

## EDAD Y FACIES DEL GRUPO SPRINGHILL EN TIERRA DEL FUEGO \*

por Giovanni Cecioni F.

La primera perforación ubicada en el alto sísmico de Manantiales, en diciembre de 1945, permitió el descubrimiento de la Formación Springhill, arenosa y petrolífera. Cinco años después he reconocido esta misma Formación en el Lago Azul, situado en el extremo del Seno de Ultima Esperanza y, luego, en el Seno Silva Palma, intercalada entre las pizarras del Cretáceo inferior y las riolitas y "rocas anexas".

Recientemente ha aparecido una memoria de carácter económico sobre esta formación por B. Grossling (8). Respecto a la edad de la formación, el autor pone en conocimiento los resultados parciales de mis estudios efectuados en 1951 (1), por medio de los cuales llegué a la conclusión de que la Formación Springhill es del Neocomiano, corrigiendo consecuentemente la determinación cronológica divulgada por C. R. Thomas (11) y mencionada por E. Feruglio (T. III, pág. 253), el cual opinaba que podría corresponder a la parte más baja del Cretáceo Superior.

El objeto de este trabajo es: 1) poner en evidencia los hechos sobre los cuales ha sido posible establecer la edad de esta formación; 2) subdividir ésta en dos porciones de composición litológica y ambiente de depositación distintos; 3) establecer la posible naturaleza de la Formación más baja encontrada en los pozos.

Los sedimentos que producen petróleo y gas han sido subdivididos ahora en tres formaciones (desde arriba): Sombrero, Manantiales y Flamenco. Las Formaciones Sombrero y Manantiales han sido reunidas en un grupo estratigráfico (Grupo Springhill), con el fin de proporcionar una nomenclatura más fácil para el desarrollo de otras actividades en los sectores de la ENAP, donde no es necesario un detalle estratigráfico.

Damos a continuación las definiciones de las tres formaciones y empezando desde la más joven

**Formación Sombrero:** (ex-miembro marino de la Formación Springhill):

\* Publicada con permiso de la Empresa Nacional del Petróleo.

Areniscas cuarzosas, limolitas o lutitas limosas, marinas, a veces muy calcáreas, con o sin rodados.

Techo: Base de las lutitas de los Estratos con *Favrella steinmanni*.

Base: Techo de la Formación Manantiales o de la Formación Flamenco.

Formación Manantiales: (ex Arcillas Intermedias de Grossling):

Areniscas cuarzosas, limolitas, lutitas limosas y lutitas lacustres con raros sedimentos rítmicos.

Techo: Base Formación Sombrero.

Base: Techo Formación Flamenco.

Formación Flamenco (ex Serie Tobífera):

Cantidad continua y conspicua de lutitas verdes ceroides con rodaditos o elementos brechosos, raros o prevalentes.

Techo: Base Formación Manantiales, o base Formación Sombrero, o base Estratos con *Favrella steinmanni*.

Utilizo el nombre "Formación Flamenco" con carácter provisional, para designar la ex "serie Tobífera" de Sub-superficie, mientras se ejecuten suficientes estudios regionales para tener un concepto más claro sobre facies y correlaciones.

Los resultados de los estudios más recientes han sido ampliamente discutidos entre los geólogos de la ENAP (4) y, si para algunos problemas no tenemos una solución exacta, es porque todavía faltan datos de observación, o éstos son demasiado pobres. Los resultados adquiridos y las hipótesis de trabajo formuladas, tendrán la ventaja de enfocar de una manera completamente distinta los problemas relativos a la estratigrafía del Cretáceo patagónico y es posible que nuevos datos, o ulteriores conocimientos, modifiquen estas conclusiones; se trataría siempre de detalles que, considerando los actuales conocimientos sobre esta región, económicamente tan interesante, no afectarían mayormente las conclusiones que vamos a establecer.

1º Edad del Grupo Springhill. Las correlaciones estratigráficas efectuadas entre los distintos pozos en la zona de Cerro Sombrero, basadas sobre la litología y los perfiles eléctricos, son perfectas. Es justificado entonces reunir los distintos fósiles, encontrados en los testigos de diversas perforaciones, en una sola columna bio-estratigráfica, integrativa y teórica, considerando sus posiciones relativas con respecto al techo del Grupo Springhill, que ponemos en cota cero; las cotas positivas indican metros arriba y las negativas metros abajo:

+ 265/259	<i>Aucellina bonarelli</i>	(Creta Dura)
	" <i>andina</i>	
+ 87	<i>Otozamites</i> sp.	(Estratos con <i>Favrella steinmanni</i> )
+ 47/45	"	
+ 26/19	<i>Aucellina</i> sp.	"
	<i>Favrella steinmanni</i>	"
	<i>Favrella americana</i>	"
	<i>Streblites</i> aff. <i>patagoniensis</i>	"
	<i>Belemnopsis</i> sp.	"
+ 16/13	<i>Crioceras</i> sp.	"
	<i>Belemnopsis patagoniensis</i>	"
	<i>Favrella steinmanni</i>	"

0 TECHO GRUPO SPRINGHILL

-10	<i>Neithea (Vola) sp.</i>	(Formación Sombrero)
	<i>Belemnopsis patagoniensis</i>	"
	<i>Otozamites sanctae-crucis</i>	"
37.5/54.5	" "	(Formación Manantiales)
	O. s.c. <i>Longepinnata</i>	"

*Aucellina bonarelli* Fer. está presente con numerosas valvas derechas, con contorno elíptico, con las características ondulaciones concéntricas intersectadas por costillas radiales. Esta es una forma vicariante de la *A. coquandina* (d'Orb), que fué señalada en el Aptiano y Albiano europeo. La *A. bonarelli* fué citada en el Albiano Superior o Cenomiano Inferior del Lago San Martín, del Cerro del Cuchillo (Lago Argentino) unida a *Favrella americana* (?) en una serie que descansa sobre el Neocomiano-Barremiano de la Estancia María Cristina, según Feruglio (5).

*Aucellina andina* Fer. Está presente con numerosas valvas izquierdas y moldes, correspondientes perfectamente a las figuras Feruglio (5, tav. 1, figs. 12, 13 y 14). Fué encontrada en el Aptiano del Lago San Martín.

*Neithea (Vola) sp.* está presente con varias valvas generalmente derechas y raramente presenta orejitas; tiene costillas fuertes, radiales, poco numerosas, sin costillas secundarias intercaladas; parece pertenecer al grupo de la *N. atava* del Neocomiano europeo.

*Belemnopsis patagoniensis* (Favre): muchos ejemplares no todos referibles exactamente a esta forma porque se presentan a veces incompletos; sin embargo, son muchos los que presentan una forma cónica, sección circular en la porción adoral; un surco ventral amplio que desaparece a las dos terceras partes del largo total. Esta forma fué considerada de edad Titonico Valanginiana; Bonarelli la señaló en capas que del Titonico Superior pasan al Berriasiano en el Lago San Martín; Feruglio la encontró algo más arriba de la colada porfírica más alta de Laguna Anita y Estancia Cristina, en una serie probablemente valanginiana; con esta forma he encontrado también fragmentos de *Belemnopsis* y *Belemnites* que no han sido determinados porque no tenemos control bibliográfico suficiente.

*Crioceras sp.*: está presente en moldes; las costillas son gruesas y distanciadas, sin tubérculos; espacios intercostales amplios y lisos; recuerda muchísimo *C. duvali* del Hauteriviano; por lo tanto, las formas de *Crioceras* con pocos o sin tubérculos están limitadas al Hauteriviano, mientras aquéllas con tubérculos son características del Barremiano.

*Favrella steinmanni* (Favre): es muy abundante, pero nunca he podido observar las líneas de sutura; sus costillas son redondas, distanciadas, falciformes en la tercera vuelta, subrectilíneas en la primera y segunda vuelta; en estas últimas presenta tubérculos en la porción dorsal que desaparecen adoralmente (Lám. I, fig. 1). Esta forma fué señalada en los "Belgrano Beds", los cuales, según Hauthal, tendrían que corresponder a la "Zona con *Hatcheriaceras*", es decir, tendrían que pertenecer al Hauteriviano; Feruglio encontró esta misma forma en la porción más baja de la serie considerada Hauteri-

viana y Barremiana en la Dorsal hacia el S. W. del Cerro de los Fósiles, cerca de la Estancia El Quemado (Lago Argentino).

*Favrella americana* (Favre): existen numerosos ejemplares en las lutitas; desconocida la línea de sutura; sin embargo, las costillas dobladas hacia adelante a partir del tercio superior del flanco permiten casi siempre la segura identificación de esta forma. Favre consideró la *Favrella americana* del Hauteriviano-Barremiano; Feruglio la encontró unida a *F. steinmanni* y a *Phylloceras aureliae* (aff. Ph. infundibulum) en las capas más bajas del Hauteriviano y Barremiano del Lago Argentino.

*Streblites Oppelia* aff. *Patagoniensis* (Favre): forma no común que se presenta bastante semejante al gen. *Favrella* y del cual difiere por tener un prosópon constituido por estrias finitas longitudinales muy bien desarrolladas, de una manera especial en la porción interna. Esta forma ha sido citada para el Titonico Superior y Berriasiano, por Feruglio, que la encontró unida a *Belemnopsis patagoniensis*.

*Otozamites sanctae-crucis* Fer: Las *Bennettitales* se presentan enormemente desarrolladas en las lutitas lacustres de la Formación Manantiales; algunas ramas bien conservadas han sido encontradas también en las areniscas marinas de la Formación Sombrero. Parece que están exclusivamente representadas por el género *Otozamites* y esto por la forma *O. sanctae-crucis* con su var. *longepinnata* Fer.; las ramitas con sus foliolos, cortos alternos, subtriangulares, alcanzan a varios centímetros de largo y son fácilmente determinables (Lám. 1, fig. 2). Es ésta una forma vicariante de *O. linearis* Halle del Jurásico medio de la Tierra de Graham y de la *O. beckeii* del Liásico de Europa occidental; según Feruglio (7) la florula de la Estancia El Mineral, en su conjunto, es de tipo Jurásico-Wealdiano.

Se puede concluir que las lutitas (Estratos con *Favrella steinmanni*) inmediatamente encima del cuerpo arenoso y marino de la Formación Sombrero (desde + 26 hasta 0 mts. más o menos) no pueden tener una edad mucho más reciente de la arenisca misma; los amonites presentes en estas lutitas parecen indicar probablemente el Hauteriviano; los estratos con *Aucellina bonarelli* y *A. Andina* (Formación Creta Dura) pueden ser referidos al Aptiano-Albiano, con preferencia para el Aptiano.

Las areniscas marinas de la Formación Sombrero (0 — 30 mts. más o menos) no pueden ser más antiguas del Titonico Superior y difícilmente más jóvenes del Valanginiano por la presencia de numerosas *Belemnopsis patagoniensis*, forma que se desarrolla abundantemente en la porción inferior del intervalo Titonico Superior. Berriasiano.

*Favrella steinmanni*: se encuentra abundante en las lutitas arriba del Grupo Springhill, como por ejemplo, en la zona de Cerro Sombrero. Ha sido encontrada también en la arenisca muy limosa de la Formación Sombrero de la zona de Cullen. Esto hace sospechar que esta formación sea siempre más joven hacia el Sur.

En la zona de Cerro Sombrero podemos fijar entonces en el Titonico, la Formación Manantiales; la Formación Sombrero en el intervalo Titonico Superior-Valanginiano (preferencia para el Berriasiano); los Estratos con *Favrella steinmanni* en el Hauteriviano y la Creta Dura en el Aptiano (fig. 1).

La Formación Sombrero podría ser correlacionada entonces con cierta re-

serva a los sedimentos marinos estudiados por Feruglio y que descansan arriba de la más alta colada porfírica (riolitas o rocas anexas?) de la Estancia del Quemado, Estancia María Cristina (Cerro Todos Los Santos), Laguna Anita, Cerro de los Fósiles. Esta serie sedimentaria marina presenta 330 mts. de espesor y pertenece al Titoniano-Valanginiano. Hacia el S. el cuerpo marino más bajo parece ser Berriasiano. Se puede entonces formular la siguiente hipótesis de trabajo: la ingresión marina del "Andico" arriba de los sedimentos continentales (lacustres, riolitas y rocas anexas) se verificó en Tierra del Fuego con un cierto atraso en relación a la región del Lago Argentino, donde la porción más baja de la serie marina encierra una fauna constituida especialmente por *Berriasiella*, *Aulacosphinctes*, *Steuroceras*, etc., completamente ausente en Tierra del Fuego y que indica el Titonico Medio-Superior.

2º **Las facies del Grupo Springhill.** La Formación Manantiales en el lugar típico está constituida por una alternación de areniscas y lutitas lacustres que tienen encima unos decímetros de arenisca glauconítica marina; más hacia el S. estas areniscas son frecuentemente más limosas y tienen debajo los mismos sedimentos lacustres. Estos descansan arriba de una serie sedimentaria que fué denominada: "Serie Tobífera"; Glen M. Ruby y A. L. Gaitán consideraron estos términos litológicos aproximadamente equivalentes a la "Serie Porfírica" de Argentina (11).

En algunas zonas los sedimentos lacustres de la Formación Manantiales faltan y la Formación Sombrero descansa directamente sobre la Formación Flamenco; a veces el Grupo Springhill falta completamente y son las lutitas de los "Estratos con *Favrella steinmanni*" que descansan sobre la Formación Flamenco. Hasta la fecha no se ha constatado que los "Estratos con *Favrella steinmanni*" descansen arriba de la Formación Manantiales.

1) **Formación Sombrero.** Los sedimentos marinos en Chillán y Avelina están constituidos por areniscas muy limosas, mal clasificadas y se depositaron en un ambiente nerítico que tenía arcilla en suspensión, la cual no podía permitir la depositación normal de los granos macroscópicos, microscópicos y ultramicroscópicos, según tamaño, peso específico y velocidad de las aguas.

Los sedimentos eran lavados por corrientes, condición que parece necesaria para la formación de glauconita y de colitos; la glauconita se presenta en forma arracimada.

No hay, en la fauna, gastrópodos que indiquen ambiente litoral; el género más desarrollado es el *Camptonectes*, casi siempre bien conservado. Dejamos en claro, por lo tanto, que con un clima frío la fauna puede alcanzar a profundidades menores de su ambiente normal en clima temperado. Además; no conozco la importancia que pueda tener el clima sobre los límites entre los cuales se origina hoy la glauconita, considerando que estos límites han sido fijados en -82 mts. (costa occidental de Africa) y -3.512 mts. (Océano Indico), aun cuando otros autores ponen el límite superior en -20 mts.

En Chillán N° 1 ha sido encontrado un *Ciprinide* posiblemente referible al género *Cyprina*, que hace sospechar un clima frío, ya que actualmente vive en los mares nórdicos y se encuentra raramente en el Golfo de Vasconia.

La presencia de *Bennettitales* (*Otozamites sanctae-crucis*) en sedimentos marinos indica la cercanía de ríos que llevaban al mar estas plantas y que vivían probablemente en ciénagas sin contacto con el mar.

Las corrientes turbias, de las cuales al parecer, se derivaron algunos de estos sedimentos, se pueden producir generalmente:

a) Por resbalamiento gravitacional hacia la zona batial de los sedimentos depositados en la plataforma continental y re-sedimentación de éstos a partir de una nube de turbia en contacto o no con el fondo.

b) En un estuario;

c) En un canal con notable flujo de marea.

Podemos descartar el primer caso porque hemos encontrado en areniscas algunas ramas de *Bennettitales*, bastante largas y bien conservadas, las cuales no pueden haber sufrido un proceso de re-sedimentación porque al despegarse del sedimento primero y con el transporte hacia el segundo se habrían despedazado.

Podemos también descartar el caso b); en efecto, nunca hemos encontrado fauna de agua dulce mezclada con la de mar. No hay datos contrarios para tomar el caso c) como la hipótesis de trabajo más probable.

En la zona de Sombrero las areniscas marinas parecen indicar un ambiente de depositación más litoral con abundantes *Ostrea*, *Spirorbis*, *Cardium*, *Pecten* y raros *Camptonectes*, de los cuales se encuentran algunos trozos en areniscas. La glauconita en forma arracimada es mucho más rara.

En la zona de Victoria Norte y Chañarcillo Sur el ambiente de depositación parece más costanero, bastante tranquilo, sin que se haya tenido, tampoco aquí, la oportunidad de formarse un conglomerado basal, probablemente porque se está en presencia de una costa llana y constituida por sedimentos arcilloso-lacustres, todavía no consolidados que han sido re-trabajados en un ambiente litoral por la ingresión neocomiana (ejemplo típico en Sombrero N° 1, 2.263 mts.). En algunas areniscas costaneras han sido reconocidos ripple-marks eólicos y grano de cuarzo con superficie posiblemente de erosión eólica.

Entre los elementos que constituyen estas areniscas hemos reconocido como principales el cuarzo, los feldspatos, la glauconita; a veces están presentes también granitos de lutitas ceroides azul o verdosa clara que proceden de la Formación Manantiales o de la Formación Flamenco. A veces están presentes granos o rodaditos de riolitas. La forma en general es muy angulosa.

Terminamos la descripción de esta formación poniendo en evidencia que en Golondrina N° 1 hay una intercalación de una brecha con riolita de 20/30 cms. de espesor y que tiene arriba lutitas marinas y debajo areniscas calcáreas marinas pertenecientes todavía a la Formación Sombrero. Esta brecha está constituida por elementos grandes de riolita bastante frescas, de 3/4 cms. de diámetro, sumamente angulosos, excavados, facetados y nodulosos; el material calcáreo cementante no es uniforme y tiene restos de conchas referibles tal vez al género *Ostrea*; con excepción de la fauna, esta brecha es igual a algunas brechas que constituyen algunas porciones de la Formación Flamenco.

2) **Formación Manantiales.** El espesor de esta Formación puede alcanzar hasta 40 mts.; sin embargo, falta en algunas zonas. Se trata de areniscas cuarzosas, a veces bien clasificadas, a veces muy limosas o con cemento constituido por una lutita color crema, o algo verdosa, o de color café claro (más raras); la forma de los elementos es de preferencia muy angulosa aunque tenga diámetros suficientemente grandes para que los granos hubiesen podido lograr

un notable redondeamiento si hubiesen sido depositados en un lago cualquiera en condiciones normales.

Estas areniscas se alternan en bancos bastante regulares, no superiores a los 6 mts., con lutitas lacustres. El contacto arenisca arriba y lutita abajo, normalmente es brusco y frecuentemente presenta indicios de notable movimiento de fondo, sin que las lutitas hayan tenido una compactación suficiente como para no ser removidas. Los granos de cuarzo se presentan muy a menudo facetados, excavados, sumamente angulosos y con superficie mate; es muy difícil establecer si estos caracteres representan el resultado de acciones glaciales o de la corrosión magmática que sin duda los cristales de cuarzo bipiramidal han sufrido en las riolitas. Sin embargo, a veces se observan algunos rodaditos constituidos por riolitas, o por areniscas más antiguas, o por "boulder clay", que se presentan angulosos y excavados y facetados. Por ejemplo, en Chañarcillo Sur N<sup>o</sup> 1, entre los 2.260 y 2.261 mts., la arenisca presenta granos muy heterogéneos, angulosos, facetados y excavados; muy raros son los rodaditos de tipo fluvial. La degradación sub-atmosférica se manifiesta en algunos rodaditos que se presentan de color rojo.

Las lutitas que se alternan con las areniscas de arriba se presentan en general de color café oscuro, o café claro, y conservan parcialmente algo de un brillo ceroides, de una forma especial hacia la base de la serie. Estas lutitas encierran una notable cantidad de restos vegetales.

Carlos Mordojovich me señaló la presencia de sedimentos varvados en Chañarcillo Sur N.<sup>os</sup> 1 y 2; y, efectivamente, estos sedimentos, que se presentan con un espesor de medio metro más o menos, aparecen en la porción más baja de la Formación Manantiales y pueden ser interpretados como varvas distales o como microvarvas. Pasan hacia arriba a las lutitas color café oscuro (Lám. II, fig. 2).

Hacia el oeste los depósitos varvados alcanzan a un espesor mayor: en el Pozo La Vega N<sup>o</sup> 1 fueron perforados más o menos 2 mts. de estos sedimentos.

En otra oportunidad (por ejemplo Sombrero N<sup>o</sup> 1) he podido reconocer rodados facetados, excavados, con cicatriz cóncava, típicos de glacial, caídos en lutitas lacustres, todavía no consolidadas y que se doblaron (Lám. II, fig. 3). En la misma zona he reconocido un rodado de 2 cms., facetado excavado y que conserva todavía estrías.

Las lutitas de esta formación en general son bastante fosilíferas; sin embargo los únicos fósiles encontrados son plantas, *Bennettitales* referibles al género *Otozamites*, del cual está ampliamente representada la especie *O. sanctae-crucis* también con su variedad *longepinnata*, tanto en la porción alta de la formación (ejemplo en Victoria Norte), como en la parte más baja de ella (por ejemplo en Cullen), sobre lo cual tenemos que aclarar algunos detalles.

Es lógico, por lo tanto, suponer que la Formación Sombrero y la Formación Manantiales, aun en sus lutitas lacustres más bajas, no pueden tener edades muy distintas si ambas tienen la misma *Otozamites*.

El contacto superior de la Formación Manantiales casi siempre indica que la ingresión marina neocomiana se efectuó sobre una llanura parcialmente cubierta por lagos, removiendo el material que se había depositado en éstos, todavía no consolidado.

El contacto inferior en varias oportunidades presenta características que merecen mencionarse. En los pozos Chañarcillo Sur N° 1, Sombrero N° 10, Cullen N° 2, Manantiales N° 2, hasta la fecha, intercaladas en las lutitas lacustres, similares a las de arriba, se encuentran lutitas verdosas ceroides con granos de cuarzo, o con mica pseudoexagonal, o de riolita, y que se presentan muy desarrolladas en la Formación Flamenco. Estas lutitas verdes, que casi siempre pueden llamarse "boulder clay", presentan a veces superficies estriadas casi horizontales, en la porción alta y las excavaduras presentan chattermarks y rodaditos que protegen sotavento las lutitas ceroides y parecen diferir de los espejos de falla, presentando, en cambio, todas las características de las estrias glaciales.

Debajo de estos sedimentos verdes, que por analogía con los de la Formación Flamenco, podríamos interpretar como depósitos glaciales, tenemos en los pozos mencionados otra vez lutitas lacustres y éstas, en Cullen, tienen *Otozamites sanctae-crucis* var. *longepinnata*, que hemos mencionado también en la porción superior y también en la Formación Sombrero.

Tengamos presente ahora, que en algunas zonas donde falta la Formación Manantiales, los sedimentos marinos se depositaron sobre la Formación Flamenco, que se presenta en general constituida por brechas. Si la ingresión neocomiana hubiese tenido lugar sobre una morfología movida, de montaña, entonces se podría explicar de una cierta manera estas brechas constituidas a veces por riolitas muy frescas. Sin embargo, sabemos que la superficie de ingresión era un llano monótono ("equiplanation" con desniveles máximos de 40 mts.), y en una llanura semejante tendrían que prevalecer alteraciones de carácter químico, que están prácticamente ausentes.

Se puede formular la hipótesis de que las lutitas y areniscas lacustres de la Formación Manantiales representan sedimentos acueo-glaciales.

3) **Formación Flamenco.** Los sedimentos que vamos a analizar fueron interpretados como tobas riolíticas y correlacionados con la Serie Porfírica argentina.

Se pueden fácilmente distinguir tres tipos de sedimentos: brechas, rodados en lutitas y lutitas ceroides con rodaditos. La distribución de los elementos es sumamente caótica en todos los sedimentos. Frecuentes son los términos de pasaje entre los tres tipos de sedimentos mencionados.

Las brechas están constituidas por riolitas y por fragmentos angulosos de lutitas ceroides con rodaditos. En Cullen N° 4, en una microbrecha, se pueden observar numerosos rodados grandes y angulosos de una brecha rosada, químicamente algo alterada. Parece que las brechas con elementos más gruesos prevalecen en los altos topográficos, existentes al tiempo de la ingresión neocomiana, porque en general estas brechas están en contacto con la Formación Sombrero, sin que se intercalen depósitos lacustres. Hasta la fecha no tenemos pruebas de que las brechas representen depósitos glaciales. El hecho de que las riolitas se presentan frescas (feldespatos conservados de una manera a veces perfecta) y elementos angulosos y facetados, hace sospechar que, si son depósitos glaciales, se trataría evidentemente de morrenas (terminales, frontales, marginales parcialmente esqueléticas, etc.), considerando también su expresión topográfica. En Chillán N° 3 las brechas se alternan con "boul-

der clay" y es probable que algunas brechas puedan representar corrientes de barro, como consecuencia del fenómeno glacial.

Los rodados en lutitas, de diverso diámetro, parecen indicar depósitos glaciales porque son frecuentes los rodados estriados y el material es muy fresco. Las lutitas que encierran estos rodados, son de color crema y raramente algo verdosas. Esta misma lutita de color crema constituye a veces la porción basal de la Formación Manantiales y ha sido interpretada tentativamente como depósito procedente de un ventisquero; el tamaño ultramicroscópico tendría su explicación en las acciones mecánicas del hielo sobre una roca compacta, y no sería debido a una alteración química. Se trataría tal vez de "Leche de los ventisqueros" depositada en un lago glacial terminal. En la porción alta de la Formación Flamenco, en Sombrero N<sup>o</sup> 1 (2.265,5 m.), hemos encontrado muchos rodados estriados, facetados, excavados con nudos y cicatrices cóncavas de abrasión glacial (Lám. II, fig. 1).

Las lutitas ceroides verdes, a veces de color crema o café muy claro, presentan fragmentitos aislados en posición caótica, de cuarzo, a veces de riolita o de mica pseudoexagonal. La mica y algunos cristalitos de cuarzo se presentan en forma perfecta y sin desgaste; muchos presentan superficie mate y son angulosos y excavados como, asimismo, los rodaditos de riolita. La mica y la riolita prácticamente no presentan alteración química. Estos tipos de sedimentos presentan frecuentes superficies estriadas y varias de éstas presentan las características típicas de la estrías glaciales, que hemos ya recordado, porque sedimentos iguales a éstos y con las mismas estrías, se encuentran intercalados en la porción inferior de la Formación Manantiales. Estas lutitas ceroides pueden ser interpretadas como "boulder clay".

En definitiva, nunca he podido ver en los testigos una porción notable de riolita como para poder sospechar que ésta es autóctona. Aún cuando se tenga parcialmente una notable mineralización con sílice, piritita, calcita, fluorita y zeolitas, siempre se puede observar que se trata de una brecha. Puede ser que en estas brechas estén presentes también verdaderas tobas volcánicas, transportadas; sin embargo, no he visto nada que pueda ser interpretado como tal. Las perforaciones efectuadas no alcanzaron a establecer la base de esta serie, que tiene un espesor mínimo de 1.000 mts., en el pozo Manantiales N<sup>o</sup> 2.

4) **Correlaciones regionales.** Lamentablemente éstas son bastante defectuosas porque el estudio de los testigos fué efectuado después de haber hecho los levantamientos de superficie, y en estos estudios no me había dado cuenta de que una porción de la que se atribuye a la "Serie Porfírica", representaba en realidad un depósito glacial; además no se consideraba oportuno dedicar más tiempo al estudio de una formación que económicamente no interesaba entonces mayormente. Sin embargo, mi primer contacto en la Patagonia con la "Serie Porfírica" (o "Serie Tobífera") fué en el Lago Azul (Seno Última Esperanza) y no lograba reconocer como tobas los sedimentos que en la bibliografía se habían considerado como tales, y, al mismo tiempo, no podía descifrar su naturaleza, tal vez porque estaban algo metamorfoseados.

Las correlaciones mejores se refieren a los depósitos marinos de la Formación Sombrero. Esta ha sido reconocida en superficie en el Seno de Última Esperanza y en el Seno Silva Palma; fué nombrada Formación Sutherland y

en ella se encontraron numerosos *Belemnopsis patagoniensis* y raras *Favrella*; se trata más bien de limolita finita con raras intercalaciones de areniscas cuarzosas bastante bien clasificadas pero de espesor no superior a 10 cms

Los "Estratos con *Favrella steinmanni*", de los pozos, corresponden en la superficie a la Formación Erezcano y la Formación Buckland de Kranck (considerada tentativamente de edad paleozoica por dicho autor) corresponde en parte a la misma Formación Erezcano, litológica y paleontológicamente.

Los sedimentos lacustres de la Formación Manantiales no han sido reconocidos en los estudios de superficie; puede ser que estén presentes en el Seno Almirantazgo y más hacia el Este, donde Halle encontró las *Bennettitales* que difieren muy poco o nada de las *Bennettitales* que he reconocido en los testigos de la Formación Manantiales, en la porción Norte de Tierra del Fuego,

Bajo el nombre de Formación Seno Rodríguez he indicado en superficie las lutitas ceroides esquistosas que están encima de las riolitas y que anteriormente fueron llamadas "rocas anexas a las riolitas". El Seno Rodríguez se encuentra en el Seno Skyring y es un lugar clásico, aunque poco accesible, porque fué estudiado por Quenzel (10). Este autor comunicó haber encontrado cerca del Seno Rodríguez, pórfidos felsíticos de aspecto normal (nuestra riolita), que hacia el Oeste pasan rápidamente a tipos cada vez más metamorfoseados, primero en porfiroides, luego en porfiroides sericíticos y finalmente en esquistos sericíticos.

En febrero de 1954 he visitado estos afloramientos. También a Quenzel no había pasado inadvertido el salto brusco que hay entre las riolitas y los "porfiroides". En efecto, he visto que en 20 cms. más o menos se pasa bruscamente de una riolita normal a lutita ceroide ("Boulder clay"); éstas fueron interpretadas como esquistos y porfiroides sericíticos. Estos tipos petrográficos tendrían que representar, teóricamente, el resultado de un alto grado de metamorfismo dinámico de las riolitas, que tendría que haber hecho desaparecer casi totalmente los fenocristales de cuarzo o de feldespatos. La explicación de Quenzel no se puede aceptar porque las riolitas y sus eventuales representantes dinamometamorfoscados están demasiado cerca, (20 cms.) y además porque este alto metamorfismo dinámico tendría que haber afectado una porción central y no las riolitas debajo y las pizarras de arriba, las cuales pasan gradualmente al "boulder clay" sin que se pueda indicar exactamente el contacto.

Las lutitas ceroides de nuestra Formación Seno Rodríguez, son perfectamente iguales a las que se encuentran otra vez arriba de las riolitas en el Seno Silva Palma y en el Lago Azul y, aparte un mayor grado de metamorfismo dinámico, son idénticas a las lutitas ceroides de la Formación Flamenco debajo del Grupo Springhill en los pozos. Aquí y en superficie nunca han sido reconocidos bombas, o lapillis volcánicos que tendrían que caracterizar los depósitos piroclásticos, mientras que, de otro lado, se pone en evidencia que los estudios petrográficos son muy escasos.

No quiero negar en absoluto la presencia de tobas en superficie y en contacto, o cerca de las riolitas; aconsejo sólo una mayor prudencia en las afirmaciones y llamo la atención sobre la gran extensión que tienen estos sedimentos, no sólo en el sentido norte-sur que podría explicarse bastante bien si fueran "tobas", más también en el sentido este-oeste; por ejemplo a la altura del paralelo 51° tendríamos una superficie de 300 kms. de tobas porfíricas de pésima

clasificación, imposible de explicar invocando la acción del viento, o una erupción submarina tan grande (con feldespatos frescos) como lo admite Kranck (9).

Este mismo autor se encuentra con hechos que no son fácilmente explicables con su teoría. Por ejemplo, en la página 61 y en varias otras oportunidades, haciendo referencia a esta formación, dice que a veces el carácter general de la roca parece corresponder más bien a una brecha tectónica y en otros casos a un verdadero conglomerado; las milonitas también son tomadas en consideración. En otra oportunidad (pág. 62) dice que la roca está atravesada por planos de corte debidos a la fuerte esquistosidad; ahí se cristaliza mica negra; sin embargo, ésta se presenta en cantidad mínima. En la misma página afirma que son difíciles de explicar sus "dotted schist", que más bien nombraría "boulder clay" esquistoso.

5) Conclusiones. Se puede formular la hipótesis de que la Formación Flamenco está constituida por depósitos glaciales, debido a que presenta rodados estriados, facetados, excavados, con cicatriz cóncava, aislados en lutitas ceroides y procedentes probablemente de la alteración mecánica de las riolitas y que no han sufrido alteración química. Los fragmentos, o rodados, están constituidos por "boulder clay" o por riolitas; todos presentan feldespatos muy frescos, con excepción de algunos rodados de "boulder clay" rosado, encontrados en Cullen N° 4. Además, hemos observado superficies estriadas que parecen corresponder a estrías glaciales. Los términos litológicos que constituyen la serie basal pueden ser considerados "boulder clay" y tilitas; las brechas, que parecen constituir los altos topográficos del equiplano sobre el cual se efectuó la ingresión neocomiana, pueden ser interpretados tentativamente como morrenas, parcialmente esqueléticas, considerando el cuadro paleográfico general; sin embargo, faltan pruebas, hasta la fecha, de que estas brechas sean de origen glacial.

La Formación Manantiales tiene en su porción baja depósitos varvado (microvarvas o varvas distales), como intercalaciones de "boulder clay" perfectamente idéntico al "boulder clay" que constituye muchos de los sedimentos de la Formación Flamenco. Teniendo presente ahora que la misma forma de *Otozamites* se encuentra tanto en la porción alta como en la porción más baja de esta Formación, y que fué encontrada también debajo de las intercalaciones de "boulder clay", es lógico concluir de que el fenómeno glacial se desarrolló antes del Neocomiano y que ha tenido la fase de retroceso más o menos en el Títonico, mientras empezaba la ingresión marina. Este fenómeno es semejante a lo que se observa en el Cuaternario, en que los períodos interglaciales están ocupados por ingresiones marinas.

Las mismas *Otozamites* se encuentran también en las areniscas marinas de Formación Sombrero. Además hay pruebas buenas de que la ingresión de Neocomiano se efectuó cuando todavía los sedimentos lacustres no habían sido compactados. Se deduce entonces que la Formación Sombrero no es mucho más reciente que la Formación Manantiales. En el pozo Golondrina N° 1 ha sido observada una brecha de 20-30 cms. de espesor intercalada en sedimentos marinos y constituida por riolitas frescas; esta brecha es idéntica a algunas brechas que constituyen pequeñas porciones de la Formación Flamenco, salvo en lo que dice relación con la presencia de fósiles marinos. Se podría tal vez formular la hipótesis de trabajo de que se trate de una tilita marina.

Considero entonces buenas las pruebas para admitir una glaciación en el Jurásico Superior de la Provincia de Magallanes y que esta glaciación ha tenido un retroceso paulatino mientras que avanzaba la ingresión neocomiana.

En esta misma provincia hay buenas pruebas de que después de esta glaciación, y antes de las del Cuaternario, se han tenido por lo menos dos períodos glaciales.

Uno es del Cretáceo Medio; se trata de los Conglomerados del Lago Sofía, en el Dep'to. de Ultima Esperanza, que fueron correlacionados a los Conglomerados Valdez, pero que son mucho más antiguos que éstos (3). Desde febrero de 1952 he reconocido que los conglomerados del Lago Sofía representan un depósito glacial. En efecto, están constituidos por rodados de rocas ajenas al yacente, y procedentes de una región ubicada por lo menos unos 50 kms. hacia el Oeste (riolitas); los rodados se presentan en su mayoría facetados y excavados; a veces tienen estrías y a veces están metidos taóticamente en lutitas. Estos conglomerados descansan arriba de típicas varvas glaciales marinas, costaneras, con plantas y amonites; entre estas varvas y los conglomerados se encuentra casi siempre una superficie estriada, muy amplia y bastante pareja, que nunca corta los depósitos varvados o los conglomerados y que ha sido interpretada como una superficie estriada glacial.

J. S. Barwick reconoció que los conglomerados que constituyen algunas porciones de la Formación Ballena, arcillosa, eocénica, de Tierra del Fuego, podrían representar depósitos glaciales; en efecto, tienen típicos rodados glaciales, muy brillosos y muy estriados, metidos en arcillas marinas, con mucha probabilidad se trata de una tilita glacio-marina; he visto algunos testigos de los pozos y no conozco los afloramientos en superficie. Recuerdo que sedimentos glaciales eocénicos han sido señalados en la Antártida.

Los siguientes datos también tienen que ser mencionados:

1. En Australia se ha tenido una glaciación en el Aptiano;

2. La fauna cretácea patagónica carece por completo de las familias más comunes de moluscos que indican clima cálido (*Rudistae*, *Caprinidae*, *Nerineidae*, *Olividae*) y los corales se encuentran raramente desde el Campaniano Superior hacia abajo; parece que el control de la distribución geográfica de la fauna cretácea es debido más bien al clima y no a eventuales barreras geográficas, porque entonces la cuenca cretácea magallánica tenía contactos con el Perú (aunque escasos), con la India (por el canal de Mozambique), con la Zululandia, Nueva Zelandia, Tunisia, etc.;

3. Falta de sedimentos rojos, color que es un "indicador estratigráfico" de la presencia de geo-anticlinales emergidos en zonas climáticas cálidas, templadas y moderadamente húmedas.

Giovanni Cecioni F.

PUNTA ARENAS, 4 de noviembre de 1954.

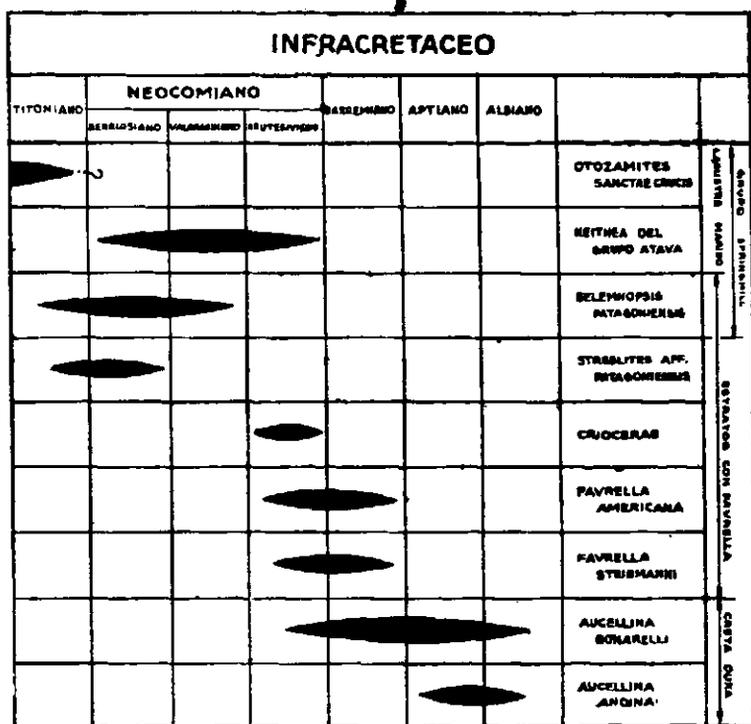


Fig. 1. Distribución vertical de la fauna y de la flora en el Cretáceo Inferior de los pozos en la zona de Cerro Sombrero, Tierra del Fuego.

LAMINA I



Fig. 1. *Favrella steinmanni* (FAVRE). Procedencia: porción basal de los "Estratos con *Favrella steinmanni*", Cerro Sombrero.



Fig. 2. *Otozamites sanctae-crucis* FER. Procedencia: Formación Manantiales, Cerro Sombrero

## LAMINA II

Figura N.º 2



Figura N.º 1

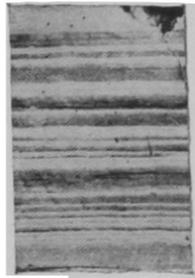


Figura N.º 3

Fig. 1. Brecha constituida por rodados facetados, con nudos, cicatrices cóncavas y estriadas; muy pocos rodados presentan alteración química y tienen color rojo. Procedencia: Sombrero N.º 1, techo Formación Flamenco.

Fig. 2. Varvas distales o microvarvas que pasan hacia arriba paulatinamente a las lutitas ceroides color café oscuro. Procedencia: Chañarcillo Sur, base Formación Manantiales.

Fig. 3. Rodado facetado, excavado, con nudos y cicatriz cóncava de abrasión glacial, caído en limolitas lacustres todavía no consolidadas. Procedencia: Sombrero N.º 1, base Formación Manantiales.

## BIBLIOGRAFIA

1. Cecioni G.—Edad de la Arenisca Springhill. Sept. 1951, ENAP, inédito.
2. Cecioni G.—Bosquejo geológico del Seno Ultima Esperanza. Sep. ENAP, inédito.
3. Cecioni G.—Posición estratigráfica y descripción de algunos amonites Cretáceo Superior de la Provincia de Magallanes. Agosto, 1953, El inédito.
4. Cecioni C.—Las facies de la Formación Springhill, etc. Junio, 1954, El inédito.
5. Feruglio E.—Palaeontographia Patagonica. Mem. Ist. Geol. Padova, XII, Padova, 1936-37.
6. Feruglio E.—Descripción Geológica de la Patagonia. Tomos I-III, Y Buenos Aires, 1949-50.
7. Feruglio E.—Plante del Mesozoico de la Patagonia. Pubbl. Ist. Geol. U Torino, Fasc. I, Torino, 1951.
8. Grossling B.—Geología del petróleo de la Formación Springhill e Distrito Springhill, Magallanes. An. Inst. Ing. de Chile, Santiago, 1951.
9. Kranck E. H.—Geological investigations in the Cordillera of Tierra Fuego. Acta Geographica, 4, n. 2, Helsinki, 1932.
10. Quenzel P. D.—Quarzporhypr und Porphyroidformation in Südpatago und Feuerland. Bull. Geol. Inst. Upsala, XII, 1913.
11. Thomas C. R.—Geology and Petroleum Explorations in Magallanes vince, Chile. Bull. Am. As. Petrol. Geol., vol. 33, n. 9, Tulsa, 1949.