas de color café amarillento, ferruginosas, y de colores claros, de 60 a 80 m. de espesor. Hacia el Este, la barranca norte del río, está formada por una sucesión de capas de margas bien estratificadas, de color verde amarillento, que descansan sobre los bancos de areniscas amarillentas y arriba se encuentran cubiertas por mantos de tobas blanquecinas; en general todo el conjunto tiene un espesor visible de 200 m.

El Cerro Las Bayas está formado por dichos estratos terciarios, pero sus flancos y parte superior, están cubiertos por un potente manto de morena de fondo y depósitos glacifluviales de terraza, y de contacto de hielo.

REGION DEL LAGO NAHUEL HUAPI

Las observaciones que tenemos de la región del Lago Nahuel Huapi, son todavía incompletas, de

modo que no podemos establecer concretamente si existen en esa región los tres pisos o secciones que se han distinguido en los estratos terciarios carboníferos de Arauco, Concepción y Navidad de Chile. Sin embargo, teniendo en cuenta las observaciones de Feruglio, Cordini, Groeber y Rigal, efectuadas en estos últimos años, se puede decir que las secciones reconocidas en la serie terciaria de Chile, se encuentran presentes en la región de Nahuel Huapi y sus alrededores. Según Feruglio, las rocas preterciarias que forman el yacimiento de la serie terciaria carbonífera son, micaesquistos, gneis, diorita, granito, rocas que componen el zócalo antiguo y se extienden hacia el oeste hasta la costa del océano Pacífico; en parte las capas del terciario marino descansan sobre mantos de rocas andesíticas más antiguas.

En la parte superior de la serie andesíticas, dice Feruglio, se extienden potentes bancos de conglomerados con fragmentos de árboles silicificados. Arriba siguen margas tufáceas de color verdoso a verde oscuro, preferentemente con intercalaciones de bancos de areniscas, brechas y conglomerados de rocas volcánicas (andesitas y subordinadamente basaltos). Este complejo se distingue malamente de la serie andesítica subyacente, tanto que resulta imposible trazar entre los dos materiales un límite fijo y seguro.

En el valle del Niricó y cerca de la Pampa de Nahuel Huapi, afloran capas de calizas espáticas con *brachiopodos* y pocos moluscos. En algunos lugares (en la mina de Nirihuau), en medio de estas capas aparecen pizarras oscuras, bituminosas, margas y areniscas con restos de crustáceos y peces.

Del valle del Niricó procede una pequeña fauna de moluscos, constituida por 12 especies, todas del *Patagónico*, y 4 comunes con el terciario de Navidad de Chile. Encima de las capas del atagónico, según Feruglio, siguen tufas y margas tufáceas, principalmente verdes, con capitas arenosas a facies de Flisch, que alternan en la parte superior con gruesos bancos de brechas piroclásticas blancas y grises. El pasaje de la serie marina Patagónica a la serie continental sobrepuerto se efectúa gradual y concordantemente. Las capas de transición están representadas por tufas y areniscas en su mayor parte verdes o grises con *Diplodón*, generalmente en moldes, restos de cangrejos, huesos y escamas de peces. Es este un horizonte constante y de fácil reconocimiento; inmediatamente arriba de las capas con *Diplodón*, se presenta en varios puntos (Nirihuau, Pichileufu, etcétera), bancos de areniscas y tufas con impresiones de hojas, entre las que se reconocen el género viviente de *Nothofagus*, *mirtáceas* y otras dicotiledóneas. Restos vegetales se encuentran además, en las capas con *Diplodón*, como también en los horizontes más inferiores. Feruglio opina que el carácter de la flora encontrada, tiene una marcada afinidad con la flora de los "magellanian beds" descrita por Dusén.

Las capas marinas y continentales del terciario carbonífero han sido observadas por Cordini en el lago Nahuel Huapí, en Puerto Pañuelo (Península Llao-Llao), y en los islotes de este mismo puerto.

La serie marina está compuesta por areniscas de grano grueso, rojizas que alternan con capas arcillosas muy compactas de color verde claro. La formación tiene carac-

teres muy marcados de sedimentos costeros de poca profundidad; en las areniscas se encuentran gasterópodos (en abundancia) bivalvos y brachiopodos, en cambio, en las capas arcillosas, preferentemente en el contacto con las areniscas hay semillas fósiles, cuyo aspecto es el de una esfera muy regular y de un tamaño que varía entre una arveja al de una nuez. Precisamente estas semillas dice Cordini, tienen un pericarpio duro, igual al de una nuez, lo que ha hecho que los cotiledones internos se hayan fosilizado muy bien y sean perfectamente separables de las semillas.

Junto con estas semillas hay troncos silicificados (especialmente en la Isla Victoria), de gran tamaño, algunos alcanzan hasta 15 m. de largo. Parecen haber caído en la arcilla después de haber sido arrastrados un cierto tiempo; en los islotes de Punta Millaqueo, hay una arenisca muy gruesa, en partes conglomerádica, que contiene troncos que están en posición vertical y con sus raíces.

Las capas terciarias de los faldeos del Cerro Catedral, parecen haberse depositado en un mar más profundo, tienen equinodermos (erizos) y moluscos, etc., las capas descansan directamente sobre la roca andesítica. Según Groeber, de los 8 gasterópodos encontrados en el terciario inferior del Lago Nahuel Huapí, 2 son especies nuevas, de las cuales, *Scalaria Willisi*, tiene relaciones con *Scalaria araucana Phil.*, de Navidad. De los 6 restantes, *Dentalium sulcosum*, *Pyruca carolina*, *Turritella ambulacrum*, son comunes al piso de Navidad y al Patagónico (Ameghino); de las tres últimas especies, *Struthiolaria Ameghinoi* y *Buccinum Annae*, fueron encontrados hasta ahora en el Patagónico y *Siphonalia noachi-*

na, posee formas cereanas en Navidad y se encuentra en el patagónico.

De acuerdo con las observaciones de Feruglio, Cordini y Groeber, nos parece evidente que en la región del lago Nahuel Huapí, se encuentran representados los tres horizontes o pisos que caracterizan al terciario carbonífero del Sur de Chile, por lo menos aparentemente. Lo que Feruglio llama serie *post-patagónica*, compuesta en su mayor parte por sedimentos de origen continental, caracterizados por la gran abundancia de restos de plantas fósiles y de maderas petrificadas, pero que en otras regiones adyacentes hacia el sur contiene intercaladas capas marinas, me parece que representa muy bien el piso superior del terciario carbonífero. La sección inferior, estaría representada por las capas que Feruglio llama "el patagónico", que empieza por un conglomerado de base, seguido hacia arriba por capas de origen continental y marino.

La sección media, es un poco difícil localizarla, aparentemente ella estaría constituida por las capas señaladas por Cordini en la Península Llao-Llao y en la Isla Victoria. Desde luego, faltan los mantos de carbón que caracterizan a esta sección, sin embargo ésta debe encontrarse en esta región. Un afloramiento de lignito ha sido señalado en el arroyo El Carbón, afluente izquierdo del Río Limay, a unos 25 kms. aguas abajo de la salida del Lago Nahuel Huapí. El yacimiento lignífero ha sido estudiado por Rigal, quien dice que el manto de lignito se encuentra intercalado en la parte superior de un depósito lacustre, compuesto por arcillas estratificadas de color verde amarillento; el manto de lignito tiene un espesor de 1,50 m. en pro-

medio, siguiendo abajo del carbón, delgadas capas de arcilla dura de color pardo amarillento, que contienen abundantes impresiones de hojas de plantas fósiles, que parecen pertenecer a *coníferas* y de *laurelias*. Hacia arriba, siguen arcillas fragmentosas y bancos duros de arcilla de color verde obscuro, tobáceas; los estratos lacustres se hallan cubiertos por un manto de rocas basálticas y a su vez por tobas blancas, duras, silicificadas, de gran espesor.

Dejamos a cargo de nuevas investigaciones, confirmar o desestimar las presunciones antes citadas, pero en todo caso, éstas deben ser orientadas con este criterio, a fin de ordenar la estratigrafía del terciario carbonífero, para establecer comparaciones más o menos seguras con otras regiones distantes de la misma época.

REGION DEL SUR DEL NEUQUEN

Al norte del lago Nahuel Huapí y del lado oriental de la cordillera patagónica, los depósitos del terciario inferior, han sido observados y descritos por Groeber, quien cita un complejo sedimentario infraterciario compuesto por areniscas y conglomerados, el cual se encuentra bien representado en la parte inferior de la sección superior del Río Limay hasta su confluencia con el río Collon Cura. La serie empieza según Groeber, con un manto de basalto de 150 m. de espesor, que descansa sobre areniscas duras de grano grueso que pasan a conglomerados que forman bancos de 50 cm. hasta 1 m., de espesor, separados por banquitos de poco espesor de arcilla esquistosa de color azulado obscuro, más o menos arenosas o micáceas con impresiones de hojas de plantas fósiles (dicotiledóneas).

La parte inferior de la serie de areniscas es preferentemente de color pardo claro, la superior de color claro; la serie se conserva en posición horizontal en un largo trecho, interrumpida por un abovedamiento pasajero, en el cual salen a la superficie 3 ó 4 bancos de conglomerados de 10 m. de espesor aproximado, sólidamente cementados. Los rodados que componen el conglomerado tienen el tamaño de un puño más o menos, y están constituidos por rodados de pórfido cuarcífero y también más raramente por rodados de ortófiro y de pórfido granítico.

Mas al Sur, cerca del paso (balsa) Flores sobre el Río Limay, surgen nuevamente los conglomerados basales, ocultos luego por las tobas miocenas que rellenan aquí uno de los valles *prebasálticos*. Más allá de la balsa, se puede observar la relación entre los conglomerados basales y su yaciente, y se nota que sirven de relleno a un relieve anterior bastante accidentado, elaborado en las rocas del zócalo cristalino, compuesto aquí por el granito y micaesquistos.

Los mismos grupos de sedimentos se pueden reconocer en distintas partes del Sur del Neuquén, dice Groeber, así por ejemplo, el complejo inferior conglomerádico está muy desarrollado en la región de Junín de los Andes, entre el Malleu y Chapeleó por un lado y el pie de la cordillera del límite y el Aluminé por el otro. Allí es más espeso y está compuesto por rodados de la misma clase que los del Limay, inmescuyéndose además rodados de porfirita. Las areniscas han sido observadas en las vecindades de Junín de los Andes hasta el lago Lolog; en esta zona contienen troncos de madera carbonizada y a veces mantitos esquistosos,

en parte carbonosos o con lignito, el mismo caso se observa al Sur de la desembocadura del Río Trafal en el Limay.

De acuerdo con las observaciones de Groeber, vemos que la serie terciaria inferior, empieza con un conglomerado de base de mucho espesor, que descansa sobre un relieve preterciario bastante accidentado o trabajado por la erosión, lo que indica que la zona antes de depositarse los rodados ha sido sometida a una intensa denudación, que después por el descenso del suelo, se convirtió en una zona de acumulación, donde los ríos depositaron una gran cantidad de material grueso, rellenando los valles y depresiones del terreno, más o menos rápidamente.

Al Sur del Lago Nahuel Huapí, las rocas preterciarias sobre las cuales descansa la serie terciaria carbonífera, están compuestas por el granito, granodiorita, cuarcitas, micaesquistos, gneis, pórfido cuarcífero y porfiritas; estas rocas han formado el área montañosa, plegada y elevada por los movimientos posteretáceos, relieve que ha sido rebajado y arrasado por la erosión antes de que se depositara sobre dicha superficie, los estratos de la serie terciaria carbonífera. Estos depósitos se asientan en discordancia sobre las rocas preterciarias que componen la Cordillera de los Andes, empezando por un conglomerado de base, en el cual figuran como rodados las rocas que componen el basamento antes citado.

Parece probable que antes de producirse el descenso del suelo que hizo posible la acumulación de los rodados, se han producido grandes erupciones de rocas andesíticas, cuyos mantos forman en algunos trechos, el comienzo de la serie del terciario inferior. Con relación a

los depósitos de esta serie terciaria, las rocas andesíticas corresponderían a tres períodos eruptivos, vale decir, un grupo de andesitas es anterior a la ingesión marina citada, otro sería contemporáneo y un tercero sería inmediatamente posterior o del fin de la serie terciaria carbonífera.

EL TERCIARIO CARBONIFERO DEL SUR DE CHILE

En las provincias de Arauco y Concepción, donde se explota el carbón desde hace mucho tiempo, la serie terciaria carbonífera tiene un espesor aproximado de 400 a 500 m. De acuerdo con los estudios de Brügggen, en esta serie se pueden reconocer fácilmente tres secciones, con relación a la posición que ocupan los mantos de carbón, que son los siguientes:

1) *Sección inferior no carbonífera*; esta sección está compuesta por un conglomerado de base, depósitos continentales de agua dulce, y por areniscas y arcillas con moluscos marinos.

2) *Sección central carbonífera*; está compuesta por arcillas con mantos de lignitos y restos de plantas fósiles.

3) *Sección marina superior no carbonífera*; compuesta por estratos marinos con abundantes fósiles.

Sección inferior no carbonífera. Según Brügggen, los estratos terciarios inferiores descansan sobre los micaesquistos y de los depósitos marinos del cretáceo, empezando la serie por un conglomerado basal de espesor variable, seguido hacia arriba por areniscas y arcillas depositadas en agua dulce. El espesor de esta sección es muy variable, por ejemplo, en Coronel es de 45 m., en Colicó es de 100 m. y en

el Cerro Verde su espesor es de 90 metros; en esta parte, dichas capas son dignas de mención por el gran desarrollo que alcanza la arcilla refractaria.

En Lebu, esta sección tiene un espesor de 80 m. distinguiéndose especialmente, porque aquí se incluyen areniscas marinas con una fauna, compuesta por las siguientes especies:

Fusus cf. Lebuensis, Phil.

Turritella trilirata, Phil.

Nucula Lebuensis, Phil.

Nucula cf. discors, Phil.

Lutraria cf. undata, Phil.

En las concreciones calcáreas se encuentra un cangrejo que pertenece probablemente a una especie de *Cáncer*.

Sección central carbonífera. A esta sección, dice Brügggen, deben asignarse todos los mantos de carbón conocidos en las provincias de Arauco y Concepción. Las rocas de esta sección del terciario se componen de areniscas arcillosas de color verde, que frecuentemente encierran capas de rodados del tamaño de arvejas, presentando las areniscas una estratificación diagonal. Es muy característico en estas areniscas la presencia del carbonato de calcio, el que cementa ciertas partes de las mismas, formando concreciones muy duras que se encuentran diseminadas en la masa blanda de la arenisca; el tamaño de estas concreciones oscila entre 10 cm. a 1 m. de diámetro, y los conglomerados intercalados entre las areniscas están compuestos por rodados de cuarzo y de andesita, en su mayor parte.

Esta sección está compuesta por areniscas arenosas, sueltas, los bancos arcillosos son menos frecuentes, sólo se presentan acompañando los mantos de carbón; por lo general, se trata de arcillas refractarias que

encierran frecuentemente hermosas impresiones de hojas de plantas fósiles, y debido a la fuerte mezcla con sustancias carbonosas, estas arcillas se transforman en pizarras carbonosas. En estas arcillas de origen continental se encuentran algunos bancos marinos.

Los mantos de carbón dice Brügggen, son de origen autóctono, es decir, que el carbón se ha formado en extensos pantanos de la costa que ocupaban los lugares en los cuales los encontramos hoy día. En pro de esta opinión, habla la presencia de carbón junto con arcilla refractaria, como también la excelente conservación de los delicados restos vegetales en las arcillas, y que éstas, se encuentran cruzadas por abundantes restos fósiles de raíces; por otra parte, los mantos de carbón conservan una gran regularidad a través de grandes extensiones.

Sección marina superior no carbonífera. Esta sección completa ha sido observada solamente en la provincia de Arauco, donde tienen un desarrollo notable, según las observaciones de Brügggen.

Los perfiles de Lebu, muestran que sobre el manto de carbón superior siguen bancos de areniscas verde arcillosas, de 25 a 30 m. de espesor, con falsa estratificación y zonas de rodados. Sobre este grupo de areniscas sigue una serie de areniscas verdes glauconíticas de estratificación laminar, las que contienen moluscos fósiles, alternando con capas de areniscas que contienen restos fósiles de vegetales; los sedimentos marinos se componen generalmente de capas calcáreas duras.

Las especies más frecuentes encontradas en este horizonte son:

Nucula cuneata, Phil.

Nucula Darwini, Phil.

Mytilus sp.

Sobre las capas marinas, siguen bancos de arcilla de color verde claro, que por descomposición pasan a arcillas blancas caolínicas; esto es válido para Ranquil y Lebu, pero en Punta Fraile, siguen arriba de dichas capas, arcillas arenosas de color gris, en parte calcáreas.

Un perfil más completo del terciario carbonífero, de acuerdo con las últimas investigaciones de Brügger, es sumarisado por Groeber en su trabajo "El Eogeno del Neuquén, Piso de Navidad, etc."

La sucesión de los estratos en el Piso de Concepción es la siguiente:

70 m. de areniscas de origen terrestre sin fósiles.

40 m. de areniscas de grano fino y grueso alternantes, con fósiles marinos.

40 m. de areniscas terrestres, con raras intercalaciones de bancos con fósiles marinos. Sección productiva con mantos de carbón.

150 m. de areniscas arcillosas en bancos gruesos, semejantes a la molasa de Suiza, bastante coherentes y sólidas; arcillas se presentan en las vecindades de los bancos de carbón y contienen abundantes restos de plantas fósiles, que fueron descritas por Engelhardt, y que pertenecen todas a una flora tropical. En algunos puntos se intercalan capas marinas que contienen, *Anomia ovallei* Phil, etc.

70 m. de areniscas terrestres.

30 m. de sedimentos muy semejantes a los del grupo medio productivo, pero con concreciones calcáreas, arenosos y arcillosos; de estos estratos procede la mayor parte de la fauna del Piso de Concepción; conglomerado de transgresión de espesor variable.

Los fósiles marinos son los siguientes:

Mytilus ramosus, Phil.

Nucula Medinae, Phil.

Nucula lauta, Phil.

Nucula oxyrhyncha, Phil.

Vebericardia planicosta, Lam.

Lutraria undata, Phil.

Solen elytron, Phil.

Fusus Foncki, Phil.

Fusus liratu, Phil.

Pleurotoma acutinoda, Phil.

Actaeon chilensis, Phil.

Actaeon Landbecki, Phil.

Gastriidium retusum, Phil.

El espesor total del Piso de Concepción es de 400 m.; la sección media tiene 150 m. de espesor en promedio; en ella se encuentran 5 mantos de carbón, de los cuales, sólo 1 a 3, tienen un espesor de 80 cm. a 1,50 m., que hacen posible su explotación.

La fauna marina tiene relaciones con la del Noroeste del Perú, de la Península de Paita, y con la formación de Negritos y Lobitos, que pertenecen al eoceno. Sólo tres especies del piso de Concepción son comunes con las del piso de Navidad propiamente dicho, ellas son: *Nucula Medinae*, *Nucula oxyrhyncha* y *Actaeon chilensis*.

El piso de Navidad consta de areniscas de grano fino, gris claras y arcillosas, poco solidificadas y con abundantes fósiles; su espesor alcanza en Arauco unos 400 m. Su contenido de fósiles difiere del piso de Concepción, una lista de éstos es la siguiente:

Malletia Volckmanni, Phil.

Pinna tumida, Phil.

Anatina tumida, Phil.

Panopaea vetula, Phil.

Lutraria araucana, Phil.

Venus Volckmanni, Phil.

Dentalium Gayi, Phil.

Dentalium sulcosum, Sow.

Natica chiloensis, Phil.

Trochus laevis, Sow.

Polinices famula, Phil.

Oliva dimidiata, Sow.

Terebra costellata, Sow.

Voluta triplicata, Sow.

Cassis monilifera, Phil.

Cancellaria Medinae, Phil.

Tritonium Bizegoi, v. Ih.

Tritonium Thersites, Phil.

Fusus polypleurus, phil.

Fusus Mac Sporrani.

Pleurostoma subaequalis, Phil.

De estas formas, 7 a 8 son comunes con las existentes en la formación patagónica, mientras que los fósiles del piso de Concepción no se encuentra ninguno en los depósitos coterciarios de la Argentina. A este respecto Brügger cree que se debe homologar el piso de Concepción con las tobas con mamíferos de la Patagonia, los conocidos pisos con *Notostylops*, *Pyrotherium* y *Colpodón*, y que el piso de Navidad correspondería lateralmente a la formación patagónica, la que sería oligocena. Además, según Brügger, se encuentran en el piso de Navidad, restos de plantas de un clima más frío que el del piso de Concepción; estas plantas son *Araucaria*, muy semejante a la *Imbricata* y *Nothofagu* semejante a los vivientes.

EL Terciario inferior en la Región de Valdivia

En la desembocadura de la Bahía de Valdivia, en los acantilados de Puerto Corral, se observa que la serie terciaria inferior empieza con un conglomerado basal de 20 a 40 m. de espesor; este conglomerado descansa sobre la superficie denudada de los micasquistos, que en esta parte componen el basamento preterciario, los que se encuentran plegados en cortos



Un aspecto del conglomerado basal de la serie Terciaria carbonífera, que descansa en discordancia sobre los micaesquistos plegados, los que forman el basamento de dicha serie; vista del extremo sur de la Bahía de Valdivia, al oeste el Puerto Corral, tomada con rumbo al sur. (Chile).

anticlinales y sinclinales de rumbo NNE.

El conglomerado está compuesto por rodados y bloques grandes de micaesquistos, que muestran haber sufrido una prolongada acción fluvial; éstos se encuentran mezclados con rodados de sílice y material más fino, llevando intercalados con mucha frecuencia, lentes grandes y pequeños de arcilla, dura y quebradiza, de color verde claro; la sílice se encuentra en los micaesquistos en forma de venas interstratificadas.

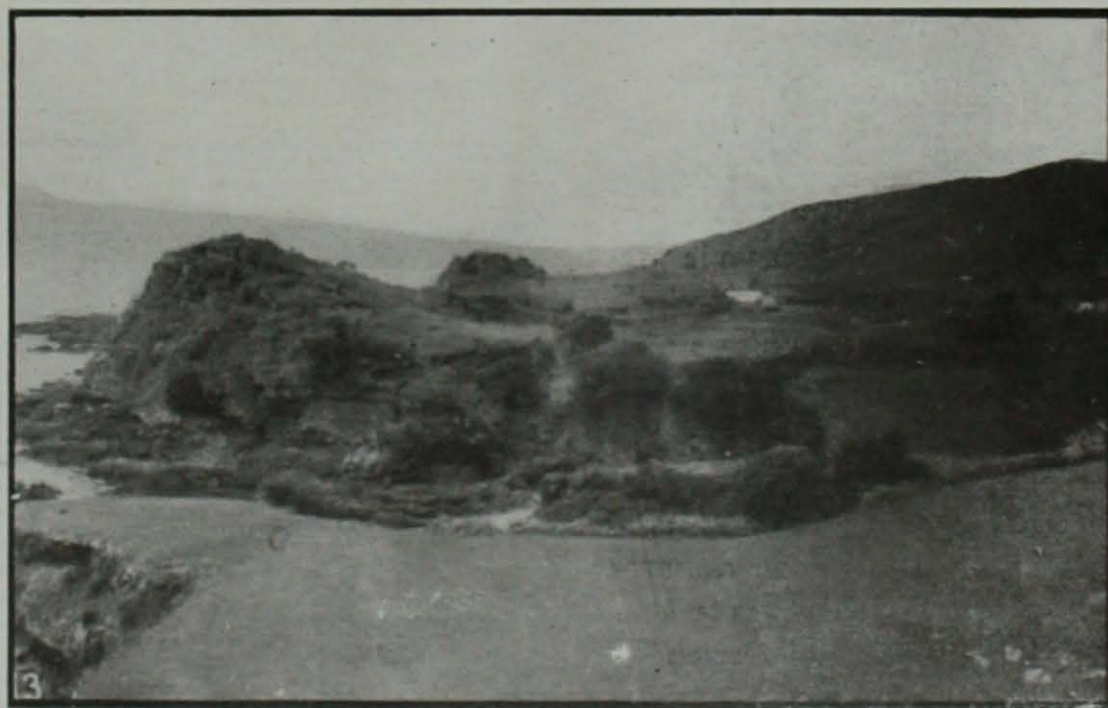
El conglomerado basal rellena solamente las ondulaciones y depresiones del relieve, de modo que los bancos de areniscas que le siguen hacia arriba descansan sobre el conglomerado y sobre la superficie limpia de los anticlinales. Las areniscas son de color pardo amarillento, ferruginosas, de grano grueso. Aquí se ve claramente que la deposición de las areniscas del terciario carbonífero ha sido precedida por un movimiento de elevación y plegamiento de la antigua superficie de denudación,

acompañado por un intenso proceso de erosión. Posteriormente, debido a un descenso del suelo, la zona se convirtió en una área de acumulación, donde los ríos depositaron todo el material grueso y fino, procedente de las regiones próximas y lejanas, relleno los valles y depresiones.

Se observa que en las áreas montañosas la serie terciaria carbonífera empieza con la acumulación de sedimentos gruesos de origen fluvial, seguidos por areniscas y arcillas, sedimentadas en agua dulce, con estratificación diagonal, tipo delta; estos depósitos preceden a las capas verdaderamente marinas.

En la isla Quiriquina, Brügger ha observado la discordancia entre los depósitos del terciario carbonífero y del cretáceo marino superior; la discordancia en las áreas montañosas vecinas empieza con un conglomerado basal, lo que habla en favor de una larga interrupción en la formación de los sedimentos, antes que se depositaran las capas terciarias las capas cretáceas han sido dislocadas y sometidas a un intenso proceso de erosión.

Las areniscas de Puerto Corral pertenecen indudablemente a la parte inferior de la serie terciaria carbonífera, por el hecho de que ellas han sido afectadas por los movimientos de ascenso de la se-



Aspecto panorámico de la gran terraza que se encuentra al sur del viejo estuario que forma la bahía de Valdivia, que se encuentra al oeste de Puerto Corral. La terraza está cortada en el conglomerado basal de la serie Terciaria carbonífera, y ha sido influenciada por los dos movimientos de ascenso neoterciario. (Chile).



Otro aspecto de la vieja terraza cortada en el conglomerado basal de la serie Terciaria carbonífera, donde se asienta la ciudad de Corral. En primer término se ven las casamatas artilladas del viejo fuerte español; las lomas están formadas por las areniscas amarillentas que se asientan sobre el conglomerado y los micaesquistos. (Chile).

gunda fase del levantamiento de los Andes patagónicos, que como hemos dicho, se produjeron a fines del eogeno. Las terrazas que se encuentran en los costados del viejo estuario que hoy forma la bahía de Valdivia, han sido dislocadas y deformadas por plegamientos ocurridos al final del plioceno. El conglomerado de base de la serie terciaria carbonífera, forma la amplia y bien conservada terraza donde se asienta la ciudad de Corral.

REGION DEL LAGO RANCO

A unos 15 km. al Oeste del Lago Ranco afloran areniscas ferruginosas, de color amarillento café, que probablemente pertenecen a la parte superior de la serie terciaria carbonífera. Dichas areniscas afloran y forman los costados del lago citado; por el oeste la cuenca del lago se encuentra rodeada por un círculo de morenas terminales de regular espesor, que descansa sobre las areniscas de color café amarillento, las cuales forman las terrazas más inferiores y se continúan hacia el interior de la cuenca constituyendo probablemente el piso de la misma.

Hacia la salida del Río Bueno, que establece el desagüe del lago, el piso de la cuenca está formado por una arenisca tufácea de color gris oscuro, muy cementada, la que contiene pequeños rodados de lava y grandes bloques de andesita, alcanzando muchos de ellos hasta 2 y 3 metros cúbicos de tamaño; se observa que algunos bloques se encuentran bien redondeados, pero otras conservan sus aristas, habiendo sido muy poco desgastados por la acción fluvial. En la masa tufácea conglomerádica no se ob-

servan señales de estratificación, por lo menos en ese lugar, y los bloques se encuentran fuertemente cementados dentro de la pasta tufácea de color gris oscuro, ofreciendo mayor resistencia a la erosión fluvial, quedando en el piso de la cuenca, como bloques aislados sostenidos por una columna o pedestal tufáceo; hacia el Oeste, el conglomerado tufáceo andesítico desaparece debajo de las areniscas ferruginosas del terciario carbonífero.

Este material volcánico andesítico, con sus grandes bloques, corresponde indudablemente al *banco del Laja*, descrito por Brüggén; este geólogo encontró en el valle del Río Laja y en otros lugares distantes, situados al Sur de dicha región, un conglomerado o breccia, compuesto por una pasta gris oscura, tufácea, con granos chicos de lavas y grandes bloques de andesita muy poco redondeados por el transporte del agua corriente.

Una exacta relación entre ambos depósitos no puede ser establecida por la falta de observaciones; respecto a su origen, parece que Brüggén se inclina a considerar el *banco del Laja*, como de ori-



Puerto Corral, que se asienta en parte sobre la vieja terraza que se encuentra en la parte alta, y más abajo se halla la terraza más joven de edad postglacial o reciente. Las lomas están formadas por las areniscas amarillentas del Terciario carbonífero (Chile).



Vista panorámica del extremo occidental del Lago Ranco, tomada con rumbo al Este. La foto muestra grandes bloques de rocas andesíticas que se encuentran fuertemente cementados dentro de una masa tufácea también andesítica que contiene rodados de menor tamaño. El conglomerado parece que se encuentra intercalado entre las areniscas amarillentas del Terciario carbonífero. (Chile).

gen glacial, mejor dicho, se encontraría relacionado con la glaciación cuaternaria. Por lo que yo he visto en el Lago Ranco, creo que debemos excluir la acción del hielo pleistoceno, pero si en caso este conglomerado se debiera a una acción glacial, ésta habría que colocarla al final del eogeno, es decir, cuando se formó la cordillera patagónica como tal.

REGION DE LONQUIMAY

Al Sur del valle del Laja, en el tramo superior del valle del Río Bío-Bío, Burekart encontró, en el Paso de Lonquimay, sedimentos esquistobituminosos, que corresponden a la ingesión marina del terciario inferior, según la opinión de este autor.

En estos últimos años dicha formación de esquistos bituminosos ha sido objeto de un detenido estudio por parte de los ingenieros Rodríguez y Muñoz Cristi, del Servicio de Geología y Minas de Chile. Según estos investigadores, el yacimiento de esta serie se halla compuesto

por grauvacas, pizarras metamórficas y granodioritas. En los sedimentos sobrepuestos ellos reconocen los siguientes horizontes:

- 1) *El horizonte inferior*, compuesto por areniscas silíceas blancas.
- 2) *El horizonte medio*, compuesto por los esquistos bituminosos, representados por la alternancia de pizarras, calizas, margas y areniscas, siendo frecuentemente la transición entre ellas, y muy común es la presencia de arcilla con mucho material arenoso.

La sucesión de los estratos evidencia claramente un origen lacustre, siendo muy característica para la formación la presencia de calizas oolíticas. Los estratos tienen una forma lenticular muy frecuente, variando su longitud desde unos pocos centímetros a muchos cientos de metros. El contenido fosilífero de esta formación

según Burekart, que estudió la falda de la Sierra del Pedregoso:

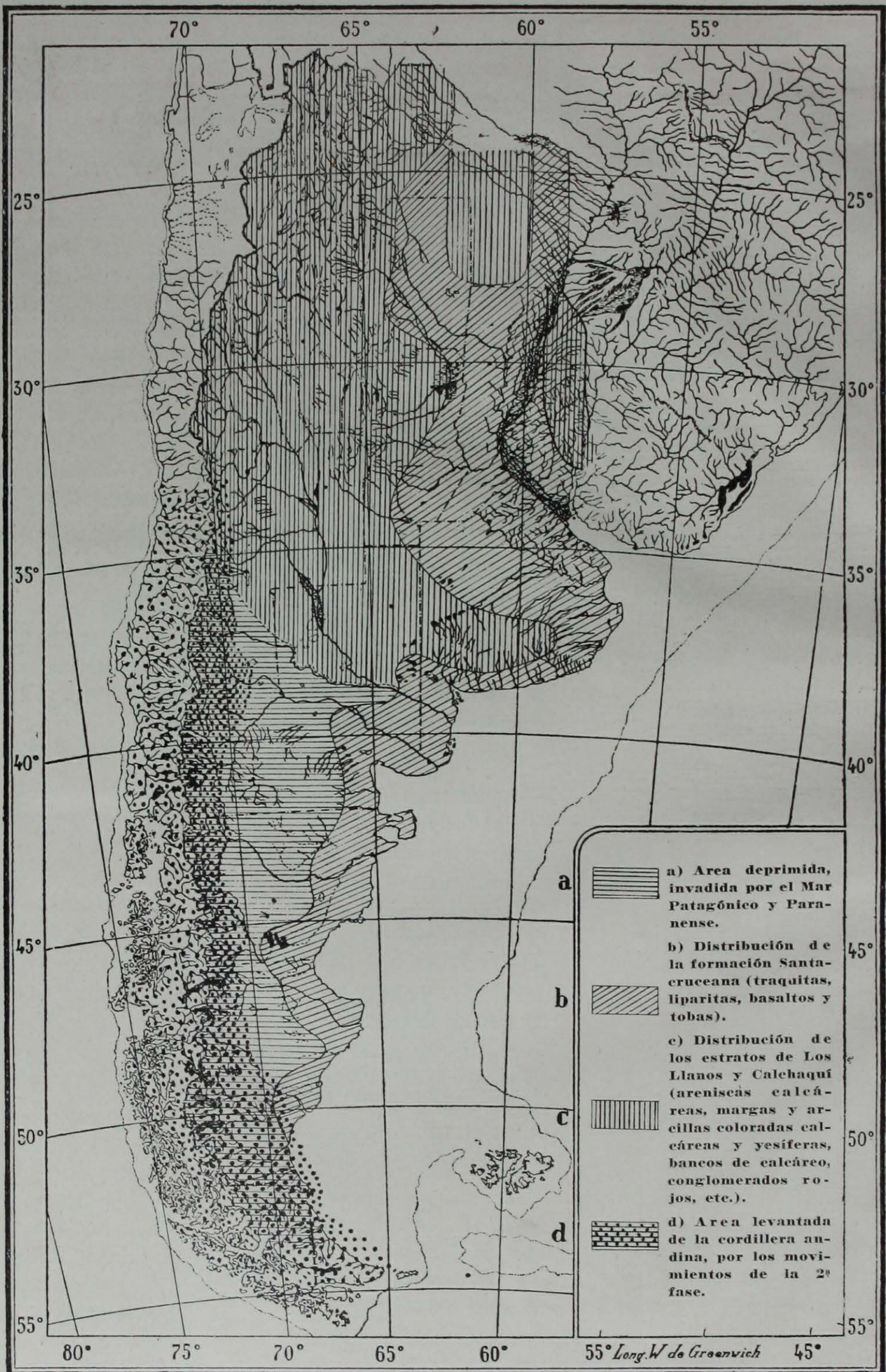
Unio Burekardti
Bythinia Capitata
Actaconia Fischeri
Ancylus Humbolti

3) *Horizonte superior*: sobre el horizonte medio, es decir, sobre los esquistos bituminosos se ha depositado una serie de sedimentos continentales con cambios de facies repetidos, vale decir, que su uniformidad petrográfica sólo se conserva en áreas muy restringidas. El perfil dado por Rodríguez y Muñoz Cristi muestra la composición de este horizonte:

- a) Pizarras azul claras, bituminosas, con inclusiones de arenas.
- b) Areniscas de grano medio, muy cementadas.
- c) Arenisca fina.
- d) Arenisca conglomerada.
- e) Pizarra café oscura con intercalaciones arenosas en mantos.
- f) Derrumbe.

Se encuentran, también, areniscas blancas muy finas y pizarrosas, que pasan gradualmente a areniscas gruesas y conglomerados; el espesor de este horizonte es calculado en 200 m., más o menos.

Para Burekardt, esta formación sedimentaria sería la más antigua del terciario, colocándola en el eoceno inferior; Muñoz Cristi y Rodríguez puntualizan el hecho de que las capas terciarias se han depositado sobre rocas preterciarias, con una acentuada discordancia de erosión, que corresponde a una facies lacustre.



DISTRIBUCION DE LOS DEPOSITOS DEL MIOCENO INFERIOR DE LA ARGENTINA, SEGUN EL AUTOR.

EL TERCIARIO CARBONIFERO DE ANTIOQUIA, COLOMBIA

Los depósitos terciarios carboníferos de Antioquia han sido estudiados detalladamente por Grosse, en un trabajo monográfico muy completo.

Las principales características estratigráficas que presenta esta serie Terciaria descrita por Grosse, concuerda con características similares observadas en la serie Terciaria carbonífera del Sur de Chile, de la cordillera patagónica y de los "magellanian beds".

Respecto a las condiciones tectónicas anteriores a la deposición de la serie carbonífera, dice Grosse, la montaña formada por el plegamiento eoterciario de los Andes, ha sido terraplenada en su mayor parte antes de principiar el depósito de la serie carbonífera de referencia, puesto que esta última descansa en perfecta discordancia sobre las formaciones más antiguas, sino también superpone o cubre los macizos de granitos y granodioritas andinas, de los cuales el conglomerado basal contiene frecuentemente rodados.

El conjunto de estratos concordante del terciario carbonífero se compone esencialmente, según Grosse, de conglomerados, areniscas, arcillas pizarrosas, arcillas pizarrosas bituminosas y mantos de carbón. Estas capas no participan ni uniformemente ni con el mismo carácter, en la composición de dicha serie. En la región principal del Sur de la provincia de Antioquia, las capas se agrupan de tal modo, que la serie puede dividirse en tres pisos o secciones, que son las siguientes:

- 1) Piso inferior.
- 2) Piso medio o productivo.
- 3) Piso superior.

El piso inferior. — El piso inferior comienza con un conglomerado basal por regla general, pero que puede ser reemplazado en al-

gunos lugares por areniscas o arcillas pizarrosas; el conglomerado se superpone sobre las diferentes rocas que componen el basamento de la serie terciaria carbonífera. Los estratos característicos de este piso son, conglomerados finos y gruesos, de color blanco por lo general; areniscas claras hasta blancas, que frecuentemente pasan a conglomerados, y arcillas pizarrosas pueden formar la parte superior del conjunto.

Los mantos de carbón no son frecuentes como en el piso medio, sin embargo se encuentran a veces, pero carecen de importancia práctica. El conglomerado de base está compuesto por rodados de cuarzo, cuarcitas y esquistos silíceos negros, alcanzando el tamaño de un puño; la pasta de los conglomerados es una arenisca cuarzosa caolínica, por regla general.

Las areniscas son por lo común, de grano grueso; su color al estado fresco, es blanco rojizo grisáceo; el material principal lo suministra el cuarzo, cuyos granos están generalmente bien redondeados. El cemento es a menudo caolínico y produce el color blanco; el espesor de los bancos de areniscas es de 8 a 10 m. en promedio. Al lado de estas areniscas claras de grano grueso, no es raro encontrar areniscas grises y gris verdosas de grano fino, que no alcanzan un espesor mayor de 2 m.; son ricas en mica clara y pasan frecuentemente a arcillas pizarrosas y arenosas. Las arcillas pizarrosas se encuentran bien estratificadas por lo general, son de color gris, gris verdoso o azulado; contienen frecuentemente concreciones duras de siderita arcillosa, de todos los tamaños, que suelen alojar restos de hojas de plantas fósiles. El espesor de este piso, es de unos 200 m. en promedio.

Piso medio o productivo. — El piso medio o productivo del terciario carbonífero, se particulariza

por la existencia de varios mantos de carbón explotables. Intervienen en la composición de este piso, las areniscas y arcillas pizarrosas; las arcillas pizarrosas están generalmente bien estratificadas y forman la masa principal, siendo su color gris a gris verdoso. Contienen frecuentemente concreciones ferruginosas con impresiones de hojas de plantas fósiles.

En cuanto a la génesis de los mantos de carbón, Grosse, los considera como autóctonos, debido a la gran pureza del carbón y por el espesor poco variable localmente. A menudo se observa en el lecho de los mantos de carbón, rizomas enclavados perpendicularmente en la estratificación de las arcillas pizarrosas, por otra parte, se encuentran rodeados por arcilla con concreciones de siderita.

Piso superior, no carbonífero. — El piso superior se caracteriza por la falta de mantos de carbón explotables y por la carencia de conglomerados.

Las plantas fósiles encontradas en la formación carbonífera son muy semejantes a las estudiadas por Engelhardt en el piso de Concepción de Chile, no habiendo notado diferencias florísticas en los pisos inferiores, medio y superior.

Grosse considera, que los depósitos sedimentarios carboníferos son más modernos que los granitos y dioritas andinas, que deben considerarse desde luego, como postcretáceos, y de las cuales el conglomerado basal de la formación encierra rodados, por lo tanto es imposible que la formación carbonífera pudiera colocarse en el cretáceo superior. Como se ha dicho anteriormente, la sedimentación de los estratos carboníferos, ha sido precedida por el primer plegamiento postcretáceo de los Andes, sino también por un largo período de erosión, puesto que ellos se superponen discordantemente sobre todas las formacio-

nes antiguas y sus correspondientes macizos intrusivos, y considerando que los estratos carboníferos han sido plegados y desgastados antes de ser cubiertos por depósitos volcánicos y otros neoterciarios, que como ellos están influenciados por el plegamiento neoterciario de los Andes, no se puede menos que atribuir la edad de los depósitos carboníferos de Antioquía, como eoterciarios.

DISCUSION DE LA EDAD DE LA SERIE TERCIARIA CARBONIFERA DE ARAUCO Y CONCEPCION, CORDILLERA PATAGONICA Y DE LOS "MAGELLANIAN BEDS"

Hemos visto anteriormente, que los depósitos de esta serie carbonífera están compuestos por estratos de composición petrográfica muy variable de un lugar a otro, pero estas variaciones son comunes y características para toda la serie en cuestión, desde la región de Magallanes hasta Nahuel Huapí y el Sur de Chile.

Los estratos están compuestos por: conglomerados gruesos y finos; bancos de areniscas conglomerádicas y bancos de areniscas de grano grueso y fino, de color café amarillento y rojizo, con estratificación horizontal y entrecruzada. También se encuentran areniscas arcillosas, areniscas margosas, bancos de calizas arenosas, arcillas lacustres estratificadas, arcillas pizarrosas, arcillas esquistosas, bituminosas, arcillas carbonosas, arcillas refractarias, etc., de coloración oscura, verde claro, verde gris, azuladas, cenicientas y amarillentas y blanquecinas.

Por lo general, los bancos de areniscas tienen un espesor que varía entre 1,50 m., 5 m., 8 m., hasta 10 m. en promedio, presentando una estratificación cruzada y discordante o bien paralela; los conglomerados presentan intercalaciones de lentes de arcilla dura y quebradiza, de color verde claro

a oscuro, en los cuales se encuentran frecuentemente nidos de lignito.

Los bancos de conglomerados que se intercalan entre las areniscas, tienen a veces gran espesor, mostrando señales de viva erosión en su contacto inferior como en el superior. Los bancos de areniscas tienen por lo general cemento calcáreo y silíceo ferruginoso, conteniendo grandes y pequeñas concreciones calcáreas y ferruginosas, las que alojan frecuentemente fósiles marinos, o de agua dulce y restos de plantas fósiles; también se encuentran abundantemente en esta formación, trozos de madera petrificada, troncos y árboles enteros completamente petrificados. En las arcillas se encuentran restos carbonosos e impresiones de hojas de plantas fósiles, especialmente en las concreciones, donde se hallan bien conservadas.

Pero lo que caracteriza singularmente a esta serie terciaria, es la presencia de uno o de varios mantos de carbón explotables, que ocupan generalmente la parte media de la formación, lo que permite dividirla en pisos o secciones bien características.

La sucesión de los estratos que componen la formación, no participan en ella de un modo uniforme o repetido, variando la disposición de un perfil a otro en una misma región, como igualmente su composición petrográfica, como así lo han comprobado numerosos investigadores; los cambios de facies en la sedimentación son uniformes y particularmente notables en toda la zona litoral del mar eógeno, la que ha sido rellenada por sedimentos de origen continental, por cuya razón la uniformidad petrográfica solo se conserva en áreas muy restringidas, variando de un lugar a otro.

Antes de depositarse los estratos que componen la serie carbonífera terciaria, la cordillera patagónica

y fueguina no existían como barrera entre el océano Pacífico y el Atlántico como vemos ahora, en su lugar parece probable que se encontraba una planicie o semiplanicie algo accidentada, con numerosas cuencas y surcada por valles, con declive hacia el Oeste. Esta semiplanicie se habría formado después de un prolongado período de erosión posteretácea, el que fué precedido por un levantamiento general del suelo, ocurrido al final del cretáceo superior, debido al cual las capas marinas de este piso fueron dislocadas, plegadas y rebajadas por la erosión, antes que se depositaran sobre ellas, los estratos continentales y marinos de la serie terciaria carbonífera.

Este movimiento de ascenso de carácter general, se ha producido al final del cretáceo y principios del terciario, es decir en el paleoceno; en esta época se habrían producido las primeras erupciones de lavas andesíticas en la Patagonia. En el paleoceno, comienza el primer gran ciclo de denudación de la era terciaria, o sea, la primera fase de los acontecimientos andinos que empiezan por un período de levantamiento general del suelo, seguido por un intenso proceso de erosión que rebajó las probables áreas montañosas formadas, hasta que quedaron reducidas a una semiplanicie más o menos accidentada.

El primer ciclo de erosión termina con el hundimiento de una gran parte del área levantada y desgastada por la erosión, a través de la cual avanzaron las aguas del mar procedentes del Pacífico, vale decir, desde el Oeste hacia el Este; esta ingresión marina se habría producido a principios del eoceno, de acuerdo con los datos que tenemos.

El hundimiento del suelo parece que se ha producido en forma paulatina, por el hecho de que

primeramente se han formado lagunas o cuerpos de aguas estancadas, dulces, en todas las cuencas de los valles y depresiones, que fueron rellenadas por rodados y acumulaciones fluviales transportadas por los ríos desde las áreas emergidas inmediatas. Por esta razón la serie terciaria carbonífera empieza en muchos trechos con un conglomerado basal, que rellena especialmente las partes bajas de un relieve accidentado; sobre el conglomerado se asientan las areniscas y también sedimentos arcillosos estratificados, que se han depositado en agua dulce, siguiendo después los estratos marinos propiamente dichos.

En aquellas partes donde el basamento está formado por las areniscas blandas del cretáceo superior, por ejemplo, el conglomerado basal no se presenta, entonces la serie terciaria carbonífera empieza por bancos de areniscas separadas de su yacente por un claro plano de discordancia. El conglomerado basal se observa en todas aquellas partes en que el yacente de la serie terciaria, está formado por las rocas que componen el zócalo antiguo, así por ejemplo, granitos, cuarcitas, micaesquistos, granodioritas, pórfido cuarcífero y porfiritas.

El resultado del hundimiento gradual del suelo fué transformar paulatinamente, la antigua zona de erosión en zona de acumulación, permitiendo que las corrientes fluviales rellenaran los valles y depresiones elaboradas en las rocas del zócalo antiguo, con enormes acumulaciones compuestas por rodados de todos tamaños mezclados con ripio y arena; en la masa conglomerádica se encuentran irregularmente distribuidas masas arcillosas, duras y quebradizas de color verde claro a oscuro.

Por esta razón vemos que las condiciones bajo las cuales empezó la sedimentación de la serie terciaria

carbonífera, concuerdan en las diferentes regiones observadas, aunque ellas se encuentren muy alejadas entre sí, como hemos visto que sucede en Magallanes, Última Esperanza, Baguales, Colonia 16 de Octubre, Epuyén, Cushamen, Nahuel Huapí y Sur de Chile, etc.

La masa continental patagónica afectada por la ingresión marina eogena, comprende el extremo sur del continente hasta la latitud del Río Coyle por lo menos, y por el Este, las orillas de dicho mar apenas habrían sobrepasado en algunas partes el área limitada por el meridiano 71° de longitud Oeste; por el Norte, el límite de este mar habría alcanzado el valle del Río Laja (Chile), situado a los 34° de latitud Sur.

Hacia la parte oriental del mar eogeno, se extendía el área continental positiva compuesta por lo que es hoy Patagonia extrandina, donde se depositaron en el transcurso del tiempo, los estratos tobáceos que contienen los restos fósiles de los más antiguos mamíferos conocidos de la era terciaria de la Argentina; como sabemos, las especies más conocidas de dichos mamíferos dan nombre a las secciones o pisos que se han reconocido en la serie eogena terrestre de Patagonia, y que por su orden de antigüedad, son los siguientes: 1) Piso con *Notostylops* (Casa Mayor); 2) Piso con *Astraponotus* (Musters); 3) Piso con *Pyrotherium* (Deseadense); y 4) Piso con *Colpodón* (Colhué Huapí), que es el más joven de la serie.

Los depósitos eogenos y su fauna correspondiente han sido estudiados primeramente por Ameghino (Carlos), y más recientemente por Simpson y Bordas. Las investigaciones detalladas de Simpson, han contribuido al más completo conocimiento de la fauna terciaria eogena y de su posición estratigráfica, comprobando de pa-

so, que las observaciones y punto de vista sostenidos desde un primer momento por Ameghino (Carlos), eran correctos. Por otra parte comprobó que las capas, que en algunos lugares de la Patagonia, se habían encontrado debajo del piso con *Notostylops*, conteniendo restos de mamíferos mezclados con huesos de dinosaurios, pertenecían a la base de la nombrada serie eogena, donde identificó las especies de mamíferos más antiguos de Patagonia.

De acuerdo con nuestro punto de vista, los depósitos terrestres compuestos por las tobas con mamíferos del eogeno, son contemporáneos en edad con los depósitos de la serie terciaria carbonífera del Sur de Chile, de los depósitos similares de la cordillera Patagónica y de los "magellanian beds".

Los "magellanian beds" presentan características muy marcadas desde el punto de vista litológico, que permiten dividirlos en dos grupos que se pueden reconocer con mucha facilidad, que son los siguientes:

1) Grupo inferior, arcilloso marinoso, marino y fosilífero, cuyos estratos se han depositado en un mar de aguas profundas.

2) Grupo superior arenoso, compuesto por areniscas de grano grueso que pasan a conglomerádicas, bancos de conglomerados gruesos y bancos fosilíferos; los depósitos corresponden en su mayor parte a formaciones litorales de un mar de poca profundidad.

En cuanto al cambio de facies que se observa entre el grupo inferior y el superior de dicha serie, es debido a que el primer grupo de sedimentos es característico de un mar abierto y los segundos de un mar litoral playo; las causas de este cambio deben atribuirse a modificaciones de la profundidad de la cuenca de sedimentación por movimientos del suelo.

En los acantilados costeros de Tierra del Fuego, se puede observar una marcada discordancia entre las capas arcillosas del grupo inferior de las respectivas del grupo superior. La discordancia parece haber sido producida por movimientos del suelo que dió lugar a un plegamiento de las capas ya depositadas, pero que al mismo tiempo alteraron la profundidad de la cuenca debido al levantamiento parcial del suelo, que trajo como consecuencia la modificación de las condiciones de sedimentación, que pasaron de un mar de aguas profundas a un régimen de sedimentación litoral de un mar playo; la discordancia arriba citada fué observada hace tiempo por Nordenskjöld.

Por esta razón me parece que el cambio de facies, no se debe como lo cree Bonarelli, a un simple rellenamiento de la cuenca de sedimentación, sino que este cambio se debe con toda probabilidad a movimientos del suelo, de carácter parcial y preparatorios de los movimientos de ascenso de la segunda fase de los grandes movimientos andinos. Esto se deduce no solamente de la discordancia que separa los dos grupos de sedimentos, sino también por el hecho de que los bancos de conglomerados del grupo superior arenoso, se hallan compuestos de rodados provenientes de las áreas recientemente ascendidas dentro de la cuenca de sedimentación, mezclados con los materiales acarreados del área continental adyacente. Después parece que ha seguido un período de relativa tranquilidad en la cuenca marina, porque sobre los bancos de conglomerados siguen sin interrupción aparente, la sedimentación de areniscas y de capas arcillosas.

Para Bonarelli, las capas de la serie margosa (estratos de Boquerón), corresponderían en parte al eoceno, mientras que los estratos

de Loreto los considera contemporáneos de la *molasa patagónica* y del *superpatagónico* de Ameghino, atribuyéndoles una edad oligocena inferior y media.

Keidel, discute el punto de vista de Bonarelli, respecto a la discordancia entre el cretáceo y el terciario, diciendo: "Bonarelli ha discutido la cuestión de la discordancia que se interpone entre el cretáceo y el terciario, rechaza la discordancia angular pero admite un gran hiato estratigráfico (discordancia de erosión que separaría los sedimentos neocretácicos de los del Terciario). Mas como se equivoca generalmente donde emite opiniones nuevas, fundándolas de un modo meramente especulativo, podemos descartar lo que dice".

"Ninguno de los geólogos anteriores ha visto de un modo certero la discordancia en la base de la serie terciaria. No obstante, agrega, todos los observadores concuerdan en que los estratos basales del terciario, son considerablemente más modernos que los estratos superiores del cretáceo. Si consideramos estas capas (cretáceas) con las cretáceas de Europa, entonces las más modernas del Estrecho de Magallanes y partes adyacentes (con restos de *Hoplites*) corresponderían al piso *maestrichtiense*. En cambio las capas de fecha terciaria se habrían depositado a consecuencia de una transgresión del mar ocurrida bastante tarde, es decir no antes del tiempo oligoceno". "Por lo tanto el hiato entre el cretáceo y el terciario debe ser grande; y en el intervalo del tiempo que señala, pueden haberse plegado las capas cretácicas". "La discordancia correspondería a un hiato estratigráfico que abarca probablemente, el piso *Danense*, en todo caso los tiempos paleoceno y eoceno, y acaso todavía una parte del oligoceno". "Podemos aceptar que era este el tiempo o período en que el sedimento neocretácicos fueron plega-

dos y arrasados, parcialmente después de haberse levantado sobre el nivel del mar de entonces; lo que indicaría la falta de sedimentos correspondientes al período del hiato".

En resumen, de la opinión de Keidel no podemos sacar nada en limpio, porque además de ser tan contradictoria, su redacción es tan confusa que no se puede entender lo que dice. En cambio la opinión de Bonarelli, es bastante acertada de acuerdo con nuestro punto de vista; más adelante hemos dicho, que este geólogo al estudiar los depósitos marinos terciarios del Lago San Martín, expresó la idea de que esta formación era contemporánea de los "magellanian beds" y de los depósitos terciarios marinos estudiados por Hauthal en la región de Baguales y de Ultima Esperanza, atribuyendo a la formación terciaria del Lago San Martín una edad eocena, por el hecho muy significativo observado por Bonarelli, de que dichos depósitos han sido afectados por los movimientos andinos inframiocénicos, lo que está de acuerdo con análogas observaciones efectuadas por otros observadores en regiones lejanas.

La suposición de Bonarelli, de que los estratos de Loreto son contemporáneos de la *formación patagónica* de Ameghino, está fuera de lugar, como Ameghino mismo lo reconoció a su tiempo, de acuerdo con el resultado del estudio de la fauna marina de los "magellanian beds" efectuado por v. Ihering, que han sido expresados por Ameghino de la siguiente manera; 1) La confirmación de que la fauna magallánica más antigua, es una fauna tipo Pacífico y no Atlántico; 2) La fauna es contemporánea de la del piso de Navidad, porque la cuarta parte de las especies se encuentran en esta última localidad. La semejanza entre la fauna de estas dos locali-

dades es mucho más considerable, que la que existe entre la de Navidad y la formación patagónica. Por otra parte, los "magellanian beds" y los estratos de Navidad, poseen en común alrededor de 7 especies, que nunca se han encontrado en la formación Patagónica.

Posteriormente, Hemmer estudió por separado las perforaciones efectuadas en los alrededores de Punta Arenas, comprobando que el límite entre la parte inferior de los "magellanian beds" y la parte superior del cretáceo marino, se encuentra en la perforación de Tres Brazos a 850 m., o sea a 688 metros bajo el nivel del mar; y en Tres Puentes, el límite en cuestión se encuentra a 780 m., o sea 510 metros bajo el nivel del mar.

Esta confrontación nos muestra que el límite superior del cretáceo está 180 m. más alto en la región de Tres Puentes, lo que comprueba, dice Hemmer, la intensidad del plegamiento del subsuelo y que la intensidad del mismo, no disminuye en una escala regular con la distancia de la cordillera.

Los resultados de las perforaciones antes mencionadas, confirman las observaciones efectuadas por Brüggén en el Sur de Chile y por Grosse en el terciario carbonífero de Antioquia (Colombia), de que las capas neocretácicas han sido dislocadas, plegadas y desgastadas por la erosión, antes de que se depositaran sobre ellas las capas del terciario carbonífero, de las que están separadas por un claro plano de discordancia.

Hemos visto más adelante, que en la Isla Riesco donde aparece el basamento cristalino, se superpone a él un conglomerado muy potente, de 150 m. de espesor más o menos, el cual forma la mayor parte de dicha isla; me parece muy probable que con este conglomerado basal empieza la serie terciaria magallánica en esa región. Lo mismo sería el caso, en el Seno de Ultima

Esperanza, donde se observa un potente conglomerado de 150 a 200 metros de espesor, con el cual habría empezado la serie terciaria en esa región.

Hemos puntualizado también, que las areniscas y depósitos tobáceos neoterciarios que forman los estratos de Palomares, se han depositado sobre las capas del magallánico, después que ellas fueron elevadas, plegadas y desgastadas por la erosión, es decir que ellas se acumularon en valles y depresiones elaboradas por la erosión en esta última formación.

A su vez, los estratos de Palomares han sido afectados por dos grandes movimientos de ascenso neoterciarios de los Andes, vale decir, que los estratos citados después de haber sido depositados, fueron elevados y plegados, y que en los valles y cuencas formadas a consecuencia del levantamiento fueron rellenadas por acumulaciones más modernas, las que a su vez han sido dislocadas por los movimientos de ascenso ocurridos al final del plioceno.

Por estas razones, creo que los "magellanian beds" se han depositado en el mar eogeno a que hemos hecho referencia, cuya ingresión se produjo a principios del eogeno, después del levantamiento del suelo ocurrido en el cretáceo superior, es decir en el paleoceno.

Como sabemos, el mar del terciario carbonífero terminó con el ascenso general del continente, o sea la segunda fase de los grandes movimientos andinos, por los cuales la cordillera patagónica fué creada en la zona bordera del antiguo mar eogeno; estos movimientos han empezado indudablemente en el oligoceno superior, por cuya razón, la edad más o menos segura de la formación del terciario carbonífero, sería eocena, oligocena inferior y media, es decir que los estratos de esta serie corresponden enteramente al Eogeno.

También podemos comparar los estratos de Boquerón, de los "magellanian beds", con el piso de Concepción de Brüggén, que es típicamente eoceno; y los estratos de Loreto, serían equivalentes del piso de Navidad del Sur de Chile, mientras que los depósitos marinos lignitíferos de la cordillera Patagónica, desde Nahuel Huapí hacia el Sur, son contemporáneos de los estratos de Loreto y del piso de Navidad.

Desde luego, para comprobar o desechar estos puntos de vista, es necesario hacer nuevas investigaciones en el terreno, tanto en el Sur de Chile como a lo largo de la cordillera patagónica, desde Nahuel Huapí hacia el Sur y en Tierra del Fuego, para hacer nuevas y más completas colecciones de fósiles marinos y de plantas fósiles, establecer claramente la posición estratigráfica de los mantos de carbón y de las condiciones tectónicas preterciarias, como así también, de los movimientos de la segunda fase tectónica terciaria que dió fin a la serie carbonífera en cuestión. Sobre todo, esta investigación debe efectuarse con una orientación económica y práctica, es decir, la búsqueda de nuevos mantos de lignito contenidos en dicha formación, que indudablemente tendrán que encontrarse en ella.

Dusén (1899) hizo una distinción provisional de los "magellanian beds" (estratos de Loreto), teniendo como base la clasificación de las plantas fósiles coleccionadas por la expedición Sueca. Las plantas fósiles son agrupadas por Dusén en dos horizontes, a saber; 1) zona de *Fagus*; y 2) zona de *Araucaria*, intercalándose entre ambos, depósito marinos.

El horizonte inferior, es el llamado piso o zona con *Fagus*, considerado por Dusén como de edad oligocena; el horizonte superior, es el llamado piso con *Araucaria*, considerado por el mismo autor,

como perteneciente al mioceno. Los restos de *fagaceas* encontradas en el piso inferior, son dos especies de *Fagus* y varias especies de *Nothofagus*, y además, *Betuliphyllum patagonicum*, Dusén, *Rhoophyllum Nordenskjöldi* Dus., *Embotriophyllum dubium* Dus., etc. En el horizonte superior, o sea en el piso con *Araucaria*, encontró *Araucaria nathorsti* Dus., notándose la ausencia de *Fagus*.

De acuerdo con las investigaciones geológicas más recientes, como hemos visto más adelante, la distinción hecha por Dusén para establecer la edad de los "magellanian beds", carece en la actualidad de valor práctico para determinar la edad de las capas magallánicas, sin negar por esto su importancia desde el punto de vista paleobotánico. Por otra parte, esto tiene su explicación, porque cuando Dusén hizo su estudio de las plantas fósiles, sólo eran conocidos los estratos de Loreto, como únicos componentes de la serie magallánica, los estratos de Boquerón fueron reconocidos más tarde.

Además el horizonte con *Fagus*, no se puede tomar como *horizonte llave* en la formación magallánica, porque no solamente se encuentran en la parte inferior de los estratos de Loreto, sino también en la parte superior. En la parte superior de la serie margosa inferior (Felsch), también se encuentran restos de hojas de *Fagus*, especialmente en las costas de Tierra del Fuego; por esta razón creo que la flora de *Fagus* y *Nothofagus* debe caracterizar la formación en su totalidad y no a un componente aislado de la misma. Estratos con hojas de *Fagus*, sp., fueron encontrados por el autor, en la parte norte del Seno Skyring Water, en Río Corintos, Río Percy, El Aseradero, Esquel (Chubut), y en Epuyén; Rasmus y Feruglio, encontraron la flora de *Fagus*, en el Bolsón, Cushamen, Montoso,

Chiquiniyeu, Nirihuau, etc. En el piso de Navidad también se han encontrado, según Brüggén, restos de *Nothofagus* y de *Araucaria*.

En el área positiva Patagónica adyacente al mar eogeno, también se ha encontrado la flora de *Fagus* y de *Nothofagus* asociada con restos de mamíferos, especialmente en el Territorio del Chubut. Este descubrimiento se debe a las investigaciones geológicas efectuadas por la expedición Searrit, del Museo Americano de Nueva York, que dirigió el doctor G. G. Simpson (1930-31), quien coleccionó algunas plantas fósiles que fueron determinadas por Berry (1932); estas plantas tienen mucho interés dice Berry, porque son las primeras que se han encontrado asociadas con restos de mamíferos en las capas eogenas del Sur de Patagonia.

A este respecto dice Berry, que si la zona de *Araucaria* y de *Fagus* de Dusén, representan horizontes definidos, lo que de ninguna manera ha sido probado, indicaría que las capas magallánicas corresponden por cierto, por lo menos a la formación de Casa Mayor (*Notostylops*).

"Una flora similar se encontró en lo que se había supuesto como la formación Deseadense (*Pyrotherium*). Si después de estudiar los restos de mamíferos resulta correcta la determinación de esta edad, puede significar que el Deseadense corresponde al *Araucariense* de Dusén, aunque en ella no se encontró *Araucarias*. O también puede significar, agrega Berry, que la zona de *Fagus* tan indefinida estratigráficamente, representa los pisos de Casa Mayor (*Notostylops*), Musters (*Astraponotus*) y Deseadense (*Pyrotherium*), y que la poco definida y probablemente inexistente zona de *Araucarias*, es el equivalente de la formación de Colhue - Huapi

(Colpudon), como podría esperarse de su posición estratigráfica de Punta Arenas."

Hasta el presente dice Berry, no hay modo de resolver esta incertidumbre. A continuación se da una lista de todas las plantas de las llamadas zonas de *Fagus* y *Araucarias*, que han sido determinadas por Berry, las que suman 48 en total.

- Alsophila antartica* Christ.
- Anacardites? patagonicus* Berry.
- Araucaria nathorsti* Dusén.
- Berberidiphyllum reflexum*, Dusén.
- Berberis*, sp.
- Betuliphyllum patagonicum* Dusén.
- Distichophyllites microphyllus* Dusén.
- Embotriophyllum dubium* Dusén.
- Embothrites simpsoni* Berry.
- Escaloniophyllum*, sp.
- Fagus Dicksoni* Dusén.
- F. integrifolia* Dusén.
- F. subferruginea* Dusén.
- Filicites* sp.
- F.* sp. 2.
- Hydrangeiphyllum affine* Dusén.
- Knightia andreae* Dusén.
- Laurelia amarillana* Berry.
- Leguminosites calliandraformis* Berry.
- L.* sp.
- Mirphyllum bagualense* Dusén.
- Nothofagaxylon* sp.
- Nothofagus australis* Dusén.
- N. crenulata* Dusén.
- N. densinervosa* Dusén.
- N. elongata* Dusén.
- N. lanceolata* Dusén.
- N. magellanica* Dusén.
- N. obliqua* Mirbel.
- N. serrulata* Dusén.
- N. simplicidens* Dusén.
- N. variabilis* Dusén.
- N. v. forma microphylla* Dusén.
- N. v. f. oblonga* Dusén.
- N. v. f. subrotundata* Dusén.
- Phyllites fagoides* Dusén.
- P. mollenediaformis* Berry.

P. nirihuaensis Berry.

P. sp.

P. sp.

P. sp. Dusén (de la isla Seymour).

Pteris nirihuaensis Berry.

Rhoophyllum nordenskjöldi Dusén.

R. serratum Dusén.

Saxcegothopsis fuegensis Dusén.

Scirpites sp.

Zamites australis Berry.

Ninguna de las especies precedentes ha sido encontrada en las floras de Concepción y Arauco en Chile, ni tampoco en Mirhoja ni en el Río Pichileufú, en la Argentina, y además, la mayor parte de los géneros son diferentes. Las únicas especies de esta lista que hayan sido encontradas en un lugar considerado por mí como mioceno inferior, es *Laurelia amarillana*, descrita en el trabajo, sobre "Pequeña Flora del Río Chálía de Santa Cruz", que he considerado como probable de la misma edad que las floras del Río Pichileufú y Mirhoja; este lugar se encuentra en el Chubut, es la localidad 417 de la Expedición Scarrit, considerado por Simpson como probablemente de la formación Deseadense (*Pyrotherium*), asociada con *Fagus subferruginea*, *Nothofagus densinervosa* y *Nothofagus simplicidens*.

Berry compara la flora de *Fagus* eogena, con la flora del Mioceno inferior de Mirhoja y Río Pichileufú, haciendo notar la completa falta de parecido y que esta diferencia es perfectamente clara sin recurrir a mayores demostraciones. Las hojas de la flora de *Fagus* son pequeñas y tienden a ser coriáceas en textura y tienen una facies difícil de caracterizar, pero reconocibles a simple vista. Las del mioceno inferior son mucho más grandes y menos coriáceas, y en general más parecidas a las actualmente existentes y se

prestan a su identificación en un grado mucho mayor de seguridad.

El profesor Berry agrega: "cualquiera que sea la edad de la flora del Pichileufú, es seguro que no es de la misma edad que las de las llamadas zonas de *Fagus* y *Araucarias*, y por lo tanto, los puntos de vista de Groeber y de Guiñazú, no pueden ser correctos."

Para llegar a esta conclusión Berry parte de la base errónea ya conocida y aceptada hasta el presente por muchos geólogos, de que la *formación patagónica* (Ameghino), es contemporánea de los depósitos marinos terciarios del Sur de Chile y de la Cordillera Patagónica, cuya edad es atribuida al mioceno inferior, siendo por lo tanto más jóvenes que los "magellanian beds", los cuales pertenecen al oligoceno, por encontrarse en ellos el horizonte de *Fagus* y *Araucarias* de Dusén. Además, como la flora encontrada en el Río Pichileufú es semejante a la flora terciaria del piso de Navidad, descrita por Engelhardts, Berry llega a la conclusión de que la flora de Pichileufú es contemporánea de esta última, y por lo tanto su edad corresponde al mioceno inferior, siendo por esta razón mucho más joven que la flora de *Fagus* y *Araucaria* del eogeno.

A este respecto debo significar, como lo he dicho al comienzo de este trabajo, que la pretendida comunicación del mar de la *molasa patagónica* con el mar del terciario carbonífero del Sur de Chile y de la Cordillera Patagónica, es completamente supuesta, nunca existió, por lo menos en el terreno. Por lo tanto sus depósitos no pueden ser considerados como equivalentes o sincrónicos.

LAS CONDICIONES CLIMATICAS REINANTES EN EL EOGENO

En esta época, las lluvias de la Patagonia no se encontraban distribuidas en fajas a lo largo de la

cordillera andina como vemos en el presente, porque dicha cordillera no existía como barrera entre el océano Pacífico y el Atlántico, por lo tanto los vientos húmedos del Oeste han podido penetrar libremente a través del área continental Patagónica, por cuya razón las lluvias han sido mayores y mejor distribuidas y la temperatura más cálida que en el presente, como así lo evidencian las características de la flora (fósil) húmeda del Sur de Chile, Río Pichileufú, Mirhoja, Río Deseado, etcétera.

El estudio de la flora fósil del Terciario por parte del Dr. Berry y de otros investigadores, nos evidencia que en la época eogena, Patagonia no estaba compuesta como en el presente, por llanuras áridas y semi-áridas, sino que el país estaba cubierto por bosques y selvas, distribuidas probablemente en fajas que alternaban con áreas libres de bosques es decir con praderas.

Las condiciones de clima reinante en la zona continental adyacentes al mar eogeno, se deduce también, por la composición litológica de los sedimentos del piso superior del terciario carbonífero; como hemos visto, este piso está compuesto en gran parte por areniscas de grano grueso hasta conglomerádicas, conglomerados finos y gruesos, y también por bancos de arcilla. En este conjunto encontramos abundantemente trozos de madera, troncos y árboles enteros, hojas de plantas muy bien conservadas, restos carbonosos y mantos de lignito.

Estas características indican que las lluvias eran muy abundantes en el continente, que la erosión era viva en el área de destrucción, que los ríos y corrientes han arrastrado un enorme volumen de sedimentos arenosos y de materiales gruesos a la zona litoral marina, juntamente con sedimentos finos ar-

cillosos mezclados con plantas y restos orgánicos, los que generalmente encontramos en los dos pisos de la serie terciaria eogena.

El estudio de la fauna de moluscos marinos del piso de Concepción, indica que sus componentes se han desarrollado en un mar de aguas cálidas es decir bajo un clima caliente. Ortmann, que estudió la fauna marina de los "magellanian beds", indica que esta corresponde a un clima caliente, lo que está en contradicción con los observadores que sostienen que la flora de *Fagus* y *Araucarias* del mismo horizonte geológico, indicarían condiciones de clima templado o frío.

EDAD DE LOS DEPOSITOS LACUSTRES CON PLANTAS FOSILES DEL RIO PICHILEUFU

Según el estudio del profesor Berry a que hemos hecho referencia más adelante, la flora fósil del Río Pichileufú como se la conoce hasta el presente, comprende más de 130 especies.

A continuación daremos un resumen de este importante estudio: "El exacto número de especies no se puede precisar, puesto que queda ello supeditado a apreciaciones personales, y no se ha hecho ningún intento de identificar numerosos fragmentos que representan aún a otras especies. Es por lo tanto la más extensa de las floras terciarias conocidas de Sud América, y sólo se le acercan o se le pueden comparar a la de la Isla Trinidad y de Puerto Rico".

"Hay tres helechos, una *Cycas*, abundante, un *Ginkgo* igualmente abundante (el primer *Ginkgo* terciario descubierto en Sur América) y cinco coníferos. El resto lo constituye Angiospermas, y sólo un representante de entre ellas pertenece a las *Monocotiledóneas*, habiendo 120 especies de *dicotiledóneas*, distribuidas en 87 géneros, 48 familias y 21 órdenes. Hay

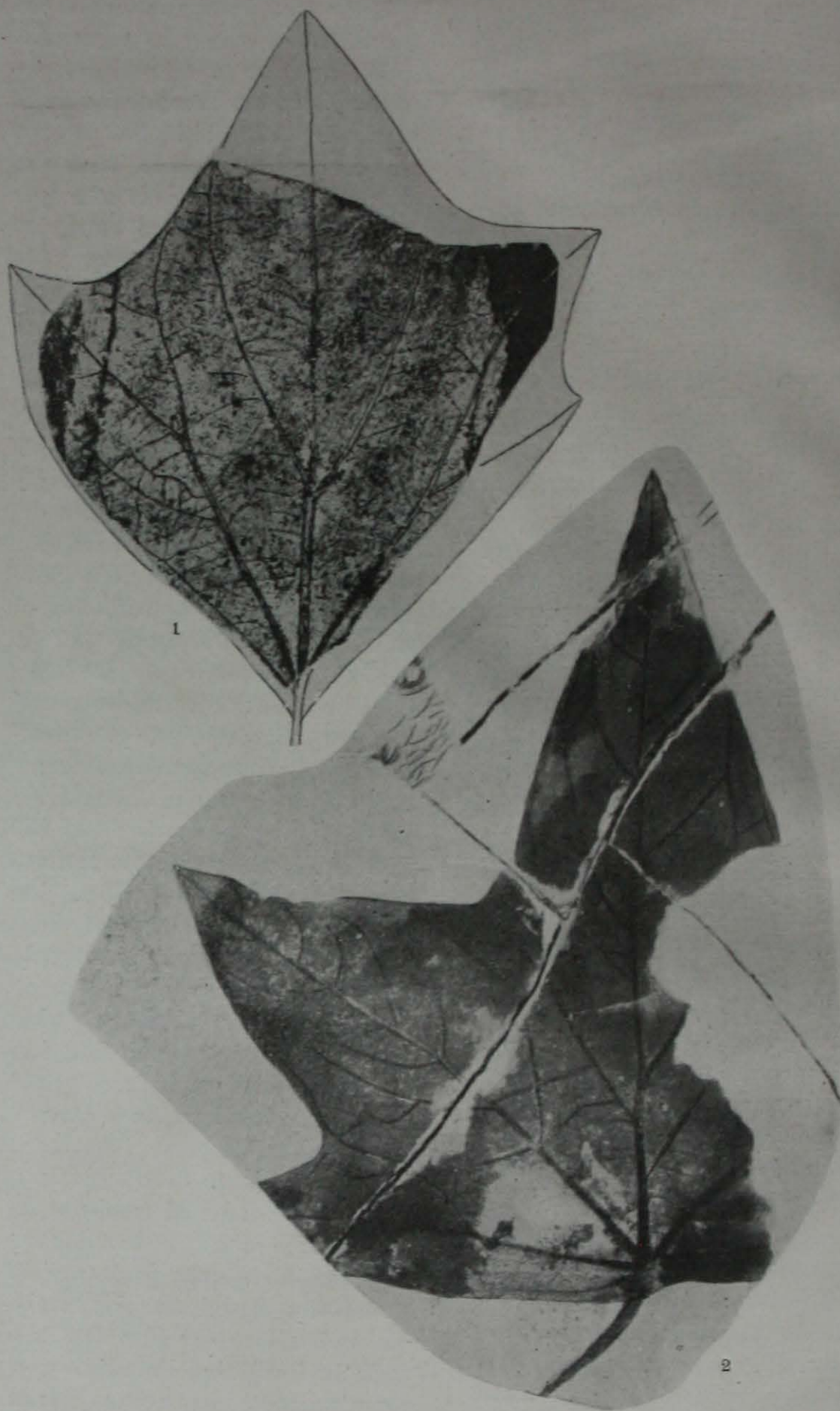


Lámina 33.

Plantas Terciarias del Río Pichileufú.
1) *Sterculia washburni* Berry. 2) *Sterculia patagónica* Berry.

96 Coripétalas y 26 Gamopétalas. Este es un número relativamente grande para una flora fósil, pues, por regla general, las grandes asociaciones de Gamopétalas formadas por labiadas, escrofularia-

ceas, campanuláceas y compuestas, están escasamente o nada representadas por fósiles, la abundancia de gamopétalas, podría considerarse como una indicación de la juventud geológica de esta flora,

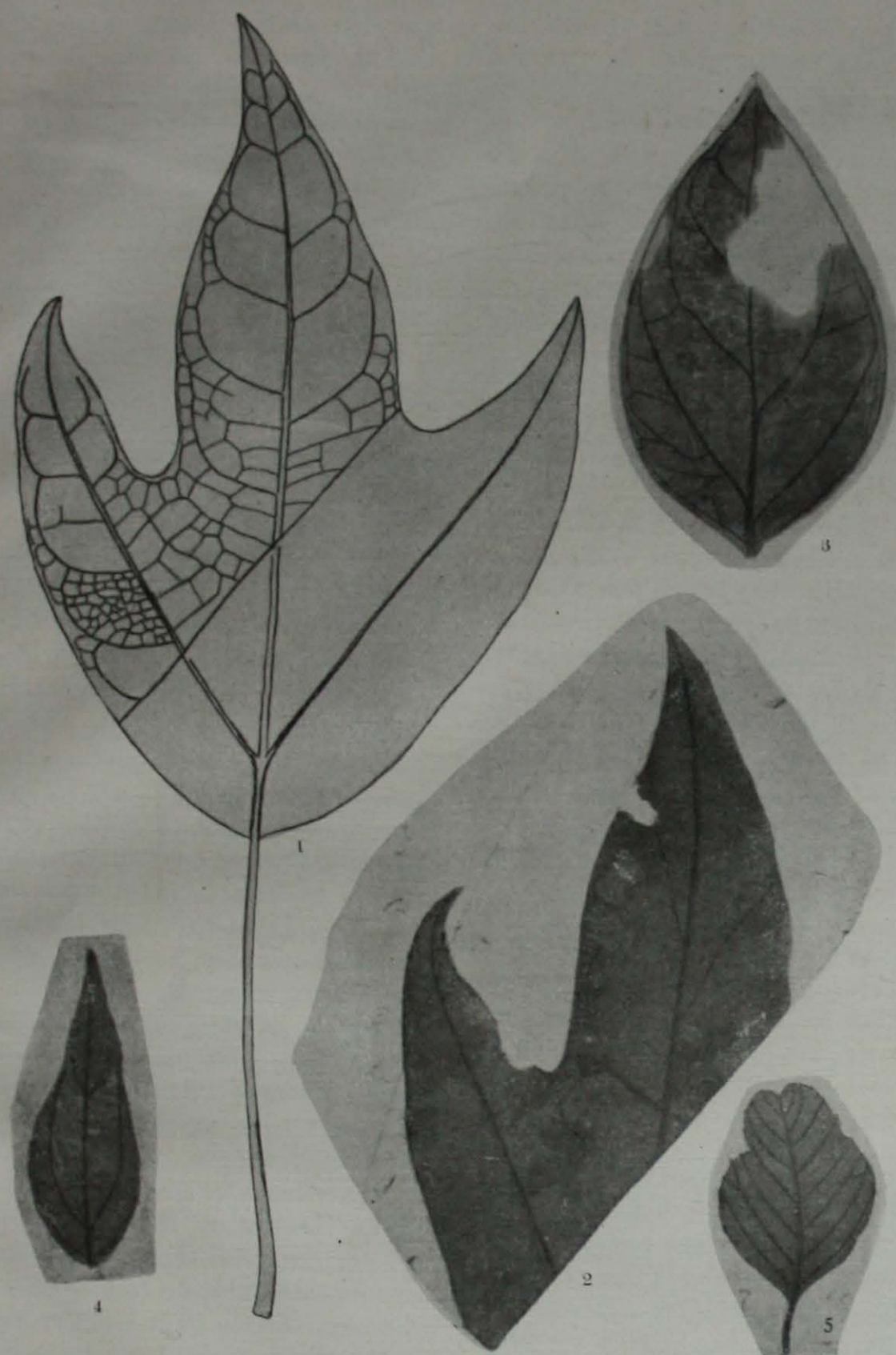


Lámina 34.

Plantas Terciarias del Río Pichileufú.

- 1, 2) *Stereulia guiñazul*, Berry, n. sp.; 3) *Buettneria asterotrichiformis* Berry, n. sp.; 4) *Buettneria lanceolatifolia* Berry, n. sp.

pero ella es más probablemente un reflejo de la abundancia de apocinaceas y rubiaceas en el terciario de Sud América, lo mismo que en la flora actual de este continente."

"La flora de Mirhoja en el Territorio del Chubut, descrita hace algunos años, debe conside-

rarse como perteneciente a la misma edad aproximadamente que la presente flora del Pichileufú, pues de las 36 especies, 17, o sea el 47 por ciento ha sido hallado en las colecciones del Río Pichileufú, de las cuales ellas constituyen alrededor de un 13%. Además de las formas idénticas hay muchas otras

que son referidas a los mismos géneros y se hallan estrechamente relacionados. Sólo hay 8 géneros en Mirhoja que no han sido reconocidos en el Río Pichileufú. Estos son *Lomatites*, *Peumus*, *Leguminosites*, *Rhamnidium*, *Arrabida*, *Bignonites*, *Palicourea* y *Farama*."

"Uno de los elementos más comunes de la flora del Río Pichileufú, es una especie de *Ginkgo*, el primero que se descubre en el continente Sudamericano, el que probablemente sea descendiente de antepasados de la era Mesozoica Sudamericana. Tres especies de helechos están representados en dicha flora: una *Anemia* y dos especies de la familia de Cythessa, ambos con frutos y uno del género *Balantium*, referible decididamente a un clima cálido y húmedo."

"Una especie de la *Cycas* del género *Zamia* es también muy común, como así también coníferas del género *Araucaria*, *Fitzroya*, *Libocedros* y *Podocarpus*."

"Un buen número de especies de la flora fósil de Pichileufú, tienen un estrecho parentesco con los elementos de la flora actual del Sur del Brasil, Paraguay y Mesopotamia Argentina. Hay también un pequeño elemento relacionado con las especies que se encuentran en las altitudes bajas de los Andes Bolivianos, y otro elemento el cual persiste en el presente en la parte Sur de Chile y en los Andes Chilenos. Este último está compuesto enteramente por coníferas y no hay rastros de las Fagáceas que son tan sobresalientes en la flora actual."

"Las *Araucarias* representadas por ambas ramas y una abundancia de escamas de conos, están más cercanas a las modernas especies brasileñas que a las chilenas. Esta flora no puede tomarse en ningún sentido como selva de clima húmedo, sin embargo hay una mezcla de plantas mesophyticas y de ti-

pos de suelo más secos. Hay un buen número de *sapindaceas*, un regular número de leguminosas y varias otras cosas que indican que las lluvias eran mayores y mejor distribuidas, la temperatura más cálida que en el presente y que la comarca no estaba completamente cubierta por selvas."

"Otro hecho ya delineado en estudios anteriores, es la falta de semejanza con las floras africanas. La flora miocena de la Patagonia, en todo lo que se conoce hasta ahora es típicamente americana. Esto tiende a desvirtuar la creencia de algunos estudiosos, que pretenden hacer derivar a los mamíferos patagónicos de sus antepasados africanos. Tampoco ofrece consuelo alguno a quienes están inclinados a creer en cualquiera de las hipótesis corrientes sobre la deriva de los continentes."

Con respecto a la edad de la flora fósil del Río Pichileufú, el Profesor Berry dice: "como la *formación patagónica* ha sido atribuida al mioceno inferior, en base a la determinación de la fauna de moluscos marinos, así como también la conocida formación del piso de Navidad de Chile correspondería a la misma edad. Como la flora fósil de Chile, estudiada por Engelhart, se encuentra intercalada en el piso de Navidad, y como la flora del Río Pichileufú parece ser idéntica a la de Chile, es también considerada como correspondiente al mioceno inferior". De acuerdo con este orden de ideas él llega a la conclusión, de que la flora del Río Pichileufú, la de Mirhoja en el Territorio del Chubut y la del Río Chalia, en el Territorio de Santa Cruz, así como aquellas de las capas carboníferas de Concepción y Arauco de Chile, pertenecen al mioceno inferior (Aquitaniense - Burdigaliano).

Después, continúa el profesor Berry, "si con el tiempo, mayo-

res colecciones y más precisos detalles estratigráficos de esta región, que después de todo es comparativamente poco conocida, llegaran a probar que la flora es algo más antigua que lo que yo he determinado en este estudio, y probaran además que deben colocarse en el oligoceno superior, ello no afectaría su posición relativa en el tiempo, como es el caso entre las llamadas floras de *Araucaria* y de *Fagus* del Sur de América."

Hasta aquí he expuesto la opinión del profesor Berry en lo referente a la edad de la flora fósil de Pichileufú, y a continuación enretaré mi propio punto de vista sobre este importante problema.

El depósito lacustre con plantas fósiles del terciario se encuentra en la parte superior del Arroyo del Destacamento, afluente derecho del Río Pichileufú a unos 1.800 mts. al Este de la casa de Pico y a 2.500 m. al Sur del F. C. del Estado a Bariloche.

En el costado oriental del pequeño valle del Destacamento se encuentran tres lugares con depósitos lacustres ricos en plantas fósiles, los que forman parte de terrazas glaciolacustres relacionadas con el avance y disipación del último manto de hielo Pleistoceno que ocupó la cuenca del actual Río Pichileufú. La más importante de estas terrazas presenta el siguiente perfil desde abajo hacia arriba:

1) 15 m. de estratos lacustres con impresiones de hojas de plantas fósiles compuesto por finas capas de arcilla laminada con estratificación horizontal, de coloración gris verdoso, verde oscuro, o pardo claro, con un espesor de 1 a 2 mm., y a veces hasta 5 milímetros.

2) 75 m. de toba caolínica de color blanquecino a verde claro, sin estratificación visible, y compuesta en su mayor parte por vidrio volcánico, con algo de cuar-

zo, envueltos en una masa arcillosa caolínica de color verde claro, con manchas grandes y pequeñas de un verde muy intenso debido a la presencia de clorita. Por la acción de la intemperie, la toba de color verde claro se vuelve blanca y se disgrega en pequeños fragmentos que se amontonan en la base de la escarpa.

En algunas partes la toba es dura y silicificada, conteniendo muchos nidos de concreciones arriñonadas de ópalo de color lacre y gris verdoso; también se encuentran restos de madera y grandes troncos de madera opalizada de colores variados, en cambio, no se encuentran en ella ni rastros de materia orgánica ni tampoco impresiones de hojas de plantas fósiles.

El depósito tobáceo no presenta una composición uniforme; en largos tramos presenta muchas variaciones locales que son comunes para esta formación. Las tobas de color verde claro pasan lateralmente a areniscas tobáceas de grano grueso, en parte conglomerádicas y con mucha ceniza volcánica poco cementada; en otras partes esta misma formación contiene conglomerados gruesos, que evidencian haberse depositado en aguas estancadas; en otros lugares se observan conglomerados brechosos de color verde, con fragmentos astillados de lavas basálticas, que tienen gran espesor. En esta serie compuesta por tobas de color blanquecino, areniscas y conglomerados tobáceos, están incluidos mantos de liparita de color gris y rojizo; esta roca volcánica es muy característica para esta serie tufácea, la que forma la mayor parte de las rocas aisladas, escarpas y paredones verticales, y conos aislados en los costados de los valles y mesetas, debido a su mayor resistencia a la erosión. El espesor de la serie tufácea, incluyendo las tobas y los mantos de



El valle de las plantas fósiles en la región del Río Pichileufu, vista tomada con rumbo al este; a, b, c) restos del depósito lacustre con plantas fósiles del Terciario inferior; d) tobas de color verde claro, caolínicas, en parte silicificadas, con nidos de ópalo, troncos y trozos de madera silicificada. Arriba, mantos de basalto (Territorio del Río Negro).

liparita, puede ser calculado en 600 a 800 m. en promedio.

Las tobas arcillosas de color verde claro que cubren al depósito lacustre con plantas fósiles se encuentran separadas de este último por un plano de discordancia de erosión bien marcada. Las capas lacustres con plantas fósiles están compuestas por arcilla finamente laminada, de grano muy fino de color gris verdoso y pardo claro, al estado fresco, pero las capas que se encuentran a la intemperie se alteran fácilmente tomando un color blanco ceniciento o gris amarillento rojizo. Las finas capas lacustres que a veces parecen hojas de papel grueso, se hallan fuertemente impregnadas de materia orgánica, una vez puestas al fuego arden con llama larga y clara, crepitan y despiden un fuerte olor a bitumen.

Entre los planos de estratificación de las finas capas se conservan maravillosamente (mejor que en un herbario), las impresiones de las hojas, ramas y otros restos de vegetales fósiles; presentan una coloración oscura a negra al estado fresco, pero a la intemperie se vuelven de color amarillento ro-

jizo. Por el estado de conservación de las hojas de las plantas fósiles se ve que el material se ha depositado en un cuerpo de agua estancada, de aguas tranquilas y que no han sufrido alteraciones por transporte debido a corrientes. Se podría pensar que las hojas y otros restos de vegetales han caído en las aguas del lago o laguna arrastradas por el viento desde las plantas que vivían en sus alrededores inmediatos.



Sección a, del depósito lacustre con plantas fósiles, sobrepuesto por el manto de tobas de color verde claro, sin estratificación, separadas por un plano de discordancia; 1) tobas y 2) depósito lacustre con plantas fósiles (Río Pichileufu, Río Negro).

Dada la gran variedad de especies encontradas en un solo lugar, indica claramente que ha existido una verdadera selva o una asociación de plantas en que una gran cantidad de especies estaban representadas.

El segundo yacimiento plantífero, que es el más importante de los encontrados, se halla inmediatamente al Sur del primero, el cual está separado por un pequeño valle de rumbo Este a Oeste; originalmente los dos yacimientos han formado uno solo, antes que fueran incididos por el arroyo que baja de la alta meseta oriental. El depósito lacustre mencionado forma parte de una terraza de 150 m. de largo por 10 a 20 m. de altura en la misma dirección; dos tercios de esta terraza están formados por arcillas estratificadas con abundantes impresiones de hojas de plantas fósiles, mientras que el tercio occidental está compuesto por las tobas de color verde claro, con un manto de basalto sobrepuesto.

Siguiendo el valle aguas abajo se encuentra un segundo afloramiento de arcillas con plantas fósiles, las que han sido alteradas por las erupciones de liparitas in-



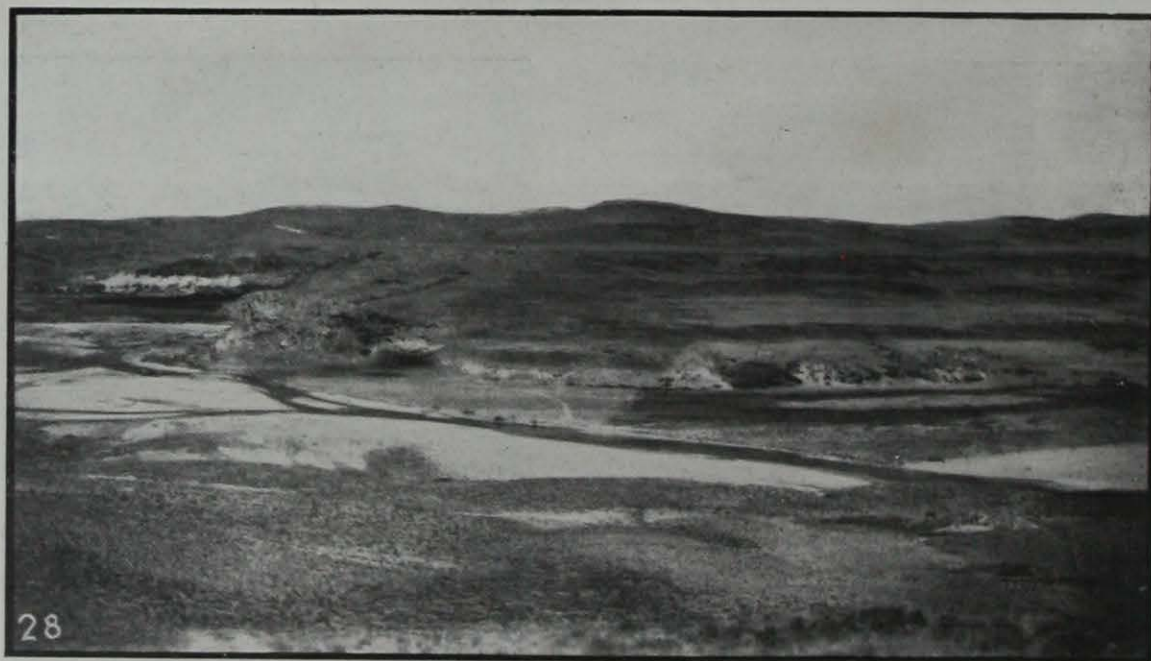
Sección b, del depósito lacustre con plantas fósiles del Río Pichileufu, vista tomada con rumbo al sur; la sección tiene alrededor de 80 m. de largo, de este a oeste, y 15 a 20 m. de altura sobre el piso del valle. Al fondo, las lomas están compuestas por las tobas blanquecinas y sus conglomerados y mantos de lavas basálticas.

mediatas, por cuya razón las arcillas han sido endurecidas de tal manera que presentan el aspecto de porcelana. Al Oeste de este lugar y sobre la barranca derecha del Río Pichileufú, y a 1.000 m. aguas abajo de la casa de Pico, aflora un pequeño resto del depósito lacustre con plantas fósiles, donde se observa un pasaje gradual a un manto de lignito, del cual se conserva un pequeño resto completamente silicificado debido a la vecindad de las liparitas. En el lignito se observan pequeños restos del material lacustre no carbonizado en el cual se pueden reconocer perfectamente las impresiones de las hojas de plantas fósiles.

La atenta observación del terreno muestra que los afloramientos aislados con plantas fósiles, han pertenecido a un depósito único y de gran extensión, el cual ha sido dislocado y luego desgastado por la erosión fluvial, quedando algunos pequeños restos semejantes a islas, que más tarde quedaron totalmente cubiertas por los mantos de tobas liparitas, y basaltos, que rellenaron un viejo relieve, al pa-

recer profundamente disectado por la erosión fluvial anterior.

Parece indudable que el depósito lacustre plantífero del Río Pichileufú ha formado parte de los extensos pantanos costeros del antiguo mar eogeno donde se han depositado los mantos de carbón, arcillas carbonosas y arcillas lacustres impregnadas con abundan-



Vista panorámica del gran valle del Río Pichileufu, tomada con rumbo al SO, en un punto sobre su margen derecha y al sur del F. C. del Estado. El valle en esta parte está cortado en las tobas blanquecinas del Santacruceano con sus mantos de liparitas; las terrazas en escalera que se ven en su costado occidental, corresponden a las diferentes etapas de la disipación del segmento de hielo estancado en el mismo, durante el período glacial Cuaternario.

te materia orgánica, bien estratificadas, donde se conservan las impresiones de hojas de plantas fósiles.

La serie tobácea del Río Pichileufú es contemporánea de las tobas del Río Ñorquincó, donde se encontraron los restos de mamíferos fósiles: *Nesodon imbricatus* y *Astrapoterium magnum*, cuya edad es atribuida al mioceno, lo mismo que las tobas del Collon-Curá.

Las tobas del Pichileufú han sido afectadas por un gran movimiento de ascenso neoterciario, que probablemente ocurrió al final del mioceno. Debido a este levantamiento las tobas y sus mantos de liparita y de basaltos, fueron elevados, dislocados y desgastados por la erosión fluvial prolongada; en el transcurso del tiempo los depósitos tobáceos fueron recortados por grandes valles y cuencas, que fueron rellenados más tarde por grandes acumulaciones fluviales y lacustres, debido a que se produjo una alteración del nivel de base a comienzos del plioceno inferior. Al Este del valle del Río Pichileufú, en la amplia cuenca del Arroyo Pilcaniyeu se encuentran



Vista panorámica del valle de las plantas fósiles, sobre la margen derecha del Río Pichileufu; foto tomada con rumbo al sur, desde una loma situada a 1 km. al sur del F. C. del Estado; 1, 2 y 3, lugares fosilíferos; los farellones y rocas columnares, están formadas por masas de liparita de color gris rojizo. 4) Terraza glacialacustre a 1.150 m.

areniscas y depósitos lacustres de esta época, que han sido dislocados y terrazados a consecuencia del levantamiento del suelo ocurrido al final del plioceno. Los depósitos del plioceno inferior están formados por areniscas de color gris azulado, por depósitos lacustres tobáceos y por conglomerados de gran potencia.

Por lo que antecede, vemos que los depósitos lacustres con plantas fósiles han sido previamente dislocados y desgastados por la erosión, antes que se depositaran sobre ellos los productos de las erupciones volcánicas y de las acumulaciones fluviales y lacustres neoterciarias, las que a su vez han sido influenciadas por dos grandes movimientos de ascenso y plegamientos neoterciarios, por cuya razón considero, que la edad del depósito con plantas fósiles corresponde al eogeno, ya sea al eoceno o bien al oligoceno.

En este sentido consideré al principio, que el depósito con plantas fósiles del Pichileufú, podría ser contemporáneo de los estratos lacustres de agua dulce con resto de peces y de plantas fósiles del piso superior del terciario carbonífero, que hemos señalado en el

valle Leleque, Río Corintos, Río Percy, Esquel, Montoso, Cushamen y Chiquiniyeu. Podemos suponer con cierto grado de certeza, que las plantas cuyos restos se conservan en los depósitos lacustres del Pichileufú, habían crecido y cubrían los alrededores inmediatos a las lagunas y pantanos costeros en el área continental inmediata al mar eogeno.



Vista panorámica de la desembocadura del Arroyo Pilcaniyeu en el Río Pichileufu, tomada con rumbo al noroeste. La vieja cuenca del Mioceno inferior ha sido rellenada por las tobas, areniscas tobáceas y sus conglomerados, y por masas y mantos de lavas liparíticas y basálticas. Los cerros aislados y rocas columnares que se ven a lo lejos, están formadas por liparitas de color rojizo. La región ha sido energicamente glaciada por un manto de hielo de gran espesor, que se movió con rumbo al este.

Las aguas de los ríos y arroyos que bajaban de las partes altas del continente, han arrastrado los restos de aquellas plantas, que indudablemente formaban tupidos bosques o formaciones cerradas, proporcionaron gran cantidad de material orgánico, el que juntamente con los sedimentos inorgánicos eran depositados por las corrientes en la zona litoral del mar y en las lagunas y pantanos costeros.

Con el transcurso del tiempo, la acumulación de estos depósitos orgánicos ha dado lugar a la formación de depósitos turbosos, arcillas carbonosas y de mantos de lignito, mezclados en parte con restos de hojas, ramas y troncos de árboles. A este respecto es interesante consignar la opinión de Brüggén, acerca del origen del carbón del terciario de Chile, quien dice, que el carbón se ha formado en extensos pantanos que ocupaban centenares de kilómetros cuadrados. naturalmente en estos pantanos había muchas lagunas, en las cuales se depositaba poco carbón y más sedimentos inorgánicos; los ríos que cruzaron en el pantano, trajeron



Vista panorámica de la margen derecha del Río Pichileufú, aguas abajo del puente del F. C. del Estado. Las rocas columnares y fayones aislados que se ven en la falda de la meseta, están formados por rocas liparíticas de color rojizo. (Territorio del Río Negro).

estos sedimentos en forma de barro suspendido en el agua corriente. Pero en las aguas tranquilas de las lagunas se depositaba barro en forma de arcilla refractaria, la que encontramos hoy como capa que separa los mantos de carbón. En las orillas de las lagunas antiguas había una transición paulatina entre la formación de turba antigua y los sedimentos arcillosos.

Las observaciones que efectué en 1930 fueron completadas en 1937 con un corto viaje que hice a la región del Río Pichileufú en el mes de diciembre. En esta ocasión tuve la oportunidad de comprobar, que el depósito lacustre con plantas fósiles, rico en materia orgánica, se encuentra en cierto lugar transformado en lignito muy semejante al encontrado en el valle del Limay, aguas abajo del Lago Nahuel Huapí, lo que indicaría que el depósito lacustre planífero se encuentra relacionado con los mantos de lignito que se encuentran intercalados en la parte media del terciario carbonífero de Arauco y Concepción de Chile, estudiados por Brüggén, lo que concuerda con su posición estratigráfica.

Ahora debemos recordar, que más adelante hemos puntualizado que los depósitos del terciario carbonífero de Arauco y Concepción, del Sur de Chile, corresponden al eogeno, además, según Brüggén, el piso de Concepción de 400 m. de espesor, contiene en su parte media los mantos de carbón intercalados y que en los bancos de arcilla que los rodean se encuentran conservados los restos de plantas fósiles, que fueron a su tiempo estudiados por Engelhardt, y como el piso de Concepción es colocado en el eoceno, llegamos a la conclusión de que la flora fósil en él encontrada corresponde al eoceno. Como en la flora fósil de Chile se encuentran representadas 20 especies de la flora terciaria del Río Pichileufú, por cuya razón dichas floras serían contemporáneas. Además, como el depósito lacustre con plantas fósiles ha sido dislocado y sometido a un intenso proceso de erosión antes que se depositaran sobre el mismo, las acumulaciones volcánicas y fluviales neoterciarias, las que a su vez han sido influenciadas por dos grandes movimientos neoterciarios, lo que coincide con análogas observacio-

nes efectuadas en el terciario de la región de Valdivia, consideramos que los depósitos lacustres y la flora terciaria del Río Pichileufú corresponden al eoceno y no a la base del neogeno como lo considera el profesor Berry.

El profesor Berry en su estudio de la flora del Pichileufú, llega a la conclusión de que la completa ausencia de *Fagaceas* de dicha flora terciaria, constituye un argumento decisivo para fijar la posición estratigráfica, relativamente joven, de la flora en cuestión. De acuerdo con nuestro punto de vista podríamos emplear este mismo argumento en sentido contrario, es decir, que la ausencia de *Fagaceas*, indicaría que la flora del Río Pichileufú es anterior o más antigua que la flora de *Fagus* y *Araucarias* del oligoceno (Dusén).

Por otra parte debemos recordar la opinión de Brüggén con respecto al piso de Navidad de Chile, donde se encuentran restos de *Fagus* y de *Araucarias*, y que este geólogo considera como de edad oligocena, y por lo tanto más joven que el piso de Concepción donde se encuentra la flora fósil estudiada por Engelhardt.

Debo dejar constancia, que el yacimiento de plantas fósiles del Río Pichileufú no ha sido removido en su totalidad, porque se precisarían varios meses para hacerlo, por el hecho de que el perfil más extenso, tiene alrededor de 80 metros de largo por 10 a 15 m. de altura, entonces, no se excluye la posibilidad de encontrar en el yacimiento, algunos ejemplares de *Fagus*, sp.; convendría efectuar en el yacimiento del Pichileufú, un trabajo ordenado de varios meses, con el objeto de explotar en su totalidad el yacimiento, lo que daría por resultado hacer varias espléndidas colecciones de plantas fósiles que podrían aprovecharse para canje por colecciones extranjeras.

Un depósito tufáceo lacustre con plantas fósiles, muy semejante al del Río Pichileufú fué encontrado por Carlos Ameghino, a los 47° de latitud Sur y 69°30' de longitud oeste de Greenwich, más o menos a 250 km. al oeste de Puerto Deseado y a 25 km. al Sur del río del mismo nombre. Las capas plantíferas se hallan compuestas, según Spegazzini, de acuerdo con los datos suministrados por Ameghino, por finas capas de arcilla de grano fino, algo turfáceas, de color blanco ceniciento, que se separan con suma facilidad, las que llevan bellas impresiones de hojas de plantas fósiles. Las capas forman parte de una meseta cubierta por un manto de basalto; según Ameghino, el depósito lacustre con plantas fósiles, corresponde al horizonte con *Pyrotherium* de Deseado. Algunos ejemplares de esta colección de Ameghino, fueron determinados por Spegazzini, quien da la siguiente lista:

Adiantum patagonicum Berry.
Notophagus simplicidens Dusén.
Myrcia nitens Engelhardt.
Bignonites chalianus Berry.
Sterculia Washburni Berry.
Lomatia serrulata Dusén.
Fitzroya terciaria Berry.
Araucaria Nathorsti Dusén.
Phyllites nirihuaensis Berry.
Ameghinoites desiderata Speg.
Lomatia seymourensis Dusén.
Fagus Dicksoni Dusén.

Spegazzini, considerando el grado de evolución de los vegetales y su notable parecido con los encontrados en los "Dakota beds" de Norte América, coloca a esta flora en el eoceno medio.

EL MIOCENO INFERIOR DE PATAGONIA

Al final del eogeno, probablemente en el oligoceno superior, se produjeron los grandes movimientos de ascenso por los cuales la cordillera patagónica fué creada a

lo largo de la zona bordera del mar del terciario carbonífero. A consecuencia de estos movimientos, las aguas de este mar fueron expulsadas y sus sedimentos fueron plegados y elevados a cientos de metros sobre el nivel del mar de aquella época. Los movimientos de referencia, constituyen lo que se llama la segunda fase de los grandes movimientos tectónicos del terciario de Patagonia, debido a los cuales, termina el gran ciclo de sedimentación del eogeno, el que está compuesto por la serie terciaria carbonífera y por los depósitos terrestres del eogeno de Patagonia extraandina.

Desde el final del eogeno y principios del neogeno, la cordillera Patagónica empezó a actuar como barrera entre el océano Pacífico, estableciendo la división de aguas interoceánica.

Parece que simultáneamente con el ascenso de la cordillera patagónica en la cuenca sedimentaria del terciario carbonífero, se ha producido un movimiento de signo contrario, o de descenso, que afectó la parte oriental de la zona continental positiva de Patagonia, debido al cual, las aguas del Atlántico invadieron transgresivamente gran parte de la región antes mencionada. Estos movimientos del suelo, estarían de acuerdo con las leyes formuladas por Emile Haug, para estos fenómenos, quien dice a este respecto: "*cuando una formación es transgresiva sobre las áreas continentales, es regresiva en los geosinclinales y viceversa, cuando es transgresiva en los geosinclinales, es regresiva sobre las áreas continentales*".

Las aguas del mar invadieron no solamente la parte oriental de la Patagonia extraandina, sino también que ellas penetraron profundamente en la cuenca de los ríos de La Plata - Paraná y del río Salado de Buenos Aires. Esta invasión marina se ha producido

a principios del mioceno inferior, y sus depósitos son conocidos con el nombre de *formación patagónica* o de la "molasa patagónica", como la designa Widhausen; su desarrollo más típico se presenta en la región del golfo de San Jorge, en la desembocadura del Río Santa Cruz y en las barrancas del Paraná, en Entre Ríos.

En la Patagonia, las aguas del mar patagónico invadieron desde el Este hacia el Oeste, una superficie continental inclinada en sentido contrario, es decir, que esta presentaba una marcada inclinación desde el Oeste hacia el Este. El plano de obración marino corta a diferentes niveles los miembros estratigráficos que componen la serie terciaria eogena, compuesta por los pisos con *Notostylops*, *Astraponotus*, *Pyrotherium* y *Colpodón*.

Los depósitos marinos del Patagónico tienen mucho espesor en la región oriental, como corresponde al carácter de esta ingresión; en Comodoro Rivadavia su espesor alcanza 350-400 m. según Winhausen y Feruglio.

Hacia el oeste de la región mencionada su espesor disminuye gradualmente hasta quedar reducido a un horizonte de pocos metros, los que desaparecen después. En el codo del Senguerr, los sedimentos patagónicos tienen un espesor de 70 m., según observaciones de Feruglio.

Sobre la margen izquierda del río Deseado, frente a Pico Truncado, del F. C. de Puerto Deseado a Colonia Las Heras, el espesor del Patagónico no pasa de los 20 a 25 m. Aguas arriba de este punto en el cruce de caminos de Colonia Las Heras al Lago Buenos Aires, los depósitos del Patagónico se pierden. Mas al Sur, al Oeste de San Julian hasta la confluencia de los ríos Chalia y del Río Chico de Santa Cruz, las capas fo-

silíferas del Patagónico, forman la superficie de la alta meseta desde el mar hasta el lugar ya citado; en la desembocadura del Río Santa Cruz, los depósitos del Patagónico presentan un desarrollo típico, alcanzando un espesor de 100 a 200 m. en promedio. Hacia el Sur de dicho río los citados depósitos marinos cubren una estrecha faja de terreno próxima a la costa, desapareciendo finalmente al Norte del Río Coyle:

En los estratos que componen la formación patagónica, dice Ortmann, debemos distinguir, dos elementos faunísticos principales: 1) un elemento tropical-subtropical, el cual está relacionado con los elementos faunísticos de las partes tropicales de la tierra (y por medio de éstos, con las faunas sub-

tropicales del hemisferio Norte, en Europa y Norte América); y 2) un elemento antártico, que es característico del hemisferio del Sur, el cual muestra un parentesco solamente con las faunas pertenecientes o conectadas con la antigua Antártica. El primer elemento nos habilitó para comparar los estratos patagónicos con los depósitos del hemisferio del Norte, determinando así su edad, mientras que el segundo elemento nos ha dado valiosos indicios para la comparación con los de Nueva Zelandia y de Australia.

Sobre 151 especies de la fauna marina del patagónico, ha efectuado Ortmann una interesante discriminación, estableciendo los porcentajes de relaciones con otras capas marinas de edad conocida.

Cretáceo	4 %	4 %
Eoceno	7 %	
Obligoceno	10 "	
Eoceno - Oligoceno	1,5 "	
Total de eogeno	18,5 %	18,5 "
Intermediarias	12 "	12 "
Mioceno	32 %	
Plioceno	6 "	
Reciente	4 "	
Mioceno y reciente	19 "	
Mioceno - Plioceno	1,5 "	
Plioceno y reciente	3 "	
Total del Neogeno	65,5 %	65,5 "
		100,00 %

Este cuadro habla por sí mismo, agrega Ortmann, en el que se puede notar un constante aumento de especies nuevas desde el cretáceo al mioceno, y un súbito y marcado decrecimiento desde el mioceno al reciente. El total de porcentaje de las formas neogenas es de 65,5 %, mucho más de la mitad, mientras que del eogeno y cretáceo es un conjunto solamente de

22,5 %; el resto, 12 %, es intermedia entre el eogeno y neogeno.

Por estas razones, Ortmann llega a la conclusión, de que la formación patagónica viene a quedar indudablemente en el neogeno, y si consideramos el hecho, que después del mioceno existe un marcado decrecimiento en el porcentaje de las especies, podemos colo-

car a la formación patagónica, en los comienzos del neogeno, es decir en el mioceno inferior.

Los resultados a que ha llegado Ortmann, de acuerdo con la discriminación faunística precedente, están en todo de acuerdo, o mejor dicho coinciden sorprendentemente con los movimientos tectónicos que dieron lugar a la formación de la Cordillera de los Andes, que como hemos dicho se produjeron al final del oligoceno. Desde luego, este mar patagónico, no estuvo nunca en comunicación con el mar del terciario carbonífero del Sur de Chile, de la región sudandina de la Argentina y de Magallanes, puesto que este mar ya no existía como tal al final del oligoceno, debido al ascenso de la Cordillera Patagónica.

Por otra parte, la fauna del piso de Navidad de Chile, no puede ser homologada con la formación patagónica, de acuerdo con los estudios de Ortmann y de von Ihering, que demuestran que la fauna del primero es una fauna tipo Pacífico, mientras que la segunda corresponde a un tipo Atlántico.

Debemos señalar un hecho muy significativo para la formación patagónica, de que hasta la fecha no ha sido señalado en dicha formación, algo que sea parecido al piso superior de la formación del terciario carbonífero, es decir, los bancos con conglomerados, los mantos de lignito y los restos de plantas fósiles, que tanto caracterizan a este horizonte de dicha formación eogena; lógicamente debían encontrarse muchos restos vegetales, si tan abundantes eran las plantas en la tierra firme del mioceno inferior de Patagonia, como se ha supuesto.

LAS TOBAS SANTACRUCEANAS Y LOS ESTRATOS DE LOS LLANOS (BODENBENDER)

Desde que la cordillera andina fué creada por los movimientos tectónicos ocurridos al final del

oligoceno, las zonas elevadas fueron sometidas a un intenso proceso de erosión. Parece probable que en el flanco oriental de la cordillera recientemente elevada, se formaron valles consecuentes de dirección Oeste-este que llevaron sus aguas al mar de la *molasa Patagónica*. Las lluvias deben haber sido todavía abundantes en este período, por el hecho de que la cordillera patagónica de esta época, no ha constituido una barrera infranqueable para los vientos húmedos del Oeste.

Después de un prolongado período de erosión, que abarca quizás todo el oligoceno superior, debe haberse elaborado un relieve profundamente disectado, el cual constituiría el viejo relieve prebasáltico a que alude Groeber. A comienzos del mioceno inferior, toda la masa continental parece haber sufrido un sensible descenso, que debe coincidir con el máximo período ingresivo del mar de la *molasa patagónica*.

Con este descenso, que alteró el nivel de base, se inicia el gran ciclo de sedimentación del mioceno inferior, que coincide con una considerable actividad volcánica en toda el área continental adyacente al mar patagónico y la cordillera recientemente creada; todos los valles y cuencas elaboradas en el relieve ascendido, fueron rellenas por los productos de las erupciones volcánicas, compuestas por cenizas, tobas, mantos de liparitas y lavas basálticas.

El relleno ha sido considerable, muchas cuencas intermontanas han sido niveladas con la acumulación de los productos de las erupciones volcánicas, alcanzando en ellas un espesor de 600 a 800 m., aproximadamente, por lo menos esto es válido para la región del Pichileufú y Pilcaniyeu.

La serie santacruceana está compuesta por areniscas tobáceas de color gris blanquecino, tobas cao-

líticas de color verde claro, conglomerados tufáceos, mantos de liparita y de basaltos. Entre los mantos de tobas blancas se intercalan delgados mantos de lavas basálticas de color negro, que es la característica más destacada de esta serie en toda Patagonia. En la región del Pichileufú y de Pilcaniyen hasta el Río Limay, por el Oeste, las tobas y areniscas tobáceas llevan intercalados además de los basaltos, mantos de liparita de color rosado o gris rojizo.

Las liparitas no solamente se presentan en mantos, sino también en pequeñas y grandes columnas, diques y macizos, que atraviesan perpendicularmente a los depósitos tobáceos de color blanquecino. Como el material tobáceo es blando y poco resistente a la erosión, mientras que las liparitas, por su mayor dureza, resisten mejor a los agentes de erosión, formando cerros aislados, rocas columnares, peñascos y otras formas variadas y pintorescas esculpidas por la erosión, que se observan en los faldeos de los valles y altiplanicies, las que llaman la atención por su bizarría, dando al paisaje un aspecto sumamente pintoresco y encantador.

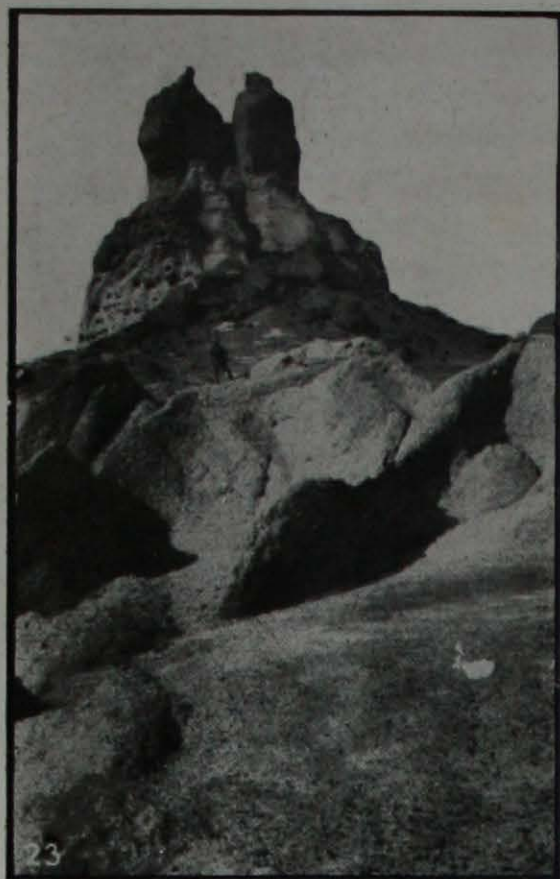
Las tobas santacruceanas o del Collon Curá, se encuentran en una larga faja que se extiende desde el Sur de Neuquén hasta el estrecho de Magallanes, donde hemos visto que se presentan sobre ambos márgenes, como así mismo en la parte norte del canal Fitz Roy donde se encuentran típicamente desarrolladas, formando los altos cerros de Palmares, y más al Norte, forman las mesetas que rodean por el Este y Oeste a la cuenca de Laguna Blanca, donde se encuentran cubiertas por un espeso manto de acumulaciones morénicas y glaci-fluviales cuaternarias. Igualmente se observan las tobas en el tramo medio e inferior de Río Gallegos, donde se encuentran

atravesadas por innumerables y pequeños conos de lavas basálticas más modernas.

En el Lago Argentino las tobas santacruceanas han sido observadas por Feruglio, encima de los depósitos eogenos marinos; las tobas se extienden hacia el Este, formando en gran parte la alta meseta que se encuentra al norte del gran valle del Río Santa Cruz, cubierta por grandes y pequeños mantos de basalto. En la sección inferior de este río, las tobas santacruceanas engranan lateralmente con los depósitos de la formación Patagónica, de la misma época.

De acuerdo con las observaciones de Feruglio en la región al Sur del Lago Nahuel Huapí, se intercala en el terciario superior de la serie tufácea santacruceana, bancos de conglomerados compuestos por materiales gruesos que provendrían del zócalo cristalino del Este, que habrían sido arrastrados por corrientes de esa dirección, mientras se efectuó el relleno de dicha cuenca. En cambio, yo he observado en el valle del Río Ñorquincó, aguas abajo de la población de este nombre, que la parte inferior de la serie santacruceana que componen la barranca oriental de dicho río, un banco de conglomerado grueso de 50 m. de espesor, el que está compuesto principalmente por rodados grandes de rocas graníticas, porfiríticas y andesíticas, mezclados con concreciones de sílice, estas últimas son abundantes y muy características para esta formación.

La composición del conglomerado demuestra que sus materiales han sido acarreados por corrientes fluviales que venían desde el Oeste, porque en esa dirección se encuentran las rocas graníticas que componen el alto cordón Serrucho, y las porfiritas provienen de los cordones montañosos que se en-



El Cerro Figura, de 1.250 m. de altura sobre el nivel del mar. La base está formada por areniscas tufáceas conglomerádicas, de color blanquecino, conteniendo abundantes fragmentos astillados de basalto. La parte superior está formada por un resto de un manto de basalto de color negro. (Pilcaniyeu, Río Negro).

cuentran al Oeste del valle del Río Ñorquinceo. Idéntica observación se puede hacer en el gran valle del Río Teka, donde la parte inferior de la serie santacruceana está compuesta por bancos de conglomerados gruesos, en los cuales se notan bloques de granito y de esquistos cristalinos que proceden de los núcleos montañosos adyacentes hacia el Oeste del valle citado, como por ejemplo, el alto Cerro Cuche, formado por rocas graníticas.

En el gran valle longitudinal de Chile, particularmente en su extremo Sur, no han sido señalados depósitos tobáceos similares a estos del santacruceano de la Argentina, lo que evidenciaría que la gran actividad volcánica del mioceno inferior ha sido circunscrita a la zona oriental de la Cordillera Patagónica, y que las lluvias y vientos predominantes del

Oeste, han influido para que los finos materiales arrojados por los volcanes en actividad, se hallen depositados en las grandes cuencas y valles existentes en la parte oriental de Patagonia.

Las observaciones que anteceden nos demuestran, que en el micceno inferior, las cuencas y grandes valles de la región oriental de la Cordillera patagónica fueron rellenados por los productos de las grandes erupciones volcánicas y por los materiales gruesos y finos acarreados por las corrientes fluviales que venían en gran parte del Oeste, es decir de la parte alta de la Cordillera, que como sabemos fué elevada a fines del oligoceno, y que desde esa época habría actuado como divisoria de aguas interoceánicas.

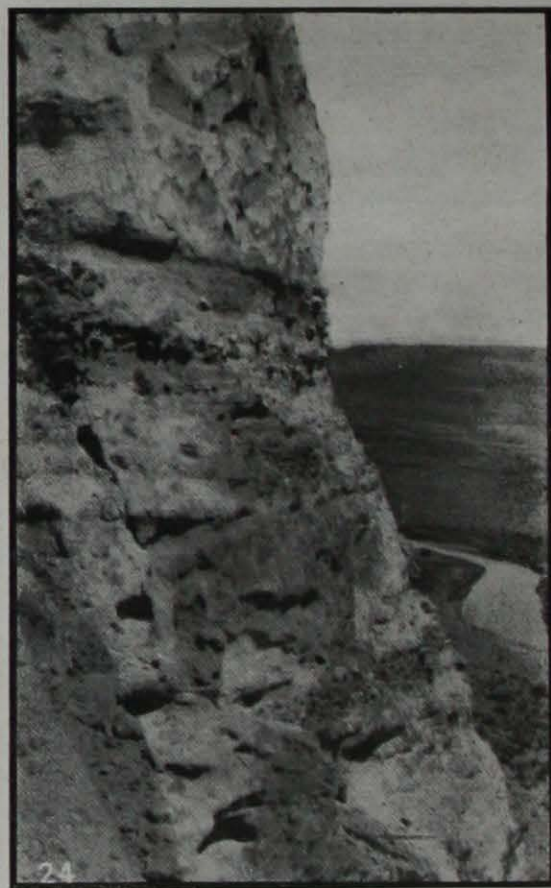
Desde que la Cordillera Andina fué creada por los movimientos tectónicos de la segunda fase, parece evidente que en el flanco oriental de la misma, se han establecido líneas de drenaje consecuentes, de dirección Oeste-este, que han llevado sus aguas al mar de la molasa patagónica. Esta inclinación del área continental hacia el Atlántico no ha sido alterada por los movimientos tectónicos ocurridos al final del mioceno, al contrario, la inclinación hacia la cuenca Atlántico ha sido aumentada y extendida hacia el Este, cuando las aguas del mar patagónico abandonaron dicha región a causa del levantamiento ocurrido en la época arriba citada.

Si las líneas de drenaje del mioceno inferior de la Patagonia, hubieran estado orientadas hacia el Oeste, es decir hacia el Pacífico, atravesando de Este a Oeste la cordillera recientemente elevada, las cuencas y valles de la parte oriental, no hubieran podido ser rellenadas por los productos de las erupciones volcánicas y del acarreo fluvial, por el hecho, de que los ríos que efectuaban el drenaje de

la región, habrían transportado dichos materiales fuera de la región en cuestión, vale decir, hacia el Pacífico, y por lo tanto, el relleno de las cuencas no hubiera podido efectuarse

Por estas razones deduzco que las líneas de drenaje orientadas hacia el Pacífico, durante el mioceno inferior, supuestas por Groeber en su trabajo intitulado: *Origen de los Valles Transversales de la Cordillera Patagónica*, no han existido, o mejor dicho, tal drenaje Pacífico no ha podido realizarse por las causas antedichas.

Ahora que conocemos el desarrollo del período santacruceano, podemos suponer con algún fundamento, que el manto de cenizas, tobas, liparitas y de lavas basálticas que cubrieron casi enteramente la superficie del viejo relieve del mioceno inferior, debe haber destruído casi completamente la flora y la fauna existentes hasta ese entonces en el área continental patagónica. Indudablemente



Aspecto de la barranca izquierda del Río Tecka, vista tomada con rumbo al sur. Ella muestra los conglomerados y areniscas tobáceas blanquecinas de la serie Santacruceana (Chubut)



32
Aspecto panorámico de la amplia cuenca de Pilcaniyen, vista tomada desde el centro de la misma con rumbo al SO. La cuenca ha sido elaborada en las areniscas y tobas Santaeruceanas, rellena en parte por las areniscas y depósitos lacustres Rionegrenses, que se encuentran conservados en el primer grupo de terrazas que se ven al fondo (Territorio del Río Negro).

te, los bosques fueron sepultados bajo los enormes mantos de lavas y cenizas arrojadas por los volcanes de aquella época, por esta razón, encontramos en las tobas y areniscas tobáceas, restos de madera, troncos y árboles enteros, muchos de ellos en posición vertical y con sus raíces. Parece evidente, que los bosques fueron aniquilados en forma total a causa de esta catástrofe ocurrida en el mioceno inferior, y que desde esta época, los bosques de grandes árboles no volvieron a poblar las mesetas de la Patagonia extraandina. Esto se deduce también, por el hecho de que en la formación patagónica no se encuentran restos de vegetales, ni en las areniscas del Río Negro que como sabemos corresponden al plicceno inferior, tampoco se han encontrado restos de plantas.

La serie eruptiva y tufácea santaeruceana, no se ha depositado concordantemente con la serie del terciario carbonífero como generalmente se acepta, sino que aquella descansa en discordancia sobre las capas sedimentarias que componen la mencionada serie eogena. Antes que se acumularan los depósitos santaeruceanos, los estratos

que componen la serie del terciario carbonífero, fueron elevados y plegados por los movimientos de ascenso de la segunda fase, y en el transcurso del levantamiento fueron desgastados por la erosión, que elaboró un relieve profundamente disectado, que Groeber ha llamado relieve prebasáltico.

Las tobas rellenaron este viejo relieve, y después a su vez, fueron elevadas y dislocadas a consecuencia de un movimiento general de



El valle del Río Deseado con rumbo al este, sobre el camino de Pico Truncado hacia el sur; la barranca izquierda muestra abajo, las areniscas de los estratos con Dinosaurios, y arriba, la formación Patagónica de 20 a 25 m. de espesor, cubierta por el manto de rodados patagónicos. (Santa Cruz).

ascenso que afectó a todo el continente, que ocurrió al final del mioceno o mejor dicho en el mioceno más superior; con este levantamiento termina el gran ciclo sedimentario de los depósitos marinos de la formación patagónica y de las tobas santaeruceanas.

El ascenso en bloque en el área continental de Patagonia puso fin al mar patagónico, abandonando sus aguas las regiones orientales extraandinas, entonces los ríos que descendían de la Cordillera patagónica extendieron su curso hacia el Este, cortando sus valles en los sedimentos marinos de la formación antes nombrada, al mismo tiempo profundizaban sus lechos en las tobas santaeruceanas. Puede decirse que desde el mioceno superior empieza la elaboración del relieve mesetiforme de Patagonia extraandina.

En el croquis número 3, he tratado de bosquejar en forma aproximada, la distribución de los depósitos marinos y terrestres que corresponden al mioceno inferior de acuerdo con los datos conocidos por mí y por Groeber. En el oeste patagónico el equivalente de los sedimentos marinos del patagónico lo encontramos en la formación



Margas de color moreno rojizo, con interestratificaciones de bancos de carbonato de calcio, que corresponden a los estratos de Los Llanos; estos estratos forman la margen izquierda del Río V, aguas arriba del Paso de San Ignacio, San Luis.

santacruceana pero al norte del Río Colorado, los depósitos terrestres equivalentes de la formación patagónica, están compuestos por areniscas calcáreas de color rojizo, con intercalaciones de bancos de toscas, conglomerados con rodados de cuarzo, arcillas coloradas y yesíferas. Los depósitos marinos terciarios de la cuenca del Paraná, están reemplazados lateralmente por areniscas y arcillas calcáreas y yesíferas de color rojizo predominante y de un espesor variable. De acuerdo con el resultado de las últimas perforaciones efectuadas en distintos lugares de dicha cuenca marina, se comprueba que el mar del mioceno inferior no ha penetrado tan profundamente en la cuenca chaqueña como se creía hasta ahora, sino por algunos brazos muy estrechos al parecer, cuyos límites no pueden ser fijados por el momento.

En la perforación de Yeruá, parte oriental de Entre Ríos, las arcillas calcáreas y yesíferas que componen los estratos de Los Llanos, tienen un espesor de 180 m. más o menos, que descansan por intermedio de un delgado conglomerado de base, compuesto por

toscas y rodados de areniscas, sobre la formación de areniscas coloradas del triásico. Al parecer los estratos de Los Llanos tienen una distribución más amplia en las provincias de Entre Ríos y Corrientes que lo que se había supuesto anteriormente.

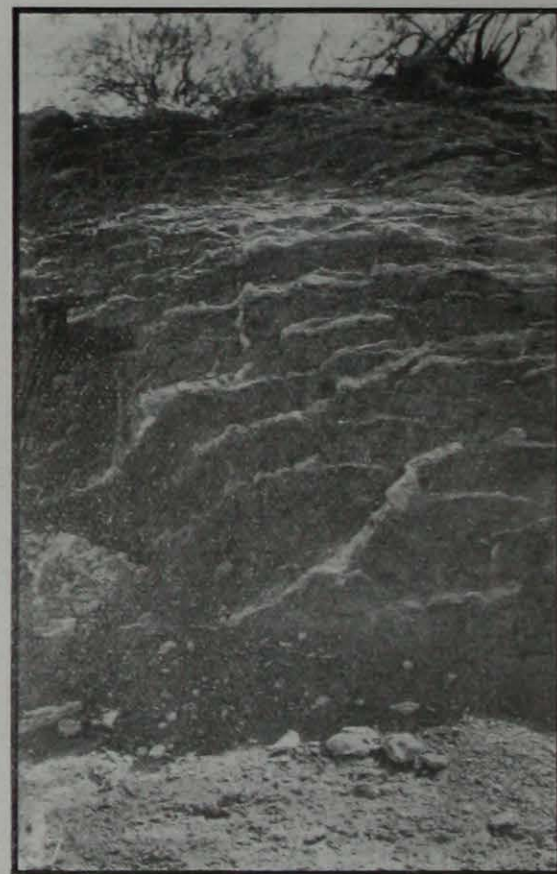
El mar del mioceno inferior que ocupaba la cuenca del Paraná, abandonó dicha región a consecuencia del ascenso que sufrió el continente en el mioceno superior, lo mismo que en Patagonia extraandina, pero no sabemos cómo fueron afectados por la erosión después del retiro del mar, antes que se depositaran sobre ellos los estratos arenosos y de margas arcillosas del plioceno inferior.

En las areniscas y margas calcáreas que componen los estratos de Los Llanos en el Oeste y Norte de la Provincia de San Luis, encontré algunos restos fósiles de mamíferos de la época terciaria, desconocidos para la ciencia. Los primeros que encontré fueron determinados por Rusconi, quien identificó dos especies, que son las siguientes: *Acrotypotherium Tupiai*, n. sp., y *Stereotoxodon tehuelche Guñazui*, subsp. n.; estos

fósiles fueron encontrados en las barrancas del Río Seco del Buen Retiro y en el Río Seco del Chilcal, en el departamento de La Capital, en el año 1936.

Posteriormente, en el verano de 1937, tuve la suerte de encontrar nuevos y abundantes restos fósiles de mamíferos extinguidos, en las margas calcáreas de los estratos de Los Llanos, en el lecho del Río Seco del Retamo, a 11 km. al Oeste de la estancia de Las Lagunitas; el lugar fosilífero viene a quedar justamente en el extremo Sur de la Sierrita de Ulapes del Sur de La Rioja, cuya parte terminal penetra en la Provincia de San Luis.

Un ejemplar de estos restos fósiles encontrados en El Retamo, fué estudiado por el paleontólogo del Museo Argentino de Historia Natural, señor Bordas, quien ha identificado la siguiente especie: *Puntatherium Guñazui*, n. sp. Según Bordas, este género tiene una marcada relación con la fauna de Chasicó, que fué estudiada por



Un detalle de las margas de color moreno rojizo, con sus interestratificaciones de carbonato de calcio, que componen los estratos de Los Llanos, en la margen izquierda del Río V, San Luis.



Calizas de color blanquecino y areniscas calcáreas conglomerádicas, del mismo color, con rodaditos de cuarzo y de rocas metamórficas; corresponden a la serie de los estratos de Los Llanos. Los estratos han sido dislocados y plegados, formando un corto anticlinal, al sur del hotel Altos de San Pedro; arriba lleva sobrepuesto un pequeño resto de rodados con grandes bosques, que se continúan en la terraza más alta. (Córdoba).

Kraglievich y Cabrera; al mismo tiempo el citado ejemplar, que es una especie nueva, exhibe una cierta semejanza con *Leontinidae* de las capas con *Pyrotherium* del eogeno de Patagonia.

Según Ruseoni, *Acrotytherium tapiai*, muestra caracteres más primitivos que los tipotéridos del Araucano superior, y que los dientes de *Stereotoxodon tehuelche Guinazui*, tienen cierta semejanza con los toxodontinos de Laguna Blanca.

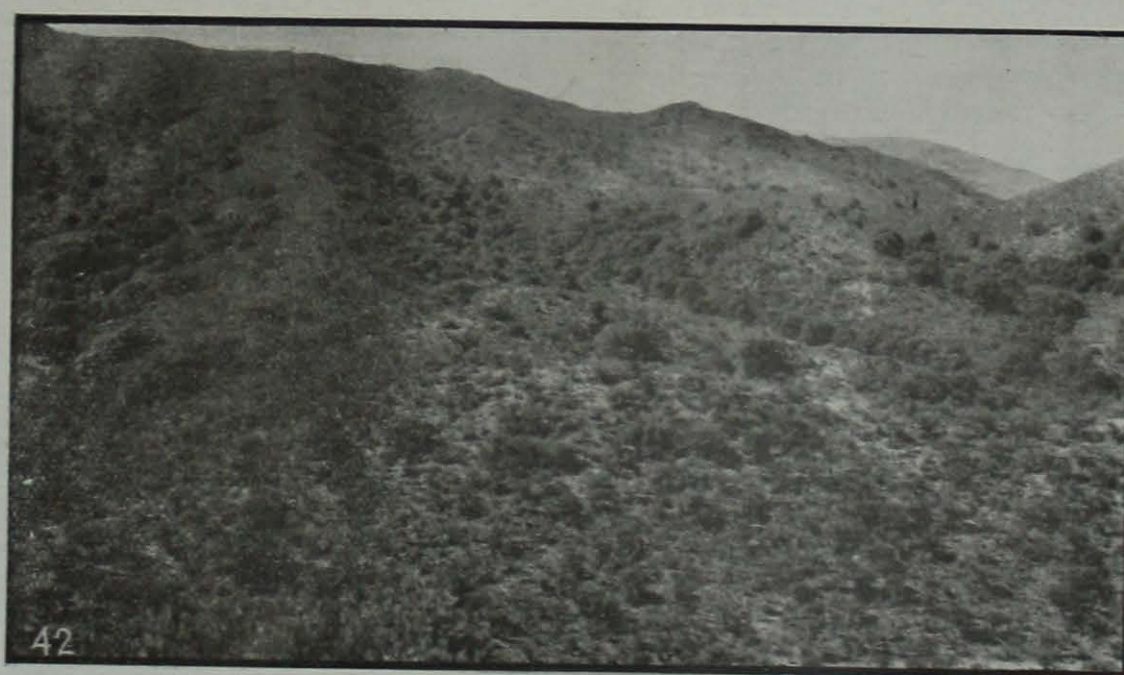
Los estratos de Los Llanos, designados así por Bodenbender, se presentan en forma típica en el Sur de La Rioja, ellos están compuestos, por areniscas cuarzosas con cemento calcáreo, con muchos rodados de cuarzo; por margas rodadas hasta rojizas, muy calcáreas, por arcillas más o menos estratificadas, con estrechas intercalaciones de una tosea arcillosa; por arcillas, o mejor dicho, areniscas arcillosas de color rosado a moreno con inclusiones de pedacitos de arcilla de color chocolate; también se encuentra en esta serie, bancos de arcilla casi pura, muy plástica, de color chocolate a rojizo vivo,

los que se hallan distribuidos localmente o en forma de lentes. Todos estos sedimentos se caracterizan por su elevado contenido de carbonato de calcio, que forma las concreciones y bancos de toscas sílico-calcáreas; además se intercalan entre las areniscas de esta serie, bancos de calizas bastante puras, que contienen un elevado

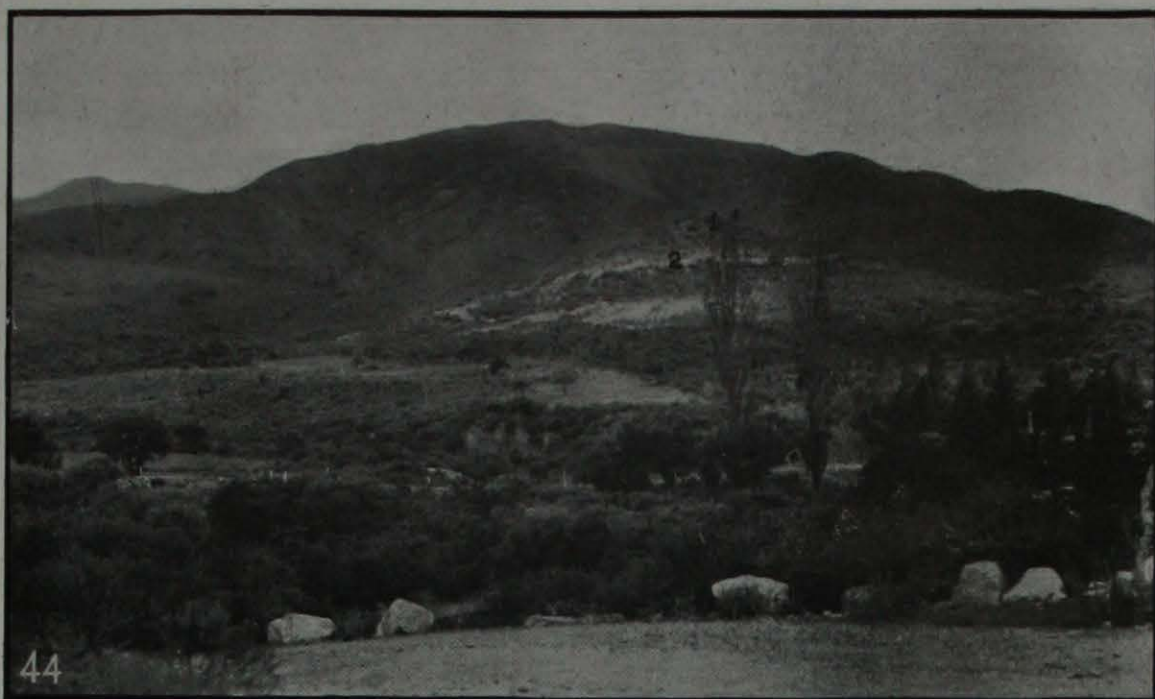
porcentaje de carbonato de calcio. El color predominante de dichos estratos, es rosado a rojizo y pardo rojizo, bastante vivo, de tal manera que se distinguen desde lejos por su coloración cuando son iluminados por el Sol.

Los estratos de Los Llanos engranan lateralmente con los estratos marinos de la cuenca del Paraná, donde se hallan compuestos por una sucesión de areniscas y de arcillas calcáreas y yesíferas, coloradas y verdosas, sin conglomerados, las que decansan sobre las areniscas coloradas de la serie de Paganzo, o sobre las rocas del basamento cristalino.

Los depósitos que componen los estratos de Los Llanos, se deben en gran parte a la acumulación de los productos de la destrucción de las areniscas y conglomerados que componen los estratos de Paganzo, a quienes deben su coloración rojiza predominante; aparte de esto, intervienen en su composición, los productos de la destrucción de las rocas del basamento cristalino y de las rocas eruptivas del terciario, las andesitas; además, en el material conglomerádico, predomi-



Vista panorámica de la falda occidental de la Sierra Chica de Córdoba, tomada desde los Altos de San Pedro con rumbo al sur, en la que puede observarse un alto escalón en forma de terraza, colocado a 1.200 m. de altura, más o menos, a la derecha de la misma se conservan las areniscas calcáreas de los estratos de Los Llanos y el depósito de rodados con grandes bloques, que llevan sobrepuestos en discordancia.



El Cerro del Dragón situado al pie de la Sierra Chica de Córdoba, frente a Huerta Grande; 1) resto del depósito de rodados con grandes bloques, que se asienta en discordancia sobre las areniscas calcáreas de color rojizo, con rodados de cuarzo, de los estratos de Los Llanos (2); en primer término, los bloques que proceden del depósito de rodados.

nan los rodados de cuarzo y también de calcedonia.

Debido al descenso del área continental ocurrida a principios del mioceno inferior que permitió la entrada de las aguas del mar en la cuenca del Paraná, los productos de la erosión rellenaron vastas cuencas elaboradas en un viejo relieve pre-mioceno; en este sentido, los estratos que componen la serie de Los Llanos, son terrestres y de agua dulce.

El rellenamiento de algunas cuencas intermontanas por los depósitos ya nombrados, alcanzó a sobrepasar los cordones intervalles, depositándose encima de ellos los estratos de Los Llanos, como se observa en las sierras del Sur de La Rioja, San Luis y en la Sierra Chica de Córdoba; en este último lugar han sido encontrados por Rimann, al Sur de Pampillas, a 1.700 m. de altura, descansando las areniscas calcáreas sobre los areniscas del triásico.

El ciclo de sedimentación de los estratos de Los Llanos, así como la de sus contemporáneos marinos de la cuenca del Paraná, ha terminado con el ascenso general del

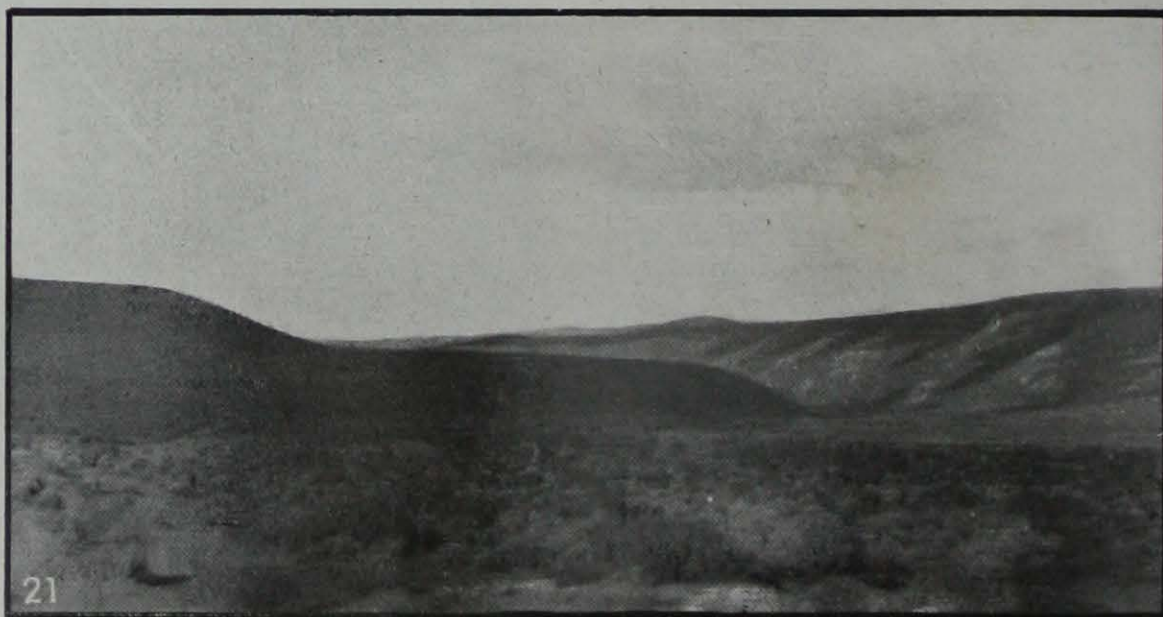
área continental que ocurrió como en Patagonia a principios del mioceno superior. Debido al levantamiento del suelo las aguas del mar abandonaron definitivamente la cuenca del Paraná, y fueron elevados, dislocados, plegados y sometidos a un intenso proceso de desgaste por la erosión fluvial y subaérea.

En Patagonia, el ciclo de erosión que acompañó al levantamiento general del continente como re-

flejo de los movimientos andinos, parece que ha terminado con una pausa, a la que siguió un movimiento de signo contrario o de descenso en bloque del área continental, fenómeno que ha sido acompañado en las zonas costeras por intrusiones marinas de relativa importancia, lo que habría ocurrido a principios del plioceno inferior.

Debido al descenso del suelo la zona de erosión se convirtió en zona de acumulación, en los grandes y profundos valles cortados en las tobas santacruceanas y en la formación patagónica, elaborados en el mioceno superior, se formaron grandes cuerpos de agua estancada que fueron rellenados por el material grueso y fino acarreado por los ríos desde las zonas montañosas vecinas.

Es esta la época de la sedimentación de las "areniscas del Río Negro", que están compuestas por areniscas de color gris azulado que presentan comúnmente una extratificación cruzada o diagonal, las que contienen abundante material volcánico y concreciones de sílice de color verde claro. En muchas cuencas amplias de Patagonia, la formación rionegrense está constituida por depósitos



Vista panorámica del gran valle del Río Tecka, tomada con rumbo al norte; está cortado en las areniscas y conglomerados tobáceos de la serie Santacruceana. La terraza que se introduce en el valle está formada por las areniscas grises del Rionegrense (Chubut).



Depósito de rodados con grandes bloques, de color gris azulado, en parte bien cementados; ha sido dislocado y elevado a mucha altura por los movimientos de ascenso del Plioceno superior. Se encuentra en la parte alta de la terraza de la parte sur de Esquel, compuesta por las areniscas del Terciario carbonífero (Chubut).

lacustres típicos compuestos por arcillas estratificadas que alternan con delgadas capas de arena fina, presentando en muchos casos una aparente estratificación anual semejante a la de las arcillas con *varves* de los lagos glaciales del cuaternario. Los estratos lacustres *rionegrenses* contienen frecuentemente restos de peces y de moluscos de agua dulce del género *Unio*; en muchos de ellos se encuentran con frecuencia depósitos de diatomeas de alguna importancia comercial.

Las areniscas del Río Negro, se encuentra típicamente desarrolladas en muchas cuencas y grandes valles, desde el estrecho de Magallanes y Río Gallegos por el Sur hasta el valle del Río Negro en el norte de Patagonia. En muchas partes de esta extensa zona, las areniscas de esta formación están reemplazadas por potentes acumulaciones de material grueso de origen fluvial mezclado con material fino arenoso y en parte arcilloso, que forman conglomerados de relativo espesor, que alternan algunas veces con bancos de areniscas.

La sedimentación de las areniscas del Río Negro fué acompañada por una considerable actividad volcánica; en esta época parece que se han producido las grandes erupciones de lavas basálticas cuyos mantos de color negro se extienden arriba de las tobas blancas santacruceanas.

Al Norte del Río Colorado los depósitos contemporáneos de las areniscas del Río Negro, están compuestos por mantos de conglomerados

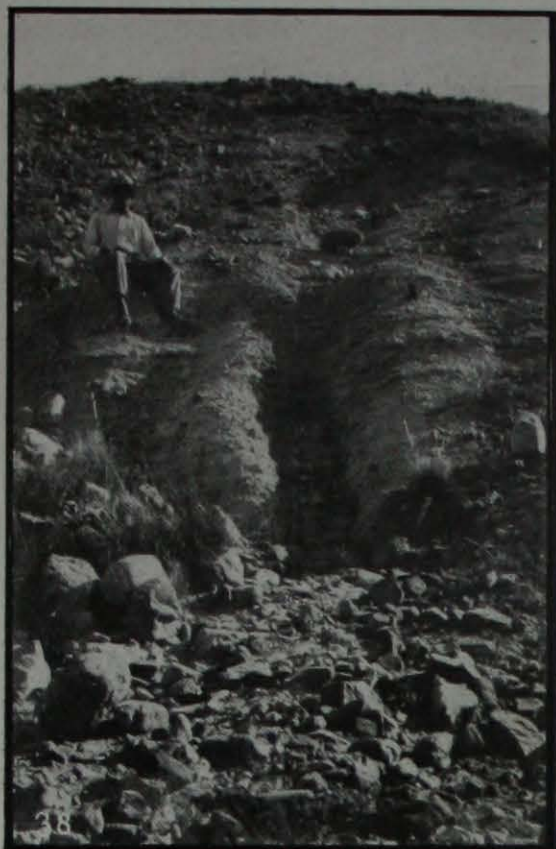
de gran espesor, de areniscas y margas de color rosado o rojizo, que constituyen las conocidas formaciones: *rodados dislocados*, *capas de guayquerías*, conglomerados y capas de Santa María y areniscas rosadas araucanas.

En San Luis y Córdoba, se observa en algunas partes especialmente en el interior de algunos valles, que los estratos de Los Llanos han sido dislocados y luego plegados por los movimientos de ascenso del mioceno superior, y después han sido cubiertos por areniscas y conglomerados rosados que rellenan cuencas y depresiones elaboradas por la erosión en la formación antedicha; estos depósitos corresponden indudablemente al plioceno inferior, lo que nos comprueba, que en esta época, el descenso del suelo se hizo notar en forma muy marcada en la región central del país, y que las sierras llamadas pampeanas tenían escasa altura.

Parece que antes de finalizar el ciclo de sedimentación del plioceno inferior, se produjo un cierto reavivamiento de la erosión en las áreas montañosas, que dió por resultado la acumulación de grandes depósitos de rodados con grandes bloques, mezclados con gui-



El depósito de rodados con grandes bloques que ha sido dislocado por los movimientos del fin del Terciario, los cuales forman las lomas de la estación Donovan, F. C. P.; vista tomada con rumbo al Este. (San Luis).



El depósito de rodados con grandes bloques, de color gris claro, hasta azulado, que componen las lomas de Dónovan, al costado del camino a San Luis.

jarros y arena. Entre los rodados se encuentran bloques de gran tamaño, de uno a varios metros cúbicos de volumen, lo que en su mayor parte están bien pulidos y redondeados, lo que demuestra que antes de ser depositados han sufrido un largo transporte por acción fluvial.

El depósito de rodados con grandes bloques o de cantos rodados de grandes dimensiones, se encuentran en el valle longitudinal de La Punilla, desde el pie occidental de la Sierra Chica de Córdoba hasta el valle del río San Francisco, es decir hasta el borde de la Pampa de Olaen. En la parte oriental de dicha sierra, también se encuentra el manto de rodado con sus grandes bloques, extendiéndose desde el pie de la sierra hasta las vecindades de la línea del F. C. C. C. En esta parte el manto de rodados tiene un espesor que oscila entre algunos pocos metros hasta 150 m, en promedio.

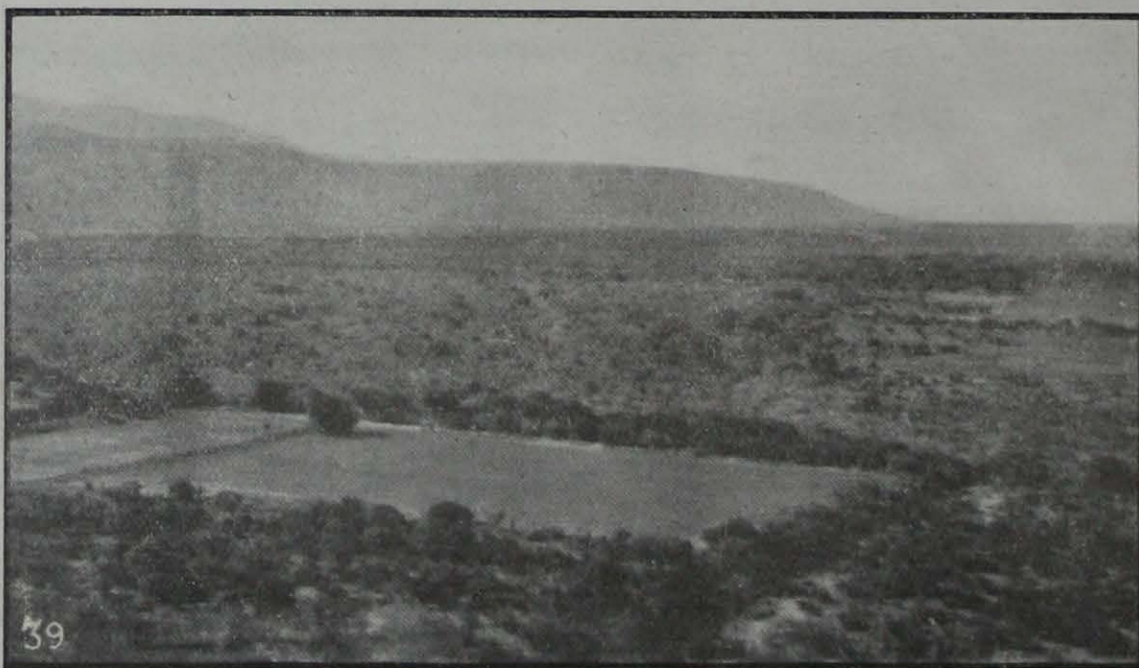
En la parte occidental de la Sierra de San Luis, se encuentran algunos remanentes del depósito de rodados con grandes bloques, ya sea formando parte de las altas terrazas que se hallan adosadas al flanco occidental del macizo, o bien formando pequeñas lomas o cerros aislados, situados hasta 10 y 15 km. al Oeste de la sierra. En el interior de algunos valles de la sierra nombrada, también se encuentra el depósito de bloques formando partes de terrazas o de mesetas aisladas, colocadas a diferentes niveles, en el valle del Río Trapiche, Río El Durazno, Potrero del Funes, en Dónovan y al pie del Cerro Lince, etc.

El depósito de rodados con grandes bloques, al parecer similar a estos, ha sido encontrado por Harrington, en pequeños remanentes dispersos en diferentes lugares de las faldas de las sierras de Curamalal, Bravard, Chaco y de La Ventana. Estos depósitos están compuestos por una masa arenosa y pedregosa, con rodados y grandes bloques, escasamente cementada, de color claro amarillento limón o pardo. Los bloques de mayo-

res dimensiones alcanzan hasta 3 y 4 m. y aun más.

En Patagonia también se encuentra en algunos lugares el depósito de rodados con grandes bloques, cementados o no, formando la parte superior de los depósitos pliocenos, así por ejemplo, en el valle de Esquel, Territorio del Chubut, al sudoeste de la población de Esquel, se presenta el depósito de bloques formando parte de una alta terraza que se apoya en el flanco norte del grupo de cerros llamados de Esquel. El depósito de rodados tiene un espesor de 60 a 80 m., y está compuesto por una masa arenosa mezclada con rodaditos, rodados angulosos, dentro de la cual se distribuyen regularmente los rodados mayores y los grandes bloques; el material se encuentra más o menos cementado y su coloración es gris azulado. El depósito de rodados mencionado, descansa sobre las areniscas del terciario inferior, y por arriba por depósitos merénicos correspondientes a la glaciación pleistocena.

En el valle superior del Río Corintos, al sudeste de Esquel, se



Aspecto de la meseta que se encuentra al sur de Nogolí, terrazada al costado occidental de la Sierra de San Luis; la parte superior de la meseta está compuesta por el depósito de rodados con grandes bloques, de 15 a 20 m. de espesor, el cual descansa sobre las areniscas conglomerádicas con rodados de cuarzo y de areniscas calcáreas, de los estratos de Los Llanos, que forman la parte inferior de la meseta (San Luis).



El depósito de rodados con grandes bloques, que se asienta en discordancia sobre margas arcillosas de color rojo moreno vivo, que corresponden a los estratos de los Llanos a 15 km. al oeste del pie occidental de la Sierra de San Luis, en el Cañadón de Las Saladas, San Luis.

presenta de nuevo el depósito de rodados rellenando un viejo valle, presentando una estratificación entrecruzada, teniendo el aspecto de un relleno de delta; el material en conjunto es de coloración gris azulada, escasamente cementado, y se encuentra cubierto por un espeso manto de morena de fondo y depósitos glaciafluviales.

En el valle del Río Teeka, los rodados con sus grandes bloques angulosos, siguen arriba de las areniscas del Río Negro. El depósito de rodados también lo he podido observar formando parte de la meseta que se encuentra inmediatamente al Sur del Río Mayo en el Territorio del Chubut.

Es indudable que el depósito de rodados con grandes bloques, ha formado parte de un manto continuo y más extendido, que se encontraba al pie de las sierras en la forma de un gran abanico aluvial o de depósitos de pie de monte. La posición y la altura de las terrazas, en las cuales el depósito de rodados forma parte, especialmente de aquellas que se encuentran en las faldas de las sierras de San Luis y Córdoba, indican claramente que dichas sierras tenían en esa época muy poca al-

tura, quizás de 600 a 800 m., más o menos; pero en algunas partes el manto de rodados ha cubierto la parte superior de dichas sierras por el hecho señalado por Rimann en la Sierra Chica, que encontró en la altiplanicie de Las Pampillas restos del depósito de bloques a 1.700 m. de altura, lo que indicaría que el manto de rodados ha cubierto antiguamente, por lo



Depósito de rodados, arena y pedregullo, de color rojizo, con estratificación horizontal, terrazados al costado occidental de la Sierra Chica de Córdoba, y recortados por las aguas del Río Primero, frente a Biale Massé, Córdoba. Este depósito corresponde indudablemente al Plioceno.

menos en parte, las rocas que forman la sierra antes nombrada.

El ciclo de sedimentación del plioceno inferior y medio, finalizó con un gran movimiento de ascenso de carácter general para todo el continente, que debe haber perdurado durante todo el plioceno superior hasta el comienzo del cuaternario. A consecuencia de este movimiento positivo los bloques que componen la sierra de Córdoba y San Luis, fueron elevados a considerable altura juntamente con sus estratos de cubierta, desde el plioceno y más antiguos, los que quedaron expuestos en el transcurso del movimiento a un intenso proceso de erosión.

El desplazamiento de los bloques se ha efectuado en forma diferencial siguiendo líneas de fallas longitudinales y transversales, producidas en anteriores fases de ascenso de la era terciaria. Se han formado amplios abovedamientos limitados por hundimientos, fracturas y fallas en escalones, que despedazaron la vieja superficie ascendida en numerosos trozos.

En las sierras de Córdoba y San Luis, las fallas longitudinales li-



Aspecto del depósito de rodados con grandes bloques, que ha sido dislocado por los movimientos de ascenso del Plioceno superior, forma una loma de 60 a 80 m. de altura; a 15 km. al Oeste del pie de la Sierra de San Luis, en el lugar de Las Saladas, San Luis.

mitan a los bloques por el costado occidental que es el que se ha elevado más, ofreciendo por esta causa un perfil de bloques inclinados con su falda occidental de pendiente corta y abrupta, y la oriental muy extendida y de suave pendiente. Al final de plioceno superior, las sierras pampeanas han adquirido su máxima altura; debido a los movimientos diferenciales de ascenso de los bloques que desnivelaron la vieja superficie del plioceno inferior, el depósito de rodados ha quedado formando parte de terrazas colocadas a diferentes niveles en los flancos de las sierras ascendidas. Naturalmente estas terrazas no indican movimientos o etapas diferentes, sino que ellas se deben a los movimientos diferenciales de los bloques.

En Patagonia, tanto en la región cordillerana así como las altiplanicies extraandinas fueron elevadas y sufrieron plegamientos más o menos intensos, durante el levantamiento del Plioceno superior, alcanzando al final de este período, especialmente la cordillera Andina y Patagónica su máxima altura. Con el levantamiento del continente se inicia un intenso proceso de erosión o de rejuvene-

cimiento del relieve, debido, al cual, las grandes corrientes fluviales recortaron los depósitos Rio-negrenses, cuyos restos han quedado terrazados en los costados de los grandes valles y cuencas elaboradas en el ciclo de erosión del mioceno superior.

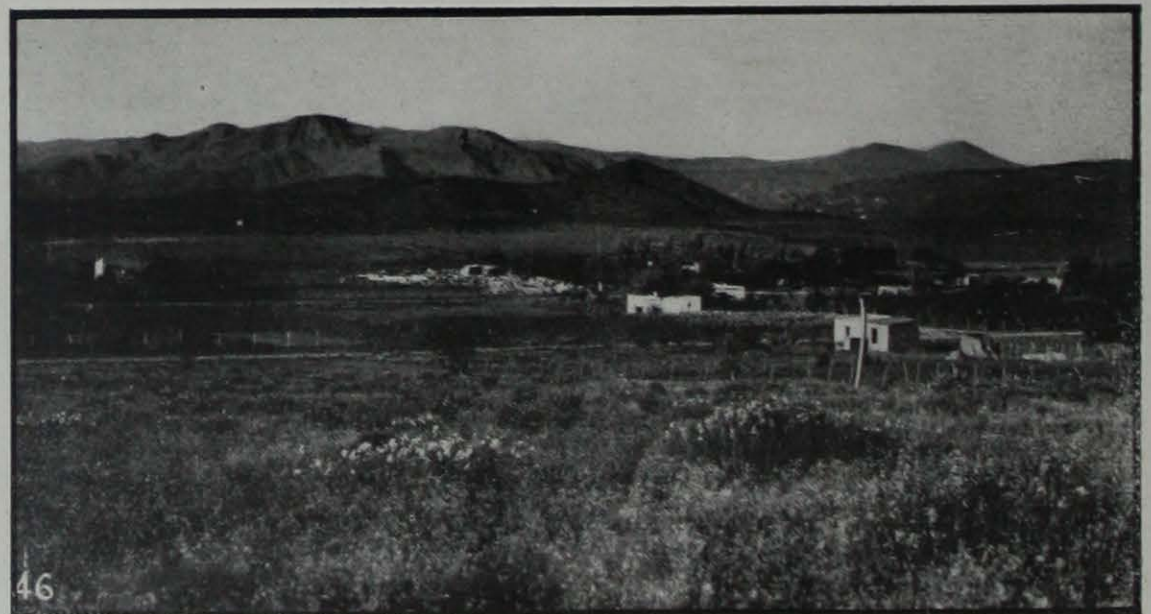
La erosión fluvial del plioceno superior contribuyó a la elaboración del paisaje mesetiforme y escalonado, disectando profundamente las altiplanicies de la patagonia extraandina. Los movi-

mientos de ascenso del plioceno superior constituyen la cuarta fase de los movimientos tectónicos andinos; debemos recordar que los movimientos tectónicos ocurridos en el mioceno superior, constituyen la tercera fase de los movimientos andinos ya citados.

Cuando la Cordillera Patagónica y Andina alcanzaron su máxima altura en el plioceno superior, el levantamiento parece que ha sufrido una pausa o una interrupción, empezando entonces el cambio de clima que dió lugar a la gran glaciación del Cuaternario (pleistoceno). No podemos establecer con seguridad, en que momento del levantamiento del plioceno superior empezó la glaciación de referencia, empero, podemos decir con seguridad que el manto de hielo pleistoceno invadió y cubrió un relieve profundamente disectado por la erosión fluvial anterior o preglacial.

OBRAS CITADAS

AMEGHINO, F.: Les Formations Sédimentaires du Crétacé Supérieur et du Tertiaire de Patagonie. Anales del Museo Nacional de Buenos Aires, Serie III. Tomo VIII, pág. 515, 1906.



Vista panorámica de la falda occidental de la Sierra Chica de Córdoba frente a La Cumbre; 1) resto de areniscas coloradas del Triásico sobrepuestas a las rocas gneísicas que componen dicha sierra; 2) estratos Terciarios neogenos dislocados por los movimientos de ascenso del Plioceno superior.

CUADRO I.

RESUMEN DE LOS PRINCIPALES ACONTECIMIENTOS DE ORDEN TECTONICO Y DE LOS GRANDES CICLOS DE SEDIMENTACION DEL TERCIARIO DE LA PATAGONIA Y DE OTRAS PARTES DE LA ARGENTINA, DE ACUERDO CON LOS PUNTOS DE VISTA EXPRESADOS EN EL CURSO DE ESTE TRABAJO

<p>CUATERNARIO O ANTROPOZOICO</p>	<p>HOLOCENO O POSTGLACIAL Cambio de clima (seco y cálido) PLEISTOCENO O GLACIAL Clima frío y húmedo.</p> <p>Platense; ingresión marina postglacial. Disipación del último manto de hielo y formación de los cuatro grupos de morenas terminales. Segunda fase (avance del hielo). Fase interglacial. Primera fase de avance del hielo. } Rodados patagónicos</p>
<p>PLIOCENO SUPERIOR</p>	<p>Cuarta fase de los movimientos de ascenso; levantamiento general del continente. La cordillera patagónica y andina alcanzan su máxima altura, igualmente las sierras pampeanas; elaboración del relieve mesetiforme de la Patagonia. Este ciclo de erosión finaliza con el período glacial pleistoceno.</p>
<p>PLIOCENO MEDIO E INFERIOR</p>	<p>Cuarto ciclo de sedimentación. Depósito de rodados con grandes bloques (preglacial). Areniscas del Río Negro — Depósitos marinos Rionegrenses y del Cabo Buen Tiempo — Araucano — Capas de Huaiquerías. Rodados dislocados — Arenas y margas calcáreas que se encuentran arriba de los depósitos marinos de la cuenca de Paraná.</p>
<p>MIOCENO SUPERIOR</p>	<p>Tercera fase de los movimientos de ascenso, de carácter general; acompañada por levantamientos diferenciales, plegamientos y erosión intensa. Las aguas del mar Patagónico — Paraná abandonaron las regiones respectivas. Comienzo del relieve mesetiforme patagónico.</p>
<p>MIOCENO INFERIOR</p>	<p>Tercer ciclo de sedimentación. Transgresión marina del Patagónico y del Paraná. Depósitos de la formación Patagónica — Mesopotámico (Paranense — Santafecino — Entrerriano) — Santa cruceano (tobas, liparitas, basaltos, traquitas) — Estratos de Los Llanos, Margas y conglomerados rojos Calehaquies.</p>
<p>OLIGOCENO SUPERIOR</p>	<p>Segunda fase de los movimientos de ascensos andinos de carácter general para todo el continente, acompañada por levantamientos, plegamientos y erosión. Las aguas del mar del terciario carbonífero abandonaron la región que antes ocupaban.</p>
<p>OLIGOCENO MEDIO E INFERIOR EOCENO</p>	<p>Segundo ciclo de sedimentación. Depósitos del terciario carbonífero, marinos y continentales: Pisos de Navidad y Concepción; depósitos marinos y continentales carboníferos de la cordillera patagónica y "magellanian beds". Depósitos terrestres eógenos: estratos con <i>Colpodón</i> (Colhué-Huapí) — <i>Pyrotherium</i> (Deseado) — <i>Astraponotus</i> (Musters) y <i>Notostylops</i> (Casa Mayor). Serie andésica eógena.</p>
<p>PALEOCENO</p>	<p>Primera fase de los movimientos de ascenso del terciario. Esta fase es poco conocida, ella comienza con los movimientos tectónicos del fin del cretáceo y principios del terciario. Al paleoceno corresponden probablemente las areniscas con mamíferos encontradas por Ameghino y Simpson en el Río Chico de Santa Cruz y los mantos de andesita de la base de los depósitos marinos del terciario carbonífero.</p>

CUADRO II.

CORRELACION ENTRE LOS DEPOSITOS MARINOS Y CONTINENTALES DEL TERCIARIO CARBONIFERO, CON LOS
DEPOSITOS TERRESTRES (TOBAS CON MAMIFEROS) DEL EOGENO DE LA PATAGONIA

	Territorios de Magallanes y Tierra del Fuego	Parte Sur del valle longitudinal de Chile	PATAGONIA	
			Región cordillerana	Región oriental (Según G. G. Simpson)
OLIGOCENO	Estratos de Loreto	Piso de Navidad	Depósitos marinos y continentales de Nahuel-Huapi, Ñirihuau, Las Bayas, Chiquiniyeu, Montoso, Cushman, Epuyén, Esquel, Lago San Martín, etc.	<i>Colpodon</i> (Collue-Huapi)
				<i>Pyrotherium</i> (Deseado)
EOCENO	Estratos de Boquerón	Piso de Concepción		<i>Astraponotus</i> (Musters)
PALEOCENO				<i>Norostylops</i> (Casa Mayor)
			Mantos de andesitas	Areniscas con mamíferos (Río Chico)

E O G E N O

- BERRY, EDWARD W.: Fossil plants from Chubut Territory collected by Scarritt Patagonian Expeditions, Am. Mus. Novitates, No. 356, pág. 1-10, 1932.
- Miocene Patagonia, Nat. Acad. Sci. Pr. Vol. 20, pág. 280-282, 1934.
- Uper Cretaceous plants from Patagonia, Science, n. s., vol. 86, pág. 221-222.
- Tertiary Flora from the Río Pichi-leufú, Argentina, Geological Society of America, Special Papers, N.º 12, 1938, pág. 26-32.
- BODENBENDER, G.: La llanura al Este de la Sierra de Córdoba; contribución a la historia del desarrollo de la Llanura Pampeana; Bol. Acad. Nac. de Ciencias de Córdoba, Tomo XIV, pág. 21-24.
- BODENBENDER, G.: Parte Meridional de La Rioja y Regiones Limítrofes, Anales, Min. de Agricultura, T. VII, N.º 3, pág. 97.
- BONARELLI G.: Tierra del Fuego y sus Turberas; Sec. Geología, Min. y Min. Tomo XII, N.º 3, Anales del Min. de Agricultura, 1917, pág. 71-80.
- BONARELLI, G. y NAGERA, J. J.: Observaciones geológicas en las inmediaciones del Lago San Martín, Territorio de Santa Cruz, Bol. N.º 27 de la Dirección de Minas y Geología, 1921, pág.
- BRÜGGEN, J.: Informe sobre las Exploraciones Geológicas de la Región Carbonífera del Sur de Chile. Bol. Soc. Nac. de Minería de Chile, Tomo XXV, pág. 23-28 y 50-83; 461-516.
- BORDAS, A.: Diagnósis sobre Algunos Mamíferos de las Capas con Colpodon. Del Valle del Río Chubut. Rev. Physis, t. XIV. Segunda Reunión de Ciencias Naturales, Mendoza, pág. 415. Bs. Aires, 1939.
- CORDINI, I. R.: Comunicación verbal.
- DECAT, J. y POMEYROL, R.: Informe Geológico sobre las posibilidades petrolíferas de la región Magallánica. Bol. Min. Soc. Nac. de Minería, Vol. XLIII, No. 389, pág. 763-771.
- DUSEN, P.: Über die tertiäre Flora der Magellansländer, Svenska Exped. till Magellansländerna, Band 1, p. 87-107, 1899.
- GROEBER, P.: Líneas Fundamentales de la Geol. del Neuquén, pág. 67-68-69 y 70; Pub. N.º 58. Dirección de Minas y Geología. Bs Aires, 1929.
- Origen de los valles transversales de la Cord. Patagónica. Anal. Soc. Arg. de Est. Geográficos, GAEA, T. II, N.º 3, pág. 442. Bs. Aires.
- El Eogeno del Neuquén, El Piso de Navidad Chileno, La Formación del Río Grande y sus Relaciones. Anal. Mus. Arg. de Ciencias Naturales, T. XI, pág. 63 y 64. Buenos Aires, 1939.
- GROSSE, EMIL: El Terciario Carbonífero de Antioquia, Colombia. En la parte occidental de la Cord. Central de Colombia; pág. 101-125-157. Berlín, 1926.
- GUIÑAZU, J. R.: Comunicación en la Soc. Arg. de Est. Geog. GAEA, 1932, y comunicación por escrito al doctor Berry, 1935.
- FELSH, J.: Reconocimiento Geológico de los alrededores de Punta Arenas y de la parte NO. de la Tierra del Fuego, Bol. Insp. Min. Geog. y Minas, IV, 1912, Santiago de Chile.
- Reconocimiento Geol. de los terrenos petrolíferos de Magallanes del Sur. Primera Parte. Bol. Soc. Nac. Min., 1916. Santiago de Chile.
- FERUGLIO, E.: Estudio Geológico de la Región Pre y Subandina en la latitud del Lago Nahuel Huapí. Anales Soc. Argentina de Est. Geog. GAEA. Tomo II, N.º 3, pág. 425-437.
- HARRINGTON, H. J.: El Conglomerado Rojo, de las Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires; Inst. del Mus. de la Univ. Nac. de La Plata, T. II, pág. 147-184; Buenos Aires, 1936.
- HANG, EMILE: Traité de Géologie, T. I., pág. 504.
- HEMMER, A.: Informe final sobre la perforación P. 7 (Río Tres Brazos) en la región petrolífera de Magallanes. Bol. Min. Soc. Nac. de Minería, vol. 43, pág. 1067-1069; 1931. Santiago de Chile.
- KEIDEL, J. y HEMMER, A.: Informe preliminar sobre las investigaciones efectuadas en la región petrolífera de Magallanes, en los meses de verano de 1928-29; Bol. Min. Soc. Nac. de Minería, pág. 706-710; Vol. 43, N.º 388.
- KURTZ, F.: Sobre la existencia de una Dakota Flora en la Patagonia Austro Occidental. Santa Cruz; Rev. del Museo de La Plata, T. X, pág. 45-57.
- ORTMANN, A. E.: Reports of the Princeton Expedition to Patagonia, Vol. 4, pág. 95-299-307-310.
- RASMUS, J.: Apuntes geológicos sobre los hallazgos de carbón al Sur del lago Nahuel Huapí; Bol. N.º 28, Dirección de Minas y Geología, 1922. Buenos Aires.
- RIGAL, R.: El Carbón de Epuyén, 1923; estudio inédito de la Dirección de Minas y Geología.
- La Mina de Carbón de Nahuel Huapí, 1936; informe inédito de la Dirección de Minas y Geología.
- Estudio de los afloramientos carboníferos de la región de Ñorquinco y de Cushamen. Territorio del Río Negro, 1939.
- RIMANN, E.: Estudio geológico de la Sierra Chica, entre Ongamira y Dolores. Act. Acad. Nac. de Ciencias de Córdoba, T. 23, pág. 183.
- RODRIGUEZ MARIN y MUÑOZ CRISTI: Estudio Geológico y Económico de los esquistos bituminosos de Lonquimay. Bol. Min. Vol. 43, de la Soc. Nac. de Minería, pág. 206-213-217. Santiago de Chile.
- SIMPSON, G. G.: Stratigraphic nomenclature of the early Tertiary of central Patagonia, Am. Mus. Novitates, N.º 664, pág. 1-13-1933.

Acondicionamiento del filtro en los pozos petrolíferos

Por FEDERICO RAMOS RUIZ (*)

Cuando se ha terminado la perforación de un pozo que ha atravesado las formaciones productivas, es necesario evitar que durante su explotación futura, el petróleo, al fluir hacia él, arrastre consigo la arena en que está contenido, pues de otra manera dará lugar a inconvenientes de importancia que podrán conducir hasta su completo taponamiento. Este proceso, que se produce normalmente en areniscas, es más evidente en estas formaciones cuando tienen características desmoronables, es decir, cuando son poco consolidadas.

La experiencia ha demostrado la necesidad de mantener intactas las paredes del pozo perforado para asegurar su productividad durante su explotación. Ello se consigue en los casos normales insertando cañerías perdidas en el fondo del pozo, con aberturas de distintos diseños, que permiten el paso del petróleo pero que impiden la afluencia permanente de los granos de arena que constituyen la napa petrolífera. Este procedimiento, que es el que se usa por lo general, es indispensable cuando el zapato de la entubación del pozo se ha cementado superiormente a las napas productoras. Se emplean además otros sistemas para obtener idéntico resultado, ya sea porque el pozo no exija necesariamente la colocación de caños filtros si las areniscas están suficientemente consolidadas, o cuando la entubación se cementa totalmente hasta el fondo, donde se perfora la cañería frente a las napas, o esta última parte de la columna cementada está constituida por cañería previamente cribada.

El primer caso es el que constituye el problema fundamental de Comodoro Rivadavia. En este yacimiento, los horizontes petrolíferos están formados por la agrupación de partículas de diversos tamaños dentro de los

límites extremos establecidos por el proceso de sedimentación que las originaron, dependientes de la masa de los distintos granos y de la velocidad de las corrientes de agua. Esa diferencia en el tamaño de las partículas es la circunstancia que se aprovecha para provocar una selección natural de los granos que son arrastrados por los flúidos que llegan al pozo, selección que se produce en una zona de relativo espesor, comprendida entre el caño filtro y una distancia variable hacia el interior de la formación. Dicha distancia no debe adquirir valores elevados y la correcta elección del filtro limitará el desarrollo de este proceso a unos centímetros, en cuyo caso quedará asegurada la afluencia del petróleo a flúidos de la arena durante la vida productiva del pozo.

El análisis granulométrico del testigo indicará el tamaño adecuado de los orificios del filtro, estableciendo que debe ser aproximadamente igual al doble del tamaño de grano correspondiente a un porcentaje acumulado definido, inferido directamente de los valores indicados por los resultados de dicho análisis, siendo necesario también tomar en consideración las características particulares del petróleo de la formación. Más adelante se analizará detalladamente el procedimiento aconsejable que deriva de los estudios realizados por los especialistas en la materia.

Durante largo tiempo, en las primeras épocas del desarrollo de la industria, los pozos petrolíferos fueron explotados sin utilizar dispositivo alguno que protegiera a las paredes de la continua desintegración. Las caras de la formación permanecían descubiertas frente al pozo. Los innumerables inconvenientes que se producían por la acumulación del relleno y desmoronamiento de las capas imper-

meables superiores e intermedias, forzaron a los técnicos a buscar la necesaria solución.

Desde el momento en que la experiencia aconsejó el uso de cañerías cribadas para contener el desmoronamiento de las paredes del pozo, diversos tipos de caños filtros han sido empleados con este fin. De entre ellos el más común fué el constituido por caños con orificios circulares que probó su eficacia en arenas de regular consistencia, proveyendo a las paredes del pozo el esfuerzo necesario para mantener intacta su estructura circular. Pero en formaciones poco consolidadas su efecto fué prácticamente nulo, y bien pronto la técnica se vió obligada a substituir este sistema por otro que fuera realmente eficaz en tan desfavorables condiciones.

Aparecieron así diversos diseños que condujeron finalmente al tipo de ranura construída directamente sobre el mismo caño. En el Yacimiento de Comodoro Rivadavia, a principios del año 1936 se substituyó la cañería perdida con agujeros por un tipo de filtro Mac-Evoy, con lo cual se introdujo una extraordinaria mejora en el acondicionamiento de los pozos. Este filtro estaba constituido por tapones de bronce ranurados, ajustados a los orificios que se hacían previamente sobre el caño. A fines del mismo año, se adoptó definitiva y exclusivamente el caño filtro tipo "Kobe", que tiene ventajas técnicas y económicas sobre el primero, en razón de su mayor sencillez y eficacia. En efecto, el filtro Mac-Evoy tenía el inconveniente de concentrar la sección de pasaje de los flúidos en los referidos tapones ranurados y las ranuras eran de corte recto. La sección total de pasaje que proveían era igual a la cuarta parte de la obtenida con las ranuras del tipo "Kobe" y su costo de construcción resultaba cinco veces superior al de éste.

(*) Ing. de Explotación del Yacimiento en "El Trébol".