

REVISTA  
DE LA  
ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

— S U M A R I O —

GEORGE GAYLORD SIMPSON, Clasificación, terminología y nomenclatura provinciales para el Cenozoico mamífero .....	281
ANGEL V. BORRELLO, El ciclo magmático geosinclinal de la era protoídica en la Argentina .....	298
GUILLERMO FURQUE, Sobre la estratigrafía del Cretácico inferior en el lago Argentino, Prov. de Santa Cruz, República Argentina .....	301
A. A. ROCHA CAMPOS, G. AMARAL Y E. P. APARICIO, Algunas edades K-Ar de la «Serie porfirítica» en la Precordillera y Cordillera Frontal de Mendoza, República Argentina .....	311
CARLOS E. GORDILLO, KITARO HAYASE Y EDGARDO M. GELOS, Composición y propiedades físicas de la cordierita en las migmatitas graníticas de la Sierra de Córdoba, República Argentina .....	317
COMENTARIOS BIBLIOGRÁFICOS .....	326
HÉCTOR H. GARCÍA, Geología del pórfiro cuprífero Bajo de San Lucas, dep <sup>o</sup> Andalgalá, Prov. de Catamarca, República Argentina .....	327
HUMBERTO GERVASIO MARCHESI, Litoestratigrafía y variaciones faciales de las sedimentitas mesozoicas de la Cuenca Neuquina, Prov. de Neuquén, Rep. Argentina .....	343
NOTAS BREVES:	
RAFAEL R. GONZÁLEZ, Edades radimétricas de algunos cuerpos eruptivos de Argentina .....	411
PEDRO J. DEPETRIS, Mineralogía de la fracción arcilla en sedimentos del lago Mascaró, Provincia de Río Negro, Rep. Argentina .....	412
CORRIGENDA .....	414
NUEVA COMISIÓN DIRECTIVA .....	415

BUENOS AIRES  
REPUBLICA ARGENTINA

1971

CLASIFICACION, TERMINOLOGIA Y NOMENCLATURA  
PROVINCIALES PARA EL CENOZOICO MAMALIFERO

POR GEORGE GAYLORD SIMPSON

## INTRODUCCION

Las íntimamente relacionadas ciencias de la Estratigrafía y la Geocronología, tempranamente desarrollaron clasificaciones de las unidades litológicas y temporales. En los primeros días de estas ciencias se hizo una distinción pocas veces clara entre estos dos tipos de unidades, y aun la nomenclatura usada las confundió también, sin seguir un sistema o norma definidos. Sin embargo, día a día se fueron incrementando los esfuerzos tendientes a obtener distintas bases para la clasificación, como también para definir y generalizar términos y nombres. Mencionaré algunos intentos sobresalientes realizados en América del Norte, no porque ellos representen los únicos o los más importantes. Muchos otros se hicieron en diversos países activos en la investigación geológica y paleontológica. Los de América del Norte me son más familiares y a su vez reflejan los progresos alcanzados en otras partes del mundo.

Uno de los primeros y notables hitos es el que ha llegado a ser conocido como el "Ashley Code" desde la publicación de *Classification and Nomenclature of rock units* (V. en la lista bibliográfica Ashley *et al.*, 1933), producido por un comité de trece autores nominados por orden alfabético, con Ashley en primer término. Tal comité se disolvió después de la publicación de su informe, pero en 1946 fue organizada una "American Commission on Stratigraphic Nomenclature", eventualmen-

te constituida con representantes de las principales organizaciones geológicas de los Estados Unidos, Canadá y México. Esta comisión publicó seis informes en el lapso 1952-1959, además de varias notas publicadas por subcomités de la misma. A la vez varias personas, tales como Hedberg, Moore y Teichert publicaron también comentarios sobre estos asuntos y sobre otros relacionados. En 1959 se realizó un simposio especial sobre el tema, cuyos resultados fueron publicados bajo la presidencia de Bell, Murray y Sloss. También algunas organizaciones publicaron nuevas reglas, por ejemplo aquéllas codificadas por Willman, Swann y Frye (1958) para el "Illinois (U.S.A.) State Geological Survey". En 1961 la "American Commission" publicó un formal *Code of Stratigraphic Nomenclature*, extenso y detallado, con 41 artículos, el cual fue desde entonces básico en los países norteamericanos, aun cuando no ha sido seguido en toda su letra. Durante el mismo año la "International Subcommittee on Stratigraphy and Terminology" (1961) publicó un *Statement of principles*, y al año siguiente (1962) el "Comité Français de Stratigraphie" publicó también una breve manifestación de principios. Principios similares a los de estos distintos manifestados fueron en mayor o menor grado adoptados en todo el mundo, aunque a veces con modificaciones menores.

De tal manera un cuerpo de *principios generales* ha quedado bien establecido. La Estratigrafía es, sin embargo,

una ciencia extremadamente compleja, con muchas especialidades que requieren suplementos y a veces modificaciones de esos principios generales. Tal situación es notablemente cierta para el caso especial del Cenozoico continental (o no-marino). Precisamente en este caso la Geocronología y los temas relacionados dependen extraordinariamente de los vertebrados fósiles, y más particularmente de los mamíferos fósiles. La "Vertebrate Section of the Paleontological Society" (fundamentalmente norteamericana, pero con miembros internacionales) fundó en 1938 un "Committee on the Nomenclature and Correlation of the North American Continental Tertiary", con la presidencia de Horace E. Wood 2nd., con seis miembros más y con un gran número de consultores. Pocos años después tal comité publicó un informe final (Wood *et al.*, 1941) que en su mayor parte siguió el "Ashley Code" en los aspectos referentes a clasificación y terminología, aunque con varias adiciones y modificaciones. El grueso del informe consistió en una carta de correlaciones, un glosario y una mención bibliográfica de los estratos y faunas del Terciario mamalífero de América del Norte.

Los rápidos avances en estos temas pronto desactualizaron el informe de 1941. Tanto es así, que en 1952 la "Society of Vertebrate Paleontology" (sucesora de la "Vertebrate Section of the Society of Paleontology") fundó un nuevo y más amplio comité, entonces denominado el "S.V.P. Committee", nuevamente bajo la presidencia de H. E. Wood 2nd., con el objetivo de revisar y ampliar el informe previo. Tal proyecto probó ser en su realización más extenso de lo esperado, y a partir de 1959 el Dr. Wood dejó de actuar a consecuencia de una enfermedad. Sin embargo, los otros miembros del "S.V.P. Committee" continuaron con su labor de manera que se llegó a acumular una gran cantidad de material, sin llegar empero a completarse ni a publicar-

se como un informe integral. En 1961 yo escribí varios capítulos para el informe en gestación, incluyendo uno que titulé *Classification, Terminology and Nomenclature*. La mayor parte de los puntos allí expuestos fueron aprobados por la mayoría de los integrantes del "S.V.P. Committee", aunque nunca el total del manuscrito recibió un voto definitivo.

Unas pocas copias mimeográficas de aquel capítulo mencionado fueron distribuidas, una de las cuales fue citada y en parte discutida por el Dr. Rosendo Pascual (en Pascual *et al.*, 1965, en la pág. 170 y otras). Fue él quien me solicitó la preparación de una versión revisada para su publicación en español, que es la que aquí se presenta. He tratado de actualizarla en su totalidad, omitiendo algunos aspectos no relevantes dentro de este contexto e incorporando algunos pocos comentarios de otras partes inéditas que había preparado, insertando además algunos breves puntos de especial interés para los lectores sudamericanos. El Dr. Pascual ha realizado amablemente la traducción al español.

#### ALGUNAS DEFINICIONES PRELIMINARES

*Provincia.* Para los presentes propósitos una provincia está definida como una región y un espacio de tiempo a los que un determinado conjunto de nombres de edades-pisos (como se los define más adelante) se les puede aplicar en forma efectiva. En la actualidad es imposible aplicar la misma serie de nombres al Cenozoico de Europa y América del Norte, debido a que su correlación no es suficientemente precisa. Sin embargo, se ha probado que la aplicación de una sola serie es posible dentro del continente norteamericano en los casos en que las faunas son adecuadamente conocidas, lo cual ha requerido sólo algunas modificaciones menores del informe de Wood (Wood

*et al.*, 1941). Actualmente es imposible aplicar al Cenozoico sudamericano los nombres provinciales norteamericanos. Pero se ha demostrado como practicable la aplicación de un solo conjunto de nombres en América del Sur, originados en Argentina, toda vez que adecuadas faunas de mamíferos son conocidas. De tal manera el Cenozoico mamífero sudamericano constituye una provincia, de acuerdo al significado que aquí se le da.

**Taxón** (plural: *taxa*). Es una unidad de clasificación consistente ya en una única cosa, ya en un conjunto de cosas, a la que se le aplica un nombre.

**Jerarquía.** Es una secuencia de conjuntos de taxa ordenados en una clasificación, de manera tal que cada uno está comprendido en un conjunto, y sólo uno, de un nivel superior; a su vez cada uno de aquéllos que están por arriba del nivel más inferior incluye posiblemente un conjunto — aunque frecuentemente dos o más — de un nivel inferior.

**Categoría.** Es un nivel dentro de una jerarquía. Las categorías son conjuntos de taxa, por ejemplo formaciones en litología, períodos en cronología, géneros en biología.

**Nombre.** Es un nombre propio aplicado a un taxón, y sólo uno, o unidad de estudio, sea ésta litológica, cronológica o biológica.

**Término.** Es una palabra que no designa un sustantivo propio \* o una uni-

dad de estudio sino un sustantivo común, como es la designación de un concepto o de una categoría. Las designaciones de categorías son términos, mientras que las designaciones de taxa son nombres. “Correlación”, “arenisca”, “formación”, “edad” u “organismo” son términos. “Formación Colhué-Huapi”, “edad Deseadense” o “Pyrotherium” son nombres.

El estudio de los nombres o su designación es nomenclatura. El estudio de los términos o su designación es terminología.

#### CLASIFICACION MULTIPLE

Todos los códigos y proposiciones de principios recientes han adoptado los fundamentos de la clasificación múltiple. Las primeras clasificaciones han sido una mezcla de bases y criterios diferentes, muy pobremente distinguidos y definidos. Modernamente se requiere que cada una de las clasificaciones componentes de la clasificación múltiple tengan, siguiendo un determinado criterio, términos y nombres distintos. Para la clasificación los posibles criterios a seguir son muchos. Algunos han sido propuestos para cumplir con muy especiales propósitos. Por ejemplo el “American Code” provee criterios distintos para la clasificación edafo-estratigráfica y la geo-climática. A su vez la “International Statement” menciona criterios mineralógicos, químicos, eléctricos, sísmicos y ambientales. Para los propósitos de este trabajo se indican cinco criterios generales, es decir cinco clasificaciones basadas en principios diferentes, aunque relacionados muy diversamente.

ejemplo, ver empleado edad como sinónimo de antigüedad. En algunos casos es difícil reconocer que significación pretendió darle el autor.

\* *N. del T.* No obstante, es preferible en español escribir con mayúsculas los vocablos con que se distinguen los términos (así lo he usado últimamente aunque sin la explicación correspondiente). De tal manera se evitarán confusiones semánticas, ya que la gran mayoría de ellos, por ejemplo formación, edad, piso, tienen acepciones distintas a las que expresamente se les ha dado en Estratigrafía. Es frecuente en la literatura geológica argentina, por

This One



38XU-LTH-AW6A

Criterio	Designación de la clasificación	Unidad básica		
		Español	Portugués	Inglés
Roca	Litostatigráfica	Formación	Formação	Formation
Tiempo-roca	Cronostatigráfica	Piso	Andar	Stage
Tiempo	Geocronológica	Edad	Idade	Age
Biota-roca	Biostratigráfica	Zona	Zona	Zone
Biota	Geobiótica	Biota	Biota	Biota

La última de estas clasificaciones es generalmente usada en una u otra forma, y aunque está implícita en los códigos corrientes y en las proposiciones de principios, no está explícitamente considerada en ellos. Esto será explicado más adelante de manera más exhaustiva. Tanto la definición de las unidades básicas, como la designación de sus lugares en las correspondientes jerarquías también serán tratadas más adelante en las discusiones sobre cada una de las clasificaciones.

En principio cada clasificación usa distintas categorías y tiene nombres y taxa diferentes, aun cuando aplicados a los mismos materiales. Sin embargo ellas están relacionadas. Existe una correspondencia entre los taxa cronos-

tigráficos y los geocronológicos, y se les aplica los mismos nombres, aunque los nombres de las categorías son distintos. Los taxa geobióticos pueden ser usados para la definición de los taxa de otras clasificaciones, y su nomenclatura puede derivar de la de ellos. Estos puntos son también discutidos más adelante.

#### CLASIFICACION LITOSTRATIGRAFICA

La jerarquía de las categorías litostatigráficas es de uso general, cuyos términos en inglés están especificados en el "American Code". Son los siguientes:

Inglés	Español
Supergroup	Supergroupo
Group	Grupo
Subgroup	Subgrupo
Formation	Formación
Member, lentil, or tongue	Miembro, lente o lengua
Bed	Capa

Los paleovertebradólogos de América del Norte rara vez han considerado necesario nominar taxa en las categorías de supergrupo, subgrupo o capa.

En principio los taxa de esta clasificación son definidos solamente sobre la base de su litología, lo cual es comúnmente cierto en la práctica. Sin embar-

go, otros criterios — sobre todo paleontológicos — a veces entran en consideración, especialmente al asignar rango de categoría a un taxón. Para los propósitos aquí discutidos un taxón debería consistir en un unitario cuerpo de rocas sedimentarias con una distinguible característica litológica, supuesta-

mente depositado en forma esencialmente continua. Los límites entre taxa contiguos (suprayacente o infrayacente) deberían ser superficies de sedimentación reconocibles por cambios litológicos o por relaciones estructurales, como son por ejemplo las discordancias. Aunque no está admitido por el "American Code", un cambio paleontológico registrado en una superficie definida y determinable puede ser tomado como límite. El "American Code" requiere la designación de una sección tipo, lo cual envuelve ciertos problemas de definición y de práctica que serán ulteriormente discutidos.

La *formación* es la categoría básica y la única obligatoria en esta clasificación. Vale decir que todas las rocas involucradas en una clasificación litostratigráfica deben ser asignadas a un taxón con categoría de formación. No es obligatorio que las formaciones sean unidas en grupos o divididas en miembros. Una formación no está definida por su extensión temporal, areal o por su espesor. Debiera tener una suficiente uniformidad litológica y caracteres distintivos que permitan su rápido reconocimiento. Además debería ser suficientemente espesa y extendida para resultar práctica en los mapeos y en los estudios de subsuelo. No existe un criterio incuestionablemente objetivo para el reconocimiento de una formación; depende de juicios personales y de un consenso. El mismo taxón puede ser considerado como una formación por una persona en determinado momento o como un grupo o un miembro por otras personas en otros momentos.

Los taxa litostratigráficos debieran llevar nombres geográficos derivados de caracteres de sus localidades tipo o de sus proximidades. El "American Code" incluye una modificada regla de prioridad, esto es, que el nombre usado debería ser el primero publicado para un determinado taxón, con la excepción de que un nombre bien establecido no debería ser reemplazado por

otro más viejo poco conocido o sólo ocasionalmente usado. Sin embargo, esto es vago y el importante problema de la relación entre los nombres y los tipos es ignorado por el "American Code". Este especifica que la "duplicación de nombres debería ser evitada en toda América del Norte". Tal duplicación debería ser evitada, tanto como sea posible, en todo el mundo, especialmente en un determinado continente, y absolutamente dentro de una provincia, tal como aquí se la define. Esto también se aplica a los taxa de diferentes categorías. Por ejemplo, si el grupo Sarmiento<sup>1</sup> de Patagonia central es así designado, no puede incluir una formación Sarmiento como un taxón subordinado, o ser incluido en un supergrupo Sarmiento como un taxón jerárquicamente superior. La pretendida aplicación a unidades litológicas de viejas denominaciones como "Deseadoana", que incluía "Deseadense" y "Mustersense", es también contraria a los modernos principios generalmente aceptados. El nombre litostratigráfico debe ser Deseado y sólo puede ser usado para un nivel determinado de categoría, por ejemplo para una formación.

El "American Code" especifica que si una formación consiste predominantemente en una determinada clase de roca, su nombre geográfico debería ser precedido ("followed" en inglés) simplemente por un término litológico, sin el término "formación". Sin embargo, si su litología es significativamente variada, el nombre geográfico debería ser precedido ("followed" en inglés) sólo por el término "formación". Esta última recomendación es generalmente más aplicable al caso de las formaciones continentales.

<sup>1</sup> A veces denominado "tobas de Sarmiento", aunque incorrectamente, ya que estas rocas son fundamentalmente arcillas bentónicas, no tobas. A su vez "Tobas con mamíferos", otra de sus denominaciones, es doblemente errónea si se la considera como el nombre de un taxón litostratigráfico, ya que la litología no es la correspondiente ni el nombre es geográfico.

Un *grupo* consiste en dos o más formaciones contiguas que constituyen una significativa unidad litostratigráfica. A veces un grupo puede incluir diferentes formaciones en diferentes lugares, lo cual verdaderamente ocurre en la práctica. En principio, la misma formación podría estar incluida en diferentes grupos en diferentes lugares, pero esto no es común en la realidad. La nominación de un grupo se hace por su nombre geográfico precedido (“followed” en inglés) por el término “grupo”, no por un término litológico.

Un *miembro* es una subdivisión de una formación reconocible litológica o estructuralmente, por determinadas razones considerado por un estratígrafo tan útil como para ser designado taxonómicamente. Su nombre geográfico es precedido (“followed” en inglés) por el término “miembro”; un simple término litológico puede insertarse entre ambos, aunque ni es necesario ni impuesto por el uso.

Una *lente* \* puede ser definida como

\* *N. del T.* Según la versión castellana de las instituciones mejicanas que forman parte de la Comisión Americana de Nomenclatura Estratigráfica, en lugar de este vocablo debería usarse “lenticula” o “lengüeta”. En la Argentina, sin embargo, el uso ha impuesto al nombre de *lente*, como aquí se traduce.

un miembro que visiblemente se adelgaza y termina en su contorno dentro de una formación.

Una *lengua* es un miembro que se extiende y se adelgaza en una dirección fuera del cuerpo principal de una formación. A los miembros, lentes y lenguas se les puede dar nombres informales, los cuales debieran ser claramente distintos de aquéllos formales de las formaciones u otros taxa.

Una *capa* es la menor unidad litostratigráfica. Por lo general a las capas no se les da nombres formales. A veces se les aplica nombres informales, como por ejemplo una capa de carbón de importancia económica o a una delgada capa de cenizas, usada como una unidad guía en una correlación.

#### CLASIFICACIONES CRONOSTRATIGRAFICA Y GEOCRONOLOGICA

Los niveles de las categorías de estas dos clasificaciones se corresponden y se usan los mismos nombres para sus taxa. Pero los taxa son distintos en su tipo, lo cual está manifestado por el uso de términos diferentes para las correspondientes categorías de ambas jerarquías. Estos son:

Cronostratigráfica		Geocronológica	
Inglés	Español	Inglés	Español
System	Sistema	Period	Período
Series	Serie	Epoch	Epoca
Stage	Piso	Age	Edad
Substage	Subpiso	Subage	Subedad

Los subpisos y las subedades no se usan en general y no están especificadas en el “American Code”, pero su uso opcional fue respaldado por una mayoría del “S.V.P. Committee” (informe inédito).

En la actualidad los aspectos más disputados y más ambiguos de la estratigrafía teórica y práctica, son aquéllos concernientes a las definiciones de las categorías y de los taxa cronostratigráficos y geocronológicos y a sus mutuas

relaciones. En estos aspectos el "American Code" no es ni claro ni completo, y por cierto algo contradictorio. Ciertas aclaraciones, aunque insuficientes, fueron consignadas en una nota del subcomité de la "American Commission" publicada simultáneamente con el Código (Bell *et al.*, 1961). No puedo discutir aquí en su totalidad estos tan complicados asuntos, sino que simplemente explicaré los usos más difundidos y aquellos que considero sensatos y viables. Ellos fueron adoptados por una mayoría de los miembros del "S.V.P. Committee", aunque hubo una minoría disidente en algunos aspectos. El extremo de tal disidencia y su naturaleza general fueron enfáticamente expresados por Savage (1962). Algunas de las más significativas objeciones de Savage fueron ya discutidas de una manera clara y razonable por Pascual *et al.* (1965), con quienes estoy casi completamente de acuerdo.

En primer lugar pueden establecerse simples pautas de definición y de nomenclatura, sobre las que existen pocos desacuerdos de importancia. Los taxa cronostratigráficos son unidades litológicas que comprenden todas las rocas formadas durante un determinado espacio del tiempo geológico. El piso ha sido tomado como la categoría básica, cuya extensión depende de decisiones subjetivas que involucran usos prioritarios, conveniencias, juicios personales y consenso. En la usual jerarquía una serie normalmente incluye dos o más pisos, y un sistema dos o más series. En su uso los pisos son considerados estrictamente provinciales, tal como este término es aquí usado. A las series y los sistemas se les ha asignado un *status* más que provincial. Sobre este aspecto han surgido otros problemas que merecen especial discusión.

Una edad es una unidad temporal, definida de alguna manera como el tiempo durante el cual las rocas de un piso fueron depositadas. Una relación similar existe entre época y serie, período

y sistema, aunque al parecer más equívoca.

Aunque ambas son unidades litológicas, en principio no existe conexión entre un taxón litostratigráfico y uno cronostratigráfico. Una formación puede pertenecer a diferentes pisos en diferentes lugares, o puede extenderse a través de más de un piso en un determinado lugar.

Las primeras partes de los nombres de los correspondientes pisos y edades son idénticas. Cada nombre consiste en una raíz geográfica seguida por la desinencia *-an* o *-ian* en inglés, *-ense* en español, acompañado por el apropiado término "piso" o "edad"; por ejemplo "Wasatchian stage" o "Hemphillian age" en América del Norte, piso Casamayorense y edad Huayqueriense en América del Sur. A pesar del principio según el cual las formaciones y los pisos son completamente independientes, ha sido usual aplicar a un piso el mismo nombre geográfico que el de la formación incluida en él. Los nombres piso-edad ("stage-age") usados en el informe del "Wood Committee", en la actualidad casi universalmente usado por los paleontólogos y por los estratígrafos de las unidades continentales, están todos basados en nombres de formaciones. El "American Code" [ artículo 32(c) ] reconoció que esto es generalmente cierto en el caso de los nombres de pisos preexistentes, pero especificó también que las meras unidades cronostratigráficas no debieran "duplicar" <sup>2</sup> los nombres de las unidades litostratigráficas. A pesar de este artículo, el "S.V.P. Committee" propuso acuñar nuevos nombres de pisos derivados de nombres litostratigráficos. Nombres de pisos corrientemente usados en América

<sup>2</sup> No debieran duplicarse en ningún caso ya que los nombres cronostratigráficos terminan en *-ense* (*-an*, *-ian* en inglés), mientras que los litostratigráficos no. Esta es una de las numerosas ambigüedades que hacen del "American Code" algo imperfecto, aunque es el mejor Código oficialmente sancionado.

del Sur (como en Pascual *et al.*, 1965) están basados intencionalmente en nombres litostratigráficos, aunque podría argumentarse que algunos de los taxa litostratigráficos en cuestión (*e. g.* formación Musters) nunca fueron definidos como tales.

#### PISOS Y EDADES

Por regla, un piso es una unidad litológica limitada por planos temporales y una edad es una unidad temporal correspondiente en algún sentido a un piso. El tiempo geológico no puede ser observado o medido directamente; es parte del pasado y sólo el presente es observable. Por lo tanto el criterio de tiempo involucrado en el reconocimiento y definición, tanto de un piso como de una edad, debe ser indirecto, actualmente reconocido por fenómenos observables que pueden aceptarse como originados simultáneamente, o que pueden correlacionarse, en el sentido estadístico, con el pasaje del tiempo en el pasado.

Los criterios puramente litológicos asequibles no son aplicables en una escala provincial, por lo que no sirven para los propósitos de este trabajo. Los varves y otros ciclos sedimentarios temporalmente correlacionados están restringidos a unas pocas cuencas aisladas y a pocos y breves espacios de tiempo, geológicamente hablando. Superficies de erosión o de depositación, reconociblemente contemporáneas o aproximadamente contemporáneas, a menudo pueden ser seguidas a lo largo de distancias considerables dentro de una determinada área de sedimentación, pero generalmente no pueden ser correlacionadas aquéllas de áreas separadas. El espesor de los estratos está tan poco correlacionado con la longitud del tiempo que carece de valor práctico para estos problemas, salvo algún caso muy especial, por ejemplo algunas secciones locales litológicamente muy uniformes.

Aunque el "American Code" y algunas otras proposiciones de principios consideran la unidad litológica — taxón tiempo-roca o cronostratigráfico — como primaria, el hecho cierto es que la correspondiente unidad tiempo o taxón geocronológico no puede ser inferido simplemente de la roca como tal. Las evidencias no exclusivamente litológicas son asequibles y deben emplearse. Para esta finalidad los métodos radimétricos son muy promisorios, pero es improbable que alguna vez constituyan una base sólida para la designación de pisos. Por lo menos actualmente esto es imposible. Hasta ahora yo conozco para América del Sur solamente una datación radimétrica del Cenozoico mamalífero relacionada con este tópico:  $21.7 \times 10^6$  años para una roca del piso Santacruzense (Evernden *et al.*, 1964, muestra KA 1252). La definición de pisos por los métodos radimétricos es difícil de lograr en América del Sur, ya que dudosamente existe el número suficiente de rocas apropiadas ni las que representen la totalidad de los tiempos cenozoicos. En América del Norte las numerosas dataciones radimétricas del Cenozoico mamalífero no lo han permitido. Por otro lado, al menos en la actualidad, el conocimiento de las técnicas de datación radimétrica presenta, para las rocas pre-pleistocénicas, posibilidades de resolución definitivamente menores que la correlación paleontológica, y es inadecuada para los presentes propósitos<sup>3</sup>.

En la actualidad es necesario definir las edades, determinar los límites temporales de los pisos — y de esta manera definirlos — y asignar las unidades litológicas a los pisos basándose casi enteramente en los datos paleontológicos.

<sup>3</sup> La mayor importancia actual de la datación radimétrica del Terciario es para la correlación a largas distancias, especialmente la intercontinental. Con esta extensión, en América del Sur la correlación paleontológica es prácticamente incierta, por lo que la obtención de datos radimétricos relacionados con faunas conocidas es de vital necesidad.

Para el caso del Cenozoico continental tales conclusiones deben basarse principalmente en los mamíferos fósiles. Las faunas de mamíferos han sido eficazmente correlacionadas en el tiempo, son comparativamente bien conocidas y son registrables en muchas de las rocas que aquí tratamos. Las faunas de mamíferos fueron siempre las bases usuales de las unidades temporales del Cenozoico continental, no sólo en América del Sur sino también, con anterioridad, en América del Norte y Europa. Aún continúan siendo medios necesarios para la definición, tanto de las edades como de los pisos. Este método no es perfecto. No es el único posible y eventualmente puede probarse que no es el mejor. En la actualidad es el único método real y totalmente práctico.

Cuando los pisos —unidades litológicas por definición— son delimitados, esto no puede hacerse en términos de rocas, pero puede ser hecho —y en la actualidad mayormente se lo hace— en términos de biota, lo cual significa, en nuestro caso, casi exclusivamente mamíferos. Este punto ha parecido obvio para muchos estratígrafos y paleontólogos; sin embargo se han hecho objeciones, por ejemplo las de Savage (1962), aunque sobre bases poco reales. Aun en los casos en que los mamíferos son usados para definir las edades y las rocas, éstas son referidas a pisos sobre la base de sus mamíferos fósiles; los taxa de las edades y de los pisos son geocronológicos y cronostratigráficos, respectivamente, y no solamente biostratigráficos, como se ha sostenido. Ni las edades ni los pisos pueden ser definidos sin especificación de tiempo y las faunas de mamíferos son las más prácticas, quizá en la actualidad el único medio práctico, para inferir el tiempo en todo el Cenozoico continental. Las listas faunísticas en una escala temporal son en este sentido apropiados y útiles símbolos del tiempo geológico, de la misma manera que las listas de sucesivos monarcas o

presidentes pueden ser usadas como símbolos del tiempo en la historia humana.

Está de más recalcar que cualquier sistema de clasificación es provisional y sujeto a consecuentes cambios por el incremento del conocimiento. Es extremadamente improbable, y por cierto demostrado como falso, que determinados conjuntos de mamíferos caractericen en forma precisa unidades temporales en toda su extensión, sin hiatos o superposiciones en sus secuencias. Lo único que pueden ofrecer para cualquier momento del tiempo geológico es una viable aproximación. Es asimismo cierto que algunos géneros confinados a una determinada edad, ya sea representados entonces por primera o última vez, pueden cambiar su conocida extensión temporal por ulteriores hallazgos. Decir entonces que no debiéramos definir edades y pisos en estos términos sería como decir que no debiéramos intentar la práctica de una ciencia estratigráfica.

#### TIPOS ESTRATIGRAFICOS

El "American Code" especifica que para las unidades litostratigráficas debiera designarse una sección tipo [Artículo 4 (b)]. No especifica o discute las relaciones del tipo con la totalidad del taxón litostratigráfico. En particular el Código no establece si el tipo debiera o debe incluir la totalidad de la formación, con definidos límites superior e inferior, aunque requiere que tales límites [en alguna parte] sean definidos (Artículo 13). El Código establece que las unidades cronostratigráficas debieran tener secciones tipo, especificando aquí que los límites superior e inferior debieran estar definidos en cada sección [Artículo 27 (a)]. Sin embargo, el Código establece más adelante que esto no es cierto en ninguno de los sistemas aceptados [Artículo 29 (a)] o en "muchas" (en los hechos uno debiera decir de nuevo en "ninguna") de

las series aceptadas [Artículo 30 (a)], aunque extrañamente omite cualquier referencia explícita a los tipos de los pisos (éstos debieran haberse consignado en el Artículo 31). El Código dice que la definición de los períodos geocronológicos históricamente dependió de las secciones tipo de los sistemas [Artículo 36 (a)], lo cual es anómalo desde que ya ha establecido que para ninguna de estas secciones tipo se definieron límites superior e inferior.

Verdaderamente éste es un asunto muy confuso, y sobre el que muchos teóricos han emitido algunos peculiares comentarios, sea por tener insuficiente experiencia estratigráfica de campo o poca visión del problema. El hecho cierto es que en ninguna parte del mundo existen secciones estratigráficas que por sí mismas, o en combinación, representen depositaciones continuas durante un apreciable espacio de tiempo geológico, con límites reconocibles y definibles para su subdivisión en taxa cronostratigráficos o geocronológicos, o específicamente en pisos y edades. De manera que exigir tales condiciones para las definiciones de tales taxa, como parece hacerlo el "American Code", en los hechos simplemente equivale a decretar que los taxa no pueden ser definidos<sup>4</sup>.

Una edad es definida como el tiempo durante el cual fue depositado un piso; este tiempo es determinado, fundamentalmente y en nuestro caso, por los fósiles de las rocas que lo representan. Esta es una proposición de principios generales aceptada, aunque todavía inadecuada en sus detalles. No existen secuencias litológicas tan largas como una edad sin hiatos internos, al menos en las rocas continentales.

<sup>4</sup> Savage (1962) ha dicho que la sección tipo de un piso "debería mostrar... los pisos supra e infrayacentes", esto es, los límites superior e inferior; pero agregó que tal condición "puede nunca presentarse" ("may never prevail"). En otras palabras, da un criterio y luego reconoce la posibilidad de que nunca pueda aplicarse.

Existen muy pocos casos de secciones designadas como tipo de un piso a las que pueda dárseles, desde la base hasta el techo, una adecuada y precisa datación geológica. Es forzoso que en una secuencia de tipos de pisos existan hiatos y superposiciones en las correspondientes edades. Siendo esto así, una secuencia de edades sin hiatos o superposiciones no puede ser idéntica a los tiempos representados por una secuencia de tipos de pisos. Y una edad no puede invariable y precisamente representar el espacio de tiempo durante el cual la sección tipo de un piso fue depositada.

Un problema ya solucionado ha existido en el uso de los tipos en nomenclatura biológica. Precisamente una solución inspirada en aquella biológica ha sido propuesta por Dunbar y Rogers (1957, p. 269), sostenida tanto por Wilson (1959) como por el "American Code" (Bell *et al.*, 1961) en una nota suplementaria. Infortunadamente no ha tenido unánime aceptación, aunque sí por la mayoría. Un tipo no es equivalente a, totalmente definitorio de, o necesariamente coextensivo con el taxón de cuyo nombre es tipo, ya sea que se refiera al espécimen tipo de una especie de organismo o a la sección tipo de un piso de rocas. La sola función del tipo es la de fijar un nombre de un taxón a un determinado objeto (en este caso parte de un cuerpo de rocas) como un modelo de referencia para determinar en los hechos qué nombre corresponde a un determinado taxón.

De acuerdo con este principio y con los códigos en general, un piso debe *incluir* el tipo fijado a su nombre, pero no es necesario que sea (en la práctica generalmente no lo es) *coextensivo* con él. Cuando existen hiatos entre los tiempos representados por dos tipos cronostratigráficos pueden ser extendidos más allá de sus tipos (de la misma manera que la extensión de una especie biológica es siempre mayor que la de su tipo o tipos). Cuando se determina una su-

perposición temporal entre los tipos de dos pisos, para eliminarla, uno o ambos pueden ser acortados, o si la superposición es muy extensa, ambos pisos pueden ser fundidos en uno. Como los pisos y las edades son tan distintos de sus tipos, se los puede hacer corresponder tan exactamente como la correlación y la datación estratigráficas lo permitan. De hecho, cuando dos distintas unidades litostratigráficas son asignadas a la misma unidad cronostratigráfica nunca se lo hace por comparación con la sección litológica tipo de la última. En la práctica siempre se lo hace por la determinación de otra evidencia, usualmente paleontológica, que demuestra que ambas fueron formadas durante el tiempo correspondiente a la misma unidad geocronológica. En este sentido, a pesar de todo lo teórico y ambiguo de los códigos, la idea del tiempo surge antes que la roca y, aunque contrario al Código, en la práctica un piso es necesariamente definido como las rocas que se depositaron durante una determinada edad.

El informe de Wood designó tipos litológicos para algunas edades, pero el procedimiento es anómalo. Una edad es un taxón temporal, no litológico. No contiene rocas como miembros, por lo cual un taxón no puede tener como tipo algo que no es parte de él. Si una edad debiera tener un tipo, éste tendría que ser una unidad temporal. Dado que en el Cenozoico mamífero el tiempo es determinado y simbolizado por las faunas de mamíferos, el tipo de una edad debiera entonces ser el tiempo durante el cual vivió una determinada fauna de ellos.

Con la adquisición en estratigrafía de un concepto de tipos más práctico y operativo, deviene cada vez más claro que el tipo litológico de una unidad cronostratigráfica o el tipo temporal de una unidad geocronológica no debe ser, como frecuentemente se lo ha sugerido, tan coextensivo como sea posible con el lapso total del taxón en cuestión. Por

el contrario, debería ser tan corto como sea posible, dado que así preferentemente representa un punto y no el lapso total del taxón. De esta manera se evitarían muchas confusiones en nomenclatura, tal como se las ha evitado en la clasificación biológica, donde un solo tipo (holotipo) es actualmente requerido en lugar de la serie de tipos comúnmente usados en la más primitiva taxonomía.

## SERIES Y EPOCAS

Los pisos y las edades de diferentes provincias reciben en la actualidad diferentes nombres. Sin embargo, los nombres de las series y épocas del Cenozoico son considerados de valor universal. Por razones históricas éstos no llevan nombres geográficos, como sucede con los pisos y edades y también con las series y épocas de algunos otros sistemas y períodos. Como es bien conocido, las series y épocas del Cenozoico llevan nombres compuestos con la desinencia griega *ce-no* y varios prefijos del mismo origen: Paleoceno, Eoceno, Oligoceno, Mioceno, Plioceno, Pleistoceno y Holoceno o simplemente Actualidad\*. Todos fueron definidos originalmente en Europa antes de establecerse las distinciones entre las clasificaciones litostratigráfica, cronostratigráfica, geocronológica, biostratigráfica y geobiótica. Todas las definiciones originales y muchas todavía en uso envuelven ambiguas mezclas de diferentes clases de criterios. En la actualidad es amplia pero no universalmente sostenido que las épocas del Cenozoico deben ser consideradas como unidades temporales correspondientes a los tiempos de depositación de las series de la secuencia marina europea. Esto acarrea series dificultades en el uso de los mismos taxa para las rocas continentales y los tiempos en otros continentes, especialmente en América del Sur:

\* *N. del T.* En inglés Recent.

1) Las secciones tipo europeas no están bien definidas, y no existe todavía ningún autorizado acuerdo sobre los límites y definiciones de las series o épocas supuestamente basadas en ellos.

2) Aún en Europa las correlaciones entre las secuencias marinas y continentales, teóricamente modelo, son todavía imperfectas.

3) En la actualidad la correlación intercontinental es extremadamente inexacta. Existieron intercambios de mamíferos, relativamente frecuentes, entre América del Norte y Eurasia, por lo que, sobre esta base, se ha alcanzado un buen acuerdo sobre las correlaciones aproximadas entre las series y las épocas. Empero no hubo un proceso similar entre América del Sur y Eurasia, sino sólo espaciados episodios de intercambio con cualquier otro continente (quizá, aunque no probadamente, confinados a América del Norte). La correlación paleontológica directa es virtualmente imposible, y aquéllas aproximadas propuestas hasta el presente no merecen confianza en detalle.

Estos problemas serán eventualmente solucionados por el mejoramiento del modelo europeo y de la correlación intercontinental radimétrica. Mientras tanto, el uso de los nombres europeos de las series y épocas en América del Norte debe ser aceptado solamente como aproximado o como involucrando una escala regional o provincial esencialmente distinta. Esto es cierto para América del Sur, aún en mayor escala. Para conocer las evidencias de las correlaciones sudamericanas véase Pascual *et al.* (1965) y los trabajos allí citados.

#### CLASIFICACION BIOSTRATIGRAFICA

De acuerdo con el "American Code" (Artículo 19) "Una unidad biostratigráfica es un cuerpo de estratos de roca caracterizados por sus contenidos de fósiles contemporáneos de la depositación de tales estratos". La unidad es la zona,

pero una zona biostratigráfica puede tener cualquier extensión ya que la clasificación no es esencialmente jerárquica, aunque subzonas y zónulas pueden ser designadas en las zonas. Los taxa biostratigráficos son generalmente designados por los nombres de los taxa biológicos involucrados. La zona puede ser aquella de las rocas que contienen un taxón fósil de cualquier nivel de la jerarquía biológica (especie, género, etc.), o cualquier combinación de tales taxa biológicos ("zona concurrente \*"), o cualquier conjunto de faunas o floras contenidas en ellas ("zona de conjunto \*\*"). Las zonas pueden incluir tanto todas las rocas en las que determinados taxa han sido registrados ("hemerozona \*\*") como aquéllas en las que determinados taxa son excepcionalmente abundantes ("zona de apogeo \*\*"). Sobreposiciones o clasificaciones biostratigráficas alternativas pueden aplicarse a las mismas rocas.

El informe de Wood incluyó para América del Norte una secuencia de zonas, cada una designada por el nombre de un sólo género de mamíferos, con la extensión de los géneros aparentemente equiparada con edades <sup>5</sup>. Sin embargo, se remarcó entonces que tal equiparación era muy espuria. Pareciera también evidente que la clasificación zonal presentada como una simple duplicación de las clasificaciones geocronológica y cronostratigráfica era superflua. De hecho, aunque la clasificación zonal es útil en algunas rocas marinas y extensamente empleada por los paleontólogos de los invertebrados, es actualmente muy poco usada en la estratigrafía continental o por los paleontólogos de los vertebrados. El "S.V.P. Committee" acordó abandonarla totalmente. Un sistema de pisos-edades con nombres

\* *N. del T.* Según la traducción mejicana.

<sup>5</sup> En la terminología de tal informe las zonas fueron equiparadas con las edades, pero la equiparación debió haberse hecho entre las zonas y los pisos, ya que ambos son unidades litológicas, mientras que las edades no lo son.

geográficos que use el total de las faunas para las determinaciones temporales es considerablemente más estable y significativo que cualquier otro basado en las cambiantes taxonomía y nomenclatura, y en el circunstancial conocimiento de la distribución de una o varias especies o géneros.

La definición de las edades y de los pisos en términos de faunas como medio de determinar y simbolizar el tiempo, no es equivalente a la definición de las zonas faunísticas, "faunizonas" o (en el "American Code") las "zonas de conjunto". Todas estas zonas son bioestratigráficas; son unidades litológicas, y el "American Code" [Artículo 20 (b)] especifica que "una zona bioestratigráfica es definida... sin referencia a .. conceptos de tiempo". De tal manera las faunas para definir las edades y los pisos son usadas precisamente para referirse a conceptos (o medida) del tiempo. Más aún, las rocas son asignadas a una "zona de conjunto" solamente si ellas en efecto contienen el conjunto característico de la zona; en cambio las rocas son asignadas a un piso basándose en la evidencia de su contemporaneidad con las faunas de la correspondiente edad, aun cuando ellas no contengan tal fauna.

El término "zona" ha sido también usado, en forma relativamente amplia, para una subdivisión de un piso. Este uso del mismo término para dos conceptos bien diferentes debería ser, por cierto, abandonado.

#### CLASIFICACION GEOBIOTICA

La clasificación cronostratigráfica comprende taxa de rocas definidas por sus edades. La clasificación geocronológica comprende solamente las edades. La clasificación bioestratigráfica comprende taxa de rocas definidas por su biota. La clasificación geobiótica comprende los biota exclusivamente. Aunque el término "geobiótica" — hasta

donde yo sé— es nuevo, es lógicamente análogo a "geocronológica", y la distinción que establece ha sido reconocida desde largo tiempo atrás por cuidadosos estratígrafos, aun cuando ha estado faltando un término para designarlo.

Los conceptos aquí involucrados son, en los hechos, relativamente obvios, aunque no siempre son claramente diferenciados de los bioestratigráficos y sería necesaria una más definida jerarquía para que resultaran utilizables. Los términos corrientes en la actualidad para las categorías geobióticas son simplemente "fauna" y "fauna local". "Fauna local" fue introducido en el informe de Wood (p. 7) como autoexplicativo. Ha sido reconocido por los paleomamalogos como extremadamente útil y su uso es casi universal en sus estudios. Pero requiere alguna definición más cuidadosa que la que ha recibido, aun después de aquella de Wilson (1950, p. 770): "La totalidad de las especies colectadas de algún yacimiento importante o conjunto de yacimientos". Como tácitamente han advertido todos aquéllos que lo usaron, este término exige otras condiciones: que según las evidencias aseguibles se considera que las especies involucradas han vivido durante el mismo tiempo, geológicamente hablando, como también en la misma área restringida y que la fauna no es considerada como desmostradamente representativa de la totalidad de una extensa unidad litoestratigráfica o cronostratigráfica. La costumbre es dar a una determinada fauna local un nombre geográfico, tan próximo como sea posible a la localidad fosilífera o a localidades cercanamente asociadas. Estos nombres deberían ser diferentes a aquéllos aplicados a cualquier unidad litológica.

Si una fauna se extiende geográficamente en forma amplia o si caracteriza la totalidad de una unidad litológica reconocida, simplemente es llamada fauna. Si una fauna no caracteriza una denominada unidad litológica se le pue-

de dar un distinto nombre geográfico. Por el contrario si caracteriza una denominada unidad litológica, tanto litostratigráfica como cronostratigráfica, usualmente es denominada con el mismo nombre, con el agregado del término "fauna". Es por ello que Wilson (1959), quien tanto hizo por clarificar estas cuestiones, usó como ejemplo la fauna de mamíferos fósiles halladas por primera vez en un pequeño curso de agua ("gulley") de la granja Garvin, cerca de Navasota, Texas, y la describió como la "Garvin Gulley local fauna". Ulteriormente se comprobó que se extendía sin cambios apreciables en un área de aproximadamente 400 kilómetros de longitud, y así devino la "Garvin Gulley fauna", la cual — como suele ocurrir — aparece en más de una formación (taxón litostratigráfico). Wilson sugiere que entonces se transforma en una unidad biostratigráfica, una hemerazona. A pesar de la claridad general de su estudio, Wilson se equivocó en este aspecto, lo cual demuestra la necesidad de lograr una separación más clara entre las unidades biostratigráficas y geobióticas. Una hemerazona o cualquier otra unidad biostratigráfica, está compuesta de *rocas*. Muy evidentemente, una fauna no.

Podría hablarse de una fauna y darle un simple nombre en aquellos casos en que involucra un apreciable espacio del tiempo, o cuando la distribución geográfica encierra variadas diferencias en las faunas locales incluidas. Por ejemplo, en América del Norte la fauna local de Blanco del informe de Wood es encontrada en la inmediata vecindad del Monte Blanco de Texas, y preferentemente debería habersele llamado fauna local del Monte Blanco o del Crawfish Canyon. La fauna Blanquense corresponde a todo un piso, que cubre un considerable espacio de tiempo, ahora considerado como representativo del Plioceno Superior hasta el Pleistoceno Inferior, y distribuida en muchas localidades diseminadas sobre la mitad

oeste de los Estados Unidos. Existen marcadas diferencias tanto temporales como geográficas entre las varias faunas locales blanquenses; pero la fauna Blanquense en su integridad es característica y definible. De manera similar, en Argentina la fauna local de Punta Casamayor debería ser la de las proximidades de esa localidad, que es tipo de la formación Casamayor. Fauna local de Cañadón Tournoüer podría ser una designación aún mejor. La fauna casamayoreña está ampliamente distribuida en Patagonia y es mejor conocida por faunas locales halladas en puntos distantes de la Punta Casamayor.

#### NOTA SOBRE LA NOMENCLATURA PROVINCIAL DE AMERICA DEL SUR

Aproximadamente la totalidad de la secuencia de los pisos continentales de Argentina, sin errores esenciales y en la forma todavía aceptada, fue elaborada por dos hermanos, ninguno de los cuales tuvo alguna formal preparación en geología: Carlos Ameghino en el campo y Florentino Ameghino en el gabinete. Fue ésta una complementación única en la historia de la Geología y extraordinaria en la historia de la ciencia. El resultado final fue presentado en francés por el más ilustrado miembro de este equipo, Florentino, en 1906. En la actualidad sabemos que sus correlaciones intercontinentales fueron muy erróneas y que los usos terminológicos y nomenclatoriales fueron por supuesto los de su tiempo, muchos actualmente cambiados. El resultado básico del trabajo de este binomio fue una secuencia de "étages". Muchos de ellos son actualmente aceptados como "étages", "stages" o "pisos" (equivalentes en las tres lenguas), los cuales deben ser considerados en la actualidad de mero valor cronostratigráfico. Los Ameghino, como todos los estratígrafos de su tiempo, no distinguieron claramente las unidades litostratigráficas, cronos-

tratigráficas, geocronológicas, biostratigráficas y geobióticas, las cuales fueron mezcladas de muy diversas maneras en sus "étages".

La nomenclatura de los Ameghino también siguió mezclados criterios. A la mayor parte de sus más antiguos "étages" cenozoicos se les dio nombres derivados de aquellos de géneros de mamíferos, los cuales podrían ser aceptados actualmente para zonas, e.g., zona de *Notostylops* para el "Notostylo péen" de Ameghino, aunque ahora no creemos que para este caso sea útil una clasificación y nomenclatura zonal. Para el Cenozoico Superior se dieron nombres geográficos con sufijos, como es actualmente correcto para los pisos. Por cierto un buen número de los nombres de Ameghino para los "étages" están actualmente en uso para los pisos y edades, cinco de ellos en Pascual *et al.* (1965), por ejemplo Santacruzense para el "Santacruzéen" de Ameghino. También Ameghino usó varios otros nombres, que no son ni bióticos ni geográficos, sino derivados de nombres de tribus indígenas, actualmente inaceptables para cualquiera de las clasificaciones estratigráficas, e.g., "Puelchéen".

De acuerdo con respetables antecedentes europeos de su tiempo y anteriores, Ameghino usó el término "Formation" con un significado radicalmente diferente del actual, aplicado a grandes unidades que comprendían dos o más "étages". Los nombres de las "formation" de Ameghino fueron en su mayoría geográficos, aunque en parte derivados de tribus indígenas, distinguiéndolos de los nombres de "étages" por el sufijo francés "-ienne" en lugar de "-éen". Esta suerte de distinción, inválida para la nomenclatura moderna, fue seguida por algunos estratígrafos recientes, aún por parte de quienes habían adoptado un sistema de nomenclatura totalmente geográfico. Por ejemplo Kraglievich (1930) usó formaciones (ciclos faunísticos) con nombres terminados en -ana, e.g., Deseadoana,

en las cuales incluyó unidades menores, horizontes terrestres, con nombres terminados en -ense, e.g., Deseadense. Si las unidades mayores fueran consideradas grupos, como las llamó Frenguelli (1930), con el sufijo -iano, podrían ahora aceptarse sólo si fuesen definidas como unidades litostratigráficas, pero con el nombre geográfico original, sin sufijo alguno.

El actual uso correcto de edad como el tiempo equivalente a la unidad cronostratigráfica piso fue alcanzado mucho más tarde, y con la denominación "âge" Ameghino (aún en 1906) listó las épocas a las que consideró que pertenecían sus "étages". A las épocas se les dio los nombres europeos, como es costumbre todavía.

Aun cuando las secuencias estratigráficas y faunísticas establecidas por los Ameghino fueron esencialmente correctas en su totalidad, llevó mucho tiempo y trabajo definir las más claramente, tanto para distinguir las diferentes clases de unidades estratigráficas involucradas como para aplicarles un sistema de nomenclatura moderno y consistente. Esto ha sido hecho en su mayor parte por estratígrafos y paleontólogos argentinos, pero también por otros de diversos orígenes, entre otros franceses, alemanes, italianos, rusos y norteamericanos. La larga y compleja historia de la clasificación y nomenclatura no puede ser relatada en este trabajo; pero puede ser encontrada por el lector en la siguiente secuencia de publicaciones, y en otros trabajos citados en ellos: Ameghino (1906), Gaudry (1906), Rovereto (1914), Windhausen (1924), Feruglio (1929), Frenguelli (1930), L. Kraglievich (1930), Windhausen (1931), Simpson (1933), Fossa-Mancini *et al.* (1938), Simpson (1940, 1941), Feruglio (1948-1950), J. Kraglievich (1952), Pascual *et al.* (1965), Patterson y Pascual (1968).

La clasificación toda de pisos y edades alcanzada hasta el momento tuvo su origen en Argentina y toda su no-

menclatura ha derivado de nombres geográficos argentinos. Aparte del ubi-  
cua Pleistoceno, pocos estratos conti-  
nentes mamíferos han sido adecua-  
damente estudiados en alguna otra par-  
te del territorio sudamericano. No obs-  
tante, toda vez que se han hallado ma-  
míferos fósiles del Terciario, sus estratos  
portadores se pudieron referir fá-  
cilmente a un piso de la secuencia mo-  
delo de Argentina, por ejemplo, un de-  
pósito friasense en Colombia, uno de-  
seadense en Bolivia y otro riochiquen-  
se en Brasil. Es muy probable, pues,  
que la clasificación argentina resulte  
aplicable a una provincia que compren-  
de toda América del Sur.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS  
EN EL TEXTO

- Ameghino, F., 1906. *Les formations sédimentaires du crétacé supérieur et du tertiaire de Patagonie avec un parallèle entre leurs faunes mammalogiques et celles de l'ancien continent*. An. Mus. Nac. Buenos Aires, 15 [(3) 8]: 1-568.
- American Commission of Stratigraphic Nomenclature, 1961. *Code of stratigraphic nomenclature*. Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., 45: 645-665.
- Ashley, G. M., M. G. Cheney, J. J. Galloway, C. N. Gould, C. J. Hares, B. F. Howell, A. I. Levorsen, H. D. Miser, R. C. Moore, J. B. Reeside, Jr., W. W. Rubey, T. W. Stanton, G. W. Stose and W. H. Twenhofel, 1933. *Classification and nomenclature of rock units*. Bull. Geol. Soc. Amer., 44: 423-459.
- Bell, W. C., M. Kay, G. E. Murray, H. E. Wheeler, and J. A. Wilson, 1961. *Note 25-Geochronologic and Chronostratigraphic units*. Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., 45: 666-670.
- Bell, W. C., G. E. Murray and L. L. Sloss editors, 1959 *Symposium on concepts of stratigraphic classification and correlation*. Amer. Jour. Sci., 257: 673-778.
- Comité Français de Stratigraphie, 1962. *Principes de Classification et de nomenclature stratigraphiques*. Com. Franç. Strat., Paris.
- Dunbar, C. O. and C. Rodgers, 1957. *Principles of stratigraphy*. John Wiley and Sons, New York.
- Evernden, J. F., D. E. Savage, G. H. Curtis, and G. T. James, 1964. *Potassium-argon dates and the Cenozoic mammalian chronology of North America*. Amer. Jour. Sci., 262: 145-198.
- Feruglio, E. 1929. *Apuntes sobre la constitución geológica de la región del Golfo de San Jorge*. An. Soc. Arg. Estud. Geog. "Gaea", 3: 395-486.
- 1949-1950. *Descripción geológica de la Patagonia*. 3 vol's Direc. Gen. Yac. Petrol. Fisc., Buenos Aires.
- Fossa-Mancini, E., E. Feruglio and J. C. Jussen de Campana, 1938. *Una reunión de geólogos de Y.P.F. y el problema de la terminología estratigráfica*. Bol. Inf. Petrol., N° 171.
- Frenguelli, J., 1930. *Nomenclatura estratigráfica patagónica*. An. Soc. Ci. Santa Fe, 3: 1-117.
- Gaudry, A., 1906. *Fossiles de Patagonie. Étude sur une portion du monde antarctique*. An. Paleont., 1: 101-143.
- International Subcommission on Stratigraphy and Terminology, 1961. *Statement of principles of stratigraphic classification and terminology*. Rept. 21st Int. Geol. Cong., Part 25.
- Kraglievich, J. 1952. *El perfil geológico de Chapadmalal y Miramar, Provincia de Buenos Aires*. Rev. Mus. Mun. Ci. Nat. Trad. Mar del Plata, 1: 8-37.
- Kraglievich, L., 1930. *La formación friaseana del Río Frías, Río Fénix, Laguna Blanca, etc y su fauna de mamíferos*. Physis, 10: 127-161.
- Pascual, R., E. J. Ortega Hinojosa, D. Gondar and E. Tonni, 1965. *Las edades del Cenozoico mamífero de la Argentina, con especial atención a aquéllas del territorio Bonaerense*. An. Com. Invest. Cient. Buenos Aires, 6: 165-193.
- Patterson, B. and R. Pascual, 1968. *The fossil mammal fauna of South America*. Quart. Rev. Biol., 43: 409-451.
- Rovereto, C., 1914. *Los estratos Araucanos y sus fósiles*. An. Mus. Nac. Hist. Nat. Buenos Aires, 25: 1-250.
- Savage, D. E., 1962. *Cenozoic chronology of the fossil mammals of the Western Hemisphere*. Rev. Mus. Arg. Ci. Nat. "Bernardino Rivadavia", Ci. Zool., 8: 53-67.
- Simpson, G. G., 1933. *Stratigraphic nomenclature of the early Tertiary of central Patagonia*. Amer. Mus. Novitates, N° 644.
- 1940. *Review of the mammal-bearing Tertiary of South America*. Proc. Amer. Phil. Soc., 83: 649-709.
- 1941. *The Eocene of Patagonia*. Amer. Mus. Novitates, N° 1120.
- Willman, H. B., D. H. Swann and J. C. Frye, 1958. *Stratigraphic policy of the Illinois*

- State Geological Survey. Illinois State Geol. Survey, Circular 249.*
- Wilson, J. A., 1959. *Stratigraphic concepts in vertebrate paleontology*. Amer. Jour. Sci., 257: 770-778.
- Windhausen, A., 1924. *Líneas generales de la constitución geológica de la región situada al oeste del Golfo de San Jorge*. Bol. Acad. Nac. Ci. Córdoba, 27: 167-320.
- Windhausen, A., 1931. *Geología Argentina. Segunda Parte. Geología histórica y regional del territorio Argentino*. Jacobo Feuser, Buenos Aires.
- Wood, H. E., 2nd., R. W. Chaney, J. Clark, E. H. Colbert, G. L. Jepsen, J. B. Reeside, Jr., and C. Stock, 1941. *Nomenclature and correlation of the North American Continental Tertiary*. Bull. Geol. Soc. Amer., 52: 1-48.

Recibido el 31 de mayo de 1971.

## EL CICLO MAGMATICO GEOSINCLINAL DE LA ERA PROTOIDICA EN LA ARGENTINA

Por ANGEL V. BORRELLO

### RESUMEN

Se ofrece una reseña general del ordenamiento geomagnético que presenta, con ofiolitas, plutonismo, secuevolcanismo y finivulcanismo, el Protoídico de la Argentina.

### SUMMARY

A general view of the Argentine Protoidic is here offered, with magmatic sequence of ophiolite, plutonism, sequevolcanism and finivulcanism.

El ciclo geosinclinal protoídico, comprendido entre las edades radimétricas -1100 m.a. y -560 m.a., es el primero de carácter ortogeomagnético que se registra en el territorio argentino. Le precede el Arquídico en la provincia de Buenos Aires, enmascarado por la migmatización, y le siguen el Paleoídico (Cámbrico-Triásico) del oeste Argentino y el Neoídico (Meso-Cenozoico), de la Cordillera Andina patagónica, principalmente.

En el ciclo protoídico se distinguen las siguientes fases geomagnéticas, evidenciadas entre los paralelos 40° y 22° I. S., en el oeste y noroeste argentinos, respectivamente.

*Fase ofiolítica:* Un tipo, a propósito, lo constituye las rocas básicas intrusivas en el zócalo de la sierra de Uman-go, La Rioja, sobre el meridiano 68°30' I.W. y el paralelo 29° I.S. (Hausen, 1921, p. 22-23; Keidel, 1957, p. 130; Borrello, 1969, p. 66). Dentro de rocas cuarcíticas afloran masas peridotíticas transformadas en serpentinitas a las que se asocian indiscriminadamente

“esquistos oscuros” de la misma procedencia. Corresponde evidentemente al dominio geosinclinal pero parecen hallarse emplazadas en domos geoanticlinales situados entre el eu y el miogeosinclinal de la cadena prepaleozoica argentina. Se conocen afloramientos similares en sierra de Maz, La Rioja (Kilmurray, 1970, p. 63-64), región de Fiambalá y sierra de Ancasti en la provincia de Catamarca y en la sierra de Valle Fértil y sierra del Pie de Palo en la provincia de San Juan. En las Sierras Paupéanas de San Luis, líneas ofiolíticas son evidentes desde la sierra de Comechingones (Córdoba) al sector de Concarán, Viorco y El Gigante. Configura esta plutonización ultrabásica (González Bonorino, 1962), el agregado magmático del proceso de suborogénesis geosinclinal, ligado a la fase de la vacuidad. En general el cortejo ofiolítico, a trechos mineralizado, está compuesto por piroxenitas, noritas, gabros y rocas serpentinizadas de procedencia peridotítica. Por el metamorfismo aparecen rocas semejantes del dominio simaico bajo la forma de anfibolitas.

**Fase posofiolítica:** Diques de lampró-firo gábrico en número reducido aparecen dentro del Protoídico leptometamórfico en las quebradas de Quebuyacu y del Remate, situadas entre el meridiano  $66^{\circ} 30'$  I. W. y el paralelo  $24^{\circ} 30'$  I. S., en la provincia de Salta, tratándose de odinitas, coparticipes con la evolución del flysch (ortoflysch) dentro de la historia precámbrica de la Puna. Coincide este vulcanismo básico con la fase geosinclinal preorogénica, no viéndose afectadas las molasas protoídicas argentinas por este tipo de acción magmática episimaica.

**Fase del plutonismo:** En la Puna y en la Cordillera Oriental de la Argentina los ejes de las serranías de Santa Victoria, Tastil y Cachi, a ambos lados del meridiano  $66^{\circ}$  I. W. y entre los paralelos  $22^{\circ}$  y  $26^{\circ}$  I.S. (Hausen, 1925, p. 136; Beder, 1928, p. 17; Turner, 1964, p. 28-29; Borrello, 1969, p. 66-68), presentan rocas plutónicas. Estas son del tipo granítico-granodiorítico y afloran en fajas alargadas debidas a la tectónica de zócalo ulterior; son tenidas en general como correspondientes a una fase sinorogénica a posorogénica en conjunto. Las masas graníticas pertinentes toman las variedades del granito porfiróideo. Algunas variedades han sido clasificadas como trondhjemitas y se emplazan entre medio de ectinitas y migmatitas. Las rocas aludidas, sólo en parte estudiadas, pasan al ambiente de las Sierras Pampeanas más al sur y se las encuentra en las provincias de Córdoba, La Rioja, San Juan y San Luis donde abarcarían una sucesión de cuerpos más amplios, con plutones pretectónicos a postectónicos, respectivamente (González Bonorino, 1950).

**Fase del vulcanismo subsecuente:** En la sierra Norte de Córdoba al Este del meridiano  $65^{\circ}$  I. W. y sobre el paralelo  $30^{\circ}$  I. S. han sido indicadas (Lucero, 1957, p. 14-18) dentro del ambiente de las Sierras Pampeanas, tobas cineríticas de tipo ácido que, si bien ligadas a for-

maciones del tipo neomolásico, configuran a una fase vulcanítica subsecuente de tipo tardío, más que a la ortomagmática secuente referible a las molasas propiamente dichas. Correspondería, por otra parte, al régimen tardioorogénico alto o bien, directamente, al posorogénico de carácter geosinclinal.

**Fase del vulcanismo final:** Rocas basálticas o diabasas transformadas en esquistos anfibólicos con paragénesis básica de la facies de esquistos verdes, segunda subfacies, con mineral indicador biotita, cortando con estructura de filones a ectinitas precámbricas, afloran al Este del río Limay en Neuquén, en la transición del ambiente pre-extrandinio, al sudoeste del cruce del meridiano  $70^{\circ}$  I. W. con el paralelo  $40^{\circ}$  I. S. Se trata de la única manifestación finivulcanítica protoídica discernida en territorio patagónico y que hace íntegro el cuadro del geomagmatismo prepaleozoico estudiado en el país. Rocas finivulcaníticas, discordantes, asoman en el campo "flyschoide" precámbrico de la sierra de Ancasti, Catamarca, sobre el km 187.500 de la ruta nacional 64, emplazadas como cuerpos filonizados. El dato es un complemento a las referencias susceptibles de brindar en el momento actual para las investigaciones geosinclinales respectivas.

Las rocas que testimonian el cuadro expuesto del geomagmatismo geosinclinal del Basamento Protoídico de la Argentina, se encuentran en estudio precedente para la determinación radimétrica de edades absolutas, siendo ésta una de las tareas fundamentales que se ha emprendido en la Argentina, para completar el examen sistemático de la evolución geosinclinal-geomagmática de esta porción del cono austral del Continente Sudamericano.

Dentro del aludido continente, las fases del Ciclo Protoídico, en síntesis consignadas en este escrito, constituyen una de las primeras contribuciones de la geología geosinclinal, puesta de manifiesto en el sentido expresado con arre-

glo a la investigación geotectónica en desarrollo en la República Argentina.

Cabe señalar, que es una evidencia que las cadenas geosinclinales protoídicas de la Argentina y en una extensión de casi 2500 km de longitud en el desarrollo andino (protoandino), muestra la interacción que los geosinclinales presentan en la litósfera subcrustal en el lapso de unos 500 m.a., anticipando el desarrollo de ciclos similares en edad geológica posterior, desenvueltos plenamente en el axis de la Cordillera Andina a partir del tiempo Paleozoico y en el Meso-Cenozoico, respectivamente.

Obvio es consignar, finalmente, que el conocimiento del orden geotectónico, comprobado en las fases del magmatismo geosinclinal es, ahora, una premisa tan incuestionable y moderna para penetrar en el estudio sistemático del registro de Geocronología, como para enfocar la génesis de los minerales meta-líferos, asociados a los procesos cíclicos protoídico y posteriores de la evolución tectorogenética regular, periódica y reiteradamente completa a partir de la época eoproterozoica, sobre todo en el territorio argentino.

El ciclo geomagmático protoídico, cuyos pormenores salientes han sido reseñados en esta contribución, aunque no presenta las singulares particularidades de desenvolvimiento y magnitud, tal como se advierte en los subsiguientes ciclos paleo y neóidico, pone de manifiesto dos hechos indiscutibles: primero, que se relaciona con un proceso geosinclinal de índole ortogeosinclinal, realmente tal, aunque falten datos complementarios para su caracterización geológica final; segundo, el aserto anterior advierte que semejante magmatización cíclica implica necesariamente una neta diferenciación geosinclinal en fases completas tanto plutónico como volcánicas, con sus conexas sedimentarias, por lo que cabe anticipar el discernimiento ineludible de verdaderos pisos estructu-

rales a partir del tiempo posarcaico para la Argentina.

#### LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Beder, R., 1928. *Los yacimientos de minerales de plomo en el departamento de Yavi de la provincia de Jujuy, con algunas consideraciones geológicas económicas sobre el norte de las provincias de Jujuy y Salta*. Publ. Dir. Gral. Min. Geol. Hidrol., 38, Buenos Aires.
- Borrello, A. V., 1969. *Los Geosinclinales de la Argentina*. An. Dir. Nac. Geol. Min., XIV, Buenos Aires.
- González Bonorino, F., 1950. *Algunos problemas geológicos de las Sierras Pampeanas*. Rev. Asoc. Geol. Arg., V, (3), p. 81, Buenos Aires.
- 1962. *Petrología de algunos cuerpos básicos de San Luis y las granulitas asociadas*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XIV (1961), (1-2), p. 61, Buenos Aires.
- Hausen, H., 1921. *On the lithology and geological structure of the Sierra de Umango*. Act. Acad. Aboensis, Math. et Phys., i-4, Abo.
- 1925. *Sobre un perfil geológico del borde oriental de la Punta de Atacama*. Bol. Acad. Nac. Cienc. Córdoba, XXVIII, 1.
- Keidel, J., 1957. *Los plegamientos precámbricos y paleozoicos*. GAEA, Geografía de la República Argentina, I, (Supl.) Bs. Aires.
- Kilmurray, J., 1970. *Las fases del metamorfismo en la sierra de Maz, Provincia de La Rioja, República Argentina*. Rev. Asoc. Arg. Miner. Petr. Sed., 1, (3-4), p. 57, Buenos Aires.
- Lucero, H. N., 1957. *Sobre las psamitas y conglomerados arcósicos intercalados en el Basamento de la Sierra Norte de Córdoba*. Rev. Fac. Cienc. Ex. Fis. Nat. Córdoba, XIX, (1-2).
- Ruiz Huidobro, O. J., 1960. *Descripción geológica de la Hoja 8 e, Chicoana (Provincia de Salta)*. Bol. Dir. Nac. Geol. Min., 53, Bs. Aires.
- Turner, J. C. M., 1964. *Descripción geológica de la Hoja 7 c, Nevado de Cachi (Provincia de Salta)*. Bol. Dir. Nac. Geol. Min., 99, Buenos Aires.
- Vilela, C. R., 1956. *Descripción geológica de la Hoja 7 d, Rosario de Lerma (Provincia de Salta)*. Bol. Dir. Nac. Min., 84, Buenos Aires.

Recibido el 30 de junio de 1971.

SOBRE LA ESTRATIGRAFIA DEL CRETACICO INFERIOR  
EN EL LAGO ARGENTINO, PROV. DE SANTA CRUZ  
REPUBLICA ARGENTINA

Por GUILLERMO FURQUE<sup>1</sup>

RESUMEN

La región que abarca esta comunicación, está situada en el sector centro-oeste del lago Argentino, Santa Cruz, donde afloran sedimentos marinos con intercalaciones de rocas ígneas, en parte sincrónicas con la depositación de aquéllas.

Se describen los sedimentos correspondientes al Kimmeridgiano-Berriasiano y al Aptiano-Albiano, que están separados por una discordancia de sedimentos de edad Santoniano-Campaniana inferior.

ABSTRACT

The area is located in the central western part of Lake Argentino-Santa Cruz Province. Marine sediments with intercalations of igneous rocks, in part synchronous with the deposition crop out in the region.

The sediments correspond to the Kimmeridgian-Berriasian and to the Aptian-Albian. These are separated by an unconformity from Santonian-lower Campanian sediments.

INTRODUCCION

Con motivo del levantamiento geológico de la Hoja 58b, Lago Argentino, se realizaron las observaciones estratigráficas que motivan la presente comunicación.

Estas se llevaron a cabo durante el verano del año 1955 volcándose la geología sobre plancheta del I.G.M. a escala 1:100.000.

Sobre esta región se han publicado numerosos trabajos, la mayoría de carácter general entre los que merecen citarse Quensel (1911), Caldenius (1932) y Feruglio (1936, 1944 y 1949), donde ge-

neralmente se señala esta región como constituida por dos formaciones: la Serie Porfírica y el Titoniano.

Los trabajos de levantamiento de aquella Hoja, dieron lugar a un mayor detalle sobre la geología de esta región, estableciéndose modificaciones en su estratigrafía.

*Geología*

La región que abarca esta comunicación, está situada en el rincón NW de la Hoja 58b, Lago Argentino, donde afloran sedimentitas marinas con intercalaciones de rocas ígneas en parte sincrónicas con la depositación de aquéllas. Las formaciones que se han distinguido están señaladas en el cuadro estratigráfico inserto a continuación:

<sup>1</sup> Trabajo realizado por cuenta de la Dirección Nacional de Geología y Minería y publicado con anuencia de sus autoridades.

Cuadro estratigráfico

Periodo	Formación	Miembro	Litología	Espesor
<b>Anita</b>				
Santoniano	{ Las Hayas	Alta Vista	Areniscas y lutitas	400 m
Campaniano		Horqueta	Areniscas, limolitas y arcilitas	500 m
----- discordancia -----				
Albiano	{ La Unión		Areniscas y lutitas	450 m
Aptiano				
Berriasiano	{ Quemado		Lutitas y limolitas	1.200 m
Kimmeridgiano	{ Barragán	Pórfiro II	Pórfiros y tobas	1.000 m
		Porfiro I		

#### FORMACION BARRAGAN

En el año 1938, Feruglio le dio el nombre de Complejo Volcánico del Quemado, denominación con que se conoce a la Serie Porfírica en el lago Argentino.

En la cordillera patagónica, recibe el nombre de Formación Ibáñez, dado por Heim en 1940 para toda la Patagonia y actualizado por Ceccioni en 1955.

Al NW del lago Argentino, se presenta un conjunto de rocas ígneas, al que Feruglio dio el nombre arriba mencionado y que se extienden desde el borde septentrional del lago Argentino y de la península Mitre, hasta el límite norte de la comarca en estudio. No afloran en forma continua, sino que aparecen como núcleos de las formaciones sedimentarias más antiguas de la región. Como tal, asoman en los valles, en los bordes del lago, o en las depresiones en las cuales la erosión eliminó la cubierta sedimentaria.

Este conjunto de rocas ígneas pertenece al grupo que se extiende desde la Isla de Los Estados, por Tierra del Fuego, la cordillera patagónica hasta la cuenca superior del río Senguer.

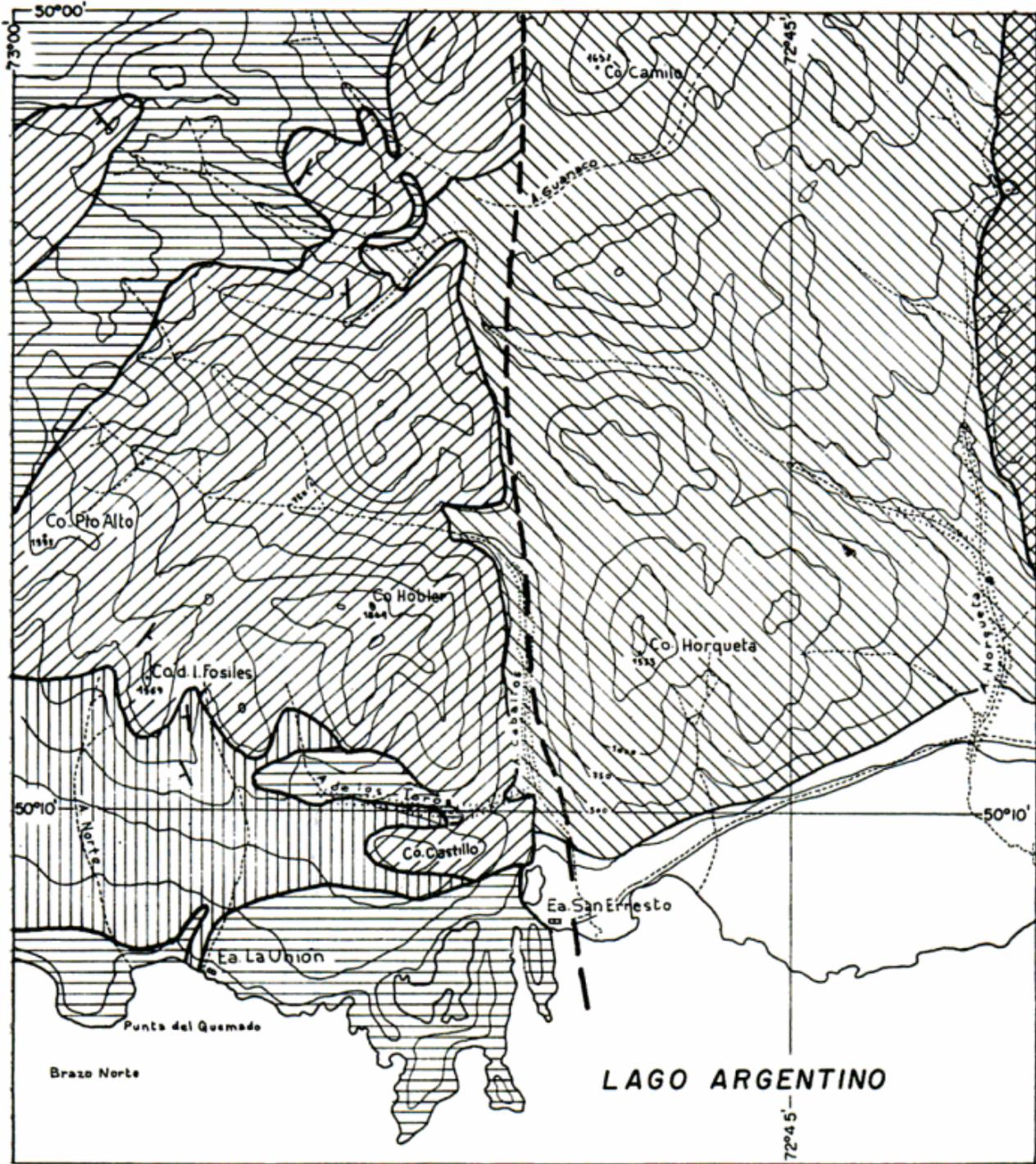
Son conocidos desde la época en que Nordenskjöld (1905), reconoció la región austral de la cordillera. Se debe a Quensel la primera tentativa de separación de elementos en este conjunto, considerando que existía una faja de pórfiros cuarcíferos y tobas porfíricas de la Cordillera Principal. Esto es negado por Feruglio (1949, T. II, p. 143), quien afirma que "...no existe motivo para separar litológica y estratigráficamente estas dos formaciones, siendo una la evidente continuación de la otra".

En la región en estudio sólo se ha comprobado la presencia de pórfiros de distintas naturalezas y coloración con sus tobas, no pudiéndose atestiguar la distinción efectuada por Quensel.

Este conjunto está constituido por pórfiros de coloraciones que varían desde el rojo claro al verdoso grisáceo, pasando por el gris hasta el blanquecino. Quensel y Zuffardi han realizado descripciones petrográficas detalladas de los mismos, a los cuales remito al lector para mayores datos.

En general estos pórfiros, alternan con tobas litoides, muy compactas y de coloraciones similares que las tornan difíciles de distinguir de los pórfiros

### SOBRE LA ESTRATIGRAFÍA DEL CRETÁCICO INFERIOR EN EL LAGO ARGENTINO



Mapa de ubicación

verdaderos. No presentan estratificación pero sí es dable observar líneas de fluidalidad no muy frecuentes.

No se observa la base de este conjunto pero, su techo es bien visible en sus relaciones con los sedimentos cretácicos que se le superponen. Están dispuestos como coladas sucesivas, espesas, fáciles de distinguir unas de otras. Su espesor ha sido calculado por Feruglio entre 400-500 m, pero de acuerdo con su altura en relación con el nivel del mar, tenemos que su espesor aflorante es del orden de los 600 m, es decir, que el real debe ser muy superior, y si nos guiamos por las cotas que señalan los afloramientos en el rincón W de la región, tenemos que su espesor aflorante es superior a los 1.000 m.

En dicha región he diferenciado dos conjuntos de pórfiros, uno inferior masivo, compacto, de tonalidades verdosas, que aflora en el corte del valle superior del arroyo Guanaco. Allí se observa, especialmente en el borde norte de dicho valle, que sobre un conjunto de pórfiros se dispone un grupo de lutitas oscuras, arenosas, bien estratificadas; asimismo, se observa que sobre ellas se ha desarrollado una superficie de erosión, y sobre la misma se ha volcado el manto de pórfiros que las cubre y que engloba, en parte, a los sedimentos cretácicos que se le superponen.

De allí que he denominado Pórfiro I al inferior y Pórfiro II al superior, señalando con ello la existencia de dos períodos de efusiones, que se hallan netamente separados en tiempo y espacio. Los datos que se poseen no permiten apreciar la importancia de su diferenciación, pues bien pueden corresponder a un solo ciclo magmático. En tal entendimiento, se los ha involucrado en un solo conjunto, señalando su presencia para futuros trabajos de investigación.

En los alrededores de la estancia La Unión o El Quemado, se observa en forma clara el contacto entre el pórfiro y los sedimentos cretácicos. Tal como ya

lo señalara Feruglio (1945), las efusiones de estos pórfiros han sido de naturaleza submarina en parte, pues en el cerro Barragán, cerca de la laguna de la estancia San Ernesto, se observa que el pórfiro en el contacto con el sedimento presenta una capa oscura, silicificada, donde hay interpenetración del pórfiro con el sedimento, como si la lava hubiera corrido por sobre un limo, englobando al mismo con los restos de fósiles que actualmente se observan, en forma de trozos de valvas de pelecípodos mal conservados.

En la estancia La Unión, el pórfiro aparece interestratificado con los sedimentos Kimmeridgianos, dado que se puede apreciar, que el pórfiro penetra en los planos de estratificación, al punto de dejar una capa de *Griphea usta*, como intercalación dentro del pórfiro. Inversamente, en capas superiores a las portadoras de belemnites, penetra como un filón capa que se acuña sensiblemente hacia el norte.

En el valle del arroyo de los Loros, aparece un cuerpo de pórfiro gris, que forma la catarata de dicho arroyo, sobre el que se encuentran las capas de lutitas oscuras, pero no se observa el nivel de *Griphea usta*. Lo mismo se observa en la manga La Hoya, donde además tampoco aparecen las capas con belemnites.

### Edad

La edad de este conjunto ígneo ha sido muy debatida, asignándole desde el Paleozoico hasta el Jurásico. Feruglio, en base a la alternancia por él observada en el lago Argentino, con tobas y sedimentos arcillosos con fósiles que atribuyó al Kimmeridgiano y Titoniano, deduce una edad neojurásica y "...que las erupciones se produjeron en parte en el mar y que algunas tardías inyecciones porfíricas ocurrieron localmente durante el neocomiano".

De las descripciones efectuadas más arriba, se colige que las efusiones de

pórfitos son posteriores a las capas con *Gripheas* y *belemnites*, y coetáneas con los sedimentos del cerro Barragán; el pórfiro, en este punto, se ubica en el plano de estratificación de los bancos fosilíferos, es decir, cuando éstos ya están consolidados.

La continuación de estos cuerpos al oeste y norte de esta región y su presencia en el fondo de los valles, dan la impresión de que es una manifestación magmática que se ha intrusado en los sedimentos Kimmeridgianos, levantándolos en parte; en otras, derramándose sobre el fondo del mar pero, en conjunto ubicadas en una época que se sitúa en el tiempo de depositación de la Formación Quemado.

#### FORMACION QUEMADO

Se presenta exclusivamente en el borde austral del brazo norte del lago Argentino, por sobre el conjunto de las eruptivas porfíricas.

Su distribución es pequeña, limitándose al rincón NW de la región, desde donde se prolonga hacia la estancia María Cristina ya en las cercanías del hielo continental.

Forma parte de lo que Feruglio (1945), denominó Complejo Sedimentario Titoniano hasta Turoniano, y de los Estratos con *Inoceramus steinmanni*, aplicado por Wilckens.

Constituye lo que en conjunto Leanza (1967, p. 172), llama Formación Quemado, involucrando tanto los sedimentos como la serie eruptiva ácida, y que en este trabajo se le ha separado como Formación Barragán.

En este estudio, a todo ese conjunto se lo separa en formaciones bien nítidas, que se destacan tanto por su contenido fosilífero como por su litología.

#### Litología

La base de este conjunto no se conoce con exactitud pero, se considera que

la misma está representada en esta región por las capas con "*Griphea usta*".

En conjunto representan sedimentos arcillosos, con algunos niveles arenosos, bancos tobáceos en la base, generalmente fosilíferos. Sus coloraciones varían desde un gris oscuro hasta negro, a grises claros. En general son de fractura astillosa, sobre todo aquéllos de naturaleza lutítica.

En un perfil, en los alrededores de la estancia El Quemado, se puede observar que las capas que se ponen en contacto con el conjunto porfírico (riolítico), están constituidas por limolitas arenosas muy calcáreas, con una gran cantidad de restos de valvas de *Griphaea usta*, siendo ésta la única especie que forma este banco coquinoide. Por arriba de este conjunto siguen:

- a) filón capa de pórfiro verdoso claro;
- b) arcilitas finamente estratificadas, de colores oscuros a negros, que se fragmentan en forma astillosa; contienen foraminíferos y radiolarios; espesor aprox. 10 a 20 m;
- c) banco de limolita algo arenosa, color gris oscuro, muy calcáreo que se caracteriza por su gran contenido de *belemnites*; espesor aprox. 20 m;
- d) filón capa de pórfiro de 5 m de espesor;
- e) alternancia rítmica de areniscas finas con lutitas en bancos delgados de colores oscuros, que se destacan por la diferente resistencia a la erosión.

El espesor de este conjunto oscila entre los 50 a 80 m.

#### Edad

El contenido fosilífero de este conjunto, aparte de los ya mencionados, consisten en forma de *Belemnopsis patagoniensis*, de un amonite que cita con reservas Feruglio (1945) como *Virgatosphinctes adesensis*.

Además, este autor cita para esta formación las siguientes especies de amonites:

*Aulacosphinctes* cf. *spitiensis*  
*Corongoceras mendozanum*  
*Berriasella spinulosa*  
" *alternans*  
" *subprivasense*  
*Hibolites* aff. *jaculum*

Considera Feruglio que esta asociación fosilífera indica sin dudas una edad Titoniano superior a Valanginiano inferior.

Con ello afirma su creencia de que existe un pasaje gradual entre Jurásico y Cretácico en toda la Patagonia.

En base a la presencia de los amonites más característicos, considera válido establecer una Zona con "*Aulacosphinctes*" y "*Berriasella*", en este conjunto, sin determinar su posición real sino señalando la posibilidad de su existencia.

Recientemente Leanza (1967), al realizar una revisión de la colección de Feruglio de la Patagonia Austral, se refiere a la ubicación de estas capas (*op. cit.* p. 165), considerándolas como Kimmeridgiano-Berriasiano en base a la presencia de *Pavlowia*, *Berriasella* y *Lythoplites*.

#### FORMACION LA UNION

Se extiende desde el cerro Castillo, casi en el borde septentrional del lago Argentino, hacia el norte, superando el límite de la región en consideración. Hacia el E está limitada por una fractura, por la que transcurre el río Caballos o de Las Hayas, y que la separa de la Formación de Las Hayas. Por el W, sus afloramientos se acúan un poco, aumentando en dirección a la estancia María Cristina, ya fuera del área.

Esta formación, corresponde aproximadamente a lo que señaló Feruglio (1945), como Hauteriviano y Barremia-

no y en la que en 1949 distinguió varias zonas, como se verá más adelante. Además incluye niveles que él colocó como Aptiano-Albiano.

#### Litología

En el corte del arroyo de los Loros, se observa que la base de este conjunto está determinado por un cuerpo de pórfiro gris. Sobre ésta, sigue un conjunto de sedimentitas clásticas, que constituye el cerro Hobbler y cuyo perfil puede considerarse el tipo de esta formación. Se compone de los siguientes términos, de abajo hacia arriba:

- a) cuerpo de pórfiro gris
- b) lutitas finas, en bancos de centímetros de espesor, alternan con bancos de arcilitas negras portadoras de amonites, constituyendo ciclos rítmicos. Se han encontrado formas de:  
*Inoceramus* sp., *Aulacosphinctes* cf. *colubrinoides*, *Berriasella behrendseni*. Esp.: 80 m
- c) lutitas oscuras a negruzcas, con fisionomía bien desarrollada. Contienen restos de *Inoceramus*, *Pecten quemadensis*, *Berriasella behrendseni*, *Belemnopsis patagoniensis*. Esp.: 40 m
- d) areniscas finas, rojo pardas en superficie, muy características, que se destacan a distancia: promedian los afloramientos del cerro Hobbler. Este nivel se lo observa desde el cerro Los Fósiles hasta el cerro Castillo. Contienen restos mal conservados de amonites y belemnites. Esp.: 120 m
- e) lutitas arenosas, colores gris negruzcos, en general oscuros, en capas delgadas de pocos centímetros de espesor que predominan hasta la cumbre de los cerros mencionados. Contiene restos de amonites y escasos belemnites.

Feruglio (1945), menciona para un nivel similar del cerro de los Fósiles, el hallazgo de los siguientes fósiles:

*Inoceramus* aff. *posidonomyaeformis*, *I. steinmanni*, *Phylloceras aurelias*, *Acantodiscus* cf. *spitiensis*, *Holcoptychites neuquenensis*, *Favrella americana*, etc. Esp.: 210 m

Los espesores consignados, son aproximados pues los sedimentos se encuentran muy plegados y no se ha realizado un trabajo de reconstrucción de pliegues.

Hacia el norte, en la región de La Manga, se presentan también cerca del contacto con el pórfiro, el grupo de areniscas y lutitas de colores rojizos, sobrepuestas a las lutitas oscuras que se apoyan sobre el cuerpo ígneo.

#### Edad

Los datos que se poseen para ubicar cronológicamente a esta formación, son escasos y contradictorios.

Feruglio (1949), determina la presencia de "Zona con *Holcoptychites*", "Zona con *Favrella*"; a los 20 m por arriba de la anterior encuentra restos de *Inoceramus anamiaeformis* Fer., *Favrella americana* (Favre), *F.* cf. *steinmanni*.

En su trabajo anterior (Feruglio, 1945), hace mención de niveles con fósiles del Aptiano-Albiano, mencionando localidades y niveles en forma continua y desordenada, que nada contribuye a aclarar la posición de los mismos. Lo único concreto que puede decirse a este respecto, es que la presencia de fauna de amonites con *Halcoptychites* y *Berriassella*, de *Inoceramus Favrella*, etc., que se observan en esta formación, indica una edad que puede oscilar entre Hauteriviana a Aptiana, correspondiendo sus depósitos a facies de flysh característico en el ambiente geosinclinal de la cuenca austral.

Es de señalar, que en el arroyo Cen-

tinela, el afloramiento de lutitas allí existente, proporcionó a Feruglio varios fósiles cuya revisión fue efectuada por Leanza (1967, p. 173), llegando este autor a la conclusión de que la presencia de Turrilitidos a los que se asocia el amonite *Feruglioceras piatnitzkyi* Leanza, [fue descrito primitivamente por Piatnitzky como *Gaudryceras desmoce-ratoides* (Stolley)] indica como muy probable que estos sedimentos sean de edad Aptiano superior-Albiano inferior.

Esta circunstancia lo lleva a la conclusión, que existe una discordancia entre las lutitas con *Feruglioceras* y la Formación Anita, de edad Campaniano superior-Maestrichtiano.

#### FORMACION DE LAS HAYAS

Entre los sedimentos cretácicos, es la formación que posee mayor representación en el ámbito de esta región, pues ocupa prácticamente la mitad oriental de la misma. Estando interrumpida por la cuenca del lago Argentino y cubierta en gran parte por depósitos de origen glacial. Asimismo, conforma las elevaciones más importantes de la región como son la península Avellaneda y el cerro Buenos Aires.

Dada la extensión de sus afloramientos y las características de sus sedimentos, ha sido posible distinguir en esta formación dos miembros que he denominado respectivamente: Miembro Horqueta y Miembro Alta Vista, siendo este último el superior.

#### Miembro Horqueta

Su nombre proviene del cerro Horqueta, ubicado al norte del lago Argentino y del cerro Barragán<sup>1</sup>.

Sus afloramientos se extienden desde el cerro Camilo, en el límite norte de

<sup>1</sup> Por error no figura en el mapa; está ubicado en la península al sur de estancia San Ernesto.

la región, hasta el borde del lago Argentino, pasando hacia el sur a constituir las península Avellaneda, península Magallanes y cerro Frías.

Es decir, que los depósitos de este miembro se ubican únicamente en el sector occidental.

### Litología

Constituyen un ambiente de transición entre las pelitas de la Formación La Unión y psamitas del Miembro Alta Vista.

En su conjunto está constituida por lutitas oscuras, lutitas arenosas, areniscas finas, en parte conglomerádica a conglomerados finos, culminando con areniscas finas amarillentas.

En su porción media inferior, se destaca la presencia de niveles de ritmitas, muy bien desarrollados en todos los afloramientos, tanto en la región norte como sur.

El cerro Buenos Aires, está constituido en su base por lutitas oscuras a negras, con fisilidad bien desarrollada. Son bancos duros, compactos, de 10 a 20 cm de espesor, con fractura en parte concoidal. Su grano es muy homogéneo y sólo se altera por unas líneas de menor tonalidad.

Contienen restos de *Inoceramus*, mal conservados y abundantes. En el faldeo hacia la cumbre, van cambiando paulatinamente de granometría, pasando a lutitas arenosas y areniscas finas, con coloraciones más claras. Cerca de la cumbre del cerro citado, se encuentran areniscas blanquecinas, que ocupan similar nivel en el cerro Avellaneda.

Se destaca la presencia de un nivel a la altura aproximada donde termina la vegetación, de areniscas conglomerádicas y conglomerados finos cuarzosos, que alternan con cuarcitas y que presentan en los planos de diaclasas y fracturas, cuarzo secundario muy bien cristalizado en bipirámides exagonales.

Todo el conjunto se encuentra bastante plegado, aunque reconociendo

una inclinación general al este por lo que no ha sido posible establecer el espesor allí aflorante.

En la península Avellaneda, sus afloramientos están constituidos por lutitas grises oscuras a negruzcas, con excelentes planos de fisilidad. Con características similares continúan hasta la parte media, donde varían a areniscas arcillosas en parte cuarcíticas, con pasaje a conglomerados finos; en general las coloraciones son claras a ligeramente blanquecinas.

El cerro Frías, ubicado como un mogote aislado en el borde austral del lago Argentino, se encuentra compuesto por lutitas de grano grueso, en la base, de colores oscuros, en bancos de 20 cm de espesor que lleva intercalaciones de areniscas finas algo arcillosas, compactas y bien estratificadas.

Sobre ellas se dispone una serie de lutitas arcillosas, que pasan superiormente a un banco grueso de arenisca blanca, cuarzosa, fina, compacta (de 5 m de espesor); hacia arriba siguen areniscas oscuras a limosas finas, otros bancos de areniscas blanquecinas de 2 m de espesor, que pasan a su vez a lutitas arcillosas arenosas, que se desmenuzan en pequeños trozos acutangulares.

Tienen allí una facies francamente deltaica, y en las capas que culminan el cerro en su parte sur, se encuentran capas con restos de *Inoceramus*.

En su falda norte, cerca del puesto Cerro Buenos Aires, se encuentran unos depósitos calcáreos tipo travertínicos provenientes de la depositación de aguas meteóricas que han lixiviado la falda N, de dicho cerro.

Los afloramientos de la región norte del lago, es decir, los que forman el cerro Horqueta y cerro Camilo, están constituidos por lutitas oscuras y limolitas que alternan con capas delgadas de areniscas finas. En sus niveles superiores se encuentran restos de *Inoceramus* sp.

Es de destacar que a media falda occidental del cerro Horqueta, encontré un ejemplar casi completo de *Eupachydiscus* (determinado y estudiado por Leanza).

Cerca de la desembocadura del arroyo Horqueta, sobre su margen izquierda, representando los niveles más altos de este miembro, se presentan lutitas oscuras fragmentables en trozos acutangulares, que contienen concreciones oblongas y esferoidales de color castaño y dimensiones que varían entre 5 cm y 50 cm en su eje mayor. Estas concreciones poseen como núcleos *Inoceramus* de diversos tamaños, generalmente grandes.

Los sedimentos de este miembro, representan depósitos de flysh caracterizados por un ritmo típico de dicho ambiente, en el que se alternan limolitas, arcilitas y areniscas grises finas, con estratificación paralela y gradada. Un estudio muy completo de estas "turbiditas", fue realizado por Vilela (1968). Llega, en dicho trabajo, a la conclusión que la cuenca de aporte de estos sedimentos, se encontraba en la región del actual lago Viedma y que por lo tanto las corrientes que le dieron origen circularon de norte a sur. Asimismo, indica que "la facies de sedimentación como correspondiente al ambiente de "fondoform" (sic) situado entre 2.000 y 4.000 m".

#### *Miembro Alta Vista*

Presenta sus principales afloramientos en la parte norte del lago Argentino, extendiéndose entre el arroyo Horqueta hasta el cañadón de Los Potros, por el E; por el N, continúa hacia la cuenca del lago Viedma; hacia el sur lo limita el borde septentrional del lago.

En la región sur, se presenta sólo entre las estancias Alta Vista y Chorrillo Malo, en un afloramiento pequeño, cubierto en parte por derrubios de falda y por depósitos fluvio-glaciales.

#### *Litología*

Se caracteriza por ser una expresión intermedia entre los sedimentos del Miembro Horqueta y la Formación Anita. Es decir, que es la transición entre un conjunto pelítico inferior a un psamítico superior.

En los afloramientos ubicados al este del arroyo Horqueta, se presentan, de abajo hacia arriba:

- a) en concordancia sobre las lutitas del Miembro Horqueta areniscas finas de colores claros, muy compactas en bancos delgados,
- b) lutitas arenosas grises oscuras a claras,
- c) areniscas finas grises claras,
- d) lutitas arcillosas, gris claras a ligeramente verdosas, en capas de 1 a 5 cm de espesor, fragmentosas. Suelen intercalarse capas más arenosas algo limolíticas,
- e) areniscas finas claras, que predominan en la parte superior de este miembro.

Los únicos restos fósiles que se han encontrado, corresponden a trozos mal conservados de *Inoceramus*, presentes generalmente en la base del nivel b).

Los afloramientos ubicados en las cercanías de la estancia Alta Vista ofrecen el siguiente perfil de abajo hacia arriba:

- a) arcilitas negruzcas, con concreciones dispuestas paralelamente a los planos de estratificación,
- b) arenisca fina, gris clara,
- c) intercalado entre los anteriores 3 filones capas de lamprófiros,
- d) areniscas arcillosas friables, grises oscuras,
- e) areniscas finas amarillentas compactas, sobresalen como bancos bien definidos. En la base en bancos gruesos, que se adelgazan en la parte superior,
- f) areniscas arcillosas a limosas, deleznales, de colores gris oscuro a claro,

g) areniscas finas amarillentas, en bancos gruesos con estratificación entrecruzada, conteniendo restos vegetales y valvas de moluscos. Estas corresponden a la Formación Anita.

Con las características más arriba mencionadas continúa este miembro hacia el sur constituyendo el cerro de Los Cristales, donde Vilela (1968), estudió las turbiditas que constituyen la porción media de sus afloramientos.

### Edad

El conjunto de la Formación Las Hayas, ofrece poco material paleontológico para la determinación de su edad; pero en base a la presencia de *Eupachydiscus* Leanza (1967, p. 11), asigna a los mismos una "...presumible edad Santoniana superior-Campaniana inferior".

Ello determinaría la existencia de un hiatus al sur del lago Argentino entre la Formación La Unión (Aptiano-Albiano), y la base de la Formación La Anita, según Leanza. Si bien esto es posible deducirlo en el arroyo Centinela, un poco más al sur, en la estancia Alta Vista, se encuentra al Miembro Alta Vista en la base de las barrancas y con pasaje gradual a la Formación La Anita. Este nivel no se observa en el arroyo Centinela, posiblemente por estar cubierto por derrubio.

En cuanto a los afloramientos del lado norte del lago Argentino, observamos que existe continuidad entre los miembros de la Formación de Las Hayas y los de la Formación La Anita, presentándose en concordancia todas sus capas. En cuanto al Miembro Horqueta, el de mayor espesor, aparece bien representado en las serranías australes del lago, no encontrándose en el arroyo Centinela, donde evidentemente o no se depositó o fue erosionado; de tal manera que, la discordancia deducida por

Leanza, en base a sus investigaciones paleontológicas, se sitúa entre la Formación La Unión (Aptiano-Albiano) y la Formación de Las Hayas (Campaniano-Santoniano), existiendo a partir de allí, concordancia con la Formación Anita de edad Maestrichtiana.

### LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Caldenius, C. C., 1932. *Las glaciaciones cuaternarias en la Patagonia y Tierra del Fuego*. Dir. Minas y Geol. Publ. n° 95, 152 p. Buenos Aires.
- Ceccioni, G., 1955. *Distribuzione verticale di alcune Kosmaticeratidae nella Patagonia Cilena*. Bull. Soc. Geol. Ital., LXXIV, 1-11.
- Feruglio, E., 1936/37. *Palaeontographia Patagonica*. Mem. Int. Geol. Padova. T. XI y XII. Padua.
- 1938. *Nomenclatura estratigráfica de la Patagonia y Tierra del Fuego*. in Fossa Mancini, E. Feruglio y Yussen de Campana, J. C. *Una reunión de geólogos de Y.P.F. y el problema de la Terminología Estratigráfica*. Bol. Inf. Petrol. (Buenos Aires). Separata n° 171, 61 p.
- 1944/45. *Estudio geológico y glaciológico en la región del Lago Argentino (Patagonia)*. Bol. Acad. Nac. Cienc. Cord. T. XXXVII, p. 3-308. Córdoba.
- 1949. *Descripción geológica de la Patagonia*. Y.P.F. T. I, II y III. Buenos Aires.
- Heim, A., 1940. *Geological observations in the Patagonian Cordillera (Preliminary Report)*. Basel Ecol. Geol. Helv., v. 33, N° 1, p. 25-51. Basilea.
- Leanza, F. A., 1967. *Descripción de la fauna de Placentíceras del cretácico superior de Patagonia Austral, con consideraciones acerca de su posición estratigráfica*. Bol. Acad. Nac. de Cienc. Córdoba. T. XLVI, entrega 1ª, p. 5-47. Córdoba.
- Nordenskjöld, O., 1905. *Die krystallinischen Gestein der Magellanesländer*. Wiss. Ererb. d. Schwed. Exp. nach den Magellanesländer. Bd. I, n° 6, p. 175-240. Stockholm.
- Quensel, P. D., 1911. *Geologisch-petrographische Studien in der Patagonischen Cordillera*. Bull. Geol. Inst. Uppsala. T. XI, p. 1-113. Uppsala.
- Vilela, C. R. y Csaky, A., 1968. *Las turbiditas en los sedimentos cretácicos de la región del Lago Argentino (Prov. de Santa Cruz)*. IIIas. Jornadas Geol. Arg. T. I, p. 209-225. Buenos Aires.

Recibido el 22 de abril de 1971.

## ALGUNAS EDADES K-Ar DE LA "SERIE PORFIRITICA" EN LA PRECORDILLERA Y CORDILLERA FRONTAL DE MENDOZA, REPUBLICA ARGENTINA

POR A. A. ROCHA CAMPOS<sup>1</sup>, G. AMARAL<sup>1</sup> Y E. P. APARICIO<sup>2</sup>

### ABSTRACT

Five K-Ar total rock age determinations performed on rocks of the "Serie Porfirítica" of the Precordillera and Cordillera Frontal of Mendoza, in the Uspallata area, Argentina, indicated that the volcanic sequence in this area has a minimum age of 246 m.y.

### INTRODUCCION

La "Serie Porfirítica" o "formación" constituye un complejo eruptivo potente, de un espesor mayor de 2.500 metros (Quartino, 1969), y de una variada litología, con espesas acumulaciones piroclásticas, tobas y brechas volcánicas varicolores, atravesadas por rocas hipabisales. En su distribución areal, abarca en el norte de Mendoza, especialmente el borde suroccidental de la Precordillera a la latitud de Uspallata; aflora asimismo hacia el Oeste, ya en área de la Cordillera Frontal de Mendoza. Se extiende además con seguridad, en el subsuelo de las acumulaciones mesozoicas de la Cordillera Principal, que forma el límite con Chile.

El creador de la entidad "Serie Porfirítica" fue Groeber (1918); la edad de la misma ha estado sujeta a diferentes interpretaciones geológicas por distintos autores. Heim (1945), Frenquelli (1948) y Polanski (1958), acep-

tan una edad paleozoica superior, mientras que otros investigadores como Zoellner (1950) y Stipanovic (1957), incluyen la "Serie Porfirítica" en el Triásico. Braccacini (1966), luego de interesantes consideraciones geológicas estima que la Serie Porfirítica del Norte de Mendoza, en ningún caso puede ser más joven que el Triásico inferior, denominándola Asociación Volcánica Pérmica. Dessanti y Caminos (1967), comunicaron algunas determinaciones K-Ar y Rb-Sr, en rocas intrusivas de la Cordillera Frontal de Mendoza, las que intruyen rocas volcánicas de la Asociación Volcánica Variscica de Polanski (1958). De las edades presentadas por los autores y de las evidencias estratigráficas, la edad de la "Serie Porfirítica" puede ser más antigua que 231 millones de años.

El presente trabajo aporta cinco determinaciones preliminares de edad por el método K-Ar en rocas de la "Serie Porfirítica", las cuales brindan evidencias adicionales para la más exacta determinación de la edad de este importante acontecimiento magmático.

Webb y Mc Dougall han propuesto recientemente (1967) una edad de 235 m.a. para el límite Permo-Triásico, basados en determinaciones isotópicas (K-

<sup>1</sup> Departamento de Paleontología y Estratigrafía, Instituto de Geociencias y Astronomía, Universidad de San Pablo - Brasil.

<sup>2</sup> Departamento de Ciencias Naturales, Facultad de Ingeniería y Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Cuyo, San Juan, Argentina.

Ar y Rb-Sr) en rocas intrusivas de Australia. Esta edad será usada en esta comunicación para el límite Permo-Triásico.

### ESTRATIGRAFIA

Datos sobre la estratigrafía de las secuencias del Paleozoico y Triásico, en el área de la Precordillera, aparecen en Dessanti y Rossi (1950) para Cacheuta-Potrerrillos; Amos y Rolleri (1965), pa-

ra el valle Calingasta-Uspallata; Caminos (1965) para el flanco oriental del Cordón del Plata (Cordillera Frontal) al sur del valle del río Mendoza y quebrada del Azufre, y en trabajos de varios autores, Braccacini (1946), Borrello (1969), Stipanovic (1967), etc. La información de la estratigrafía del área de la cual se han colectado y estudiado las muestras del presente trabajo, fue obtenida durante las observaciones de campo en el área de la quebrada Santa

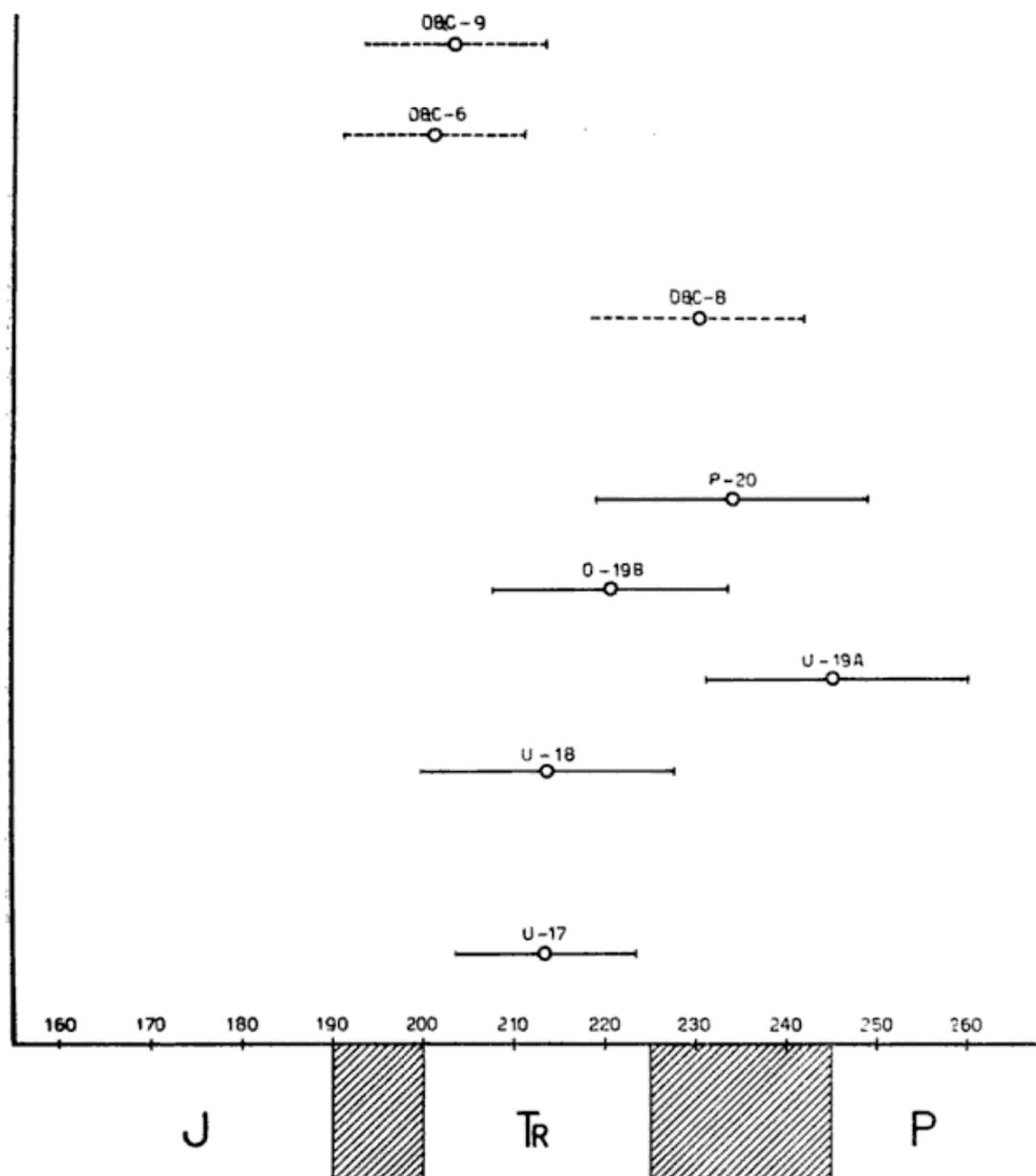


Fig. 1. — Edades de rocas intrusivas y efusivas de la Precordillera y Cordillera Frontal de Mendoza, según el método K-Ar. Edades de las muestras D & C 6,8 y 9 (en línea de trazos), según Dessanti y Caminos (1967). La cantidad de error analítico está indicado por líneas horizontales.

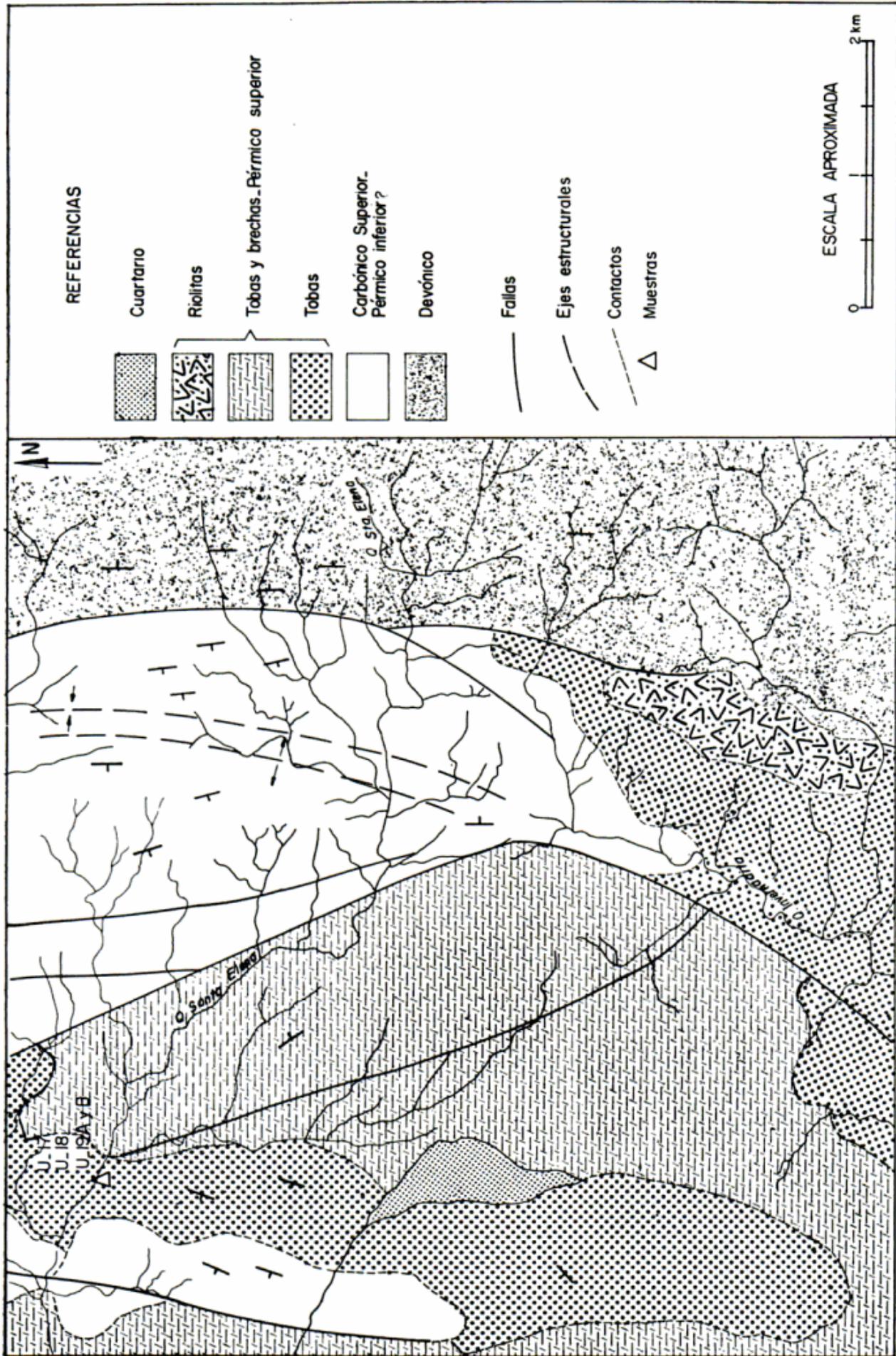


Fig. 2. — Mapa geológico de la quebrada Santa Elena con ubicación de las muestras U-17, U-18 y U-19 A y B

Elena, por dos de nosotros (R-C. y A.).

Desde la quebrada de Uspallata hacia el Norte, la "Serie Porfirítica" volcánica reposa en discordancia sobre rocas del Paleozoico inferior y superior, la más joven de las cuales pertenece a las "Series" de Tramojo y Jarillal (Dessanti y Rossi (1950) y Grupo Pituil (Amos y Rolleri, 1965), la cual contiene una fauna marina de invertebrados de edad carbónica superior (Pennsylvaniano). Todo es también recubierto discordantemente por rocas más jóvenes, siendo las más antiguas, los depósitos continentales de los grupos de Cacheuta y Santa Clara (Triásico). Esta fuerte discordancia en la base de estos grupos sedimentarios mesozoicos, ha hecho desaparecer, en muchas partes sin duda, primitivas acumulaciones de la "Serie Porfirítica".

En el área del Cordón del Plata (Cordillera Frontal), la "Serie Porfirítica" está separada por una discordancia de las rocas metamórficas de la base, de supuesta edad paleozoica inferior. En muchos lugares, el potente Conglomerado del río Blanco aflora a lo largo del plano de discordancia. Los sedimentos del Paleozoico superior de la Cordillera Frontal de Mendoza, comprenden las Formaciones Loma de los Morteritos y El Plata, consideradas como de edad carbónica superior (Camino, 1965; Dessanti y Camino, 1967), siendo intruidos por la tonalita-granodiorita de la quebrada de Guevara de 231 m.a. (Permo-Triásico) (Muestras D y C-8, Fig. 1). Los sedimentos y la tonalita están intruidos por el stock granítico de la Cuchilla de las Minas de 201-204 m.a. (Triásico superior). (Muestras D y C-6; 9, Fig. 1).

Hacia Potrerillos, la "Serie Porfirítica" es discordantemente cubierta por los fanglomerados del río Mendoza y Formación Las Cabras, la cual contiene una fauna de vertebrados considerados del Triásico inferior (Bonaparte, 1966), mientras que la opinión más generalizada la considera del Triásico medio

(Stipanovic, 1967). En la quebrada de Santa Elena la "Serie Porfirítica" cubre discordantemente sedimentos del Paleozoico superior de la Formación Santa Elena (Yrigoyen, 1967), estando cubierta también por depósitos del Pleistoceno en discordancia. Su contacto oriental con la Formación Santa Elena, es, en este sector, tectónico (Fig. 2). La Formación Santa Elena es una espesa secuencia de rocas clásticas que corresponden por lo menos en parte, a las "Series" de Tramojo y Jarillal y Grupo Pituil, y a las Formaciones "Loma de los Morteritos" y "El Plata" (Dessanti y Camino, 1967). La formación contiene una fauna marina de invertebrados con elementos de la zona de *Cancrinella* de Amos y Rolleri (1965), considerada como del Carbónico superior. Una rica fauna de bivalvos, gasterópodos y broquiópodos descubierta por Aparicio en 1967, un poco al sur de la quebrada Santa Elena, es considerada no más antigua que el Carbónico superior, probablemente Pérmico inferior (Rocha-Campos, en prensa).

#### RESULTADOS OBTENIDOS

Las edades K-Ar obtenidas, tabuladas en la Tabla I, incluyen las determinaciones isotópicas que son pertinentes a la discusión de la "Serie Porfirítica".

Las muestras estudiadas fueron tomadas de afloramientos a lo largo de la quebrada Santa Elena, alrededor de 3 km al sureste de la bifurcación de la quebrada de Uspallata. Una muestra analizada (P-20), es un dique andesítico intrusivo en la "Serie Porfirítica" de la Cordillera Frontal, aflorante sobre la ruta nacional N° 7, 3 km al noreste de Polvaredas.

Los análisis fueron hechos usando la técnica descrita en Amaral *et al.* (1966). Los resultados obtenidos indican que la "Serie Porfirítica" tiene una edad mínima de  $246 \pm 14$  m.a. (Muestra U-19-A). Esto está sustentado en el

TABLA I

Edades de rocas de las áreas de Uspallata y Polvaredas, según el método K-Ar

Lab. N°	N° muestra	Roca	Material	% K	40 rad. Ar 10 <sup>-4</sup> cc. STP/g	% Ar atm	Edad en millones de años
SPK 1534	U-17	Toba	Roca total	1,6406	14,84	29,98	214 ± 14
SPK 1650	U-18	Toba	»	2,9990	27,15	23,57	214 ± 14
SPK 1535	U-19A	Toba cristalina	»	2,7943	29,26	12,12	246 ± 14
SPK 1537	U-19B	Toba riolítica	»	4,9650	46,50	10,85	221 ± 13
SPK 1538	P-20	Andesita porfírica	»	1,1328	11,30	20,09	235 ± 15

$$\lambda_{\text{tot}} = 0.530 - 10^{-9} \cdot \text{y}^{-1}$$

$$\lambda_{\text{K}} = 0.585 + 10^{-10} \cdot \text{y}^{-1}$$

$$\% \text{ de átomos de K}^{40} \text{ en K total} = 0,0119$$

hecho que un dique de andesita (Muestra P-20) de una edad de  $235 \pm 15$  m.a. corta la secuencia volcánica. Las edades generalmente jóvenes obtenidas para las otras muestras pueden ser explicadas por pérdida de argón resultante de la devitrificación y/o alteración deutérica (seritización).

La edad preferente de la "Serie Porfírica" ( $246 \pm 14$  m.a.) está de acuerdo con la situación estratigráfica de esta unidad, e indica que comienza en el Pérmico superior, cerca del límite Permo-Triásico. El establecimiento de la cronología de la "Serie Porfírica" en el área de Uspallata tiene algunas implicancias con la cuestión de la edad del límite del Permo-Triásico en Sud América. Este problema será discutido en un trabajo posterior, donde serán presentados estudios más elaborados relativos a la edad de la "Serie Porfírica".

#### DESCRIPCION Y LOCALIZACION DE LAS MUESTRAS (Fig. 1)

U-17. Toba con cuarzo y feldespato (sericitizado), fenocristales.  $69^{\circ} 14' \text{ WG} - 32^{\circ} 39' \text{ S}$ . Quebrada Santa Elena, Uspallata.

U-18. Toba con feldespato (sericitizada) y fenocristales de anfíbol —  $69^{\circ} 14' \text{ WG} - 32^{\circ} 39' \text{ S}$ . Quebrada Santa Elena - Uspallata.

U-19 A. Toba cristalina, color verde debido a celadonita (?).  $69^{\circ} 14' \text{ WG} - 32^{\circ} 39' \text{ S}$ . Quebrada Santa Elena, Uspallata.

U-19 b. Toba riolítica.  $69^{\circ} 14' \text{ WG} - 32^{\circ} \text{ S}$ . Quebrada Santa Elena, Uspallata.

P-20. Andesita porfírica.  $69^{\circ} 39' \text{ WG} - 32^{\circ} 47' \text{ S}$ , Polvaredas.

#### LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Amaral, G., Cordani, U. G., Kawashita, K. and Reynolds, J. H., 1966. *Potassium-Argon dates of basaltic rocks from Southern Brazil. Geoch. et Cosmoch. Acta*, Vol. 30.
- Amos, A. J. y Rolleri, E. D., 1965. *El Carbónico marino del valle Calingasta-Uspallata (San Juan-Mendoza)*. Bol. Inf. Petr. n° 368, pp. 1-23.
- Bonaparte, J. F., 1966. *Cronología de algunas formaciones triásicas argentinas basada en restos de tetrápodos*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXI, n° 1, pp. 20-38.
- Borrello, A. V., 1969. *Los geosinclinales de la Argentina*. Dir. Nac. de Geol. y Min. Anales XIV. Buenos Aires.

- Bracaccini, O. I., 1946. *Contribución al conocimiento geológico de la Precordillera sanjuanino-mendocina*. 1-VII. Bol. Inf. Petr., 258, 260, 261, 262, 263, 264, 265. Bs. Aires.
- 1966. *Geología estructural de la zona cordillerana de las provincias de Mendoza y Neuquén*. Informe N° 14; Aeroexploración S. A. Mendoza (inédito).
- Camino, R., 1965. *Geología de la vertiente oriental del Cordón del Plata*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XX, n° 3, pp. 351-392. B. Aires.
- Dessanti, R. N. y Rossi, J. J., 1950. *Nuevos hallazgos de fósiles carboníferos en la Quebrada de Uspallata*. Rev. Asoc. Geol. Arg., V, n° 3, pp. 149-158.
- Dessanti, R. N. y Camino R., 1967. *Edades Potasio-Argon y posición estratigráfica de algunas rocas ígneas y metamórficas de la Precordillera, Cordillera Frontal y Sierras de San Rafael, Prov. de Mendoza*. Rev. Asoc. Geol. Arg. XXII, n° 2, pp. 135-162.
- Frenguelli, J., 1948. *Estratigrafía y edad del llamado "Rético" en la Argentina*. GAEA, VIII, pp. 159-309.
- Groeber, P., 1918. *Estratigrafía del Dogger en la República Argentina. Estudio sintético comparativo*. Dir. Gral. Min. Geol. e Hidrol., Bol. n. 18, Ser. B; pp. 1-18.
- Heim, A., 1945. *Observaciones tectónicas en Barreal, Precordillera de San Juan*. Rev. Mus. La Plata (n. s.) Geol., n. 166; pp. 267-286.
- Polanski, J., 1958. *El bloque variscico de la Cordillera Frontal de Mendoza*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XII, n. 3; pp. 165-196.
- Quartino, B., 1969. *Perfil cordillerano al oeste de Calingasta, Prov. de San Juan, Rep. Argentina*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXIV, n° 4.
- Rocha-Campos, A. C., *Upper Paleozoic bivalves gastropods and brachiopods from Brazil and Argentina, a review*. 2nd Int. Symp. on Gondwana Strat., South Africa (en prensa).
- Stipanovic, P., 1957. *El Sistema Triásico en la Argentina*. 20th Int. Geol. Congr., II Sec. pp. 73-111.
- 1967. *Consideraciones sobre las edades de algunas fases magmáticas del Neopaleozoico y Mesozoico*. Rev. As. Geol. Arg. Tomo XXII, n° 2.
- Webb, A. W. and Mc Dougall, I., 1967. *Isotopic dating evidence on the age of the Upper Permian and Middle Triassic*. Earth and Planet., Sci. Let., Vol. 2. pp. 483-488.
- Yrigoyen, M. R., 1967. *Geology of the Triassic formations of Northern Mendoza area*. 1st. Int. Symp. Gondwana Strat. Paleont., Guidebook, n° 1; pp. 1-13.
- Zoellner, W., 1950. *Observaciones tectónicas en la Precordillera Sanjuanina. Zona de Barreal*. Rev. As. Geol. Arg., V. n° 3, pp. 111-126.

Recibido el 12 de junio de 1971.

## COMPOSICION Y PROPIEDADES FISICAS DE LA CORDIERITA EN LAS MIGMATITAS GRANITICAS DE LA SIERRA DE CORDOBA, REPUBLICA ARGENTINA

POR CARLOS E. GORDILLO<sup>1</sup>, KITARO HAYASE<sup>2</sup> Y EDGARDO M. GELOS<sup>2</sup>

### RESUMEN

Se da la composición química y las propiedades físicas de siete cordieritas de tres complejos migmatíticos distintos de la Sierra de Córdoba, Argentina.

La asociación mineral de las migmatitas corresponde a la facies de las anfibolitas cordieríticas del tipo Abukuma, subfacies sillimanita-cordierita-ortoclasa-almandino.

### ABSTRACT

The chemical composition and the physical properties of seven cordierites from three different migmatite complexes of the Sierra of Córdoba, Argentina, are given.

The mineral association of these migmatites corresponds to the sillimanite-cordierite-orthoclase-almandine subfacies, of the cordierite-amphibolite facies of the Abukuma type.

### INTRODUCCION

En la Sierra de Córdoba se han reconocido por lo menos tres tipos distintos de rocas cordieríticas:

1. Gneis cordierítico común; es un gneis tonalítico biotítico, de grano medio a fino y foliación bien marcada, que contiene agregados xenoblásticos de cordierita poiquilítica. Afloran en el área metamórfica que rodea al batolito de Achala entre Villa Berna-Maimat y río de los Reartes.
2. Kinzigita; es un gneis tonalítico, masivo y de grano fino, rico en

granate y en xenoblastos de cordierita poiquiloblástica. Afloran sobre el camino a La Cumbrecita, 2 km más allá del río de los Reartes y en el camino a Villa Alpina.

3. Migmatita granítica cordierítica (o gneis granítico migmatítico); es un gneis granatífero-feldespático (potásico), con megablastos límpidos de cordierita celeste. Afloran en distintas localidades de la Sierra Chica y Sierra Grande de Córdoba.

El gran desarrollo de la cordierita en estas migmatitas y su excelente conservación, en los cortes de caminos y canteras, ha permitido coleccionar suficiente muestra pura para un estudio completo.

Las 7 muestras analizadas pertenecen a tres áreas migmatíticas

<sup>1</sup> Departamento de Geología; Universidad Nacional de Córdoba.

<sup>2</sup> Departamento de Geología; Universidad Nacional del Sur.

diferentes de la Sierra de Córdoba, que distan entre sí unos 50 kilómetros, de modo que el ámbito de composición determinado puede representar, en cierta medida, al tipo de cordierita que domina en esa paragénesis.

MODO DE YACER Y ASOCIACION  
MINERAL

Las dos primeras áreas migmatíticas son de extensión local y la tercera de desarrollo regional.

I. AREA MIGMATÍTICA DE LOMA ANCHA  
(LA CALERA).

La faja migmatítica, de rumbo meridional y ancho aproximado de 1 km, está intercalada concordantemente dentro del gneis tonalítico biotítico de la Sierra Chica y contiene, a su vez, tres intercalaciones menores (50-100 m) de gneises plagioclásicos no cordieríticos, asociados con bancos de anfibolita y mármol. No se ha determinado aún el largo de la faja, pero se ha reconocido cordierita en 15 km de su extensión longitudinal.

En el extremo sur (Loma Ancha) rodea un stock piriforme de granito muscovítico de 750 m de largo y un ancho máximo de 250 m. Este granito no contiene cordierita y corta netamente la roca encajante, sin producir ningún efecto metasomático. La asociación mineral de ésta y las otras dos áreas migmatíticas, corresponde a la facies de las anfibolitas cordieríticas tipo Abukuma (Winkler, 1965), subfacies sillimanita-cordierita - ortoclasa - almandino. Esta nueva facies, investigada por Miyashiro (1958) en el "plateau" central de Abukuma, Japón, se caracteriza por un metamorfismo regional de más baja presión, y por lo tanto de menor profundidad, que el de tipo Barrowiano. Esta facies ha sido reconocida por Mirré (1971) en la sierra de Valle Fértil,

San Juan. La paragénesis más común en estas migmatitas es: cuarzo ± feldespato K ± plagioclasa ± biotita ± cordierita ± almandino ± sillimanita.

En La Calera la migmatita dominante es del tipo granitoide (rocas N° 1327 y 1338), pero en la parte occidental del área la roca se hace esquistosa con predominio de neosomas pegmatoides (roca 1328).

La composición modal aproximada de las variedades homogéneas es la siguiente:

Modos aproximados

Roca	1327	1338
cuarzo.....	28	25
feld. K.....	25	22
cordierita.....	18	25
granate.....	8	5
biotita.....	7	7
plag. (An 25-32).....	5	2
andalucita.....	2	4
sillimanita, opacos y otros	7	10
	<hr/>	<hr/>
	100	100

Sólo estas dos muestras, que están muy próximas al stock granítico, contienen pequeñas cantidades de andalucita. El granate de la roca 1327 tiene la siguiente composición: Alm.<sub>33.5</sub> And.<sub>1.8</sub> Gro.<sub>1.5</sub> Pir.<sub>31.2</sub> Esp.<sub>2.0</sub>.

En las migmatitas granitoides, la cordierita a menudo asociada con la biotita, se distribuye regularmente en toda la roca en xenoblastos de 1 a 3 mm y más raramente en agregados porfiroblásticos de 1 a 2 cm. En las migmatitas lenticulares o nodulares, la cordierita forma megablastos xenomórficos de 1 a 2 cm, los que raramente desarrollan contornos pseudo hexagonales (roca 1457), o agregados nodulares de mayor tamaño.

En la muestra fresca la cordierita es de color celeste, azul o lila, pero en la roca meteorizada se vuelve gris y difícil de reconocer a simple vista.

2. FAJA MIGMATÍTICA DE LA VILLA JUAN XXIII, RUTA 20, ENTRE EL MIRADOR Y LAS CHACRAS.

Es una faja estrecha, de unos 200 m, intercalada en el gneis tonalítico masivo del área. La roca es de tipo granitoide y la cordierita se distribuye más o menos regularmente en toda la roca, en menor cantidad que en La Calera, o se concentra en nódulos muy aislados del tamaño de un puño y color gris oscuro.

3. COMPLEJO MIGMATÍTICO DE ATHOS PAMPA - SIERRA GRANDE \*

Es un área muy extensa y poco conocida, compuesta al parecer, por varias fajas de migmatitas graníticas cordieríticas interpuestas entre gneises plagioclásicos no cordieríticos. La primera faja es atravesada por el camino que va por Alta Vista - Athos Pampa - Yacanto. Una segunda faja es cortada por el río de Los Reartes, a unos 3 km río arriba de Intiyaco. Predominan las migmatitas del tipo pegmatoide y la cordierita aparece en los melanosomas asociada con biotita, granate y sillimanita.

COMPOSICION Y PROPIEDADES  
OPTICAS

Miyashiro (1957) ha demostrado que existen varios polimorfos con la composición de la cordierita. En las rocas metamórficas, pegmatitas y venas cuarzosas la cordierita pertenece a la modificación hidratada de baja temperatura, pero presenta distintos grados de distorsión estructural que se expresan por el índice de distorsión  $\Delta$ , el que está determinado por la historia térmica de la roca.

Como este índice  $\Delta$  afecta las propiedades ópticas, Iiyama (1956) ha recomendado para conocer la composi-

\* C. Gordillo está preparando un bosquejo petrográfico de estas tres áreas migmatíticas.

ción de la cordierita sin análisis químico o rayos X, determinar los índices de refracción en muestras previamente calcinadas (1000° C durante 10 minutos) a fin de obtener un mismo índice  $\Delta$ . El valor Fe/Mg se obtiene de un gráfico de cordieritas naturales analizadas químicamente y así térmicamente tratadas.

Sin embargo, como lo demostró posteriormente Miyashiro (1957), el calentamiento de las cordieritas subdistorsionales puede no llegar al índice máximo de 0,30, por lo que dichas curvas sólo permiten una estimación general de la composición.

En las cordieritas de las migmatitas de Córdoba, el índice de distorsión  $\Delta$  varía en un estrecho margen (0,24-0,27) y la reducción de los índices de refracción por calcinación se mantiene más o menos constante; por lo que, tanto los índices de refracción de la sustancia natural como calcinada, muestran una variación regular con la composición y pueden usarse para estimar el tipo de cordierita.

El ámbito de composición de la curva es reducido (25 - 38 %) y podrá ser ampliado cuando se encuentren cordieritas de esta misma paragénesis con distinta composición a las aquí estudiadas.

ESTUDIO DE LAS CORDIERITAS  
CON RAYOS X

*Introducción*

Se estudiaron siete muestras tipo de cordieritas mediante difractogramas de rayos X, realizados con un equipo Rigaku Denki, de origen japonés, con goniómetro horizontal.

Se determinaron los valores del índice de distorsión y los parámetros de la celda unidad, así como también se efectuaron los difractogramas y se calcularon los valores de "d" e "I" para cada una de las mismas.

Análisis químico y propiedades ópticas de las cordieritas

Roca N°	1327	1338	1328	1457	1008	1295	1367
SiO <sub>2</sub> .....	48.84	48.64	48.14	48.37	48.90	48.61	48.28
TiO <sub>2</sub> .....	0.16	0.20	0.14	0.13	0.15	0.24	0.29
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	32.65	33.24	32.85	33.26	32.82	32.81	32.56
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0.31	0.36	0.54	0.31	0.34	0.12	1.02
FeO .....	5.54	6.03	6.05	6.37	6.58	6.68	8.23
MnO .....	0.04	0.05	0.05	0.04	0.06	0.08	0.26
MgO .....	9.70	9.68	9.42	9.45	9.25	9.32	7.67
CaO .....	n. d.	tr.	n. d.	tr.	n. d.	tr.	tr.
Na <sub>2</sub> O .....	0.07	0.02	0.15	0.05	0.03	0.05	0.14
K <sub>2</sub> O .....	0.11	0.05	0.18	0.20	0.12	0.26	0.11
H <sub>2</sub> O + .....	2.90	2.21	2.53	2.18	2.03	2.05	1.68
H <sub>2</sub> O - .....			0.16	0.10	0.11	0.15	0.12
Total .....	100.32	100.48	100.21	100.46	100.39	100.37	100.36

Número de iones en base a 18 oxígenos

Z .....	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
[Y] <sup>t</sup> .....	2.99	3.00	3.01	3.00	2.99	2.98	3.05
[XY] <sup>s</sup> .....	1.99	2.02	2.00	2.03	2.01	2.05	1.96
$\frac{100 \text{ Fe}}{\text{Fe} + \text{Mg}}$ .....	24.4	25.8	26.4	27.2	28.2	28.6	38.2

Propiedades ópticas \*

$\alpha$ {	natural .....	1.539	1.539	1.541	1.542	n. d.	1.542	1.545
	∅ 1000°C.....	1.529	1.530	1.530	n. d.	n. d.	1.531	1.534
$\beta$ {	natural .....	1.545	1.545	1.547	1.547	1.547	1.547	1.551
	∅ 1000°C.....	1.533	1.533	1.535	1.535	1.535	1.536	1.540
$\gamma$ {	natural .....	1.552	1.553	1.554	1.554	1.554	1.554	1.556
	∅ 1000°C.....	1.537	1.537	1.538	n. d.	n. d.	1.540	1.544
2V <sub>x</sub> natural.....	94-97°	100°	101°	95°	n. d.	n. d.	86-88°	

Procedencia de las rocas

- 1327 Loma Ancha (La Calera). Canteras del sector sur, sobre el río Primero.
- 1338 Loma Ancha. Canteras del sector norte, sobre arroyo La Mesada.
- 1328 Arroyo La Mesada (La Calera). Canteras más allá del vado.
- 1457 Río de Los Reartes, unos 2 km al este del puente sobre camino a la Cumbrecita.
- 1008 Camino a Athos Pampa, a 13 km ruta 36.
- 1295 Chante Brise, sobre el camino de Athos Pampa a Yacanto.
- 1367 Villa Juan XXIII, ruta 20 entre El Mirador y Las Chacras.

\* La precisión en la determinación de los índices de refracción es  $\pm 0.002$ .

**Determinación del índice de distorsión**

En el año 1956 Miyashiro define el índice de distorsión en cordieritas como la relación existente entre:

$$\Delta = 2\theta_{(131)} - \frac{2\theta_{(511)} + 2\theta_{(421)}}{2}$$

donde  $\theta$  es el ángulo de Bragg para  $\text{CuK}\alpha_1$ .

El índice de distorsión varía de  $\Delta = 0$  a  $\Delta = 0,31$ , a medida que se produce una disminución de la simetría de la estructura entre indialita (hexagonal) y cordierita común (rómbica), que son polimorfos del  $\text{Al}_3(\text{Fe}, \text{Mg})_2\text{Si}_5\text{AlO}_{18}$ .

Esta deformación se relaciona probablemente, según el autor citado, con el grado de orden-desorden de los átomos Si y Al en los anillos de  $\text{Si}_5\text{AlO}_{18}$  de la estructura. Es decir que el índice de distorsión, es una medida del grado de ordenamiento de la estructura cristalina de dichos polimorfos.

Los valores angulares de  $2\theta$  para los planos reticulares indicados en la fórmula anterior, pueden obtenerse de un difractograma y se hallan comprendidos entre los valores  $2\theta = 29^\circ$  y  $2\theta = 30^\circ$ .

Se procedió a ampliar el difractograma en el rango indicado operando con las siguientes condiciones:

Anticátodo: Cu; filtro: Ni; voltaje: 30 KV; amperaje: 15 mA; multiplicador:  $\times 1$ ; constante de tiempo: 8 seg; velocidad de barrido del goniómetro:  $1^\circ/8$  min.; velocidad de la carta: 20 mm/min; factor de escala:  $\times 8$ . Este procedimiento permite obtener una separación de los picos correspondientes a los hkl indicados, los cuales aparecen asociados en un pico común en el difractograma hecho en condiciones ordinarias.

Luego de realizada esta operación, se procedió a calcular el valor del índice de distorsión de las muestras en estudio, los cuales oscilaron en el presente caso entre valores de  $\Delta = 0,24$  y  $\Delta = 0,27$  (ver tabla 1).

Para la muestra n° 1328 se dan dos valores,  $\Delta = 0,27$  y  $\Delta = 0,29$ . Esto se debe a que en la misma, no pudo obtenerse una separación clara entre los picos correspondientes a las reflexiones (511) y (421), aun utilizando otras condiciones de ampliación en el aparato; estos picos aparecen involucrados en uno solo ancho y difuso. Esto puede obedecer, según Miyashiro, al hecho que, en dicha muestra, se hallarían mezcladas cordieritas de diferentes valores de  $\Delta$  (Miyashiro, 1957). A pesar de todo, se encuentra dentro de los límites correspondientes a las cordieritas subdistorsionales, adjudicadas a rocas de origen metamórfico por dicho autor.

**TABLA 1**

N° muestra	$\Delta$	Parámetros de la celda unidad en $\text{Å}$			$\frac{\text{Fe}^{+2} + \text{Mn} \times 100}{\text{Fe}^{+2} + \text{Mn} + \text{Mg}}$	$\beta$ natural
		a	b	c		
1327 .....	0,24	17,15	9,760	9,360	24.4	1,545
1338 .....	0,25	17,14	9,788	9,344	26.0	1,545
1328 .....	0,29	17,14	9,788	9,368	26.6	1,547
	0,27 <sub>q</sub>					
1457 .....	0,24	17,10	9,736	9,324	27.7	1,547
1008 .....	0,27	17,14	9,772	9,356	28.7	1,547
1295 .....	0,25	17,14	9,772	9,356	28.9	1,547
1367 .....	0,24	17,16	9,760	9,344	38.3	1,551

TABLA 2

Difractogramas de las cordieritas de las Sierras de Córdoba

hkl	N° 1338		N° 1457		N° 1008		N° 1367		N° 1295		N° 1328		N° 1327	
	$d_{obs.} \text{ \AA}$	$I/I_0$												
200	8,665	100	8,665	72	8,665	73	8,665	68	8,665	82	8,665	85	8,665	73
310			4,951	30	4,951	27	4,951	27	4,951	32	4,951	29	4,951	28
020	4,924	28	4,924	26										
			4,844	18										
002	4,691	26	4,697	18	4,691	23			4,716	25	4,712	22	4,716	20
							4,667	24						
112	4,092	74	4,092	68	4,111	74	4,092	65	4,111	80	4,111	68	4,111	70
									4,525	20				
312	3,386	98	3,386	100	3,398	100	3,398	100	3,398	100	3,398	100	3,398	100
222	3,139	92	3,139	85	3,151	77	3,151	76	3,151	83	3,151	82	3,151	72
511-421	3,055	79	3,046	70	3,066	69	3,066	71	3,066	77	3,066	83	3,066	74
131	3,025	63	3,025	60	3,035	55	3,035	53			3,035	62		
			2,855	14					2,864	19			2,873	15
512	2,657	49	2,657	39	2,657	40	2,657	37	2,657	51	2,665	44	2,662	40
620	2,466	19	2,460	16	2,466	18	2,473	21	2,466	21	2,473	17	2,473	15

040	2,440	19	2,434	16	2,440	16	2,440	23	2,445	15	2,441	15
004	2,336	26	2,335	27	2,336	27	2,336	33	2,342	26	2,342	25
			2,291	10					2,307	13	2,307	13
423			2,231	13	2,236	16			2,241	12	2,280	13
622	2,179	19	2,179	18	2,184	19	2,179	21	2,184	17	2,179	21
042									2,164	12	2,160	10
	2,120	18							2,116	17		
314-532	2,106	19	2,106	20	2,106	19	2,106	24	2,106	18	2,111	21
242	2,097	19	2,092	16					2,074	10	2,100	17
224	2,043	11			2,047	15			2,047	10	2,047	14
730	1,955	16	1,951	14	1,959	16	1,951	18	1,959	13	1,959	15
713-134	1,886	19					1,880	27	1,883	23	1,883	23
533-243	1,879	24	1,872	21	1,872	23			1,875	20	1,875	22
910					1,857	16	1,856	18	1,850	12	1,857	14
641	1,819	13	1,819	11			1,816	18			1,820	14
351	1,809	16			1,812	19			1,810	25		
334	1,799	19	1,796	16	1,802	21	1,802	21	1,802	20	1,802	19
					1,770	13					1,754	10
10.00	1,714	16	1,711	22	1,714	18	1,708	21	1,714	18	1,714	22
624	1,694	44	1,693	39	1,697	39	1,697	43	1,697	39	1,697	38
624 <sub>22</sub>											1,692	30
044			1,685	27	1,688	14	1,688	35	1,685	31	1,688	27
	1,663	13			1,663	16			1,663	15	1,662	14
	1,614	11			1,617	16			1,614	12	1,617	14
	1,588	16	1,589	21	1,594	19	1,589	21	1,589	17	1,594	15

Los valores obtenidos, se han volcado a un diagrama que relaciona la variación del índice de refracción con la composición expresada en mol/% (ver fig. 1).

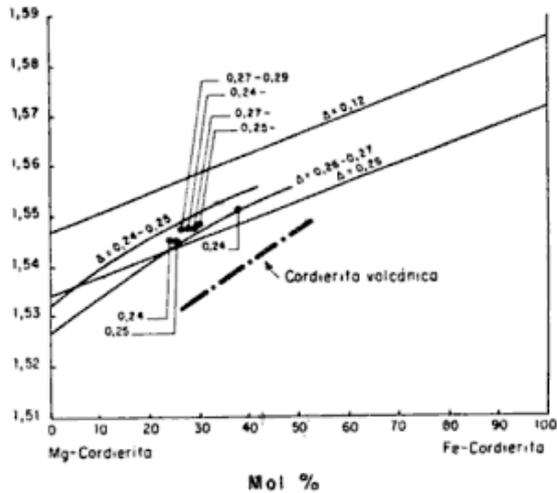


Fig. 1. — Diagrama que muestra la relación entre la composición y el índice de refracción  $\beta$  en cordieritas. Los números asociados con los puntos, representan los valores de  $\Delta$  para las cordieritas estudiadas en el presente trabajo.

Dicho diagrama muestra que existe una relación entre la variación lineal del índice de distorsión  $\Delta$ , con respecto a la variación en los valores de las coordenadas indicadas. Para un mismo valor de  $\Delta$ , el índice de refracción  $\beta$  aumenta a medida que aumenta la sustitución de Mg por  $\text{Fe}^{+2}$ . Se han dibujado en el diagrama de curvas dadas por Miyashiro (1957) para  $\Delta = 0,12$  y  $\Delta = 0,26$ , así como también las curvas determinadas por Iiyama (1956) para  $\Delta = 0,24 - 0,25$  y  $\Delta = 0,26 - 0,27$ .

Se observa que los valores de  $\Delta$  medidos por los autores del presente trabajo, y volcados en la figura de acuerdo con el índice de refracción  $\beta$  y la composición, se encuentran todos ubicados en el área delimitada por las dos líneas de  $0,24 - 0,25$  y  $0,26 - 0,27$  (Iiyama, 1956) y  $0,12$  y  $0,25$  (Miyashiro, 1957). Estos valores muestran una tendencia de ali-

neación en dicha área, coincidente con los límites de la misma.

Por otra parte, la relación entre los valores del índice de refracción medidos y los de la composición, calculados a partir de los porcentajes molares de los análisis químicos de las muestras en estudio, evidencian en las mismas una tendencia general coincidente con el sentido de la variación observada para dicha relación.

Los valores de  $\Delta$  obtenidos y la gran reducción de los índices de refracción por calentamiento, permiten clasificar a estas cordieritas como del tipo sub-distorsional de baja temperatura, de acuerdo a la clasificación de Miyashiro (1957).

#### Determinación de los parámetros de la celda unidad.

Se realizaron difractogramas de las muestras analizadas, a partir de los cuales se calcularon los valores de "d" y de "I". Los mismos se resumen en la tabla 2.

Para la determinación de los parámetros de la celda unidad se utilizaron difractogramas, en los cuales se usó halita como patrón standard para calibrar los ángulos  $2\theta$  de las cordieritas. Se mezcló el 20% en peso de halita a las muestras utilizadas, empleándose las siguientes condiciones de difracción:

Anticátodo: Cu; filtro: Ni; voltaje: 30; amperaje mA; multiplicador:  $\times 1$ ; constante de tiempo: 4 seg; velocidad de barrido del goniómetro:  $1^\circ/\text{min.}$ ; velocidad constante de tiempo: 4 seg; velocidad de la carta: 20 mm/min.; factor de escala  $\times 8$ . Los parámetros se calcularon utilizando los valores de "d" correspondientes a los hkl (10.00), (040) y (004).

Como comprobación de los valores paramétricos obtenidos, se realizó el cálculo de "d" para varios hkl, correspon-

dientes a reflexiones de ángulos  $2\theta$  pequeños, utilizando dichos parámetros, comprobándose que el error existente entre los valores de "d" medidos y los calculados no fue mayor que 0,01.

En base a esto, se estiman satisfactorios los parámetros calculados, los cuales figuran en la tabla 1.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Dra. J. Rossi de Toselli su valiosa colaboración en el estudio petrográfico de las rocas.

#### LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Iiyama, T., 1956. *Optical properties and unit cell dimensions of cordierite and indialite*. Jap. Min. jour. Vol. 1. N° 6.
- Mirré, J. C., 1971. *Caracterización de una comarca de metamorfismo regional epizonal de alto grado: La Sierra de Valle Fértil*. San Juan. Rev. Asoc. Geol. Arg., 26 (1).
- Miyashiro, A., 1957. *Cordierite-indialite relations*. Am. Jour. Sci. Vol. 255.
- Miyashiro, A., 1958. *Regional metamorphism in the central Abukuma Plateau*. J. Fac. Sci. Univ. Tokyo. Sect. II, 11.
- Winkler, H., 1965. *Die Genese der metamorphen Gesteine*-Springer, Berlin.

Recibido el 26 de julio de 1971.

## COMENTARIOS BIBLIOGRAFICOS

PIEL, G. *The Ocean*. Scient. Amer., San Francisco y Londres, W. H. Freeman and Co, VIII-140 p., numerosas lám., fotogr. y figs. 1969.

Esta nueva obra de Oceanografía se debe a la colaboración de los mejores especialistas norteamericanos y comprende diez capítulos consagrados al origen de los océanos, la constitución de las mesetas continentales y submarinas, los recursos minerales del océano, la vida oceánica, etc.

El interés especial para los geólogos se encuentra en las exposiciones de K. O. Emery sobre la estructura profunda de las plataformas y sobre las etapas, bien datadas, de la última transgresión a lo largo de las costas norteamericanas, al igual que en las actualizaciones de la teoría de la expansión por parte de E. Bullard y H. Menard, quienes han acumulado una gran cantidad de documentos en favor de la teoría sin descuidar las dificultades que presenta.

Sería injusto no destacar la excelente calidad de su presentación y su lectura, más que fácil, atrayente, en razón del gran número de mapas en colores, fotografías, perfiles y esquemas. — *Prof. Dr. Augusto Pablo Calmels*.

PANZER, WOLFGANG. *Geomorphologie. Die Formen der Erdoberfläche*. Braunschweig: Verlag Georg Westermann, 128 p. 1968.

Cuando se es conciente de la dilatada extensión que actualmente reviste el campo de estudio de la geomorfología general, no puede dudarse sobre la real dificultad que entraña el querer comprimirlo en un solo y pequeño volumen. Sin embargo, el Prof. Panzer, de Mainz, ha logrado compendiarlo con éxito, sin omitir nada fundamental. Las principales secciones de su libro están dedicadas a la consideración del desarrollo evolutivo de las geoformas y al de los factores que gobiernan su distribución, origen y modificación (movimientos corticales, denudación, erosión, acumulación, actividad volcánica, sedimentación, solución, etc.). Consagra un espacio comparativamente pequeño al tratamiento del clima, pero de ningún modo ha descuidado esta orientación moderna de la geomorfología. Efectivamente, se ocupa de los estilos del paisaje característicos de las seis diferentes regiones climáticas mundiales, agregando, en un capítulo aparte, las geoformas relictos, generadas durante períodos pretéritos cuando el clima era distinto del actual. Con una síntesis referente a las grandes divisiones morfológicas de la Tierra finaliza este compendio que, por su sistemático y denso contenido, será de mucha utilidad en la biblioteca de todo geomorfolo. — *Prof. Dr. Augusto Pablo Calmels y Celestino Miguel Esteban*.

THEBAULT, J. Y. *Contribution a l'étude des formes des galets*. Bull. Bur. Rech. Géol. et Min., IV, N° 2, 105 p., 54 figs. 1969.

Trabajo que llama la atención por el excepcional detalle de su tratamiento estadístico, aplicado a muestras recogidas en regiones muy variadas, y que permite llegar a conclusiones que, a no dudarlo, obligarán a revisar los conceptos actuales sobre el origen de las formaciones de cantos rodados. Así, por ejemplo, el autor demuestra que los índices de aplanamiento y alargamiento pueden tener los mismos valores para longitudes diferentes, cualesquiera sean los medios de depósito, por lo que recomienda conservar solamente el índice de aplanamiento de los cantos rodados más alargados. Calcula la dispersión para diferentes cantos rodados y muestra que no proporciona resultados característicos. Cuando el muestreo se refiere a una lente elemental, el aplanamiento aumenta con el tamaño, lo que resulta de una equivalencia frente a la selección hidrodinámica. Pero cuando el muestreo muestra un cierto número de lentes, este efecto se encuentra enmascarado; para caracterizarlo, el autor propone un índice nuevo (P), que mide la amplitud de la variación del aplanamiento o del alargamiento con el tamaño. Por otra parte, ensaya encontrar las "poblaciones" distintas que habrían podido encontrarse mezcladas en el muestreo.

Sin embargo, el índice nuevo más importante es el índice de volumen, que caracteriza la separación del volumen de los cantos rodados (medido por inmersión, sobre todo un lote) con relación al volumen teórico del elipsoide que tiene los mismos ejes. Este índice caracteriza de una manera muy sensible el grado de perfección del modelado, mucho más globalmente que el índice de desgaste.

Esta obra será de consulta obligada en lo sucesivo para el estudio de la morfometría de los cantos rodados a causa de las conclusiones expuestas en ella, las cuales invitan a la revisión de ciertos métodos que han sido admitidos durante muchos años, quizá basados sobre un análisis estadístico bastante insuficiente. — *Prof. Dr. Augusto Pablo Calmels*.

# GEOLOGIA DEL PORFIRO CUPRIFERO BAJO DE SAN LUCAS, DEP° ANDALGALA, PROV. DE CATAMARCA, REPUBLICA ARGENTINA

POR HECTOR H. GARCIA

## RESUMEN

El Bajo de San Lucas está situado en un bloque elevado y volcado de las Sierras Pampeanas, en un ambiente de rocas metamórficas y plutónicas intruidas y cubiertas por diferentes rocas ígneas y sedimentarias terciarias.

La metalización ocurre dentro de un óvalo de 0,7 km<sup>2</sup> de rocas alteradas con su eje mayor orientado NW-SE. Su forma está controlada por una falla regional que además conecta a este depósito con otros similares. En este artículo se describen otras fallas similares que conectan a otros depósitos de pórfiros cupríferos.

Los interesantes valores de Cu de la superficie fueron investigados por varios sondeos pequeños, los que además revelaron la existencia de una capa superficial con altos contenidos de Cu en la zona de oxidación. Esto es interpretado como el resultado de meteorización casi in situ de una vieja zona de enriquecimiento supergénico.

## ABSTRACT

The Bajo de San Lucas is situated on a raised and tilted block of the Sierras Pampeanas in an environment of metamorphic and plutonic rocks intruded and covered by different igneous and sedimentary Tertiary rocks.

The metallization occurs within a bleached and leached oval outcrop of 0,7 km<sup>2</sup>, with its larger axis oriented NW-SE. Its configuration is controlled by a regional fault that besides connects this deposits with others alike. In this paper are described other similar faults connecting other Porphyry Copper deposits.

The interesting Cu values at the surface were checked by several small holes, which besides revealed the existence of a surficial blanket of higher Cu content in the oxidation zone. This is interpreted as the result of weathering quite in situ of an old supergene copper zone.

## I. INTRODUCCION

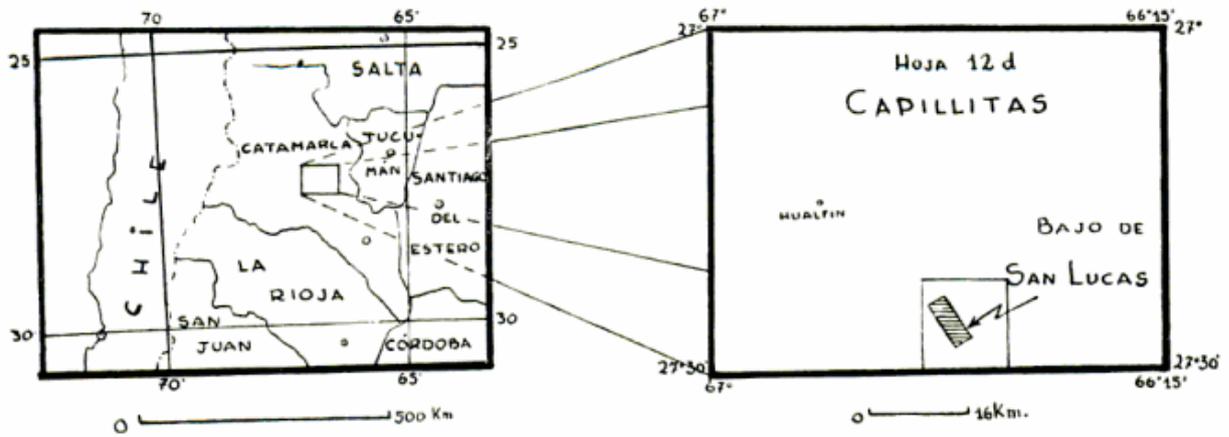
El Bajo de San Lucas está situado en el dep° Andalgalá de la prov. de Catamarca, a unos 35 km en línea recta al NW de Andalgalá (Plano 1).

Su prospección y exploración fue efectuada en 1968 durante la gestión del suscripto a cargo de la Jefatura de Geología de YMAD (Yacimientos Mineros de Agua de Dionisio), amparándose la porción con el cateo 337/68 y posteriormente con las pertenencias necesarias.

Este trabajo es el resultado de varias campañas llevadas a cabo principalmente a fines de 1969 y principios de 1970, para algunas de las cuales se contó con la colaboración de personal de la DNGM (Plan Cordillera Norte), repartición a la que se agradece además la extracción y análisis geoquímico de las muestras de superficie y la ejecución y estudio de los testigos de 3 sondeos efectuados, y a la DGFm (Altos Hornos Zapla) por los restantes. Se agradece especialmente al doctor Gerardo A. Fer-

PLANO DE UBICACION

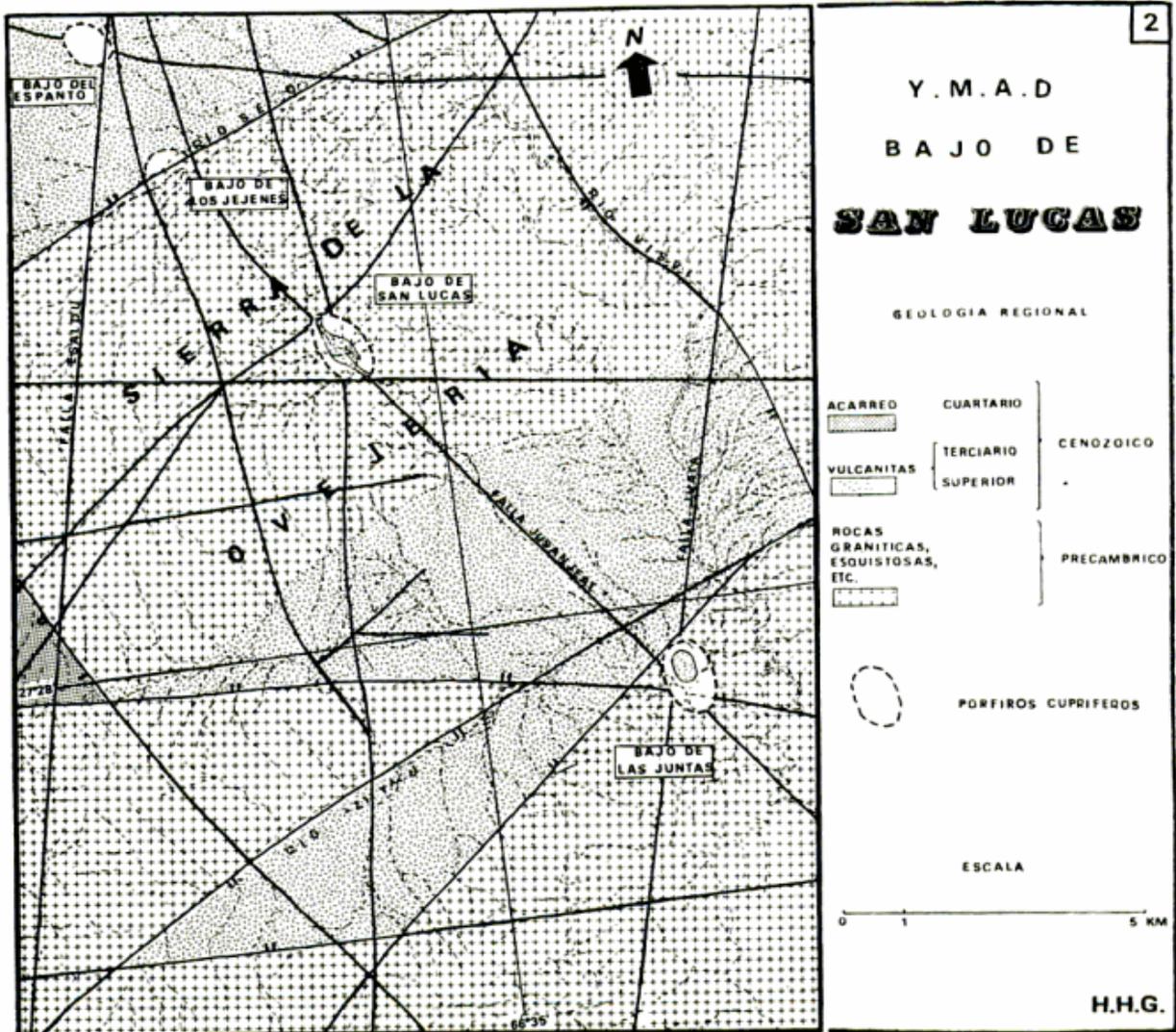
1



nández (D.P.M. Mendoza) y a la licenc. Magdalena Koukharsky (DNGM) por los estudios petrográficos y a la doctora Milka K. de Brodtkorb (DNGM) por

sus excelentes descripciones calcográficas.

Para el relevamiento geológico se hizo uso de ampliaciones de 2 fotos aé-



reas (IFTA 124-318 y 124-340), reproduciéndose los planos 2 y 3 que se acompañan a la misma escala. Se previene que existen distorsiones dado que este yacimiento no sólo está dividido entre ambas fotos sino que además entre las mismas no hay un correcto ensamble.

## II. UBICACION REGIONAL

El Bajo de San Lucas se encuentra dentro de la provincia geológica de las Sierras Pampeanas aunque no lejos del gran bloque de la Puna. La sierra de la Ovejería en cuyo faldeo sur se ubica, es un bloque de basamento limitado al norte y al sur por grandes fracturas regionales subparalelas de rumbos ENE pero con desiguales desplazamientos verticales, lo que ha motivado que su sector norte se haya elevado más que su sector sur, inclinándose así este bloque unos 20°-30° al SSE.

La fractura septentrional separa al Basamento Cristalino del potente y extenso Grupo Volcánico de Farallón Negro, ubicado éste en una amplia fosa tectónica y que se extiende al norte de la comarca estudiada, ambiente donde se emplazan una serie de yacimientos del mismo tipo al que nos ocupa (García, 1969).

En la sierra de la Ovejería coexisten y predominan diferentes rocas del Basamento Cristalino Precámbrico; en términos generales afloran pizarras filíticas verde oscuras hacia el naciente y poniente encerrando en su sector central a diversas rocas plutónicas (granito, granodiorita, adamellita, tonalita, diorita), asociación que forma parte del gran batolito de las Sierras Pampeanas. Generalizando se puede considerar que las rocas plutónicas constituyen una cúpula batolítica que separa colgajos de su caja metamorfizada, todo ello cu-

bierto y/o intruido por rocas del terciario superior, sedimentarias y eruptivas.

## III. GEOMORFOLOGIA

La comarca estudiada se encuentra alrededor de los 2500 msnm y las escasas precipitaciones ayudadas por la estructura, han labrado el profundo cañadón del río San Lucas, de fuerte pendiente y altos paredones prácticamente en todo el curso mapeado desde el "límite sur de alteración evidente" hacia el SE. Desde el punto citado y hacia las nacientes la cuenca se ensancha considerablemente debido a la unión lateral de varios tributarios que han visto facilitada su labor erosiva por la zona central de alteración hidrotermal; ésta en gran parte se encuentra cubierta por sedimentos, lo que nos ha obligado en muchos casos a hacer interpolaciones geológicas en base a observaciones fragmentarias en las quebradas. Desde el límite norte del área de alteración hidrotermal evidente y hacia las nacientes de todas las quebradas que a ella concurren, el relieve nuevamente se vuelve abrupto, dificultando los accesos, pero facilitando las observaciones geológicas.

Es bien visible desde lejos el contacto entre las pizarras oscuras y las sedimentitas que la cubren, no sólo por el diferente color de éstas (grises a violáceas) sino también en razón de que por su diferente resistencia a la meteorización se ha labrado un escalón entre ambos tipos de rocas.

Existen algunas pequeñas vertientes de aguas salobres y otras potables, formándose ya con carácter permanente el río San Lucas de agua apta para todo uso, prácticamente desde donde su curso se labra en rocas graníticas hacia el SE.

#### IV. LITOLOGIA

En orden decreciente de edad se han determinado los siguientes tipos:

##### 1. *Basamento Cristalino Precámbrico*

a) *Esquistos*: Se trata de pizarras sericíticas-cloríticas de color verde oscuro a gris oscuro y que poseen varios planos de esquistosidad. Su grado de metamorfismo es muy débil a pesar de lo cual la estratificación original no es conspicua. Al microscopio se le observa una textura heteroclástica con abundante matriz arcillo-sericítico-clorítica con cristaloclastos angulares a subangulares de cuarzo fuertemente tensionados y fracturados y poca oligoclasa. También posee abundantes microgránulos de magnetita fresca y cristales de turmalina negra (var. Schorlita). La alteración hidrotermal y meteórica la ha blanqueado a un color blanco cremoso y se han desarrollado abundantes masas y cristales pequeños de epidoto.

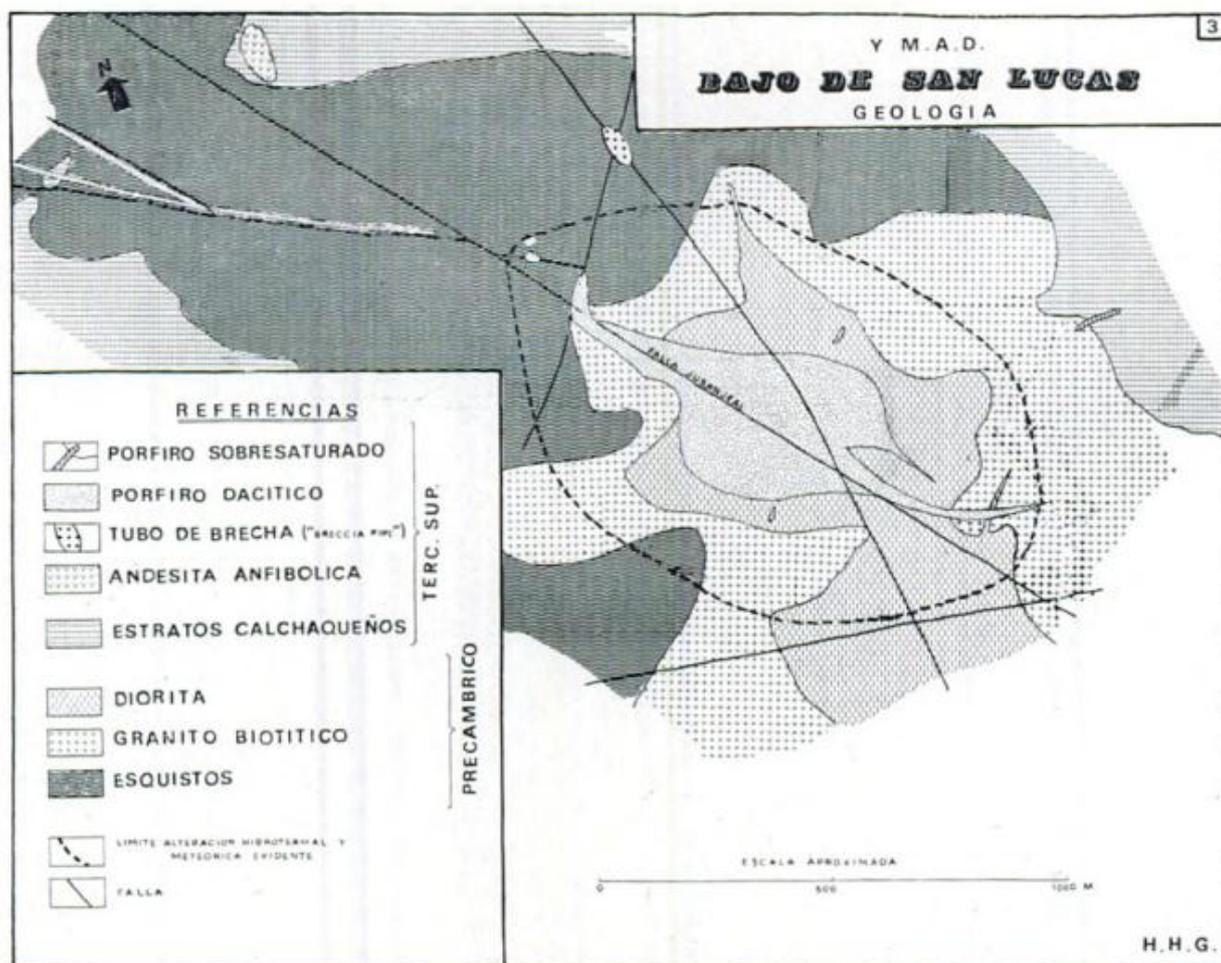
b) *Granito Biotítico*: Es la roca plutónica típica del basamento de las Sierras Pampeanas, con textura holocristalina porfiroide originada por megafenocristales de feldespatos con cuarzo netamente anhedral muy tensionado y fracturado, oligoclasa y biotita, completada con microgránulos de magnetita y epidoto. Algunos ejemplares poseen texturas micropertíticas tipo "patch" y venosas, micrográficas, mirmequíticas de variable desarrollo. Esta roca por los efectos de alteración hidrotermal y meteórica ha desarrollado una intensa sericitización-muscovitización y, en menor proporción, argilitización. En el contacto con las metamorfitas hay escasos xenolitos de éstas, a veces anchos listones de esquistos alternan con el granito hasta que éste se desarrolla netamente, siendo el contacto discordante. No se han visto filones aplíticos, sólo escasas venillas cuarzosas en unos pocos lugares, al igual que soles de turmalina. Es común que esté atravesado por pe-

queños pero numerosos diques lamprofíricos, no marcados en el plano.

c) *Diorita*: Este pequeño stock compuesto tiene una composición bastante homogénea en los alrededores de San Lucas, textura holocristalina a veces porfírica, con pasta plagioclásica microlítica subfluidal, caracterizada por la presencia de escasos fenocristales de andesina con An 36-40 de hábito prismático, subhedrales y con zonalidad recurrente y de hornblenda verde en general fibrilar. A veces el mafito se presenta en áreas granulares, irregulares y cloritizadas. Contrastando con la alteración del anfíbol aparecen laminofenocristales de biotita fresca (que se vuelve más abundante a medida que nos acercamos al pórfiro dacítico, alcanzando a más del 70 % de los minerales presentes y enmascarando así las características originales). Tanto el anfíbol como la mica se asocian a magnetita fresca. La pasta está compuesta por un plexo microlítico grueso de oligoandesina fresca. En este sector se trata de un cuerpo hipabisal relativamente bajo con afinidades plutónicas y de color gris oscuro, pero a medida que nos alejamos hacia el sur su color se aclara y en algunos sectores aparecen menores cantidades de feldespato potásico y cuarzo (monzodiorita-granodiorita), vinculándose posiblemente así con la tonalita indicada por González Bonorino (1950) en la sierra de la Ovejera.

Es interesante destacar que este cuerpo tiene netos contactos con sus cajas graníticas, habiéndose observado en los mismos alguna asimilación; también pequeñas apófisis que a veces asumen el carácter de diques, orientan sobre sus edades relativas. Otra característica es que hacia el este el granito está como techo encima de la diorita, mientras que hacia el sur la relación es inversa y el granito es la base del cuerpo; en base a estos datos se ha deducido que este stock debe tener una forma fungiforme.

No se conocen criterios seguros para datar a este cuerpo, aunque se considera



que dada su textura y la existencia de una peneplanicie en la que participa, su edad no puede ser muy vieja ni tampoco estar relacionada con el vulcanismo del terciario superior, razones por las que se lo atribuye con dudas al Precámbrico.

## 2. Terciario superior

a) Estratos Calchaqueños: Son sedimentitas continentales areniscosas y a veces conglomerádicas de colores rojizos, verdosos y grises. En un pequeño afloramiento marcado a unos 3 km al sur del depósito (Plano 3) tiene unos 2 m de potencia y es compacta, rojiza y de grano fino, clasificándosela como arenisca feldespática muscovítica de cemento hematítico, por presentar al microscopio una textura isoclástica con cristaloclastos de cuarzo, en general subangulares que predominan netamente

sobre otros de ortosa fresca pero de mayor tamaño. Hay escasa plagioclasa (oligo-andesina) y laminoclastos de muscovita y litoclastos de ftanita y meta-cuarzitas turmaliníferas (estas últimas escasas). El cemento es una densa hematita que constituye el 30 % del volumen de la roca.

En los alrededores del yacimiento, estos estratos presentan la particularidad de poseer rumbos e inclinaciones variables; pero casi siempre hundidos hacia la depresión del Bajo de San Lucas, tal como si allí se hubiera producido un colapso. Su litología es más variada, hay bancos pelíticos verde oscuros a veces conglomerádicos finos y medianos con clastos de igual composición que la matriz, aunque predominan psamitas rojizas. El espesor supera los 8 m. A veces hay estructuras tipo "clay gall" y "shale flakes". El estudio de una muestra reveló una textura heteroclástica con

abundante matriz arcillo-clorítica y en parte muy escaso cemento calcáreo. La roca se encuentra compuesta por cristaloclastos subangulares o subredondeados de cuarzo que predominan netamente sobre escasos cristaloclastos de ortosa y plagioclasa (oligo-andesina). Completan pequeños laminoclastos de muscovita y cristaloclastos subredondeados de turmalina, pequeña cantidad de litoclastos de metamorfitas de bajo grado y escasa cantidad de ftanita. Intersticialmente y en algunos sectores hay cloritas. La roca es rica en gránulos hematizados de magnetita y pirita. En resumen una arenisca cuarzosa. Un ejemplar de otro sector es color gris oscuro y de grano más grueso y algo más friable, su matriz es arcillosa (caolinita por Rayos X) abundante y muy escasa proporción de feldespatos.

b) Grupo Volcánico de Farallón Negro: A pesar de que no nos hallamos dentro del extenso complejo eruptivo así denominado por Llambías (1969), la cercanía con el mismo (ubicado ya a unos 4 km al norte de San Lucas), sus similitudes litológicas y lo relativamente pequeño de nuestros afloramientos nos llevan a emplear la terminología del autor citado, con cuyo detallado trabajo los relacionaremos.

Andesita Anfibólica: Son relictos erosionados de viejas coladas que afloran en las partes más altas de la región cubriendo a los Estratos Calchaqueños. Representan a las rocas eruptivas más viejas de la comarca y posiblemente se correlacionen con sus similares de la propiedad de YMAD. Es una roca gris oscura con textura porfírica y pasta microcristalina argilizada, fenocristales euhedrales a subhedrales zonales de oligo-andesina en general argilizados y de hornblenda verde con segregación microgranular de magnetita, a veces alterada en clorita y clinozoisita. Completan microfenocristales de magnetita fresca y epidoto.

Tubo de Brecha ("Breccia Pipe"): Al microscopio se la definió como una

brecha polimíctica con matriz turmalinífera, por presentar una textura brechoide gruesa con litoclastos de hasta 5 cm de diámetro correspondientes a areniscas cuarzosas de matriz sericítica, litoclastos no determinables totalmente sericitizados y otros cuarzosos con abundante sericita. Como matriz se encuentra material sericítico-muscovítico con abundante turmalina y en variable proporción epidoto, cuarzo y grumos arcillosos limonitizados. Su ubicación cronológica no se ha podido establecer con certeza. Su estructura es filoniana de rumbo 123°-140° e inclinación 60°NE, la mayor tiene 100 m de largo por 80 m de potencia y están emplazadas en un ambiente neto de pizarras oscuras apenas alteradas, aunque sí lo están apreciablemente los clastos que la forman, de formas angulosas y a veces subrectangulares con tamaños variables desde milímetros a raramente bloques de 1 m<sup>3</sup> (predominando los de 10-20 cm). En los afloramientos son bastante comunes los espacios vacíos y otros grandes rellenos por una limonita compacta.

La ubicación de estructuras de este tipo en o cerca de yacimientos de pórfiros cupríferos no es llamativa dado los numerosos casos descritos en la literatura geológica.

Pórfiro Dacítico: Este pequeño cuerpo intrusivo de color gris oscuro es el más interesante desde el punto de vista económico, su forma alargada en dirección NW-SE indica que está regulado por el trazado de la fractura Jusanjeal; a lo largo de algunas de sus fracturas secundarias también se prolonga en forma de dique que a veces cortan sedimentitas, fijándose así sus edades relativas. En cuanto a su forma globosa central es probable que haya influido la intersección de la fractura citada con otra N-S indicada en el plano 3, siendo evidente que en su pequeño doblez hacia el naciente en su extremo NE ha intervenido otra fractura.

Su forma alargada en dirección de la fractura Jusanjeal, los largos diques

que siguen la misma o fracturas secundarias y la existencia de otros menores hacia el naciente, nos permite aceptar como probable un ensanchamiento de este cuerpo en profundidad.

Como rasgo suplementario, se indica que en algunos sectores se ha observado profusión de vetillas de cuarzo, de milímetros a centímetros de potencia y cercanas a la verticalidad, a veces en gran densidad y ubicadas en los alrededores del sondeo 1 y que mesoscópicamente portan mucha hematita y piritita y menos magnetita y escasa calcopirita. El segundo de estos minerales también es muy abundante en el resto del cuerpo hidrotermalmente alterado, característica semejante a la observada en otros pórfiros cupríferos de la comarca (Bajo de Las Pampitas, Bajo del Duraznero, Bajo de La Alumbreira), pero no muy común en yacimientos de génesis similar de otros lugares. En un sector bastante central aparecen abundantes minerales oxidados de cobre, lo que se refleja muy bien en los valores geoquímicos de superficie (Plano 4).

Por su litología podría correlacionarse con algunos cuerpos filonianos que aparecen en el Bajo de Las Pampitas (García, 1970) y en Capillitas (González Bonorino, 1950). Al microscopio aparece con textura porfírica de pasta cuarzo-feldespática de grano grueso. Fenocristales de cuarzo tensionados y fracturados y de plagioclasa zonal (oligoclasa a andesina) y subhedral, de mayores dimensiones que los de cuarzo; biotita primaria y secundaria en agregados tipo "clusters" y también en pajuelas aisladas; microfenocristales de piritita fresca y magnetita. En la pasta existe pequeña proporción de ortosa, que también aparece en venillas con cuarzo. Hay algún desarrollo de epidoto y calcita.

Otras muestras estudiadas indican composiciones algo diferentes (monzodiorita, granodiorita, riolita, dellanita, andesita, riodacita) pero como aparecen más en variaciones locales cerca de los contactos y no se ha hecho un

detallado estudio, se retiene para este cuerpo la clasificación general indicada.

**Pórfiro Sobresaturado:** Se trata de varios pequeños diques, uno indicado en el plano 3 y otros más pequeños no marcados, y que intruyen a diorita y pórfiro dacítico. Su intensa sericitización ha obliterado totalmente sus características originales, solamente han quedado los contornos de fenocristales que permiten deducir una textura porfírica con pasta cristalina gruesa. El mafito original, biotita, se encuentra total y/o parcialmente desferrizado y alterado llegando a muscovita secundaria. La roca presenta también una fuerte limonitización-hematitización. El cuarzo ha quedado como fenocristal y en la pasta en una segunda generación. Es probable que esta roca se correlacione, dada su posición temporal y similitud litológica, con los pórfiros granodioríticos del Durazno (Llambías, 1969).

## V. ESTUDIO DEL YACIMIENTO

### 1. *Alteración hidrotermal y meteórica*

El área de blanqueo por alteración hidrotermal y meteórica, tiene una forma oval, con su eje mayor de 1,5 km de largo orientado NW-SE y su eje menor es de 0,8 km, encerrando así una superficie de 0,7 km<sup>2</sup>, de la cual corresponden los siguientes valores a cada una de las principales unidades litológicas:

Pórfiro dacítico	0,10 km <sup>2</sup>
Diorita	0,25 "
Granito	0,25 "
Esquistos	0,10 "

A pesar de no haberse efectuado un estudio detallado del fenómeno podemos citar algunos de sus rasgos generales; así por ejemplo la alteración hidrotermal más intensa aparece principalmente en el pórfiro dacítico central con aparición de biotita, feldespato potásico y cuarzo, secundarios. En la diorita también hay mucha biotita y sílice y en

el granito sericitización-muscovitización y escasa argilización. Los sectores con débil alteración se caracterizan por la aparición de epidoto, pirita, etc. definiendo así una alteración tipo propilitica.

La pirita es muy abundante en el sector central dacítico con venillas de cuarzo, pero luego no es conspicua hasta que vuelve a hacerse abundante en la periferia del depósito formando parte de la alteración propilitica.

La magnetita aparece en toda la comarca, aún en rocas aparentemente muy alteradas, es muy abundante en el sector cuarzoso central, con pirita y hematita y de allí disminuye hacia la periferia.

## 2. Muestreo geoquímico y relaciones observadas en superficie.

La toma de muestras con tal finalidad, se llevó a cabo principalmente sobre rocas con alteración hidrotermal evidente, y en dos formas diferentes: *a*) sobre un enrejado irregular (70 muestras) y *b*) a lo largo de las quebradas, con variable longitud de toma de muestras (entre 5 y 30 m) y de espaciamiento entre las mismas. Con esta última técnica se extrajeron 22 muestras sobre las paredes de la quebrada central de San Lucas y 18 en quebradas secundarias tributarias.

Lo irregular del muestreo en general estuvo influenciado por la irregular distribución de los afloramientos y su cubierta sedimentaria, a pesar de lo cual los resultados obtenidos en cobre y molibdeno, únicos elementos analizados, se consideran en general coherentes con las observaciones de campo, como se detalla en los puntos siguientes.

En cuanto a los límites numéricos adoptados para ambos elementos y que figuran en el plano 4, deben considerarse arbitrarios, ya que no se calculó ni el fondo ("background") ni el escalón ("threshold") de la comarca y el yacimiento.

Analizando la ubicación de las ano-

malías geoquímicas de cobre con respecto a la roca portadora, se desprende que hay una neta favorabilidad del pórfiro dacítico comparado con la diorita, a pesar de no ser ésta netamente desfavorable como sí lo son el granito y las pizarras. En algunos casos pareciera que los contactos también son algo propicios.

El comportamiento del molibdeno es diferente al del cobre, ya que por lo general sus anomalías están algo trasladadas y son exteriores a las de cobre, al que envuelven como un halo y con mayor desarrollo en la diorita que en el pórfiro dacítico (también hay algunas en granito). Únicamente hacia el SE se observa alguna coincidencia entre ambos elementos. Esta común aparición de molibdeno encerrando a cobre, se origina en su mayor movilidad.

Es por demás evidente que las anomalías de cobre están reguladas por la fractura Jusanjeal, a cuyo trazado se adaptan. En el terreno se determinó que sus valores más altos se originaron por la abundancia de minerales oxidados de cobre (malaquita y "pitch copper").

El molibdeno parece estar menos regulado por fracturas, a excepción de la Jusanjeal que sigue bastante bien.

Con la finalidad de investigar las posibilidades económicas del principal tubo de brecha, se tomaron 9 muestras transversales a él, a lo largo de la quebrada que lo corta, siendo regularmente bajos sus valores en cobre y molibdeno (promedios aritméticos 28 ppm y 2 ppm, respectivamente). Estos pobres valores, unido al escaso desarrollo del tubo de brecha y a su tipo de limonita que pareciera provenir de pirita, son características que nos sugieren descartar a esta estructura desde el punto de vista económico.

## 3. Perforaciones y sus resultados

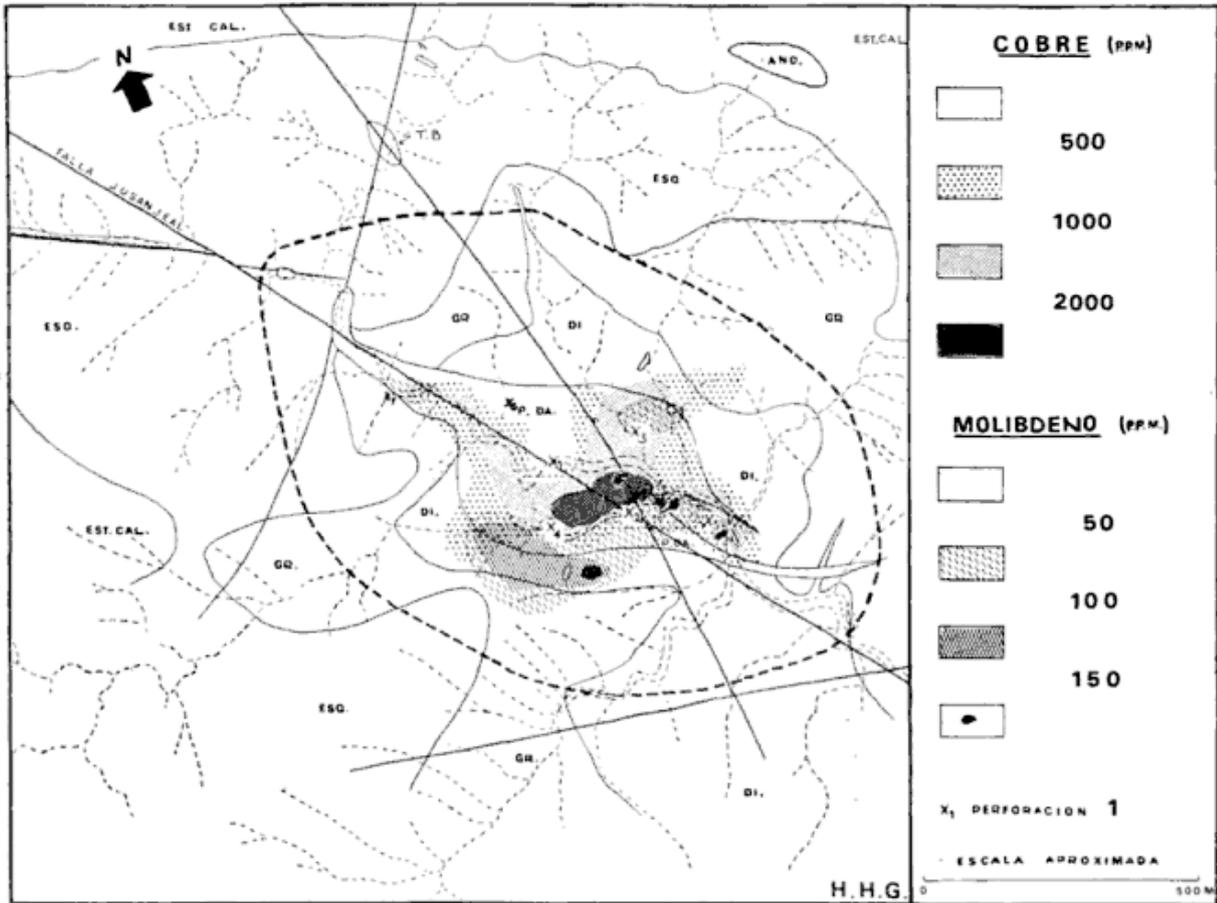
Con los datos detallados se programaron y cumplieron 6 sondeos de exploración (ubicando el geol. H. Maiso-

Y M.A.D.

**BAJO DE SAN LUCAS**

4

ZONACION DE RANGOS GEOQUIMICOS



nave-DNGM el N° 1 y el suscripto los restantes) merced a la colaboración de la DNGM para los 3 primeros y de DGFM-AHZ para los restantes y para la profundización del pozo N° 2. Se operó con máquinas Boyles Bros X Ray a corona de diamantes, con recuperación de testigos XRT intermitentemente desde enero a agosto de 1970.

La perforación 1 y la 2 hasta los 23,50 m y la 3 fueron analizadas geoquímicamente en la DNGM (La Rioja) usándose para Cu 2-2' biquinolina y para molibdeno dithiol; los restantes análisis fueron efectuados en el CIMM (San Juan) con un espectrómetro de absorción atómica Perkin Elmer modelo 303.

Para los datos que siguen se destaca que la ubicación de los sondeos está en el plano 4. La cota de los mismos figura entre paréntesis. Los promedios

se calcularon aritméticamente. T indica testigo y R ripio (éstos por primera vez sistemáticamente analizados en YMAD).

**SONDEO 1 (2355 m):** Zona de minerales primarios de 0 a 28,45 m: cobre (T) 0,03 % y molibdeno (T) 0,003 %.

**SONDEO 2 (2340 m):** Zona de minerales de cobre oxidados de 0 a 2 m: cobre (T) 0,33 % y molibdeno (T) 0,009 %.

Zona de lixiviación de 2 a 16 m: cobre (T) 0,09 % y molibdeno (T) 0,011 %.

Zona de minerales primarios y supergénicos mezclados de 16 m a 31,16 m: cobre (T) 0,44 % y molibdeno (T) 0,009 %.

Zona de minerales primarios y supergénicos mezclados de 31,16 m a

53,90 m: cobre (T) 0,52 % — cobre (R) 0,083 % y molibdeno (T) 0,011 por ciento — molibdeno (R) 0,032 %.

SONDEO 3 (2353 m) : Zona de lixiviación de 0 a 12 m: cobre (T) 0,08 % y molibdeno (T) 0,02 %.

Zona de minerales primarios y supergénicos mezclados de 12 m a 17,50 m: cobre (T) 0,49 % y molibdeno (T) 0,001 %. Este sondeo se profundizará a corto plazo.

SONDEO 4 (2358 m) : Zona de minerales de cobre oxidados de 0 a 2,59 m: cobre (T) 0,5 % — cobre (R) 0,15 % y molibdeno (T) 0,013 % — molibdeno (R) 0,014 %.

Zona de lixiviación de 2,59 m a 14 m: cobre (T) 0,1 % — cobre (R) 0,23 % y molibdeno (T) 0,009 % — molibdeno (R) 0,01 %.

Zona de minerales primarios y supergénicos mezclados de 14 m a 39,63 m: cobre (T) 0,28 % — cobre (R) 0,42 % y molibdeno (T) 0,012 % — molibdeno (R) 0,16 %.

Zona de minerales primarios de 39,63 m a 53,27 m: cobre (T) 0,15 % — cobre (R) 0,27 % y molibdeno (T) 0,009 % — molibdeno (R) 0,009 %.

SONDEO 5 (2335 m) : Zona de lixiviación de 0 a 12,84 m: cobre (T) 0,10 % — cobre (R) 0,14 % y molibdeno (T) 0,018 % — molibdeno (R) 0,006 %.

Zona de minerales primarios y supergénicos mezclados de 12,84 m a 41,72 m: cobre (T) 0,37 % — cobre (R) 0,47 % y molibdeno (T) 0,006 % — molibdeno (R) 0,011 %.

SONDEO 6 (2390 m) : Zona de lixiviación incipiente de 0 a 9,75 m: cobre (T) 0,16 % — cobre (R) 0,19 % y molibdeno (T) 0,002 % — molibdeno (R) 0,004 %.

Zona de minerales primarios de 9,75 m a 50,49 m: cobre (T) 0,18 % — cobre (R) 0,17 % y molibdeno (T) 0,005 % — molibdeno (R) 0,008 por ciento.

Se concluye, que los valores de cobre de los ripios son regularmente bastante superiores a los correspondientes de los testigos, especialmente en las zonas de enriquecimiento secundario en sulfuros, fenómeno que también se observa con el molibdeno.

#### 4. Interpretación general

Es muy llamativa la existencia en San Lucas de una capa muy superficial esporádica de unos pocos metros de potencia con alto contenido en cobre (1000 a más de 6000 ppm) originada por abundante malaquita y especialmente "pitch copper"<sup>1</sup>, minerales que se ubican en planos de pequeñas fracturas como vetillas o motas subredondeadas de milímetros a centímetros de diámetro; profundizando un poco, la ley baja considerablemente, siendo típicos los sondeos 2 y 4. En superficie este enriquecimiento secundario en la zona de oxidación, tiene forma de medialuna.

La zona de lixiviación alcanza a unos 10-12 m, aunque en ella siempre queda alguna pirita relicto y luego comienza la zona de enriquecimiento en sulfuros (principalmente calcosina, aunque hay alguna covellina en el techo), mucho más desarrollada en los sondeos 2 y 5 ubicados en las cercanías de grandes fracturas. Acompañando a los sulfuros supergénicos siempre hay una cantidad variable, aunque apreciable, de pirita y calcopirita. Los sondeos que están aguas arriba (hacia el NW) prácticamente no poseen enriquecimiento y casi desde la superficie comienzan los sulfuros primarios.

Estos hechos son interpretados como que señalan la existencia de una vieja

<sup>1</sup> Se denomina genéricamente "pitch copper" a materiales negros semejantes al carbón, brillo vítreo a terroso mate y formado por la mezcla de varios óxidos de cobre hidratados y de composición variable pero con SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO, CaO y H<sub>2</sub>O. Algunos autores lo consideran relacionado con la tenorita (Mc Kinstry, 1959) y otros con la crisocola (Newberg, 1967).

zona de enriquecimiento supergénico, hoy prácticamente desaparecida en razón de la fuerte erosión que viene sufriendo el bloque de la sierra de la Ovejería luego de los movimientos del Plioceno, lo que también explica el escaso desarrollo de la zona de lixiviación y el que apenas comenzara a formarse una nueva zona de enriquecimiento más profunda.

Los sulfuros supergénicos aún quedan en las partes más profundas controladas por fracturas, mientras que en los sectores superficiales los relictos en gran parte se han transformado en "pitch copper".

En el emplazamiento primario de la mineralización ha influido lo relativamente cerrado del ambiente (separado de la superficie por sucesivas capas de diorita, granito, esquistos, sedimentitas y vulcanitas). Es llamativo el hecho de que las capas de Calchaqueño mapeadas y que bordean en las alturas al yacimiento, se encuentran bastante homogéneamente inclinadas entre 25° y 80° siempre en dirección hacia la quebrada de San Lucas, a modo de sinclinal asimétrico, como señalando una póstuma contracción de las rocas hidrotermalmente alteradas y mineralizadas precedida por un primitivo abultamiento de las mismas, la suma de cuyos fenómenos originó ese tipo de fracturación irregular (craquelado) tan típico en pórfiros cupríferos.

## VI. FIOGRAFIA Y ENRIQUECIMIENTO SUPERGENICO

Es indudable que con el vulcanismo atribuido al Terciario superior están asociados los fenómenos que condujeron a la formación de los pórfiros cupríferos de la comarca. En este período el área tenía una inclinación más o menos homogénea hacia el NW, como se desprende de la estratificación de los variados componentes lávicos y piroclásticos existentes en Farallón Negro. Es

muy probable que algunos fenómenos volcánicos prosiguieran luego del emplazamiento de los pórfiros cupríferos, originando que aquéllos ubicados en YMAD (Bajo de La Alumbreira, Bajo de Los Jejenes, Bajo del Espanto, Bajo de Las Pampitas, Bajo del Durazno y Bajo de Agua Tapada), es decir en el principal centro volcánico, se distanciaran aún más de la superficie, por lo que no tuvieron oportunidad de que sobre ellos actuaran los agentes meteóricos. Es perfectamente lógico que no puede tener lugar ningún enriquecimiento supergénico de sulfuros, si el mineral apto no asciende hasta alcanzar la zona de oxidación.

La situación fue algo distintas en el Bajo de San Lucas por estar emplazado en una comarca prominente ya en esa época, por lo que sobre él y sobre su cobertura de basamento sólo había escasos metros de sedimentitas (además permeables) y vulcanitas; esto se originó en que precisamente sobre lo que es hoy la sierra de la Ovejería apenas alcanzaron a coalescer las rocas eruptivas provenientes de los centros volcánicos de Farallón Negro al norte y Vis Vis al sur.

Los primeros movimientos del Plioceno modelaron en forma definitiva al graben de Farallón Negro, hundimiento que destacó más netamente la sierra de la Ovejería y con ello se erosionó más activamente al igual que los sectores más prominentes de Farallón Negro; esto originó que apareciera una extensa bajada tendida hacia el NW semejante a la pendiente de la superficie original, y que prácticamente debía haber cubierto a casi toda la comarca, desde la sierra de la Ovejería hasta las cercanías del borde de la Puna. Este fenómeno y el consiguiente ascenso del nivel de aguas freáticas tampoco fue propicio para el enriquecimiento supergénico de la mayoría de los pórfiros cupríferos de YMAD, aunque sí lo fue para el Bajo de San Lucas, pues el bloque donde está ubicado parece que no tuvo aquí im-

portantes movimientos, erosionándose convenientemente y permitiendo así que se enriquecieran los sulfuros primarios.

Los movimientos más intensos del Plioceno volcaron fuertemente al bloque de la sierra de la Ovejería unos 20°-30° al SSE por lo que comenzó a ser avenado en esa dirección. Es interesante relatar que durante la prospección de la comarca se ubicaron a 1 km al E de Vallecito unos esporádicos afloramientos en unos 500 m<sup>2</sup> de superficie de rocas alteradas amarillentas por oxidación meteórica de sulfuros; examinados con cuidado se determinó que se trataba de clastos subredondeados a redondeados de muy variable tamaño y litología que formaban parte de un primitivo cono de deyección hoy muy disectado y erosionado, estando los colores originados por la oxidación *in situ* de gran cantidad de sulfuros que poseían algunos de ellos, tiñendo y alterando superficialmente las soluciones ácidas resultantes a las rocas de los alrededores, permaneciendo frescos sus núcleos. Lo más útil fue que esta zona aparece a unos 4 km al sur del Bajo de San Lucas y que el fanglomerado, apoyado sobre Estratos Calchaqueños muy fracturados y plegados pero con su techo nivelado por la erosión, posee en los niveles inferiores mayor abundancia de clastos medianos mineralizados de esquistos y sedimentitas y a unos 10 m por encima (entre ambos el terreno está cubierto) predominan grandes rodados también mineralizados de granito y pórfiro dacítico, es decir la sucesión que podría esperarse al denudarse el pórfiro cuprífero de San Lucas y sus capas líticas envolventes.

De lo detallado podemos deducir que cuando se produjo el principal movimiento que elevó la sierra de la Ovejería, el Bajo de San Lucas ya se encontraba desde antes en un nivel lo suficientemente superficial como para que en él hubiera podido desarrollarse una zona de enriquecimiento supergénico de sulfuros.

En cuanto a la comarca volcánica de Farallón Negro también se elevó algo y así se reanudaron en ella los fenómenos erosivos que disectaron y luego arrasaron casi por completo la bajada hasta una línea que pasa a unos 17 km al NW de la sierra de la Ovejería, apareciendo hoy sólo relictos que nos permiten su reconstrucción. Esta erosión continúa hasta la fecha y ha destapado algunas profundas raíces del Grupo Volcánico al igual que a los pórfiros cupríferos citados allí existentes.

Se considera que el corto lapso transcurrido desde que la meteorización alcanzó a estos yacimientos hasta la fecha, ha sido la razón principal por la cual los fenómenos supergénicos no fueron muy importantes en dichos depósitos (quizás con excepción del Bajo de Las Pampitas y del Bajo de Agua Tapada por su ubicación apical y distal, respectivamente).

Como ya se ha explicado, en el Bajo de San Lucas los eventos fueron diferentes y es así que ya se había desarrollado una zona de enriquecimiento supergénico de sulfuros, antes del tectonismo más intenso; una vez producido éste, el primitivo avenamiento estuvo controlado por la inclinación del bloque, pero al progresar la erosión en las partes más altas, donde está ubicado San Lucas, comenzaron a destaparse rocas más alteradas, formándose así una depresión por erosión diferencial y finalmente el avenamiento fue controlado por la fractura Jusanjeal, apareciendo así la profunda quebrada de San Lucas tal como existe hoy en día.

En una etapa de la formación de la cuenca no lejana a la actualidad, buena parte de su relieve se tapizó con una grava en parte aglomerádica de variados clastos, algunos con abundante pirita, provenientes de los faldeos; fenómeno posiblemente originado en alguna obstrucción transitoria de las aguas de la profunda quebrada de San Lucas. Estos sedimentos fueron cementados con limonita proveniente principalmente de

la lixiviación de rocas piritosas de los faldeos empinados, hoy alcanzan una potencia máxima de 3 m en el sector central (Sondeo 1) disminuyendo hacia las laderas más empinadas. Cuando desapareció el taponamiento que la creó, esta estructura fue disectada. Hoy se ven sus restos dentro del Bajo adaptándose a una topografía no muy diferente a la actual. Es interesante el hecho de que en unos pocos lugares y apoyándose en ella, hay escasos relictos de otra estructura conglomerádica polimítica, cementada con malaquita y que dio 0,9 % de cobre, elemento que migró descendiendo lateralmente y provenía de la erosión y lixiviación de algún sector aguas arriba, con sulfuros supergénicos, alcanzado por el ahondamiento de la cuenca.

Con la elevación diferencial de la sierra de la Ovejera, la erosión se acentuó y pronto alcanzó la zona de sulfuros supergénicos que al meteorizarse, dio lugar a nuevas soluciones, que por la pendiente y la fuerte erosión en su mayor parte descendieron lateralmente más que verticalmente. Como resultado de ello, algunos sulfuros supergénicos primitivos migraron algo superficialmente distancias relativamente cortas, siguiendo más o menos la pendiente, oxidándose en su viaje y transformándose en "pitch copper", lo que explica los valores en cobre relativamente altos que aparecen en los sectores más superficiales y la forma de "media luna" abierta hacia el norte que diseñan estas anomalías, acompañadas por otra "media luna" más amplia que la envuelve exteriormente, de valores altos en molibdeno, como es lo común dado su mayor poder migratorio.

Los diseños señalados en algo también reflejan la tectónica, en especial cierto control por la falla Jusanjeal, a lo largo de la cual cabe suponer que los sulfuros supergénicos y posiblemente también los primarios alcancen una mayor profundidad.

Una conclusión importante es que la

forma de "media luna" indicada de los minerales supergénicos es la llamada "crescent shape" en la literatura geológica, y no es rara en yacimientos del tipo que nos ocupa, así por ejemplo es citada en los depósitos chilenos de Braden y El Salvador. Habiéndose determinado en el Bajo de San Lucas que debe su formación a la tectónica y a fenómenos por ella controlados, se sugiere que igual origen podría investigarse en aquellos pórfiros cupríferos donde se desconoce su origen.

#### VIII. RELACIONES ESTRUCTURALES CON YACIMIENTOS SIMILARES DE LA COMARCA

Según ya se ha bosquejado en un trabajo anterior (García, 1970) muchos yacimientos tipo pórfiro cuprífero de este sector de la provincia de Catamarca se disponen a lo largo de dos alineaciones de rumbos promedio N 32° W y N 70° W que configuran una "X", intersectándose en el pórfiro cuprífero de Agua Tapada-La Josefa, dentro de la propiedad de YMAD.

El Bajo de San Lucas está ubicado en la primera de las alineaciones citadas y casi en el extremo SE estudiado, ya que a unos 8 km aparece el Bajo de Las Juntas, también en un ambiente de basamento y en la misma alineación, que se supone originada en viejas fracturas individuales o grupos de fracturas regionales que deben penetrar profundamente en la corteza y con movimientos recurrentes.

Corroborando lo anterior en el plano 2 se observa que a lo largo de la falla Jusanjeal se disponen: el Bajo de Las Juntas, de San Lucas, de Los Jejenes y de La Alumbraera. La falla Juata conecta al Bajo de Las Juntas con El Atajo y la falla Esaldu al Bajo del Espanto con el Bajo de La Alumbraera y con el Bajo del Durazno (ya fuera del plano). Todos los depósitos citados son del tipo pórfiro cuprífero.

## VIII. HISTORIA GEOLOGICA

Iniciamos esta breve descripción cuando un magma de composición predominantemente diorítico intruye al Basamento Cristalino Precámbrico (pizarras, filitas y granitos) en sectores no muy profundos y, dado que en la comarca no se han ubicado rocas paleozoicas ni mesozoicas, se considera que las mismas fueron completamente arrasadas por fenómenos erosivos que llegaron al Mioceno inferior, originando una peneplanicie cuyos restos, aunque fracturados e inclinados, están muy bien conservados en las cercanías de San Lucas (faldeo sur de la sierra de la Ovejería, al poniente del cerro Pampa, en la sierra de Hualfin - Las Cuevas, etc.).

Esta peneplanicie comenzó a fracturarse e inclinarse posiblemente en el Mioceno medio, en algunos lugares precediendo a la depositación de los sedimentos continentales arenosos rojos a grises de los Estratos Calchaqueños que son fracturados y plegados en el Mioceno superior, tanto por reactivación de las viejas fracturas como por aparición de otras nuevas, observándose a veces que una neta discordancia angular (Llambías, 1969) separa a estas sedimentitas de variadas vulcanitas que también las intruyen y que afloran más extensa y potentemente al norte de San Lucas, en la propiedad de YMAD.

Las vulcanitas más antiguas son brechas andesíticas y tobas dacítico-riodacíticas cubiertas e intruidas por cuerpos volcánicos, subvolcánicos e hipabisales andesíticos, basálticos, monzoníticos, riodacíticos, riolíticos, etc., denominados por Llambías (1969) Grupo Volcánico de Farallón Negro y por él atribuido a la asociación volcánica basalto toleítico-dacita-riolita.

Otro centro volcánico similar aunque de menor desarrollo se formó contemporáneamente al sur de San Lucas en Vis Vis (Plano 2) aunque no tan variado (predominantemente andesítico), coalesciendo ambos centros por medio

de sus representantes lávicos y piroclásticos en algunos sectores relativamente más deprimidos de lo que es hoy la sierra de la Ovejería. Durante este período el drenaje general era hacia el NW y quizá la comarca inclinaba suave y regularmente hacia la gran fractura que separa la Puna de las Sierras Pampeanas, como lo atestiguan los componentes líticos de depósitos de pie de sierra, hasta que en el Plioceno se produjeron intensos tectonismos que modelaron definitivamente la estructura en bloques inclinados de las Sierras Pampeanas; así se originó la sierra de la Ovejería como neta entidad positiva inclinada unos 20°-30° hacia el SSE, pudiéndose calcular en unos 3000 m el rechazo de la principal fractura que la originó (González Bonorino, 1950).

Se considera que la intrusión del cuerpo subvolcánico dacítico de San Lucas y demás fenómenos que condujeron a la formación de este pórfiro cuprífero así como de los restantes de la comarca, se originaron contemporáneamente con los movimientos del Mioceno superior, los que también deben haber influido en su emplazamiento, relación también aceptada para los tardíos depósitos vetiformes manganoauroargentíferos de Farallón Negro, posiblemente pliocénicos.

Como consecuencia de estos movimientos se formaron las fosas tectónicas de Farallón Negro y de Vis Vis que justo permitieron la preservación de estos centros volcánicos de la erosión (lo que permite suponer que algún papel en la tectónica debe haber tenido la evacuación de las cámaras magmáticas por el vulcanismo), separándose así netaamente ambos centros debido a la reactivación de la erosión en los bloques elevados, comenzando así gran parte de la sierra de la Ovejería a ser avenida hacia el sur. La renovada acción erosiva de la quebrada de San Lucas, destapó sucesivamente las diferentes cubiertas líticas que envolvían al pórfiro dacítico poniéndolo así de manifiesto, quedando hoy en día sólo relic-

tos aislados de las primitivamente extensas rocas sedimentarias y volcánicas que lo cubrían.

También hacia el norte se erosionó intensamente el Grupo Volcánico de Farallón Negro, llegando en algunos casos a destaparse algunas de sus raíces profundas (Cerro Alto de la Blenda).

Destacamos finalmente como fenómeno interesante el hecho de que aún hoy en día en algunas vertientes de aguas termales relativamente próximas (Agua de Dionisio, Los Nacimientos y Villavil) se están formando depósitos calcáreos, silíceos y manganesíferos con algún contenido de oro y plata, signo de que en la comarca aún no han cesado por completo los fenómenos hidrotermales.

Resumiendo: se supone que los pórfiros cupríferos se formaron más o menos simultáneamente y, dado que todos ellos menos el Bajo de San Lucas están emplazados en el ambiente del Grupo Volcánico de Farallón Negro, su edad debe ser tardía o posterior con respecto a la de éste.

Está comprobado que hay vulcanitas posteriores a los Estratos Calchaqueños, por lo tanto y si aceptamos que las sedimentitas de nuestra comarca son equivalentes a las de esta formación y que su edad es Miocena media tenemos fijado su límite inferior. El límite superior lo da el hecho de que las vulcanitas son afectadas por los intensos movimientos del Plioceno que definieron la estructura en bloques de las Sierras Pampeanas, no habiéndose determinado en la comarca fenómenos volcánicos posteriores a los mismos y también por aparecer en algunos sectores cubiertas por los Estratos Araucanenses, atribuidos al Plioceno superior. Nos quedaría así un intervalo desde el Mioceno medio hasta el Plioceno medio para el Grupo Volcánico de Farallón Negro, aceptándose por el momento que los pórfiros cupríferos se emplazaron en el Mioceno superior.

Es opinión del autor que quizá sean muchos los eventos geológicos detalla-

dos, para que se hayan podido desarrollar en un período de tiempo relativamente tan corto. Es posible que los fenómenos volcánicos pertenezcan a más de un ciclo (se recuerda que hay un cuerpo subvolcánico monzonítico —cerro Alto de la Blenda— de emplazamiento relativamente profundo intruyendo a brechas volcánicas andesíticas de ambiente subaéreo). Estas observaciones permiten tener algunas dudas con respecto a que las sedimentitas de la comarca sean en verdad correlacionables con los Estratos Calchaqueños<sup>1</sup>. Si otros estudios confirmaran que son anteriores, igual quedarían firmes los fenómenos geológicos detallados desde el Mioceno, ampliándose únicamente el período durante el cual se emplazó lo que hemos llamado Grupo Volcánico de Farallón Negro, pudiéndose quizás atribuir así una edad inferior a los pórfiros cupríferos.

## IX. CONCLUSIONES

1ª El Bajo de San Lucas es un yacimiento tipo pórfiro cuprífero emplazado en variadas rocas plutónicas y metamórficas del basamento de Sierras Pampeanas. Se pone de manifiesto por un área de alteración hidrotermal evidente de 0,7 km<sup>2</sup> desarrollada en parte en las rocas citadas y en parte en un pórfiro dacítico, que es el que posee la alteración hidrotermal y mineralización más intensa y al que se supone asociado con la mineralización, con un emplazamiento bien controlado por fracturas regionales.

2ª Las anomalías geoquímicas de cobre en superficie predominan en el pórfiro dacítico y su forma es de una "U" abierta hacia el NNE; las de molibdeno en general son exteriores a ella y las envuelven. Ambas tienen algún control

<sup>1</sup> La doctora A. Bertels (UBA) analizó infructuosamente varias de estas muestras en búsqueda de microfósiles.

estructural, especialmente por la fractura Jusanjeal.

La forma de media luna o "U" citada tiene su origen en la dirección de migración de aquellos elementos, originada por la inclinación del bloque de la sierra de la Ovejería como resultado de la tectónica del Plioceno; en la literatura geológica se la denomina "crescent shape", de origen generalmente en controversia.

3ª Los seis sondeos someros de exploración realizados indican valores interesantes de cobre pero no de molibdeno. Se adelanta que cuando se analicen elementos preciosos, sus resultados serán buenos, pues tal hecho se ha comprobado en depósitos cercanos similares.

4ª En los sectores más superficiales del depósito sólo quedan relictos de una vieja zona de enriquecimiento supergénico que, por los movimientos del Plioceno que elevaron diferencialmente en forma considerable a la sierra de la Ovejería donde se encuentra, fue activamente erosionada y poco de ella pudo

descender para formar una nueva zona supergénica, hoy apenas esbozada.

#### LITA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- García, H. 1969. *Resultados de la Prospección y Exploración Geológica en el Distrito Minero de Agua de Dionisio*. YMAD.  
— 1970. *Consideraciones sobre algunas alineaciones de desarrollos hidrotermales tipo Pórfido Cuprífero en el NW Argentino*. Rev. DNGM N° 18 y 19.  
— 1970. *Geología del Yacimiento tipo Pórfido Cuprífero "Bajo de Las Pampitas"*. RAGA (en prensa).  
González Bonorino, F. 1950. *Geología y Petrografía de las Hojas 12d (Capillitas) y 13d (Andalgalá)*. Bol. N° 70 DGIM.  
Llambías, E. 1969. *Geología y Petrografía de Agua de Dionisio*. YMAD (Informe Inédito).  
McKinstry, H. E. 1959. *Mineral Assemblages in Sulfide ores: The system Cu-Fe-S-O*. Ec. Geol. V. 54 N° 6.  
Newberg, D. W. 1967. *Geochemical Implications of Chrysocolla-bearing Alluvial Gravels*. Ec. Geol. V. 62, N° 7.

Recibido el 15 de febrero de 1971.

## LITOESTRATIGRAFIA Y VARIACIONES FACIALES DE LAS SEDIMENTITAS MESOZOICAS DE LA CUENCA NEUQUINA, PROV. DE NEUQUEN, REP. ARGENTINA

POR HUMBERTO GERVASIO MARCHESE<sup>1</sup>

### RESUMEN

Este estudio litoestratigráfico de las sedimentitas mesozoicas de la Cuenca Neuquina fue realizado en base a datos de afloramientos y pozos, los cuales fueron procesados y estudiados con métodos de laboratorio y sus resultados utilizados para la realización de mapas litofaciales e isopáquicos. Se estima que las conclusiones obtenidas de la interpretación lito y tectofacial de las sedimentitas de esta cuenca ofrecen un nuevo enfoque geológico:

1º) La Cuenca Neuquina en sentido oeste-este se dividiría en dos sectores tectosedimentarios cuya línea de separación hipotética se ubica aproximadamente en la zona de los Chihuidos (llamada tentativamente en este trabajo, Protodorsal de los Chihuidos).

2º) El sector occidental, caracterizado exclusivamente por su relación íntima con la actividad orogénica, se denomina eugeosinclinal en el sentido de Krumbein y Sloss. Dentro del mismo se reconocen, una zona occidental y una zona oriental.

El otro sector es el de "Transición" o de "Cuencas Marginales" donde tienen importante participación las áreas cratónicas que se encuentran ubicadas al este de la zona eugeosinclinal.

3º) Las discordancias, al igual que los registros litológicos, se encuentran areal y geográficamente restringidas, repitiéndose en el tiempo en coincidencia geográfica.

4º) Las áreas de aporte que alimentaron a las formaciones compuestas por terrígenos (Form. Lajas?-Lotena-Tordillo-Mulichinco) que hacen su aparición cíclica en el área occidental del eugeosinclinal, se encuentran en la faja andina y están relacionadas con los fenómenos tectónicos y magmáticos que llevaron a la construcción de la Cordillera de los Andes.

5º) Esta ciclicidad está registrada en las sedimentitas de las Formaciones Lajas, Lotena, Tordillo y Mulichinco, cuyas características litológicas se deben a la intensidad de los levantamientos y/o proximidad de las áreas de aporte.

6º) En la parte oriental del eugeosinclinal, la sedimentación es ambientalmente continua desde la depositación de la Formación Molles hasta la Formación Agrio, con características marinas de poca profundidad y con épocas donde la misma estuvo restringida, y llegó hasta ser de tipo litoral-palustre a evaporítica.

7º) La ingresión más extensa fue la correspondiente a la Formación Vaca Muerta-Quintuco, que ingresa desde el oeste y que se registra como una transgresión cuya paleogeografía es similar a una bahía y cuya máxima inflexión es ubicada entre los paralelos 38º y 39º.

8º) La fase principal del levantamiento de la Cordillera de los Andes registrado por las características litológicas, se ubica para este trabajo a partir de las sedimentitas correspondientes a la Formación Rayoso y que junto con las del Grupo de Neuquén integran los "Estratos Rojos" de la cuenca, depositados en ambiente continental.

9º) La edad de los movimientos y los fenómenos magmáticos asociados a esta sedimentación (Estratos Rojos) lo ubicamos a partir del Cretácico medio. En esta época cambia la pendiente regional en la cuenca de sedimentación hacia el este, que había sido hasta ese momento hacia el oeste.

<sup>1</sup> Actualmente en el Departamento de Ciencias Geológicas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires. Miembro de la Carrera del investigador Científico del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

10º) Como consecuencia del diastrofismo del Cretácico medio se completa el ciclo sedimentario jurásico-cretácico que se había iniciado con la Formación Molles culminando con la Formación Agrio. Ciclo sedimentario en el cual se registran regresiones de carácter local ubicadas dentro del área eugeosinclinal occidental, que se repiten cíclicamente en el tiempo y en el espacio como consecuencia directa de los fenómenos orogénicos que acontecían en el oeste.

11º) En el área de cuencas marginales y principalmente en el noreste de la cuenca, la sedimentación jurásico-cretácica tuvo lugar a partir de la Formación Tordillo. La única transgresión que se registra es la que dio lugar a las sedimentitas de la Formación Vaca Muerta-Quintuco (Grupo Catriel). Ambas forman un modelo de respuesta a los movimientos que se iniciaron a partir de la Formación La Manga-Auquinco.

12) Se observa la semejanza en el comportamiento litológico y ambiental de las Formaciones La Manga-Auquinco y la Formación Huitrin. En esta última el proceso regresivo se completa, mientras que en la primera es incompleto.

Además en este trabajo está contenida la integración de los registros litológicos sedimentarios con las distintas fases diastróficas, que se sucedieron en la faja andina que son causa y efecto del proceso geológico, que llevó a la construcción de la Cordillera de los Andes.

### ABSTRACT

Data from outcrops and drill holes were employed in the litho-stratigraphic study of the Neuquén Basin; laboratory techniques were used for the processing of the material, the results of which found application in lithofacial and isopach maps. The conclusions drawn from the litho and tectofacial interpretation of the data offer a new geological view of this basin.

1) The Neuquen Basin is divided into an eastern and a western tectosedimentary section; their hypothetical boundary runs approximately through the Chihuidos area (in this paper, it is tentatively called the Chihuidos Protodivide).

2) The occidental section is characterized exclusively by its intimate relationship with orogenic activity; it is called an eugeosyncline in the sense given to the term by Krumbein and Sloss. Within this section, another subdivision into an eastern and western area can be drawn.

The second main area is one of Transition, or of Marginal Basins, strongly influenced by the cratonic areas located east of the eugeosynclinal section.

3) Unconformities, as well as lithological registers, are areally and geographically restricted; they may reappear later, in geographical coincidence.

4) The source areas which fed those formations composed of terrigenous materials (Lajas, Lotena, Tordillo, and Mulichinco Formations) and which make their cyclic appearance in the western area of the eugeosyncline, are located in the Andino belt and are related to the tectonic and magmatic phenomena leading to the building of the Andean Cordillera.

5) The cyclic character of events is registered in the sedimentary rocks of the Lajas, Lotena, Tordillo and Mulichinco Formations, the lithological features of which are due to the intensity of the uplifts and/or the proximity of the source areas.

6) Sedimentation in the eastern section of the eugeosyncline is environmentally continuous from the deposition of Molles Formation to that of Agrio Formation; its features are indicative of a shallow marine environment. There is evidence of temporary restriction of the depositional process, leading even to litoral-palustrine or evaporitic facies.

7) The largest transgression was that corresponding to Vaca Muerta-Quintuco Formation, coming from the west and appearing in the paleogeographic shape of a bay whose maximum inflection lies between 38 and 39 degrees south.

8) The deposition of the Rayoso Formation, together with that of the Neuquen Group, takes place during the main phase of the Andean uplift, as established by the present investigation and recorded by lithological characteristics. These sediments constitute the Red Beds of the basin and are of continental nature.

9) The time of the movements and magmatic phenomena associated with the deposition of the redbeds is placed in the middle Cretaceous. It is at this time that the regional slope of the basin changes from westwards to eastwards.

10) As a result of the middle Cretaceous diastrophism, the Jurassic-Cretaceous sedimentary cycle, which had begun with the Molles Formation and climaxed with the Agrio Formation, comes to an end. During this cycles, there take place regressions of local character and located within the western eugeosynclinal area; they are repeated cyclically

throughout time and space and as a direct consequence of the orogenic phenomena taking place west of the area.

11) In the Marginal Basin section, and mainly in the northeastern part of the basin, the Jurassic-Cretaceous sedimentation took place beginning with the Tordillo Formation. The only recorded transgression is the one that originated the sediments of the Vaca Muerta-Quintuco Formation (Catriel Group). Both are representative of the movements which started at the time of deposition of the La Manga-Auquinco Formation.

12) There is a similarity in the lithological and environmental behaviour of La Manga-Auquinco and Huitrin Formations. In the latter, the regressive process is completed, whereas in the former it remains incomplete.

This paper also contains the integration of the lithological register with the several diastrophic phases taking place in the Andean belt and representing cause and effect of the geologic process leading to the uplift of the Cordillera de los Andes.

## I. INTRODUCCION

Este trabajo es una síntesis del original presentado al Departamento de Ciencias Geológicas para obtener el título de doctor de la Universidad de Buenos Aires (Marchese, 1970). En el trabajo original figuran los cuadros N° 2 a 21, donde se resumen las características litológicas, estructuras, fósiles, espesores y relaciones litológicas de cada formación.

Ha sido encarado con criterio estratigráfico, *esencialmente litoestratigráfico*, con miras a solucionar problemas faciales. Resulta evidente que en la medida que se solucionen estos problemas se podrían circunscribir áreas de interés petrolero.

A tal fin se utilizaron datos y muestras de perfiles de superficie y de pozos (incluyendo testigos y cuttings):

a) *Los perfiles de superficie* analizados se hallan ubicados aproximadamente en la franja oeste de la provincia de Neuquén, desde el paralelo 37° hasta el 40° y entre los meridianos 69° 40' y 70° 30'. La superficie promedio que cubren estos perfiles es de 15.000 km<sup>2</sup> (50 km de ancho por 300 km de largo).

Dichos perfiles fueron levantados por la Comisión Geológica N° 2 de Yacimientos Petrolíferos Fiscales en dos etapas. La primera en el lapso 1964-1965 a cargo del Dr. Gerardo Parker al sur de la "Dorsal" (que divide a este sector de la cuenca en dos partes, sur y norte),

comprende los perfiles llamados arroyo Picún Leufú y los numerados del 1 al 15 y desde el 25 al 30. La segunda etapa 1966-1968, a cargo del licenciado Jorge Cangini, al norte de la "Dorsal" y donde fueron levantados los perfiles numerados del 41 al 107. En lista aparte se especifican las denominaciones de los perfiles utilizados en este trabajo. Ver plano de ubicación geográfico de los perfiles, áreas de los pozos estudiados y la traza de la "Dorsal" (fig. N° 1 y nóminas a continuación).

El autor inició en 1964 estudios estratigráficos y sedimentológicos en la Cuenca Neuquina y en distintas oportunidades (años 1966-1968) se trasladó a la zona con el propósito de levantar perfiles más detallados con fines petrográficos-micropaleontológicos de las localidades tipos (ver capítulo: Elementos y métodos de trabajos).

b) *Los pozos estudiados y revisados* se ubican en los siguientes sectores:

*Sector noroeste* (áreas de Catriel, Medaños, Sierra Blanca, Medianeras, etcétera).

*Sector centro norte*, en sus límites con la provincia de Mendoza (áreas de Chachahuen, El Atamisqui, Puesto Hernández, Pampa Tril, Pata Mora, Aguada Bocarey, Chihuido Sierra Negra, Aguada del Chivato, Rincón de los Sauces, etcétera).

*Sector sur y centro oeste* (áreas de las Coloradas, Fortín Nogueira, Agua-

da del León, China Muerta, Barriales Colorados, Kaufman, Puesto González, Puesto Nuevo, etc.).

Los perfiles y pozos estudiados abarcan casi todas las unidades estratigráficas de la Cuenca Neuquina, es decir desde el "Basamento" o "Complejo Litológico Basal y Suprabasal" (considerado para este trabajo Precámbrico-Triásico-Liásico inferior), hasta la Formación Portezuelo, que integra la parte media del Grupo de Neuquén (Estratos con Dinosaurios), asignada al Senoniano.

En este trabajo se ha profundizado más en el estudio de las sedimentitas ubicadas dentro del llamado "Ciclo Andico" y principalmente desde la Formación Torfallo hasta la Formación Agrio.

El autor considera necesario aclarar que el Código de Nomenclatura Estratigráfica (1961) expresa en su artículo 5º (e) la conveniencia de proponer una nueva unidad para las variaciones faciales de las formaciones. En este trabajo y hasta tanto no se expida el Comité de Estratigrafía de la República Argentina, se prefiere no introducir nombres formacionales y únicamente mostrar gráficamente estas variaciones.

En el mapa de ubicación (fig. n° 1) se han marcado los perfiles y las áreas de subsuelo relacionadas con este trabajo.

#### ELEMENTOS Y METODOS DE TRABAJO

De las secciones muestreadas por la Comisión Geológica n° 2, en sus distintas etapas de trabajo fueron utilizados 52 perfiles correspondientes a la parte ubicada al norte de la dorsal y 23 perfiles ubicados al sur de la misma. Del total de los 75 perfiles empleados que comprenden aproximadamente 2650 muestras, se realizaron 979 cortes petrográficos y 420 preparaciones a grano suelto.

A mediados del año 1968, el autor en compañía de los licenciados C. F. Garrasino y Mario Speziale se trasladó a la región para completar el muestreo de las localidades tipo de las sedimentitas jurásico-cretácicas de la Cuenca Neuquina. En compañía del licenc. Cangini y por sus sugerencias y sobrada experiencia de la geología regional y estratigráfica de la citada cuenca se remuestraron y/o visitaron diferentes perfiles.

Los pozos estudiados en la Cuenca Neuquina durante el período 1964-1968, oscilan entre 70 y 90 con 440 cortes petrográficos y 235 preparaciones a grano suelto (principalmente de cuttings).

El empleo de la lupa binocular tratando de identificar expeditivamente algunos de los rasgos de significación establecidos en el estudio microscópico, se utilizó principalmente con muestras de pozo, por ser éstas las que presentan mayor dificultad en la cantidad y calidad de las muestras testigos. El estudio del cuttings (muestras de saranda) como es de conocimiento dificulta la realización de secciones delgadas apropiadas para un análisis exhaustivo. En muchos casos la contaminación de elementos de tramos superiores hace dificultosa una integración completa de la columna litológica.

Los trabajos realizados en el laboratorio se pueden dividir en dos fases: 1º) el estudio de las muestras (incluyendo características sedimentológico-paleontológicas) y 2º) la elaboración y procesamiento de los datos para graficarlos y/o construir mapas litofaciales:

#### 1º ESTUDIO DE LAS MUESTRAS

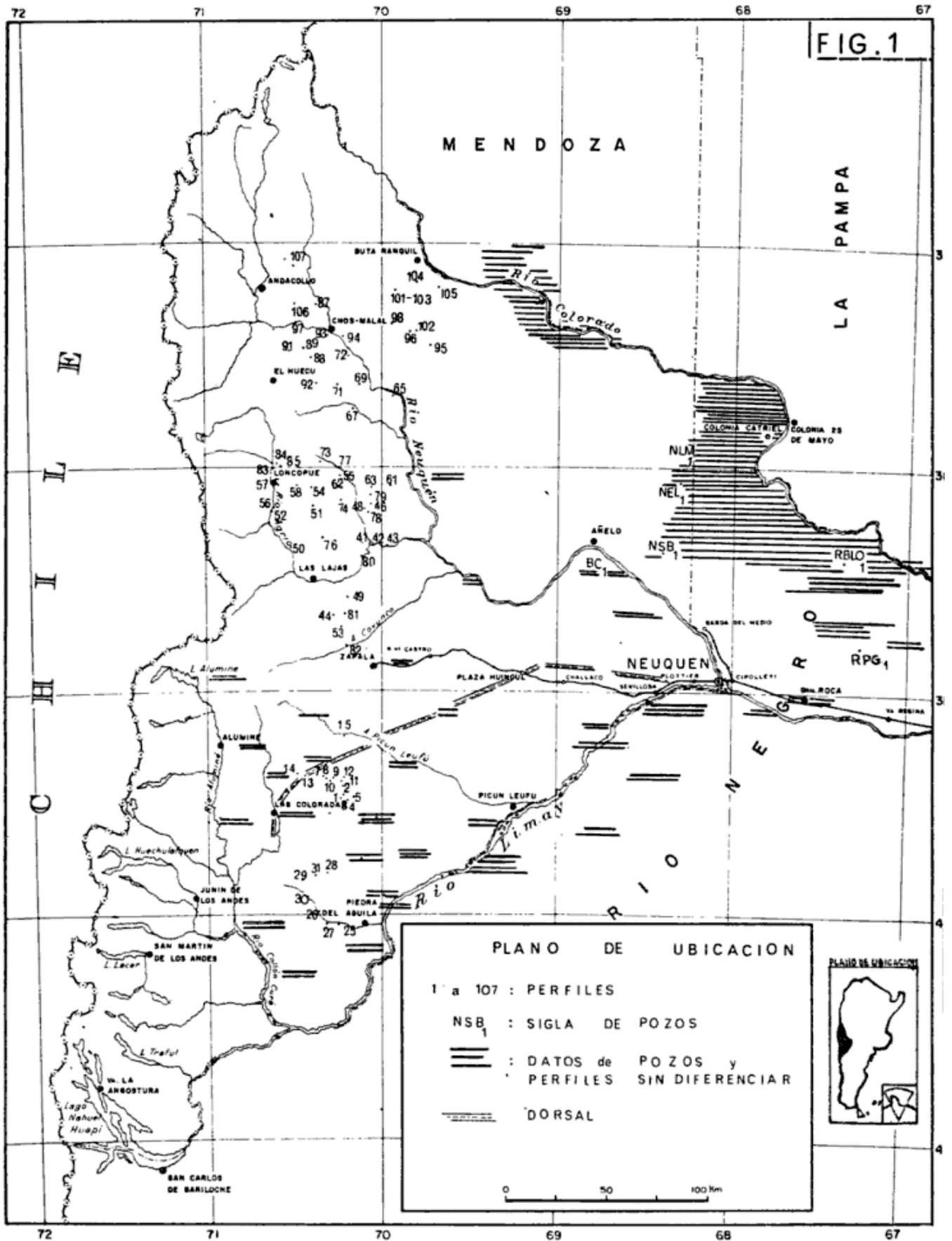
##### a) *Litológico:*

Las muestras que principalmente se presentaron en la columna litológica estudiada pueden dividirse en dos grandes grupos: el de las sedimentitas carbonáticas y el de las sedimentitas clásticas (principalmente psamitas, pelitas y subordinadas psefitas).

		PENDIENTE REGIONAL		CORDON CLAS OBSERVA	REGISTROS DE DIASTROFISMO POR CAS (1951-1968)	FASES DIASTROFICAS (1968-1969)	GRADOS ANTICLONALES EN LA SECCION	e u g e o s i n c i n a l		cuencas marginales	
CRETACICO	SUPERIOR	HACIA EL ESTE		5	5	HACIA EL ESTE	2° a 3°	SUR DE LA DORSAL		NORTE DE LA DORSAL	
		INFERIOR MEDIO	INFERIOR					GRUPO DEL NEUQUEN	GRUPO DEL NEUQUEN		
JURASICO	MALM	HACIA EL ESTE		5	5	HACIA EL ESTE	2°	GRUPO DEL NEUQUEN	GRUPO DEL NEUQUEN	GRUPO DEL NEUQUEN	GRUPO DEL NEUQUEN
	DOGGER	HACIA EL ESTE		5	5	HACIA EL ESTE	1°	GRUPO DEL NEUQUEN	GRUPO DEL NEUQUEN	GRUPO DEL NEUQUEN	GRUPO DEL NEUQUEN
TRIASICO	LIAS	HACIA EL ESTE		?	?	HACIA EL ESTE	?	GRUPO DEL NEUQUEN	GRUPO DEL NEUQUEN	GRUPO DEL NEUQUEN	GRUPO DEL NEUQUEN
	PRE-CAMBRIANO							GRUPO DEL NEUQUEN	GRUPO DEL NEUQUEN	GRUPO DEL NEUQUEN	GRUPO DEL NEUQUEN

**REFERENCIAS**

- 1 y 2, Discordanancias registradas en el C° Lotena.
- 1, Discordanancias entre for. Candeleiros y el equivalente a Mulichingo-Agrio?
- 2, Discordanancias entre for. Qda. del Sapo-Vaca Muerta y for. Lotena.
- 3, Discordanancia en el perfil n° 43 (Agrio-Quillimalal) entre F. Rayoso y Grupo del Neuquén.
- 4, Discordanancia en el perfil n° 53 (Sra. de la Vaca Muerta) entre F. Tordillo y La Manga-Auquino.
- 1, 2, 3, 4 y 5, Discordanancias arealmente restringidas (según este estudio).
- X, 1°, 2° y 3°, Grados de la intensidad de los movimientos y/o cercano de las áreas de aporte registrado en la sedimentación por las características litofaciales (s/este estudio).



El estudio microscópico de los dos grupos referidos se realizó mediante cortes delgados, orientados principalmente perpendicularmente a la superficie de sedimentación. Para realizar el recuento de los diferentes elementos en los dos tipos de sedimentitas (clásticas y químicas), se usaron las normas o cartas de comparación visual y estimación del porcentaje, Terry y Chillingier (1955) y Folk (1951). Posteriormente se utilizó un ocular integrador Kpl 8x normal que produjo resultados más exactos.

En el estudio de las arenitas se prestó especial atención a la determinación composicional y a la cantidad de los elementos clásticos, por considerarlos un dato objetivo que puede definir las áreas o rocas de aporte. Todos los perfiles fueron integrados con los datos de campo de la Comisión Geológica n° 2 (espesor de los bancos, estructuras, fósiles, color) y litología (cuadros n° 2 a 21 en el trabajo original Marchese, 1970).

En el estudio de las sedimentitas carbonáticas fueron tomadas en cuenta al igual que para las arenitas, las características macro y microscópicas, con especial referencia a las estructuras sedimentarias, asociaciones faunísticas, porcentajes y tipos de dolomita. Se orientó el estudio de las carbonatitas principalmente para tratar de establecer las condiciones energéticas ambientales como así también la caracterización de distintos tipos de litofacies. Los datos que fundamentalmente se usaron derivan de las relaciones porcentuales de las variedades de aloquímicos (principalmente la de los bioclastos), sus texturas (redondeamiento, tamaño), y los porcentajes, tamaños y calidades de terrígenos. Para su recuento fueron empleados los mismos elementos utilizados para las arenitas, es decir las cartas de comparación visual y el ocular integrador.

Para la identificación de la asociación calcita-dolomita, además de la ob-

servación microscópica, se utilizaron los métodos de teñido citados en la bibliografía especializada Warne (1962), Dickson (1966) y Friedman (1959).

Para clasificar las sedimentitas carbonáticas y las arenitas fueron usadas las clasificaciones de Marchese y Fernández Garrasino (1967 y 1969).

#### b) *Minerales pesados:*

Entre los distintos trabajos encargados en el Laboratorio de Florencio Varela para el estudio de la Cuenca Neuquina en el período 1965-1967, se utilizaron estudios petrográficos, encaminados principalmente a la caracterización y diferenciación de las distintas unidades litológicas que se presentaron a solucionar. Como antecedentes de estos estudios podemos citar los siguientes Del'Vó, Fernández Garrasino y Scalabrini Ortiz (1966); Del'Vó, Marchese, Musacchio y Scalabrini Ortiz (1966); Marchese (1967). En estos trabajos también se empleó el método de los minerales pesados, que no ha resultado suficientemente resolutivo. Las diferencias halladas por ese método coinciden con los cambios litológicos ya observados en los cortes delgados. Es decir que cuando se presenta un nuevo aporte o desaparecen ciertos tipos litológicos paralelamente se registran cambios en la mineralogía de los pesados pero dichos cambios son menos definidos que los petrográficos. Mientras los tamaños de los clastos nos permita individualizar las áreas de procedencia y otras características composicionales-texturales, el método de los minerales pesados a criterio del autor y para este trabajo es una técnica relegada en importancia a los cortes petrográficos. En cambio podría ser recomendado para el caso de secciones pelíticas, en mayor cantidad y estadísticamente detallado.

La separación de los minerales pesados se realizó siguiendo las técnicas usuales por densidad y con bromoformo.

c) *Determinación de minerales por difracción de rayos X:*

Este método de estudio fue usado principalmente en los trabajos citados para los minerales pesados.

Tenemos que citar que por primera vez se identificó en el país la asociación clorita interlaminada con montmorillonita (Chlorite inter layer Montmorillonite), cuyo estudio se realizó en el Laboratorio de Química Analítica de YPF (Laboratorio Petrotécnico Florencio Varela) a cargo del Dr. J. Alvarez que participó en la determinación difractiva del estudio, De'Vó, Marchese, Musacchio (1966). Además se identificó unas de las especies minerales de las ceolitas (heulandita) no muy citada en el país.

Como conclusión se puede decir que a pesar de que los datos obtenidos no son cuantitativos, puede servir de apoyo en la zonación de columnas estratigráficas y fundamentalmente puede ayudar a determinar la secuencia diagenética.

d) *Paleontología:*

En el aspecto paleontológico han sido considerados los macrofósiles, los microfósiles calcáreos y los microfósiles carbonosos. En el campo se muestrearon con especial interés, las sedimentitas más favorables por sus características litológicas a la posible existencia de microfósiles.

*Macrofósiles:* Los diferentes fósiles descriptos o identificados por los geólogos de la Comisión Geológica n° 2, figuran en las columnas de los diferentes perfiles (cuadro n° 2 a n° 21, Marchese, 1970), con el propósito de utilizarlos como elementos de apoyo para visualizar o contribuir a la caracterización de las probables variaciones litofaciales. La edad citada para las distintas formaciones en este trabajo se han elaborado esencialmente en base a los datos que figuran en el trabajo de Cangini (1968)

y no se han tratado en extenso por no ser tema específico de este estudio.

Resulta obvio que un muestreo orientado para el estudio de los diferentes fósiles y sus asociaciones, puede definir sin lugar a dudas las biofacies y su ecología. Ambos datos deben ser integrados con la distribución litofacial de las diferentes formaciones y en conjunto, dar solución definitiva a algunos problemas que no pueden ser aclarados solamente por métodos litológicos o biológicos independientes.

*Microfósiles:* Se buscaron restos orgánicos de microfósiles en las muestras de perfiles de superficie y en los distintos pozos aquí considerados. Siendo el asunto tema de especialistas, se utilizaron las características generales que pudiesen servir para el mayor esclarecimiento de este trabajo.

Es muy difícil integrar una columna bioestratigráfica en la Cuenca Neuquina con datos de microfósiles (calcáreos y carbonosos) debido a la escasez de los mismos. Además de este inconveniente la recristalización y procesos diagenéticos que afectaron a las pelitas y carbonatitas, así como los distintos grados de destrucción y carbonización en los restos carbonosos han obliterado sus características morfológicas, lo cual dificulta aún más su determinación. Debe hacerse notar que en la columna litológica de la cuenca, las variaciones faciales que se presentan en los distintos sectores de la misma, inciden desfavorablemente como es obvio en la integración y correlación de una columna paleobiológica. La mayoría de las formaciones estudiadas se caracterizan más por su esterilidad.

Los microfósiles más abundantes que se presentan en las sedimentitas neuquinas son de naturaleza calcárea, predominando los ostrácodos sobre los foraminíferos. Los primeros se encuentran principalmente como moldes internos o recristalizados, con valvas cerradas y lisas, lo que indica la gran dificultad que se presentó para su estudio.

Entre los restos carbonosos se encontraron esporomorfos de polen, microplancton, estructura interna de microforaminíferos y restos carbonosos. Como fue anticipado anteriormente, hay zonas donde los distintos grados de carbonización dificulta la integración de una columna palinológica.

Se debe hacer notar que en los cortes petrográficos se identificaron formas que tienen mucha semejanza con nanofósiles que en la bibliografía consultada se ubicarían posiblemente dentro del grupo de Calciespheroides?

Por eso se sugiere que sería interesante intentar la búsqueda sistemática y orgánica de nanofósiles en las sedimentitas de la Cuenca Neuquina para la correlación a los fines de la prospección petrolera.

Musacchio halló microfósiles (ostrácodos y oogonios de Characeas), reemplazados por heulandita, bien conservados e intentó la clasificación llegando solo a nivel genérico. Estos hallazgos micropaleontológicos, fueron realizados en sedimentos de la Formación La Amarga (Miembro Ortiz) (DelVó, Marchese, Musacchio y Scalabrini 1966). También en dicho trabajo fueron en-

contrados microfósiles calcáreos (ostrácodos y foraminíferos) en las sedimentitas de la llamada Formación Agrio. Ambos hallazgos micropaleontológicos se han realizado en perfiles ubicados en la zona al sur de la "Dorsal".

Parte de estos datos micropaleontológicos esbozados en este capítulo se encuentran detallados en el informe de Becker D. (1970).

## 2º MAPAS ISOPÁQUICOS Y LITOFACIALES

Los datos procesados en los distintos perfiles de las formaciones de la Cuenca Neuquina, se utilizaron para la construcción de mapas isopáquicos y litofaciales. *Estos últimos son el resumen gráfico y el resultado del estudio, basado en técnicas y comprobaciones de laboratorio. Es decir que previamente a la utilización de las diferentes relaciones usadas para la construcción de los mapas faciales se distinguieron e individualizaron las características petrográficas de las columnas tipo y luego estos datos se utilizaron en las relaciones faciales.*

Las relaciones que se usaron son:

Sedimentos psefíticos

Sedimentos psamíticos

Sedimentos psefíticos + sedimentos psamíticos

Sedimentos pelíticos

Sedimentos clásticos (sedimentos psefíticos + psamíticos)

<sup>1</sup> Sedimentos químicos (sedimentos pelíticos + sedimentos calcáreos)

Los datos de cada relación y las curvas isopacas fueron volcadas en planos de la provincia, escala 1:2.000.000 (fig. 3 a 13), y los distintos valores de las relaciones figuran en los cuadros que compendian las características genera-

<sup>1</sup> Incluyendo a veces a evaporitas o sedimentos carbonáticos que se confunden con clásticos, por ejemplo micritas por lutitas.

les de las formaciones (Cuadro nº 2 a nº 21, Marchese, 1970).

Debido a la escasez de datos en muchas áreas de la cuenca, el dibujo de las isopacas no se realizó equidistante, sino que se trazaron las curvas donde la mayor cantidad de los datos permitían disminuir el error por la ausencia de información.

Nómina de los perfiles levantados por la Comisión Geológica N° 2, al Norte de la Dorsal en el período 1966-1968. (Cangini, J., 1968) Figura 1

Perfil n°	41	— Río Agrio.
" "	42	— Río Agrio.
" "	43	— Río Agrio.
" "	44	— Mallín del Rubio.
" "	46	— Cerro Salado.
" "	48	— Ruta Nac. n° 40.
" "	49	— Mallín Quemado.
" "	50	— Quebrada Fiera.
" "	51	— Quintuco Chico.
" "	52	— Campana Mahuida.
" "	53	— Manzano Huacho.
" "	54	— Arroyo Candeleros.
" "	55	— Arroyo Trahuncuras.
" "	56	— Sur Cajón de la Parva.
" "	57	— Este de Loncopue.
" "	58	— Norte del cerro Moncol.
" "	61	— Cordón del Agua Amarga.
" "	62	— Cerro Pelado.
" "	63	— Aguada de la Mula.
" "	65	— Paso Huitrin.
" "	67	— Pichi Neuquén.
" "	69	— Alamo Solo.
" "	71	— Cerro Naunauco.
" "	72	— Sierra de los Leones.
" "	73	— Arroyo Uncal.
" "	74	— Arroyo Boldo.
" "	76	— Cerro El Encanto.
" "	77	— Arroyo Coihueco.
" "	78	— Río Salado.
" "	79	— Cordillera del Salado.
" "	80	— Sur cerro Punta Alta.
" "	81	— Cerro Manzano Grande.
" "	82	— Covunco.
" "	83	— Cerro de los Caracoles.
" "	84	— Puesto Cuevas.
" "	87	— Cerro de la Parva.
" "	88	— Tres Chorros.
" "	89	— Arroyo Rahueco.
" "	91	— Oeste puesto Baiza.
" "	92	— Arroyo Taquimillán.
" "	93	— Chos Malal.
" "	94	— Loma Tilhue.
" "	95	— Aguada del Tuco.
" "	97	— Oeste cerro Mayal.
" "	98	— Cañadón La Aguada.
" "	102	— Sur de Pampa Tril.
" "	103	— Vega de la Veranada Este.
" "	104	— Yesera del Tromen.
" "	105	— El Portón del Tril.
" "	106	— Arroyo Chacay Melehue.
" "	107	— Cordillera del Viento. Los Me- nucos.

Nómina de los perfiles ubicados al Sur de la Dorsal levantados por la Comisión Geológica N° 2, en el período 1964-1966. (Parker, G. 1965). Figura 1

Perfil n°	1	— Alrededores del cerro China Muerta.
Perfil n°	2	— Alrededores del cerro China Muerta.
Perfil n°	3	— Alrededores del cerro China Muerta. Flanco oeste.
Perfil n°	4	— Alrededores del cerro China Muerta. Norte estancia Poblet.
Perfil n°	5	— Alrededores del cerro China Muerta. Norte puesto Morales.
Perfil n°	7	— Este cerro Caichique.
Perfil n°	8	— Este cerro Caichique.
Perfil n°	9	— Este cerro Caichique.
Perfil n°	10	— Este cerro Caichique. Cañadón Cauhique.
Perfil n°	11	— Cañadón del Marucho.
Perfil n°	12	— Cerro El Marucho, faldeo oeste.
Perfil n°	13	— Este estancia Charahuilla.
Perfil n°	14	— Este estancia Charahuilla. - arroyo Carrasco - arroyo Lapa.
Perfil n°	15	— Qda. del Sapo. - Arroyo Los Molles.
Perfil n°	25	— Arroyo Sañico.
Perfil n°	26	— Arroyo Sañico.
Perfil n°	27	— Puesto Jelbe.
Perfil n°	28	— Cerro Grande de Mallín Largo.
Perfil n°	29	— Al norte del puesto Bunajul.
Perfil n°	30	— Arroyo Santa Isabel.
Perfil n°	31	— N. W. cerro puntudo. Arroyo Picún Leufú - Entre Chacra de los Turcos y puesto Aguerre.

## II. COMPLEJO LITOLÓGICO BASAL

Bajo esta denominación hemos agrupado las distintas asociaciones litológicas que soportan, en distintos sectores de la cuenca a la columna sedimentaria bajo estudio, constituyendo una especie de heterogéneo "basamento" al que para su consideración, hemos dividido en dos partes que denominamos: *Complejo Litológico Basal, parte inferior* y *Complejo Litológico Basal, parte superior*.

### 1. *Complejo Litológico Basal, parte inferior.*

En distintas localidades de Neuquén podemos citar los siguientes elementos constitutivos de este complejo:

- a) Metamorfitas
- b) Sedimentitas
- c) Plutonitas.

a) *Metamorfitas*: Dentro de éstas, ubicamos a todos los esquistos, micacitas y gneisses con distintos grados de inyección. Las edades asignadas a las mismas oscilan desde el Precámbrico hasta Paleozoico inferior (en Stipanovic *et al.*, 1968).

b) *Sedimentitas*: En diferentes estudios se ha citado el hallazgo de sedimentos atribuidos al Paleozoico, Lambert (1948), González Bonorino (1961), Vilela y Riggi (1956), Ortiz Apolo (1967), Zöllner y Amos (1955). De estos hallazgos, el único para la Cuenca Neuquina datados por restos fósiles, es el citado en último término y que se presenta en la localidad de Andacollo en la Cordillera del Viento. Son sedimentitas (Formación Huaraco) con flora y fauna características del Carbónico. Se encuentran intercaladas dentro de asociaciones tobáceas referidas como Tobas inferiores y Tobas superiores.

c) *Plutonitas*: En este grupo se ubican rocas graníticas, tonalíticas y cuerpos ígneos asociados que corresponden a ciclos ígneos de diferentes edades. Parker (1965), cita granitos de supuesta edad precámbrica atravesados por otros cuerpos graníticos de edad paleozoica (cerro Yuncón al sur de la dorsal). Como datos de granitos paleozoicos podemos mencionar los que intruyen a las sedimentitas carbónicas de la Formación Huaraco, en la localidad de Andacollo anteriormente citada (en la Cordillera del Viento), a este granito se le ha asignado una edad correspondiente al Pérmico. Dataciones de edad absoluta realizada para cerro Granito (sobre

la dorsal), indican una edad carbónica a pérmica, en Stipanovic *et al.* (1968).

La distribución geográfica de las rocas sucintamente referidas al denominado complejo litológico inferior, es la siguiente:

*Las metamorfitas*, están restringidas principalmente en la parte sur y sudoeste de la Cuenca Neuquina, y tiene como principales localidades de referencias: Catán Lil, Sañico, Quili Malal, Lonco Vaca, Collón Curá y de allí hacia el sur integran parte del Macizo Nordpatagónico y regiones vecinas.

*Las plutonitas*: Sin discriminaciones de edad, se agrupan también en el área anteriormente citada para las metamorfitas, aunque su distribución es más extendida alcanzando el noroeste de Neuquén (Cordillera del Viento), la parte occidental y sur de La Pampa, y el borde sudeste de la cuenca, que estaría dentro de la provincia de Río Negro y paralelos al río Limay (Bajo de Ortiz, Piedra del Aguila, Curacó, etc.).

Los cuerpos graníticos alumbrados por las perforaciones se citan (Rolleri, 1957), en el área ubicada sobre la dorsal y al sur hasta el río Limay. En el trabajo mencionado se caracteriza detalladamente el comportamiento y constitución de un área sobreelevada o "Dorsal", cuyo recorrido aproximado se encuentra en la figura n° 1 de este estudio y que como ya fue adelantado en la introducción, divide a la Cuenca Neuquina en dos partes que llamaremos norte y sur respectivamente.

En el norte de la dorsal (parte noreste de la cuenca) se encontraron elementos plutónicos en pozos de las áreas de Entre Lomas (granodiorita), Piedras Blancas (granito), prov. de Neuquén, y Tapera Avendaño (pórfiro adamellítico) y Rinconada (granito), en la provincia de Río Negro. En perforaciones realizadas en las áreas de Puesto Hernández (prov. de Neuquén) y en los pozos de Mendoza en el área Pata Mora (prov. de Mendoza) (ambas áreas están

ubicadas al sur y al norte de Río Colorado), se encontraron cuerpos plutónicos (granitos, granodioritas, dioritas) infrayaciendo rocas volcánicas, que constituyen los elementos litológicos más importantes del "basamento económico" de la cuenca (principalmente en el área norte y nordeste).

Todos los datos de ubicación geográfica y de las distintas secuencias litológicas esbozadas en este capítulo se encuentran en las figuras n<sup>o</sup> 1 y 2.

## 2. Complejo Litológico Basal, parte superior.

Bajo este nombre se agrupan todas las formaciones que pertenecen principalmente al Triásico como la "Serie Porfirítica" o su "equivalente" Grupo Choiyoi y otras de difícil y dudosa ubicación que pueden llegar al Liásico inferior.

Las distintas formaciones asignadas a este complejo que se presentan en diferentes localidades, están compuestas principalmente por rocas volcánicas (andesitas, porfiritas, riolitas, etc.) tobas, tufitas ignimbritas, aglomerados, con intercalaciones de conglomerados, arenitas y pelitas. Como es evidente la naturaleza litológica y las variaciones en las distintas localidades dificulta el intento de una apropiada correlación petrográfica estructural y la ubicación cronoestratigráfica, con la excepción de las formaciones con restos fosilíferos.

De la bibliografía consultada sobre edades de las fases magmáticas y metamórficas del Neopaleozoico y Mesozoico, Dessanti y Caminos (1967), Polanski (1966), y Stipanovic (1967), se desprende que los problemas referentes a las edades de los procesos ígneos metamórficos y los procesos diastróficos asociados son de difícil y trabajosa solución. Lo expresado por Dessanti y Caminos (1967), puede ser de utilidad como apoyo para entender las relaciones que se presentan en la Cuenca Neuquina entre los procesos orogénicos y la

sedimentación. Estos autores opinan "que los episodios ígneos-metamórficos no se producen simultáneamente en toda la longitud de la faja móvil, sino intermitentemente y variando de lugar de época en época, tanto lateralmente del centro a la faja móvil como longitudinalmente...". Así, mientras en ciertos lugares de la faja se produce plutonismo y metamorfismo, en otros actúan ya la erosión, sedimentación y vulcanismo.

Por lo tanto, es probable que la secuencia litológica que aquí se considera principalmente dentro del Triásico tenga representantes iniciales de menor magnitud en el Pérmico y por supuesto en tiempo pueden seguir su representatividad hasta el Liásico inferior. En consecuencia, los productos sedimentarios evidentemente podrían cubrir este lapso; por ello dentro de este complejo litológico y hasta tanto no se cuente con mayor número de análisis petrográficos o correlaciones lito y bioestratigráficas, las diferentes formaciones o sus posibles equivalente (Paso Flores, Formación Piedra del Aguila, Formación Sañico, Piedra Pintada y sus sincrónicas) se consideran en este trabajo como parte de este complejo litológico, cuya edad puede llegar hasta el Liásico inferior (Lotharingiano). Hay que hacer notar que muchas de estas formaciones se encuentran aparentemente restringidas en el área cercana al borde sur y sudeste de la cuenca y con marcada influencia de esta área.

En superficie abarca la parte sur, a lo largo del río Limay (en territorio de Río Negro), Collón Curá, Catan Lil, Aluminé y adyacencias. En el norte y noroeste aflora en las localidades de la Cordillera del Viento, en la sierra Cara Cura, sierra de Reyes, etc. en Lihuel Calel (La Pampa). En el subsuelo de la Cuenca Neuquina, mediante la prospección de hidrocarburos se encontraron: tobas, ignimbritas y asociados, riolitas, andesitas y afines, que actúan de basamento de la columna de interés petrolero.

En una perforación realizada en Puesto González (Río Negro) dentro de una sucesión litológica principalmente volcánica donde predominan andesitas (Riggi, 1968), se encontraron intercalaciones pelíticas con restos de palinomorfos atribuidos al Jurásico (Liásico) por Diana Pöthe de Baldis (1967). La distribución geográfica de las rocas del Complejo Litológico Superior coinciden en líneas generales a las descritas para las sedimentitas, plutonitas y metamorfitas del Complejo Litológico Inferior (ver figura 2). Una vez definidas las características petrográficas de las distintas formaciones que integran los afloramientos, se podrá componer un cuadro similar para aquellas columnas atravesadas en el subsuelo de la cuenca, principalmente en el área sur.

### III. FORMACION MOLLES

Las particularidades litológicas de esta formación se encuentran detalladas en los estudios de los perfiles al norte y al sur de la dorsal. Los perfiles son: al norte el n<sup>o</sup> 106 y los ubicados al sur son los n<sup>os</sup> 13, 14 y 15 (ver figura 1).

#### 1) CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA FORMACIÓN MOLLES AL SUR DE LA DORSAL.

##### *Rasgos macroscópicos:*

*Litología:* Pelitas y calizas (predominantes). Luego siguen en importancia las arenitas y subordinados los conglomerados y tobas (en la base).

*Colores:* Predominan los colores, negro, pardo oscuro y gris con diferentes tonalidades de verde. En la base de algunos perfiles, principalmente en el 14 se presentan tonos rojizos, bayos, amarillos, en distinto grado de intensidad. Estas coloraciones dentro de la secuencia predominantemente negra-gris, se presentan muy subordinadas.

*Estructuras:* Estratificación entrecruzada, paralela, irregular, rodados de arcillas, marcas de flujo, líneas de fluencia y grietas de desecación.

*Fósiles:* Vegetales (restos carbonosos, hojas), amonitas y pelecípodos.

##### *Rasgos petrográficos:*

*Litología:* Fangolitas, micritas, subesparitas, arcilitas y areniscas (orto), subfeldespatocuarcita y subordinados sublitofeldespatita, subcuarzolitita, subcuarzofeldespatita, sublitocuarcitas y dolomitas. Las sedimentitas calcáreas se encuentran en distintas asociaciones con pelitas y psamitas y además relacionadas con restos fosilíferos. En líneas generales se puede decir que hacia el techo el predominio de las calizas y fangolitas calcáreas se hace más frecuente y aparece más dolomita (con yeso hacia el techo, una sola muestra).

*Fósiles:* En los cortes delgados se han observado restos carbonosos, de moluscos, espículas silíceas de esponjas y restos algáceos (Charas?).

*Procedencia:* Las áreas de aportes de los terrígenos está constituida principalmente por vulcanitas ácidas (tipos riolitas) a mesosilíceas. En segundo lugar pero más subordinadas por rocas plutónicas (tipo granitos-granodioritas) y metamorfitas.

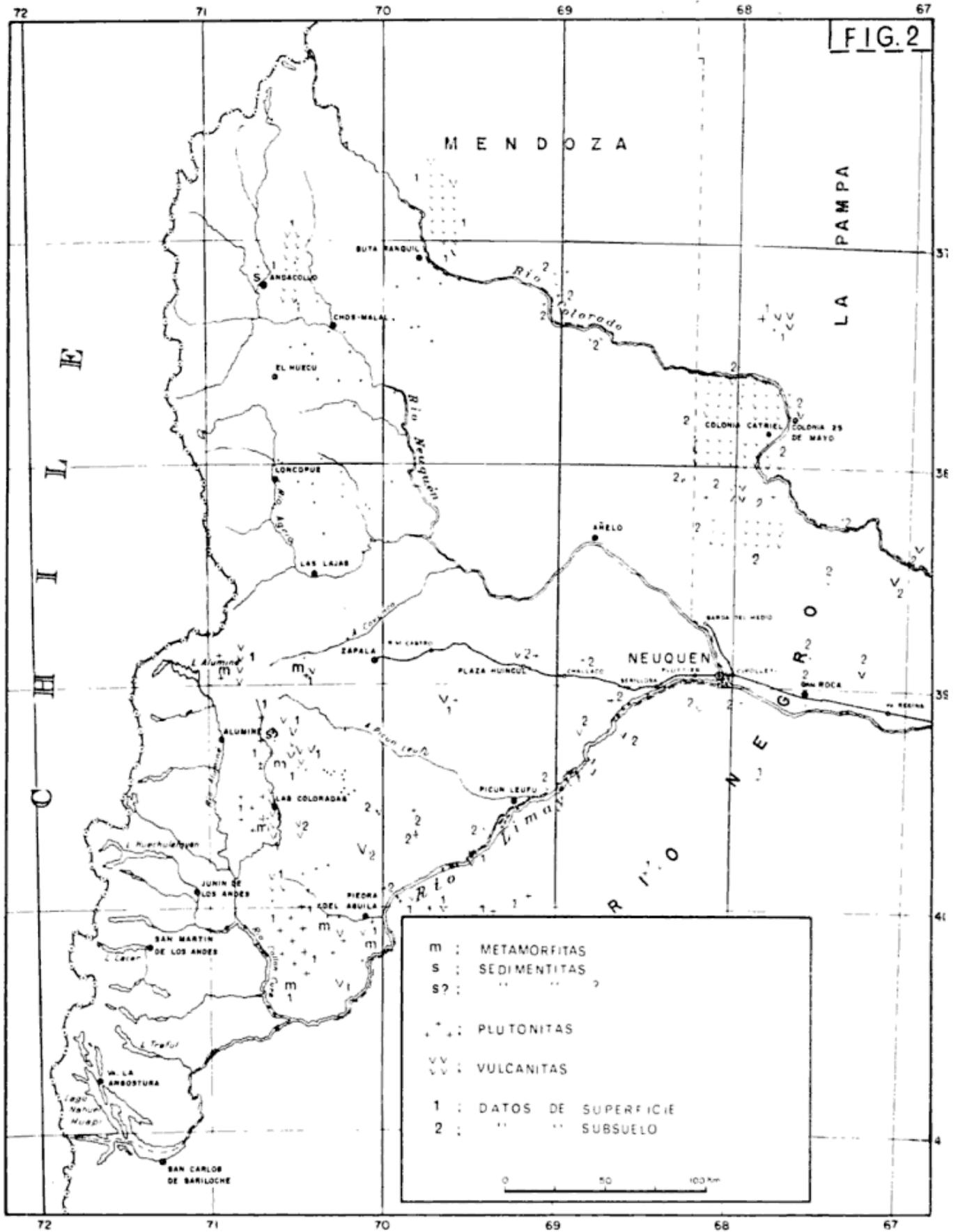
*Accesorios:* Vulcanitas básicas.

*Energía del ambiente:* Baja a moderada.

#### 2) CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA FORMACIÓN MOLLES AL NORTE DE LA DORSAL.

##### *Rasgos macroscópicos:*

*Litología:* Tobas, calizas y pelitas. Subordinadas se presentan areniscas y conglomerados. Las calizas y pelitas se presentan en diferentes proporciones. En el trabajo de campo la Comisión Geológica n<sup>o</sup> 2 dividió a esta formación



en tres miembros, que se caracterizan por predominio de: material tobáceo arenoso, el miembro inferior, calcáreo el medio, pelitas y calizas el superior (esto es similar a la secuencia que se presenta al sur de la dorsal).

*Color:* Gris-negro en diferentes proporciones y tonalidades.

*Estructuras:* Corte y relleno, estratificación paralela.

*Fósiles:* Vegetales carbonizados, pelecípodos (pectínidos? y Posidonomya?) y amonitas.

### 3) ESPESORES, RELACIONES LITOFACIALES, DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA, AMBIENTE, ENERGÍA Y PROCEDENCIA, EDAD.

En todos los perfiles estudiados con excepción del n° 106 los valores de espesores son parciales. Por esta circunstancia es difícil poder emplear los datos de relaciones litofaciales y los valores de espesores para la construcción de los mapas respectivos. De cualquier manera, se puede individualizar a la Formación Molles por ser una secuencia principalmente pelítica-calcárea, de ambiente marino (restringido?), con energía de aguas quietas a ligeramente agitadas, con participación de restos vegetales y marinos. Algunos niveles son fértiles y con características de rocas que bien podrían ser consideradas como generadoras de hidrocarburos.

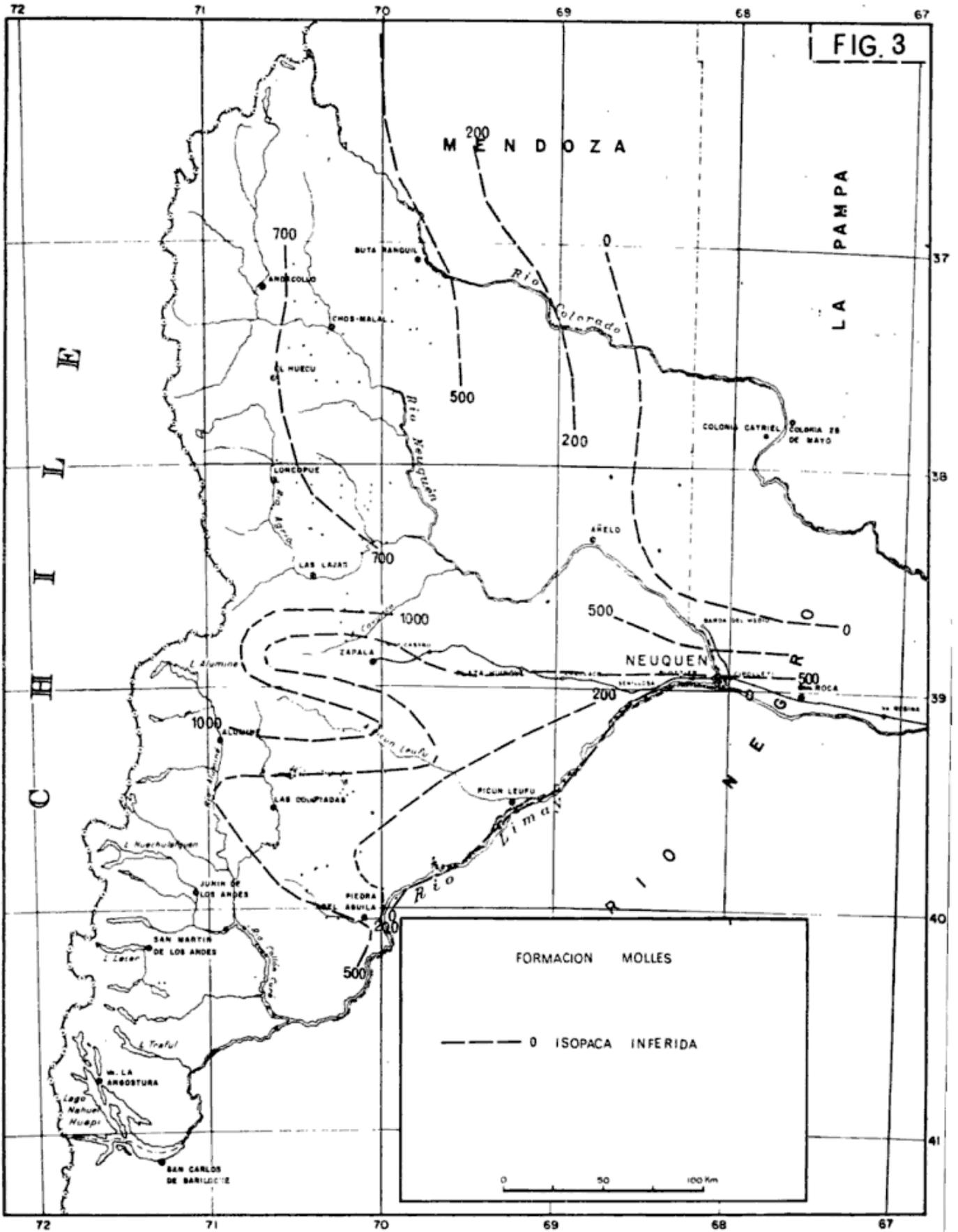
En el mapa correspondiente (fig. 3) se visualizan los valores isopáquicos y el bosquejo de la cuenca para la deposición de las sedimentitas de esta formación, integrados con datos de subsuelo. Se puede observar como característica principal y general que los mayores espesores sedimentarios se encuentran ubicados en la región oeste y principalmente en la faja Las Coloradas-Charahuilla, y posiblemente en la línea que corre hacia la Cordillera del Viento. Como dato importante hay que destacar que el cero de la sedimentación de

esta formación está ubicada en el sur de la dorsal, en una línea que corre paralela al curso del río Limay generalmente dentro del territorio Neuquino.

En el sector al nordeste de la dorsal, el límite de depositación se ubica al oeste de la línea imaginaria que corre desde el río Colorado entre los paralelos 68° y 69° hasta el nordeste de la localidad de Añelo, a partir de la cual toma un rumbo noroeste-sudeste, a la altura de la localidad Barda del Medio se hace oeste-este y sigue entre los paralelos 38° y 39°, penetrando en el territorio de Río Negro al norte de la localidad de Puesto González (fig. n° 3). Hay que hacer notar que en una perforación realizada en esta última localidad, se encontraron, intercalados dentro de una secuencia volcánica (andesitas), pelitas negras, que podrían pertenecer a la formación que tratamos, de edad asignada al Liásico (Diana Pöthe de Baldi, 1967). Según comunicación verbal de esta colega este depósito indica un ambiente continental, palustre. Flora de la misma edad aparece en un pozo en China Muerta, al sur de la dorsal, pero en asociación con elementos marinos, lo cual indicaría una línea de costa hacia el nordeste de esa localidad.

Estas características generales esbozadas anteriormente, tienen solamente un valor informativo general, para la integración con el estudio de la secuencia litológica que se presenta en las formaciones que son principal motivo de este trabajo. De cualquier manera, se debe hacer notar que los afloramientos atribuidos a esta formación son muy escasos en el sector norte de la dorsal (Cordillera del Viento-Chacay Melehue-Vega de la Veranada) y que se encuentran relativamente mejor representadas en el sector sur de la dorsal (Picún Leufú, Charahuilla, Las Coloradas, Sañico, etcétera). En el resto de la cuenca los datos con que se cuenta provienen de perforaciones.

Para la interpretación del desarrollo regional de este ente sedimentario



han de estudiarse las distintas áreas donde esta formación integre columnas estratigráficas locales y luego correlacionar éstas entre sí para establecer el comportamiento general, que con toda seguridad se puede afirmar a priori es muy variado y en el que deben presentarse variaciones faciales de diferentes órdenes.

Por último hay que agregar que los datos referidos a la edad de esta formación van desde el Lotharingense (Liásico) hasta el Bayocense (Dogger inferior).

#### IV. FORMACION LAJAS

Los datos litológicos referentes a esta formación, están basados principalmente en los perfiles levantados al sur de la dorsal (perfiles 13, 15, 25 y 27) figura 1. Para la región al norte de la dorsal se usaron datos bibliográficos para construir las curvas isopáquicas (fig. n° 4).

##### 1) CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA FORMACIÓN LAJAS AL SUR DE LA DORSAL.

###### *Rasgos macroscópicos:*

*Litología:* Principalmente areniscas, subordinadas pelitas, calizas y conglomerados.

*Color:* Pardo, amarillo, verde, gris, negro, rojo, con distintas tonalidades y combinaciones entre sí. Los colores predominantes son: amarillos, verdes y rojizos.

*Estructura:* Troncos, restos vegetales carbonizados y pequeños pelecípodos.

###### *Rasgos petrográficos:*

*Litología:* Ortoareniscas (sublitocuar-citas, litocuar-citas y litofeldespatitas); hacia la parte superior se hacen más abundante las pelitas (perfil 13), mientras que en la parte media parecen lentes de sedimentos psefíticos. Junto con

las pelitas se presentan esparitas y sub-esparitas fosilíferas, que se encuentran en distintas proporciones con las areniscas y las pelitas.

*Procedencia:* Principalmente volcánicas ácidas (tipo riolitas, riodacitas), en menor cantidad rocas mesosilíceas a básicas (texturas pilotácicas, basaltos?-andesitas, traquitas, traquiandesitas).

Rocas plutónicas ácidas (granitos-granodiorita) y rocas metamórficas (subordinadas).

*Energía del ambiente:* Fuerte a moderada.

##### 2) ESPESORES, RELACIONES LITOFACIALES, ENERGÍA, AMBIENTE, DISTRIBUCIÓN, PROCEDENCIA Y EDAD.

Los datos obtenidos en el curso de las tareas de campo son insuficientes e incompletos. El bosquejo del comportamiento hipotético de la cuenca se ve en el mapa correspondiente (fig. n° 4) en el que se han usado datos de la bibliografía citada (Herrero Ducloux, 1946) para completar este esquema, al norte de la dorsal).

El comportamiento con respecto a la formación infrayacente (Molles) es aproximadamente igual, siendo coincidentes las áreas de máximos espesores (faja occidental de la cuenca) y la zona de borde de cuenca inferida con los datos de subsuelo. En la faja paralela al río Limay y dentro del territorio de Río Negro, no se han depositado sedimentitas de esta formación y al norte de la dorsal en la zona nordeste del área en estudio, la línea de borde corre desde el río Colorado entre los meridianos 68° y 69° hasta el río Neuquén y allí, posiblemente, se desvíe hacia el este siguiendo un rumbo este-oeste; al norte de esta línea hipotética no se han depositado.

Los escasos datos que nos brindan las relaciones litofaciales indicarían un aporte desde el oeste y del sudoeste de



rocas ácidas mesosilíceas y plutonitas-metamorfitas.

Para el estudio integral de esta formación se remite a las sugerencias que figuran en la Formación Molles.

En consideración a los rasgos litológicos la Formación Lajas podría ser integrada con la formación suprayacente (Lotena) y constituir una entidad sedimentaria, en coincidencia con lo expresado por Cangini (1968) en que "la formación sería aproximadamente semejante a Lajas y Lotena del sur con un litotipo pelítico en el norte (Formación Chacay Melehue)".

*Edad:* La edad asignada a esta formación va desde el Bayocense al Calovense (Dogger) (Cangini, 1968).

#### V. FORMACION LOTENA. (FORMACION CHACAY MELEHUE)

Los datos y características litológicas de esta formación se realizaron en base a los siguientes perfiles: 107, 106, 101, 89, 91, 84, 83, 57, 56, 52, 44, 81, 53 y 82 del sector al norte de la dorsal y los perfiles 15, 13 y 7 del área al sur de la misma (figura 1 y figura 5). Cangini (1968), para las facies pelíticas de la Formación Lotena al norte de la dorsal utiliza el nombre de Formación Chacay Melehue.

#### 1) CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA FORMACIÓN LOTENA AL SUR DE LA DORSAL.

##### *Rasgos macroscópicos:*

*Litología:* Areniscas y arcilitas.

*Color:* Verde, gris, pardo, verde-amarillento y sus distintas proporciones y tonalidades. Los colores que siguen en importancia son los rojo-morado y negro.

*Estructura:* Estratificación entrecruzada.

*Fósiles:* Troncos y restos carbonosos.

##### *Rasgos petrográficos:*

*Litología:* Subcuarzolititas a sublito-cuarcitas, subordinadas sublitofeldespatitas y litocuarzitas. La gran mayoría son texturalmente ortoareniscas.

*Proveniencia:* Rocas volcánicas ácidas (tipo riolita-riodacitas), metamorfitas, plutonitas ácidas y en menor cantidad mesosilíceas volcánicas (tipo andesita).

#### 2) CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA FORMACIÓN LOTENA AL NORTE DE LA DORSAL.

##### *Rasgos macroscópicos:*

*Litología:* Areniscas y pelitas-calizas, siendo importantes en algunos perfiles los conglomerados. La predominancia de un grupo litológico sobre los otros depende de la ubicación de los distintos puntos de la cuenca con respecto a las áreas de aporte. En los perfiles donde son importantes las rocas pelíticas se encuentran, asociados, material carbonoso y bituminoso.

*Color:* Gris, negro, verde, subordinados se presentan colores rojo, pardo y ocre. Todos se presentan combinados y con distintas tonalidades.

*Estructuras:* Estratificación entrecruzada, paralela, estructura de corte y relleno, ondulitas, estratificación deltaica, estratificación tabular.

*Fósiles:* Amonitas (Reineckeia), ortoceratites, pelecípodos pequeños, Posidonomya?, Inoceramus, Griphyaea (Calceola?), ostreidos, gasterópodos, vermes, briozoarios, pentacrinus, algas, dientes de seláceos, espongiarios, troncos.

*Estructuras orgánicas:* Lumachellas principalmente de ostreidos, coquinas.



### 3) ESPESORES, RELACIONES LITOFACIALES, DISTRIBUCIÓN, CONDICIONES DEL AMBIENTE DE SEDIMENTACIÓN Y EDAD.

La distribución paleogeográfica de las sedimentitas de esta formación y sus espesores es similar al bosquejado para las formaciones que la preceden (Molles y Lajas). Es decir que los bordes de cuenca son aproximadamente paralelos al río Limay para el área sur y al norte corre aproximadamente paralelo entre los meridianos  $69^{\circ}$  y  $68^{\circ}$ . Los máximos espesores se presentan en el área oeste y se encuentran principalmente en una línea que une las siguientes localidades: Las Lajas-Zapala-cerro Lotena y Aluminé.

En el norte según los datos de subsuelo se puede visualizar (fig. n° 5), la existencia de una zona con poco espesor que coincide con el área de Pampa Tril-Buta Ranquil. Hacia el este, se registra un aumento y luego una disminución en coincidencia con la proximidad del borde de cuenca.

Las características litofaciales de esta formación se encuentran representadas por areniscas y conglomerados en el oeste, coincidente con las áreas de máximo espesor citadas. Hacia el este la participación clástica disminuye haciéndose más pelíticas y calcáreas, hasta ser predominante esta litología.

Las características ambientales en el oeste pertenecen a sedimentitas depositadas en un ambiente fluvial (plano aluvial) con energía desde violenta a rápida.

Hacia el este, nordeste y sudeste disminuye la energía pasando a lenta-muy lenta y de sedimentación en ambiente marino nerítico (ver mapa fig. n° 5 y 15).

Las características de esta formación pueden ser integradas, en parte, con las bosquejadas para la formación que la infrayace (Lajas) y tendrían que ser estudiadas en conjunto, lo que modifi-

caría muy poco las líneas litofaciales que se presentan en el mapa de la Formación Lotena, afectando a las mismas sólo en un desplazamiento hacia el este de las distintas facies litológicas.

Los espesores de la formación en los distintos perfiles son parciales en su gran mayoría y el procedimiento de sumar las Formaciones Lajas y Lotena sólo podría modificar ligeramente los valores de las curvas isopáquicas, siendo opinión del autor que las características generales esbozadas en el mapa litofacial e isopáquico no variarían fundamentalmente y que ambas formaciones tienen idéntico significado geológico.

El área de aporte de los clásticos es fundamentalmente del oeste y participan principalmente rocas volcánicas ácidas y mesosilíceas. Las propiedades composicionales (estudiadas solamente en los perfiles al sur de la dorsal y coincidente con los espesores mayores de sedimentación clástica) sugieren aportes del sud-sudoeste (granitos-metamorfitas), mientras que las áreas de alimentación más importantes que se encuentran en el oeste participan con rocas volcánicas.

Los datos referidos a esta formación señalan una edad Calovense.

## VI. FORMACION LA MANGA. FORMACION AUQUINCO.

Los afloramientos perteneciente a estas formaciones se encuentran ubicados al norte de la dorsal. Estas dos unidades fueron agrupadas por considerarse que integran una secuencia litológica con características ambientales casi comunes y con similar comportamiento paleogeográfico.

Los perfiles 107, 104, 101, 103, 98, 89, 91, 84, 83, 56, 50, 81, 49, 53, 82 y 57, que se usaron para el estudio en su gran mayoría son incompletos y están restringidos al área noroeste de la cuenca (fig. 1 y figura 6).



## 1) CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA FORMACIÓN LA MANGA-AUQUINCO AL NORTE DE LA DORSAL.

### *Rasgos macroscópicos:*

*Litología:* Calizas, micritas-fétidas, yeso-anhidrita y pelitas bituminosas.

*Color:* Negro, gris, blanco y verde.

*Fósiles:* Pelecípodos, gasterópodos, amonitas, vermes, corales, equinodermos, espongiarios.

*Estructuras orgánicas:* Lumachellas.

Las propiedades litológicas individuales de estas formaciones se pueden resumir de la siguiente manera: la Formación La Manga tiene mayor porcentaje de rocas calcáreas y pelitas, mientras que la Formación Auquinco presenta mayor participación de evaporitas (yeso, etc.).

## 2) PALEO GEOGRAFÍA, ESPESORES, AMBIENTE Y EDAD.

El bosquejo de la paleogeografía de la cuenca para la sedimentación de estas formaciones y las características litofaciales se ve dificultado por la *insuficiencia de datos*. No obstante se ha tratado de interpretar el desarrollo litofacial tomando como datos las asociaciones (calizas, evaporitas, pelitas) de los distintos perfiles. Hay que hacer notar que en algunas localidades (Sierra Vacca Muerta-perfil n° 53 y cerro Manzano Grande-perfil n° 81), las relaciones de discordancias en el techo son bien marcadas lo cual dificulta la construcción de un mapa litofacial más determinativo.

Como características paleogeográficas generales podemos decir que, la cuenca de depositación de estas sedimentitas era menos extensa que la de las formaciones infra y suprayacentes, además está restringida al área norte de la dorsal.

Esta zona de sedimentación tendría la forma de una cubeta con el eje de mayor profundidad y los bordes orientados en sentido norte-sur, delimitadas en el sur a la altura de las localidades de Zapala-Huincul. El borde occidental está dado por la línea que une las localidades de Andacollo-Lajas-Loncopue. Al oriente, el borde es algo inseguro ya que se traza con datos del subsuelo, menos numerosos. Estaría dado por una línea que pase por la localidad de Añelo y aproximadamente paralela al meridiano 69° (ver figura n° 6).

Las características litológicas nos indican que en la zona oeste se presentan casi exclusivamente calizas y pelitas, mientras que hacia el este comienza a ser más importantes las asociaciones evaporíticas-pelíticas que son fundamentalmente de colores verdes y rojizos.

En consecuencia se puede deducir que las condiciones ambientales corresponden a un ambiente marino, nerítico y de baja a mediana energía en el oeste, el cual hacia el este, pasa a ser de cuencas más restringidas con mayor participación evaporítica-pelítica y con características más continentales. La edad asignada a esta formación va desde el Argovense al Secuanense (Oxfordense a Kimmeridgense).

## VII. FORMACION TÓRDILLO. (QUEBRADA DEL SAPO)

Específicamente con este nombre, se incluyen sedimentitas pertenecientes a esta formación que se encuentran representadas en las zonas al norte de la dorsal. Al sur de la misma han recibido el nombre de Formación Qda. del Sapo (Parker, 1965). Los perfiles ubicados al sur de la dorsal que se emplearon corresponden a los n°s. 7, 8, 13, 15 y 26. Los ubicados al norte son: 49, 50, 56, 53, 58, 81, 82, 83, 84, 89, 87, 97, 98, 104 y 107 (figura 1 y figura 7).

1) CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA FORMACIÓN QDA. DEL SAPO AL SUR DE LA DORSAL.

*Rasgos macroscópicos:*

*Litología:* Areniscas, conglomerados y pelitas. Se encuentran en distintas proporciones y dependen de la región con respecto al área de aporte.

*Color:* Verde y gris. Subordinados ocre y blanco.

*Estructuras:* Estratificación entrecruzada y paralela.

*Rasgos petrográficos:*

*Litología:* Ortolitofeldespatitas y litofeldespatitas. Subordinadas subcuarzolitita, feldespatolitita.

*Proveniencia:* De rocas volcánicas principalmente, tipo riolitas, riodacitas y tobas. Subordinadas, vulcanitas (tipo andesitas y traquitas), plutonitas ácidas (granito-adamellita), sienita y monzonita. Metamorfitas y sedimentarias escasas.

2) CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA FORMACIÓN TORDILLO AL NORTE DE LA DORSAL.

*Rasgos macroscópicos:*

*Litología:* Areniscas, conglomerados, pelitas y tobas, se presentan en distintos porcentajes dependiendo de la ubicación de las localidades dentro de la cuenca. En pocos perfiles y en cantidades muy subordinadas se presentan calcáreos fétidos y margas con asphaltita y bitumen.

*Color:* Verde, gris, pardo y rojizo morado. Esta formación en distintos lugares se presenta con dos miembros: el inferior color pardo rojizo y el superior verde. Los otros colores que se presentan en distintas proporciones, pero subordinados son amarillo y negro.

*Estructuras:* Estratificación entrecruzada, estructura de corte y relleno, estratificación paralela, ondulitas, estructura de corriente, estratificación diagonal, sublamina, torrencial y grietas de desecación.

*Fósiles:* Troncos (escasos) y amonitas (Virgatophinctes? en el perfil n° 49).

*Rasgos petrográficos:*

*Litología:* Ortolitofeldespatitas, sublitocuarzitas, sublitofeldespatitas, menos representadas son las subfeldespatocuarzitas, litocuarzitas y subfeldespatolititas. Hacia el norte al disminuir el tamaño de los elementos clásticos se hace muy difícil distinguir las características composicionales. En esa misma dirección también aumenta la participación tobácea, que se ve muy bien definida en pocos sectores (perfiles 58, 98, 106 y 107).

*Procedencia:* El tipo principal de roca madre que aportó elementos para esta formación son vulcanitas mesosilícicas (en parte básicas, tipo andesitas). En escasos perfiles (82, 81) existe aporte de rocas tipo riolitas, pero se presentan subordinadas. La segunda área de aporte importante y que no se manifiesta regularmente, corresponde a rocas plutónicas, principalmente ácidas. También se presentan elementos que se pueden asimilar a metamorfitas, pero son escasos y se presentan en pocos perfiles (82, 83, 89).

*En el subsuelo* de la Cuenca Neuquina en el área NNE se han estudiado 48 pozos con especial atención a esta formación, Marchese (1968). Las características litológicas generales son, desde la base hacia el techo:

Miembro rojizo (Formación Petrolífera de Y.P.F. y Shell y Formación Rosada de Shell), areniscas y fangolitas rojizas con intercalaciones conglomerádicas intensamente impregnadas con material ferruginoso. Los componentes principales son rocas principalmente volcánicas (mesosilícicas-ácidas) y en menor cantidad plutónicas.

Miembro rosado (Formación Pedregosa de Shell y Formación Petrolífera de Y.P.F.), areniscas ligeramente impregnadas con material ferruginoso y con intercalaciones de areniscas sabulíticas a conglomerádicas de rocas principalmente volcánicas (mesosilícicas-ácidas, principalmente).

Miembro verde (anterior Formación Tordillo de Y.P.F y Formación Piedras Blancas de Shell, son areniscas finas a medianas, constituidas por clastos de rocas volcánicas mesosilícicas ácidas, específicamente corresponden a tipos líticos o feldespáticos. El color verde típico de este miembro se debe a la existencia de material arcilloso clorítico.

Como dato de interés se puede decir que la única diferencia existente entre los tres miembros (que pueden ser dos, rojizo y verde) es el color y la granometría mayor del miembro inferior rojizo. En el estudio mencionado (Marchese, 1968) se ha podido comprobar que la diferencia de color es *una consecuencia de la sedimentación en condiciones continentales, que han permitido la oxidación o la estabilidad de los materiales ferruginosos en el miembro rojo, a diferencia de la sedimentación del miembro verde, cuyo color posiblemente se deba a una depositación en un ambiente, que inhibió la oxidación o no permitió la permanencia de las soluciones ferruginosas (protección de aguas someras) que se manifestaron, con la posterior instalación de un régimen transicional hasta marino (Formación Vaca Muerta-Quintuco y posiblemente de la Formación Mulichinco).*

### 3) ESPESORES, RELACIONES LITOFACIALES, DISTRIBUCIÓN PALEOGEOGRÁFICA ENERGÍA, AMBIENTE DE SEDIMENTACIÓN Y EDAD.

Los mayores espesores 900 a 400 m de esta formación (ver mapa isopáquico y litofacial en fig. n° 7) se encuentran en el oeste de la cuenca y al norte de la dorsal, disminuyendo hacia el este has-

ta el área de Pampa Tril, donde llegan a tener 50 m. Hacia el este por los datos del subsuelo (sector entre Lomas-Colonia Catriel-Medanito-Medianera, etc.) y de acuerdo al estudio anteriormente mencionado (Marchese, 1968), vuelven a aumentar los espesores hasta 700 m, en el área de Entre Lomas (N.EL-1) (ver fig. n° 1). En la región de Sierras Blancas (N.SB-1), es posible que tenga un espesor mayor. Más hacia el este en la proximidad del límite con La Pampa se presenta el borde de cuenca. En el territorio de La Pampa puede presentarse en subcuencas aisladas, con espesores reducidos. El borde de cuenca se presenta desde el río Colorado entre el paralelo 38°-37° y en el meridiano 67° 50', luego hace una inflexión hacia el este entre el paralelo 38° y 39° y desde allí hasta el río Negro, siguiendo luego aproximadamente paralelo al río Limay.

Esta formación se ha depositado escasamente en la zona de río Limay y en territorio rionegrino.

*En la zona de subsuelo del nornord-este antes descripta Colonia Catriel, Entre Lomas, etc., se presentan una serie de subcuencas o bolsones escalonados cuyos espesores oscilan entre 200 y 0 metros con pendiente general hacia el oeste. Estas subcuencas van perdiendo profundidad hacia el NNE.*

Como ya fue expresado anteriormente, en las sedimentitas de la zona NNE de los pozos analizados se determinaron como pertenecientes a la Formación Tordillo tres miembros litológicos, de abajo hacia arriba son: rojizo, rosado y verde (el segundo es una transición entre ambos miembros), de los cuales tenemos dos bien definidos, el inferior rojizo (ex Formación Petrolífera) y el superior verde (anterior Formación Tordillo). Estos dos miembros cuyo estudio detallado con datos de subsuelo se encuentra en el informe ya citado (Marchese, 1968), *tienen sus equivalentes en*



los perfiles de superficie (ver perfiles 107, 106 y 56).

En el área al sur de la dorsal, la Formación Qda. del Sapo, homóloga a la Formación Tordillo, se encuentra con espesores reducidos (menos de 150 m) y posiblemente, aunque no hay mucha información también se presentan zonas elevadas donde la sedimentación no ha tenido lugar y otras donde la deposición se produjo en subcuencas locales a igual que lo sucedido al norte de la dorsal.

Con respecto a las formaciones infra-yacentes, la Formación Tordillo en la zona norte y principalmente en la zona nordeste, tiene un área de sedimentación mayor es decir que el área de la Formación Tordillo según los datos de subsuelo, es más amplia y que como ya se mencionó anteriormente puede llegar hasta la provincia de La Pampa ya que los sedimentos de las Formaciones Auquinco, La Manga, Lotena, Lajas y Mollés faltan en esta área. *A partir de la Formación Tordillo, esta área (NNE) se mantiene como cuenca de sedimentación durante el Cretácico.*

Las características litofaciales para los perfiles de superficie se pueden resumir de la siguiente manera:

En el oeste la sedimentación se caracteriza por psefitas que van perdiendo importancia hacia el oriente, en cuya dirección van predominando primero las areniscas y luego hacia el naciente los sedimentos pelíticos arenosos y con participación tobácea y calcárea? (hacia el norte), que se hacen dominantes.

Como resumen podemos decir, que el comportamiento de la sedimentación según los datos de afloramientos, se traduce en una disminución de tamaño de los sedimentos hacia el este conjuntamente con la disminución de espesor. Luego aumentan los espesores (estudio de subsuelo ya mencionado) y la sedimentación se produce en un área con gran participación clástica (terrígena)

desde los bordes de la cuenca (áreas cratónicas).

*Tenemos que remarcar que la zona de sedimentos predominantemente psefiticos-psamíticos de los perfiles de superficie, coincide en líneas generales con la distribución que se esbozó para la sedimentación de la Formación Lotena (ver fig. n° 5 y 7).*

Las características ambientales y energéticas de estas sedimentitas en afloramientos son similares a las de la Formación Lotena, es decir fluviales (plano aluvial) con energía de movimiento del agua desde violento a rápido en la zona más occidental, a moderado-lento en la zona oriental.

La edad asignada a esta formación es Secuanense-Kimmeridgense.

#### VIII. FORMACION VACA MUERTA - QUINTUCO

Esta formación extendida por distintos sectores de la cuenca, ha sido considerada por distintos autores como dos entes formacionales. El autor estima que por las propiedades litológicas y condiciones de sedimentación pueden ser agrupadas bajo una sola formación (en coincidencia con lo manifestado por Cangini, 1968), con la posibilidad de diferenciar en algunas áreas (sur de la dorsal) dos miembros en función de la existencia de ligeras variaciones petrográficas. Los perfiles que se emplearon se encuentran ubicados al norte y al sur de la dorsal. Además se han estudiado detalladamente las propiedades texturales y composicionales de esta formación en el subsuelo de la Cuenca Neuquina en los trabajos, Becker y Marchese (1967) y Marchese (1968).

Los perfiles ubicados al norte de la dorsal son los números: 49, 51, 53, 54, 62, 79, 80, 82, 87, 89, 97, 104, y 107. Los del sur de la dorsal corresponden a los nos. 8, 9, 10 y 26 (figura 1 y figura 8).

1) CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA FORMACIÓN VACA MUERTA-QUINTUCO AL SUR DE LA DORSAL.

*Rasgos macroscópicos:*

*Litología:* Pelitas calcáreas, pelitas, areniscas, calizas, dolomitas, en distintas combinaciones y proporciones. El miembro inferior (Vaca Muerta) es más pelítico, con participación de psamitas finas y calcáreos, mientras que en el miembro superior (Quintuco) se presentan más abundante las areniscas y las calizas (en sus diferentes tipos).

*Colores:* Amarillo, gris, verde, castaño. Subordinado negro, blanquecino, pardo. Se presentan en diferentes proporciones y tonalidades.

*Estructuras:* Estratificación entrecruzada, corte y relleno, grietas de desecación y rodados de arcillas, ondulitas, estratificación paralela, líneas de corriente.

*Fósiles:* Amonitas, restos carbonosos, troncos, biostromas?, turrítelidos, gastrópodos y fósiles indeterminables.

*Rasgos petrográficos:*

*Litología:* Dentro de las arenitas las más abundantes son las ortosublitocuarцитas a subcuarzolititas. Subordinadas litofeldespatitas y litocuarцитas. Las areniscas presentan cemento calcáreo abundante. Acompañan al carbonato ceolitas y trizas vítreas.

*Las pelitas son:* fangolitas, fangolitas arenosas, arcilitas, fangolitas carbonosas y fangolitas tobáceas.

*Carbonatitas:* Nodosubesparita, dolosubesparitas oligoterrígenas, subesparitas oligoterrígena fosilífera, nodomicrioligofosilífera, calcisubesparita oligonodoterrígena oolítica fosilífera, dolosubesparita oligofosilífera, esparitas, micrita oligoterrígena, oosubesparita-subesparita-esparita, y diferentes combinaciones de las mencionadas. Principalmen-

te con microfacies terrígenas alternantes con microfacies dolosubesparíticas-esparíticas, y en la parte superior hay mayor intervención de microfacies oolíticas nodulares.

*Procedencia:* Los terrígenos son principalmente, rocas volcánicas ácidas (tipo riolitas), subordinadas rocas mesosilíceas (tipo pilotáxicas, andesitas), traquiandesitas, dacita, metamorfitas ácidas y plutonitas ácidas.

*Energía:* Las calizas indican un índice energético correspondiente a aguas ligeramente agitadas-intermitentemente agitadas a moderadamente agitadas para las sedimentitas del miembro inferior (Vaca Muerta), mientras que para las carbonatitas y las arenitas del miembro superior (Quintuco), el ambiente es desde moderado a fuertemente agitado.

2) CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA FORMACIÓN VACA MUERTA-QUINTUCO AL NORTE DE LA DORSAL.

*Rasgos macroscópicos:*

*Litología:* Pelitas calcáreas, pelitas, calizas y areniscas. En distintos sectores se presenta material carbonoso, bituminoso, pirita y dolomita.

*Color:* Negro, gris, verde. Subordinados azul, castaño, pardo, rojo, blanco y amarillo.

*Estructuras:* Son muy escasas y entre las principales figuran, grietas de desecación, estructuras de corte y relleno, estratificación lenticular y ondulitas.

*Fósiles:* Amonitas, (Virgatosphinctes, Periphinctes y otros), Inoceramus, Venus, ostreidos, trigonias, bivalvos no identificados, Ptychomyas, Exogiras, Grifhaea, Cucullaea, turrítelidos y vermes.

*Estructuras orgánicas:* Lumachellas y coquinas.

### *Rasgos petrográficos:*

**Litología:** La similitud de los componentes texturales y mineralógicos y el pasaje transicional de esta formación imposibilita separarlas en dos entes independientes bien definidos (Vaca-Muerta-Quintuco). En líneas generales es posible afirmar que: La *parte inferior* se caracteriza por tener principalmente facies micríticas-carbonosas, participación de facies terrígenas finas y material dolomítico (esparítico, micrítico y subesparítico). La *parte superior* tiene mayor participación de material terrígeno, mayor cantidad de material subesparítico y esparítico, dolomítico y bioclástico; en algunos perfiles existen facies oolíticas, bioclásticas y terrígenas más abundantes. Los niveles superiores también tienen mayor participación de restos orgánicos fosfáticos (collofano).

**Fósiles:** En los cortes delgados se pudieron identificar foraminíferos (miliólidos, rotálidos), dientes, calciesferas-algaesferas (nanofósiles?), tejidos de algas? todos los cuales son más comunes en la parte inferior, restos de equinodermos y valvas. Muchos de los restos orgánicos se encuentran reemplazados por collofano o material ceolítico. También se presentan gastrópodos y oogonios?

**Textura:** En la sección inferior de la formación se notan muchos de esos elementos (material carbonoso, terrígenos, foraminíferos, calciesferas) con microlineación más marcada que en el miembro superior.

**Procedencia:** El material terrígeno tiene participación de rocas mesosilíceas, ácidas, plutonitas y metamorfitas.

**Energía:** La sección inferior corresponde a un ambiente de aguas quietas a ligeramente e intermitentemente agitadas, mientras que hacia la parte superior se produce un aumento en la energía hasta aguas agitadas y que en algunos casos llega a fuertemente agitadas. Hay que hacer notar que en la mayoría

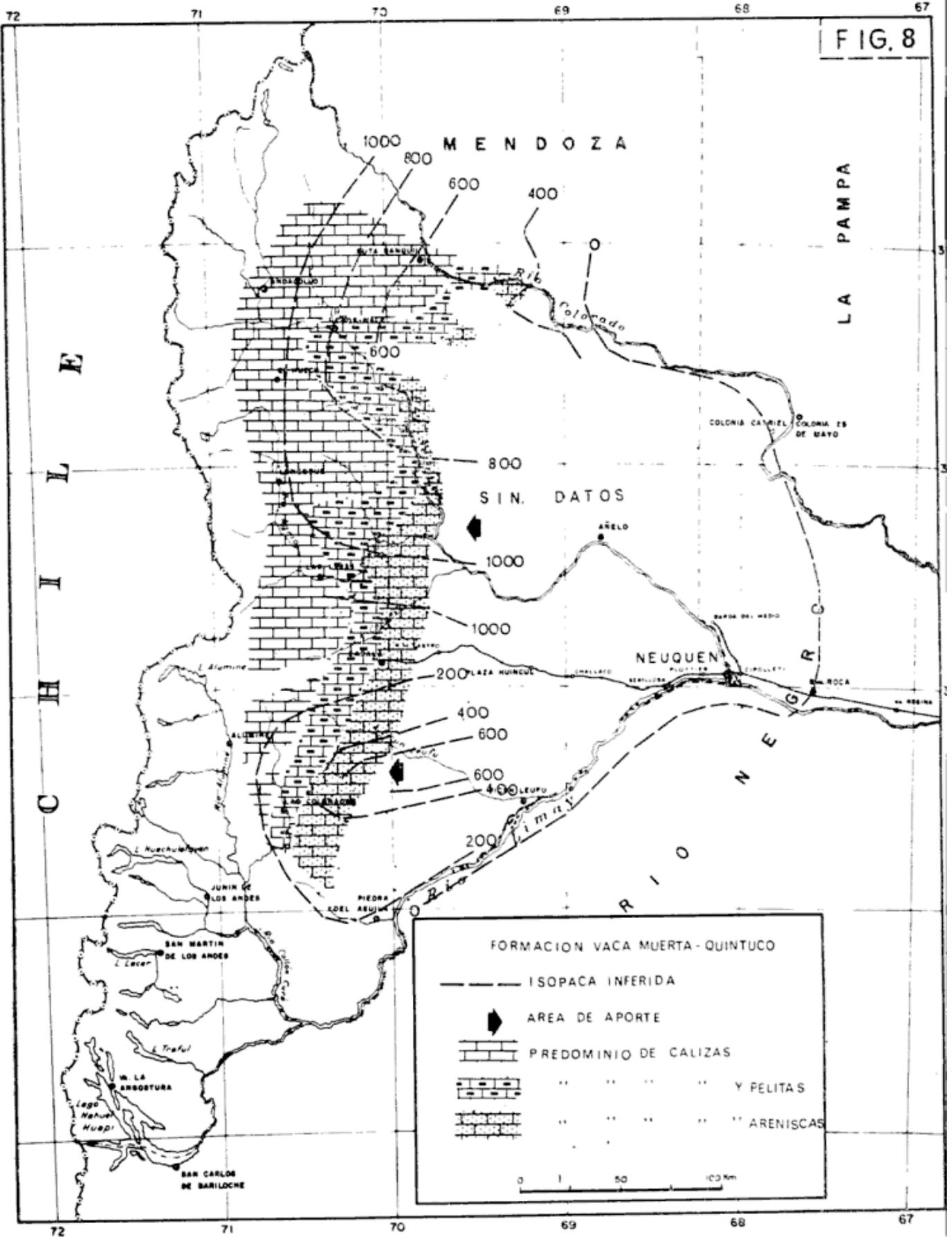
de los perfiles las características sedimentológicas indican un ambiente de aguas quietas que evolucionan hacia uno de mayor energía. *En muchos casos resulta difícil separar la parte superior de esta formación de las suprayacentes (Mulichinco-Agrio), que tienen características muy semejantes hacia los bordes de cuenca y hacia el nordeste.*

### 3) ESPESORES, RELACIONES LITOFACIALES, DISTRIBUCIÓN PALEOGEOGRÁFICA, ENERGÍA, AMBIENTE DE SEDIMENTACIÓN Y EDAD.

Los espesores mayores de esta formación están ubicados al oeste de la cuenca, en los perfiles estudiados al norte de la dorsal. Mientras que al sur de la dorsal por los datos (escasos) y aquellos de subsuelo no bien determinativos, se bosqueja una subcuenca?, donde los espesores disminuyen hacia el borde sur y sudeste (ver mapa isopáquico-litofacial, fig. n° 8).

Los datos de los perfiles ubicados al norte de la dorsal indican espesores de más de 1.000 m en una línea norte-sur, que pasa por las localidades de Andacollo, El Huecú, Loncopue, Lajas y luego hacia el este entraría hasta la localidad de Añelo. Estos espesores disminuyen al oriente, hacia el límite con La Pampa, próximo al borde de cuenca. El límite sudeste corre aproximadamente paralelo al río Limay, del lado del territorio rionegrino hasta la zona de Piedra del Aguila, donde faltan datos y posiblemente no haya depósitos de este tipo.

En cuanto a la interpretación de los datos del área al sur de la dorsal, es probable que con una mayor información y con un procesamiento similar (de los datos de subsuelo) al realizado para el sector norte, se pueda dilucidar el problema definitivamente. En el mapa isopáquico y de relaciones litofaciales se aprecia el comportamiento de esta formación, que en una línea paralela al río Limay atraviesa en forma aproxi-



madamente perpendicular en la mitad de su recorrido al arroyo Picún Leufú y donde se encuentran los máximos espesores, que oscilarían entre 500 y 1.000 metros según los distintos autores y que disminuiría hacia el río Limay y hacia el oeste.

Por los datos de subsuelo (Garrasino, 1969) y aquéllos expuestos en el presente estudio, es posible inferir que los mayores espesores de esta formación estén en sentido oeste-este en la línea geográfica que une Lajas-Mangrullo y Barreales Colorados ubicados al norte de la dorsal.

Las variaciones litofaciales generales desde el oeste hacia el este son: predominio de calizas y pelitas, luego un aumento de pelitas, hacia el este continuando el enriquecimiento de los sedimentos calcáreos en arenitas.

En el subsuelo (área NNE) la formación mantiene sus características litológicas en su parte basal presentando semejantes cualidades sedimentológicas (Becker y Marchese, 1967). Hacia el techo los rasgos litológicos son diferentes de aquéllos observados en los afloramientos, dado que cerca del borde este se enriquece en elementos clásticos (hasta tamaño guija) y llegan a ser calizas ruditerrígenas (con participación principal de rocas volcánicas ácidas). Además aumenta la participación de los clásticos y la presencia de dolomita hacia el ENE y E. Las características transicionales y la intervención en la sedimentación de las áreas de aporte de los bordes de cuenca dificulta la definición del techo de esta formación de sus suprayacentes (ver ítem 3, de la Formación Mulichinco).

La energía y el ambiente de sedimentación general se puede resumir de la siguiente manera; para la parte inferior las sedimentitas se han depositado a una profundidad donde la base de ola está por arriba de la interfase deposicional y la energía es escasa, con transición a

un ambiente donde la interfase se encuentra ligeramente arriba de la zona de acción de base de ola y donde el fondo está sujeto a condiciones de aguas ligeramente agitadas.

*Estas condiciones energéticas pueden tener lugar en aguas profundas o en aguas someras protegidas de la acción directa del mar abierto.*

Las asociaciones litológicas-fosilíferas (de material fango-micrítico-carbonoso, restos fosilíferos, charophitas?, colofano, pirita) nos indicarían un ambiente con comunicación y oxigenación restringida marina a salobre? (hacia los bordes de cuenca), de aguas poco profundas (someras) y donde la energía es escasa a nula.

Mientras que hacia el techo de la formación los componentes litológicos se han depositado en un ambiente que es energéticamente transicional; es decir desde una interfase deposicional que se encuentra ligeramente arriba de la acción de base de ola y donde el fondo estaba sujeto a condiciones de agua ligeramente agitadas (esto se observa principalmente en los perfiles de superficie cuando el pasaje entre los miembros es gradual), a una interfase que está por encima de la acción de base de ola y en la cual el fondo está sujeto a condiciones que van, desde aguas ligeramente agitadas a fuertemente agitadas, en un ambiente marino y somero.

Además hay que agregar que la dolomita que se presenta hacia la parte superior es debido a procesos singenéticos, es decir es dolomita "S" (sinsedimentaria). Ello sugiere condiciones ambientales de poca profundidad y un principio de continentalización. Hacia los bordes de cuenca, en las áreas de subsuelo, se incrementa la participación de dolomita que se hace abundante en la formación suprayacente (Entre Lomas).

La edad asignada a esta formación va desde el Titonense hasta el Valanginense inferior.

## IX. FORMACION MULICHINCO

Las sedimentitas correspondientes a esta formación se encuentran expuestas al norte y al sur de la dorsal.

Los perfiles al sur de la dorsal utilizados en este estudio corresponden a arroyo Picún Leufú y los números 11, 29, 30 y 31. Los ubicados en el área al norte figuran con los siguientes números: 107, 104, 98, 94, 92, 89, 87, 54, 81, 80, 79, 78, 77, 76, 74, 73, 62, 55, 51, 49, 48, 46 (figuras 1 y 9).

### 1) CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA FORMACIÓN MULICHINCO AL SUR DE LA DORSAL.

#### *Rasgos macroscópicos:*

*Litología:* Areniscas, pelitas y conglomerados. Se presentan en diferentes combinaciones y proporciones predominando las primeras.

*Color:* Verde, gris, morado-rojo. Subordinados amarillo, blanco y pardo.

*Estructuras:* Estratificación entrecruzada, estratificación torrencial, estratificación diagonal y estratificación paralela.

*Fósiles:* Troncos y pelecípodos.

#### *Rasgos petrográficos:*

*Litología:* Son principalmente ortolito-feldespatitas. En menor cantidad ortosublitocuarцитas. Como material cementante se presentan ceolitas (analcima), en las muestras de la base, habiendo mayor participación carbonática hacia el techo.

*Procedencia:* Los elementos terrígenos, son principalmente, rocas volcánicas ácidas y sus pastas asociadas, vulcanitas mesosilícicas, subordinadas plutonitas ácidas (tipo granito y vulcanitas básicas).

### 2) CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA FORMACIÓN MULICHINCO AL NORTE DE LA DORSAL.

#### *Rasgos macroscópicos:*

*Litología:* Arenitas, conglomerados y pelitas. Según los distintos lugares de la cuenca, las pelitas llegan a ser importantes conjuntamente con pelitas calcáreas (micritas) asociadas con calizas.

*Color:* Verde, gris, pardo. Subordinados blanco, negro, amarillo y morado rojizo.

*Estructuras:* Estratificación entrecruzada, ondulitas simétricas y estratificación torrencial. Más escasas se presentan, estratificación diagonal, surcos y costillas, lineación primaria de corriente, marcas de exposición subárea, estratificación entrecruzada tabular, estratificación paralela, estratificación laminar y corte y relleno.

*Fósiles:* Trigonias, exogiras, equinodermos y crinoideos, pelecípodos, ostreidos, hojas, rastros orgánicos, amonitas y gasterópodos.

*Estructuras orgánicas:* Lumachellas y coquinas.

#### *Rasgos petrográficos:*

*Litología:* Litofeldespatitas, subordinadas sublitocuarцитas. En los sectores donde se presentan más abundante las pelitas y las carbonatitas las distintas variedades son: dolosubesparitas oligofosilíferas con collofano, calizas orgánicas, oolíticas, nodulares, intraclásticas, en sus diferentes tipos y porcentajes con cemento esparítico y subesparítico.

*Procedencia:* Los terrígenos son principalmente vulcanitas ácidas (tipo riolitas). En menor cantidad plutonitas ácidas y vulcanitas mesosilícicas.

3) ESPESORES, RELACIONES LITOFACIALES, DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA, ENERGÍA, AMBIENTE DE SEDIMENTACIÓN Y EDAD.

Los mayores espesores de esta formación se encuentran en la zona oeste de la cuenca, *donde se repiten las características litológicas, petrográficas e isopáquicas descritas en las formaciones predominantemente psamíticas y psefiticas y psefiticas anteriormente mencionadas (Lajas-Lotena-Tordillo)*; es decir que los datos de mayor valor isopáquico están aproximadamente en el área oeste (ver fig. 9), en la zona de la línea de Las Lajas-Zapala y Aluminé.

Las variaciones litológicas de esta formación indican que en el oeste es predominantemente psamítica y psefítica mientras que hacia el este va disminuyendo en espesor y adquiriendo un predominio de pelitas y calizas. *Esta última asociación litológica es la que dificulta en muchos casos (principalmente hacia el norte y en las áreas del subsuelo del NNE cerca del borde de cuenca) poder diferenciarlas de sus infrayacentes (Vaca Muerta-Quintuco) y suprayacentes (Agridio) por tener características sedimentológicas similares y pertenecer a ambientes deposicionales semejantes.*

Los espesores de esta formación disminuyen hacia el este. En el área norte se puede observar que existe una disminución de espesor, coincidente con un cambio litológico (litofacie calcárea). Esto se debe probablemente a que la unidad formacional con características psamíticas-psefíticas bien diferenciables desaparece hacia el este y nordeste y es reemplazada por litofacies calcáreas que son difíciles de diferenciar del techo y la base de las formaciones infra y suprayacentes.

El borde este de la cuenca probablemente sería aproximadamente paralelo al bosquejado para la Formación Vaca Muerta-Quintuco. Pero ligeramente des-

plazado hacia el este, coincidiendo con los resultados de Fernández Garrasino (1969).

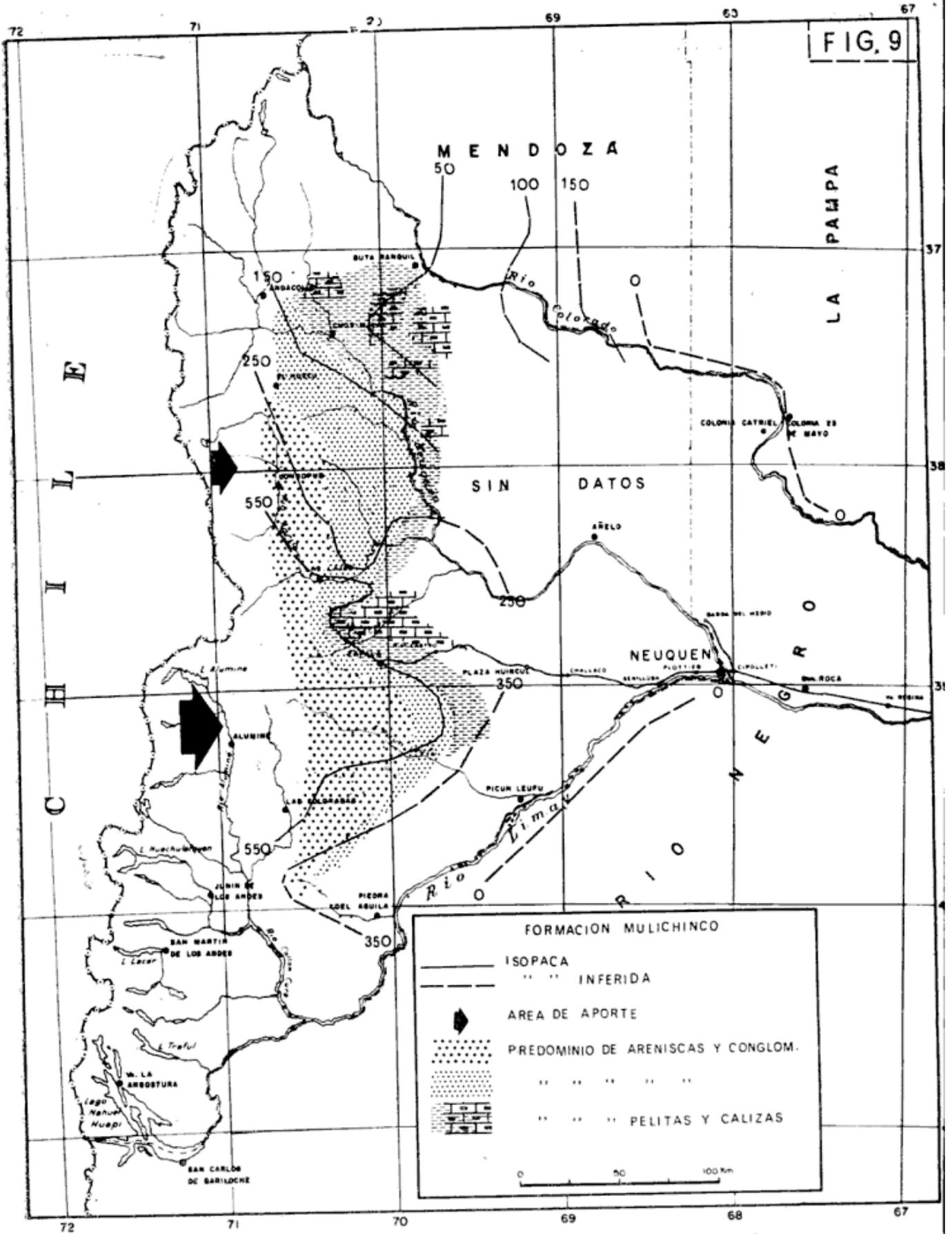
El ambiente y las condiciones energéticas resultan semejantes (para la zona occidental) a las reinantes durante la depositación de la Formación Tordillo y en parte al de la Formación Lajas-Lotena.

Es decir que al oeste priman condiciones ambientales continentales fluviales (plano aluvial), con energía rápida a violenta. Hacia el este disminuye la energía y va cambiando a un ambiente marino somero de energía moderada a rápida. También se manifiestan las zonas con ambiente transicional mixto en los engranajes litofaciales.

Aquí debe repetirse lo anticipado para la formación infrayacente Vaca Muerta-Quintuco en el área NNE, en el sentido de que en la parte más alta de esa unidad formacional se encontraron fósiles (ostrácodos) de posible edad Valanginense en el estudio Becker y Marchese (1967). Este hecho en coincidencia con la opinión de Cangini (comunicación verbal), nos indica la posibilidad de consignar que en el área del subsuelo (NNE de la cuenca), se presenta la Formación Mulichinco que para este trabajo (usando la nomenclatura citada en el estudio Becker y Marchese, 1967) denominamos Formación Entre Lomas, la cual integra junto con la Formación Vaca Muerta-Quintuco el Grupo Catriel (ver cuadro n° 1).

La ingresión del mar donde se depositaron estos sedimentos (Grupo Catriel) fue la más grande y amplia de la Cuenca Neuquina para este sector. Tal vez se presenten subcuencas aisladas? dentro del territorio de La Pampa con representantes de estas formaciones.

La edad de esta formación va desde el Berriasense-Valanginense al Hauterivense.



## X. FORMACION AGRIO

Esta formación aflora al norte y al sur de la dorsal.

Los perfiles empleados en este trabajo que se encuentran al sur de la dorsal son: arroyo Picún Leufú, 2, 11, 12 y 28. Los ubicados al norte corresponden a los números 42, 46, 48, 62, 63, 67, 69, 71, 72, 73, 79, 80, 81, 87, 89, 94, 98 y 105 (ver figuras 1 y 10).

### 1) CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA FORMACIÓN AGRIO AL SUR DE LA DORSAL.

#### *Rasgos macroscópicos:*

*Litología:* Caliza y calizas arenosas en diferentes porcentajes. Dentro de las carbonatitas hay que citar la presencia de dolomías.

*Color:* Verde, castaño, gris, ocre y amarillo, se presentan en distintas proporciones. Subordinados colores rojizos.

*Estructuras:* Muy escasas, se presentan estratificación entrecruzada y estratificación diagonal.

*Fósiles y estructuras orgánicas:* Corales, briozoarios, gastrópodos, rastros de vermes, bivalvos (muchos con valvas reforzadas), amonitas, trigonias, restos de equinodermos y crinoideos.

*Estructuras orgánicas:* Lumachellas.

#### *Rasgos petrográficos:*

*Litología:* Principalmente biomicrotas, biosubsparitas, oosubsparitas con participación de terrígenos. Hacia el techo se presentan más abundantemente las dolosubsparitas-microtas y pelitas calcáreas. También éstas tienen participación de restos orgánicos y oolitas. Dentro de los escasos elementos psamíticos se presentan las ortosubfeldespatocuarzitas.

*Fósiles:* Presencia de ostrácodos y foraminíferos.

*Procedencia:* Metamorfitas y vulcanitas.

*Energía del ambiente:* Desde intermitentemente agitado a fuertemente agitado. Predominan los sedimentos característicos de energía moderada.

*Ambiente:* Marino (nerítico).

Debe señalarse que el pasaje superior hacia las otras formaciones es transicional, con un enriquecimiento de material terrígeno principalmente pelítico; las carbonatitas pierden la identidad de sedimentos marinos típicos, pasando por una etapa transicional hasta la definición del nuevo ambiente. Esto puede observarse en el perfil del arroyo Picún Leufú, donde las calizas permanecen en la parte inferior de la formación suprayacente (La Amarga) pero con diferentes características litológicas y distintas asociaciones faunísticas (aparición de ostrácodos de agua salobre y oogonios de characeas, DeL'Vó, Marchese, Musacchio y Scalabrini Ortiz, 1966).

### 2) CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA FORMACIÓN AGRIO AL NORTE DE LA DORSAL.

#### *Rasgos macroscópicos:*

*Litología:* Calizas, pelitas calcáreas y areniscas. Estas últimas se presentan en el "lente" constituido por las Areniscas de Avilé, que está localizado al norte de la cuenca y divide a la formación en dos partes con semejantes características litológicas. Subordinados se presentan dolomitas, calizas fétidas, yeso y material carbonoso.

*Color:* Gris, negro, pardo, verde (este último principalmente en las Areniscas de Avilé), amarillos y ocre. Subordinados blanco, azul, celeste y rojo (rojizo).

*Estructuras:* Estratificación entrecruzada, ondulitas, rill marks, corte y relleno, estratificación tabular, lenticular, marcas de surco, estratificación diagonal. Casi todas estas estructuras se pre-

sentan en las fracciones psamíticas y principalmente en las Areniscas de Avilé.

*Fósiles y estructuras orgánicas:* bivalvos no identificados, amonitas y ostreidos. Subordinados, trigonias, rastros de vermes, cucullea, Ptycomias, turritelidos, Myoconcha-Astarte, marcas orgánicas, algas, Inoceramus, Pinna, Gryphaea, equinodermos, corales y cefalópodos (ofioconos).

*Estructuras orgánicas:* Lumachellas.

*Rasgos petrográficos:*

*Litología:* Las distintas microfacies de esta formación se caracterizan principalmente por ser alternancia de terrígenos con carbonatitas oolíticas, fosilíferas, nodulares y dolomíticas. Tanto los terrígenos que pueden presentarse en microfacies solos o combinados y las diferentes especies de aloquímicos, se encuentran en distintas proporciones con los ortoquímicos, principalmente subesparitas y esparitas. En algunos perfiles se muestran asociadas abundantes micritas. Las Areniscas de Avilé que en algunas zonas (norte de Neuquén) separan en dos partes a esta formación poseen elementos clásticos procedentes de rocas metamórficas-plutónicas. Casi todas las arenitas oscilan entre cuarzolitas, litocuarceitas y litofeldespatitas.

Entre la parte más baja de la formación y la superior hay poca diferencia y es la mayor presencia de material dolomítico y una mayor energía del ambiente de sedimentación en la superior. Esta última característica no es constante y depende de la ubicación del perfil en la cuenca de sedimentación.

*Fósiles:* Foraminíferos y ostrácodos.

*Energía del ambiente:* Principalmente de aguas moderadamente agitadas a fuertemente agitadas. En algunas áreas éstas pasan a ser aguas intermitentemente agitadas a poco agitadas. Esto se observa en la parte inferior de la formación.

### 3) ESPESORES, RELACIONES LITOFACIALES, DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA, ENERGÍA, AMBIENTE DE SEDIMENTACIÓN Y EDAD.

Los mayores espesores de esta formación se encuentran desarrollados al oeste y en una línea aproximada norte-sur. Tanto la parte inferior como la superior separadas en algunas localidades por las Areniscas de Avilé, tienen igual comportamiento sedimentario y litofacial.

Las relaciones litofaciales quedan manifestadas por el predominio de calizas y pelitas calcáreas en el oeste, las cuales hacia oriente son reemplazadas por una cada vez mayor cantidad de sedimentos psamíticos (ver fig. n° 10).

Sobre la base de los datos consultados, el autor estima como probable que parte de esta formación se extiende hacia el borde de cuenca integrando junto con la formación infrayacente (Mulichinco) un solo ente litológico de características principalmente calcáreas arenosas (Formación Entre Lomas). Este desarrollo litofacial coincide con las relaciones litobioestratigráficas observadas en los pozos N.SB-1 (Sierras Blancas), N.LM-1 (Loma Montosa) y N.EL-1 (Entre Lomas), Becker y Marchese (1967). La distribución paleogeográfica aparentemente es muy semejante a la esbozada para las Formaciones Tordillo, Vaca Muerta - Quintuco y Mulichinco.

La dificultad para vislumbrar dicha distribución resulta de la característica sensiblemente arenosa de esta formación hacia el borde de cuenca y la permanencia de parte de las características ambientales de las otras litofacies correspondientes a las formaciones infra y suprayacentes.

El "lente" arenoso Avilé aparentemente tiene distribución geográfica restringida y solamente está representado al norte de la dorsal.

El ambiente deposicional de esta formación corresponde a marino nerítico, con energía moderada a alta. Las Are-



niscas de Avilé muy probablemente se han depositado mediante cauces fluviales locales, que participaron con una distribución areal heterogénea durante la sedimentación de la Formación Agrio. Otra explicación probable es que las Areniscas de Avilé se han originado por las mismas causas que actuaron para las formaciones clásticas infrayacentes (Lajas-Lotena, Tordillo y Mulichinco) pero con una representación más restringida y menos importante.

La edad de esta formación abarca desde el Hauterivense al Barremiense.

#### XI. FORMACION HUITRIN. (FORMACION LA AMARGA)

La Formación Huitrin está representada al norte de la dorsal, y su equivalente litofacial al sur de la misma es la Formación La Amarga (Parker, 1965). Los perfiles usados para el estudio de esta formación al norte de la dorsal corresponden a los números: 43, 61, 65, 71, 69, 72, 95, 89, 93, 102 y 105. Mientras que las sedimentitas "equivalentes" a esta formación al sur de la dorsal, afloran en los perfiles n° 1, 2, 3, 12, arroyo Picún Leufú y 28 (figuras 1 y 11).

#### 1) CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA FORMACIÓN LA AMARGA AL SUR DE LA DORSAL.

La Formación La Amarga (en cerro China Muerta) se puede dividir en tres miembros con características litológicas diferentes. El miembro inferior Pichi Picún Leufú (psamítico), el medio Ortiz (calcáreo) y el superior Limay (psamítico).

#### *Rasgos macroscópicos:*

*Litología:* Areniscas y fangolitas en los miembros inferior y superior, en el medio carbonatitas. En el miembro inferior se presentan tobas y conglomerados;

estos últimos también se presentan en el miembro más alto.

En la parte media las carbonatitas están acompañadas por areniscas y pelitas que se presentan subordinadas.

En los perfiles donde no se pueden distinguir los tres miembros (arroyo Picún Leufú curso medio) se pueden diferenciar dos partes, la inferior calcárea y fangolítica y la superior con arenitas, pelitas y delgadas capas de yeso. Como fue mencionado en la descripción de la Formación Agrio de esta zona, la parte inferior de la Formación La Amarga es transicional, manteniéndose algunas de las propiedades litológicas de la formación infrayacente (Agrio); y sumándose otras, como ser: calizas genéticamente distintas (micritas y aumento de pelitas) y fauna diferente (ostrácodos y oogonios).

*Color:* Castaño, gris, verde, rojizo. Más escasos morado, blanco y ocre.

*Estructuras:* Estratificación entrecruzada y paralela.

*Fósiles:* Gasterópodos, anelidos, restos vegetales y troncos.

*Estructuras orgánicas:* Lumachellas.

#### *Rasgos petrográficos:*

*Litología:* Ortolitofeldespatitas, micritas, dolosubsparitas, biosubsparita y pelitas (fangolitas y arcilitas).

*Fósiles:* Ostrácodos (ciprínidos), oogonios de algas charáceas y tejidos vegetales con estomas. La gran mayoría de estos restos están reemplazados por material ceolítico (heulandita).

*Procedencia:* El material terrígeno es principalmente de rocas volcánicas mesosilíceas (andesitas), subordinados plutonitas (tipo granito) y vulcanitas básicas.

*Ambiente:* Mixto (litoral) a continental (fluvial), la asociación micropaleontológica (DeVó, Marchese, Musacchio y Scalabrini, 1966) denota un ambiente de agua dulce a mesohalino.

## 2) CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA FORMACIÓN HUITRIN AL NORTE DE LA DORSAL.

### *Rasgos macroscópicos:*

*Litología:* Arcilitas, anhidrita-yeso, lutitas, calizas e intercalaciones de areniscas y conglomerados. Estos últimos subordinados. También se presentan dolomitas y margas (micritas).

*Color:* Rojo, verde, blanco. Subordinados castaño, ocre, gris, rosado y azul.

*Estructuras:* Se presentan escasas y en pocos perfiles. Estratificación entrecruzada, surco y costillas, ondulitas y estratificación diagonal.

*Fósiles:* Gasterópodos y bivalvos.

### *Rasgos petrográficos:*

*Litología:* Ortosublitocuarzitas y fangolitas, se encuentran en diferentes combinaciones. Se presentan abundantes bancos de yeso, y calcáreos. El material cementante es yeso, calcita (en parte dolomita) y escasa baritina asociada.

*Fósiles:* Gastrópodos escasos y ostrácodos (perfil n° 43).

*Procedencia:* Plutonitas ácidas, metamorfitas y vulcanitas de tipo ácido a mesosilíceo.

Todas las características microscópicas descriptas anteriormente son referidas al perfil n° 43.

## 3) ESPESORES, RELACIONES LITOFACIALES, DISTRIBUCIÓN PALEOGEOGRÁFICA, ENERGÍA, AMBIENTE DE SEDIMENTACIÓN Y EDAD.

La distribución y las condiciones ambientales y litológicas de esta formación en el sector norte de la cuenca, son semejantes a las de la Formación Auquinco-La Manga, con sus bordes orientales y occidentales en sentido norte y sur. Además, no existen indicios de su

deposición con tales características más al sur de la línea Lajas-cerro Mangrullo.

El borde occidental pasa al oriente de la línea geográfica Andacollo - El Huecu-Loncopué-Lajas y allí cierra hacia el este en dirección a la localidad del cerro Mangrullo.

El borde oriental correría aproximadamente en una línea paralela al meridiano 69° y luego con una suave inflexión hacia el oeste alcanzando el cerro Mangrullo (ver figura n° 11).

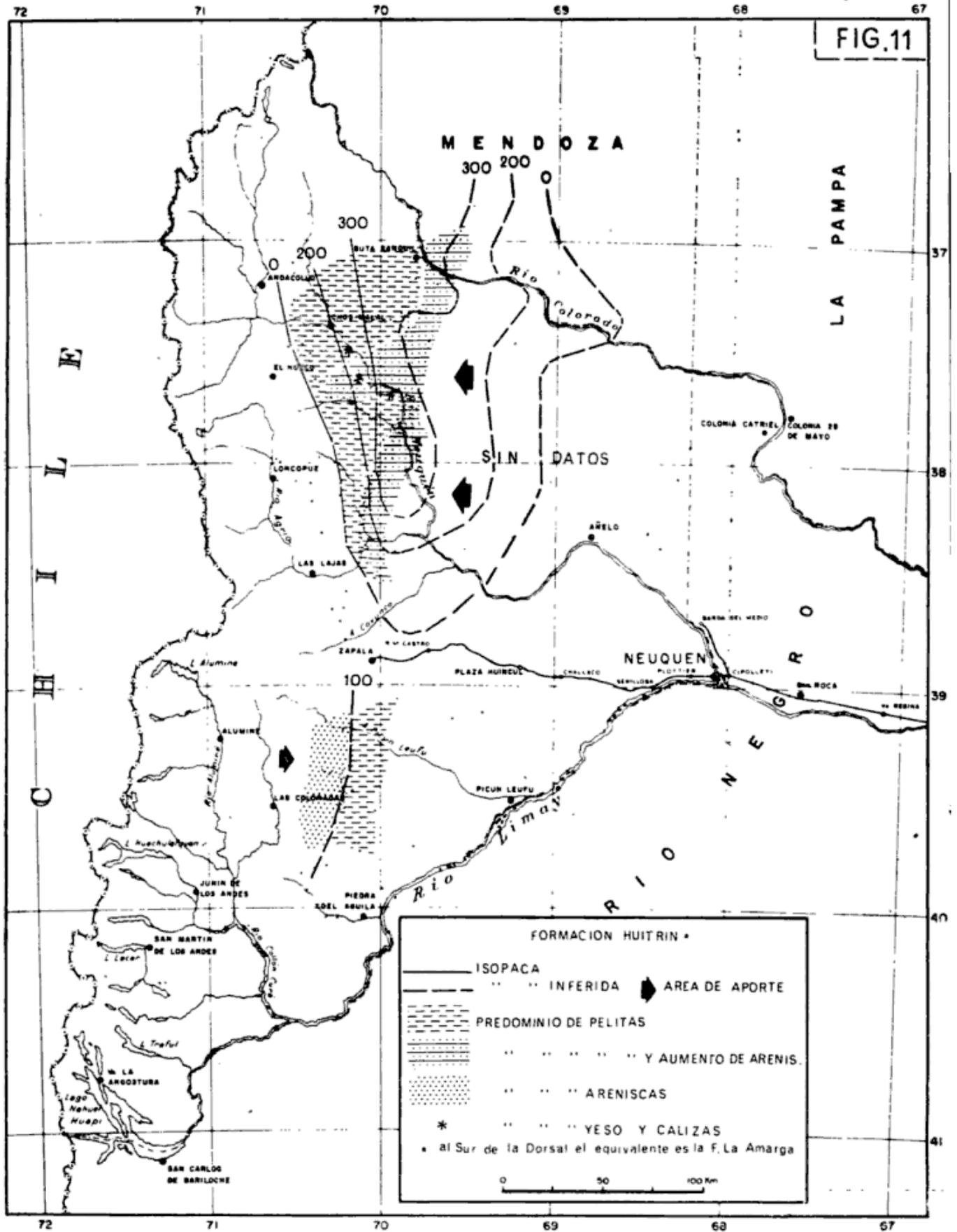
Los representantes litológicos de esta formación al sur de la dorsal, correspondería a las sedimentitas de la Formación La Amarga, que se presentan en pocas localidades y, como ya se dijo anteriormente, en relación a las características generales de la Formación Agrio, en algunos perfiles se puede diferenciar en tres miembros (cerro China Muerta) y en otros perfiles (arroyo Picún Leufú) el pasaje es gradual y transicional de una formación a otra.

Los mayores espesores de la Formación Huitrin al norte de la dorsal, están dispuestos siguiendo un eje noroeste-sureste alcanzando los 300 m (es posible que en la parte interior central de la cuenca el espesor llegue a ser un poco mayor).

La asociación de pelitas-evaporitas se encuentra en los bordes de la cuenca oeste y hacia la parte central donde se presentan los mayores espesores, aumenta la participación de elementos pelíticos y más al este se insinúa un aumento de psamitas.

No obstante que este probable comportamiento litofacial fue esbozado en base a escasos datos y con perfiles incompletos, se estima que la concentración de material evaporítico-pelítico tiene una mayor representación al oeste de la cuenca.

La energía de sedimentación del ambiente es desde moderado a lento.



El ambiente paleogeográfico de esta formación es de: cuencas aisladas, posiblemente con subcuencas interiores menores y con participación de sedimentación principalmente pelítica, en aguas salobres que permitían la precipitación de sales, principalmente yeso, y en menor cantidad otros sulfatos y haluros.

En algunas áreas las características litológicas indican una relación con sedimentación marina y en otras áreas con sedimentos continentales originados en planos aluviales, como acontece al sur de la dorsal donde el ambiente resulta mixto a continental. En opinión del autor algunos niveles superiores de esta formación pueden ser coetáneos con la sedimentación de la Formación Agrio. Esto mismo acontece para las formaciones suprayacentes (Rayoso y equivalentes).

La edad de esta formación ha sido estimada desde Barremense hasta Aptense.

## XII. FORMACION RAYOSO.

### (FORMACION BAJADA COLORADA)

Los sedimentos de esta formación al norte de la dorsal se pueden dividir en tres o cuatro miembros dependiendo de la ubicación que se considere en la cuenca. Dichos "miembros" se denominan *a*, *b*, *c*, siendo este último, a su vez subdividido en dos partes, una de color violáceo-colorado y otra de color morado, todos de abajo hacia arriba (Cangini, 1968). Los perfiles utilizados corresponden a los denominados con los números: 41, 43, 61, 65, 71, 95, 102, 105, 93 y cerro Mangrullo. El equivalente litofacial de esta formación al sur de la dorsal es la Formación Bajada Colorada. Los perfiles usados para su estudio son: arroyo Picún Leufú, perfil 4 y 28 (figuras 1 y 12).

### 1) CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA FORMACIÓN BAJADA COLORADA AL SUR DE LA DORSAL.

#### *Rasgos macroscópicos:*

*Litología:* Conglomerados, areniscas y fangolitas. Se presentan en diferentes combinaciones dependiendo del lugar de la cuenca.

*Color:* Rojo y verde. Subordinados castaño, amarillo, morado. Escasos gris y rosados.

*Estructuras:* Estratificación entrecruzada.

*Fósiles:* Muy escasos y troncos en un solo perfil (nº 4).

#### *Rasgos petrográficos:*

*Litología:* Ortolitofeldespatitas cementadas con material ceolítico (heulandita), intercaladas con fangolitas y conglomerados polimícticos. Hacia el techo se presentan sedimentitas carbonáticas con terrígenos y areniscas calcáreas.

*Procedencia:* Principalmente rocas volcánicas (mesosilícicas tipo andesitas). En menor cantidad vulcanitas básicas (tipo pilotáxicas), ácidas y plutonitas.

### 2) CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA FORMACIÓN RAYOSO AL NORTE DE LA DORSAL.

Las características macroscópicas de los tres miembros se describen a continuación:

#### *Miembro a*

*Litología:* Areniscas y fangolitas, yeso subordinado.

*Color:* Verde, rojo, morado, ocre, pardo y violáceos. Escaso gris y amarillo.

*Estructuras:* Estratificación entrecruzada. Subordinadas, corte y relleno, surco y costilla, marcas de corrientes, estratificación paralela, ondulitas y estratificación diagonal.

**Fósiles:** Muy escasos, bivalvos y vermes?

#### *Miembro b*

**Litología:** Arcilitas, arenitas y limolitas. Subordinados bancos de calizas, yeso y presencia de halita.

**Color:** Verde, rojo, gris, blanco, amarillo, pardo, morado y violáceo.

**Estructuras:** Escasa estratificación entrecruzada, surco y costilla, ondulitas y estratificación festoneada.

**Fósiles:** Troncos, restos vegetales, vermes, bivalvos dulceacuícolas. Todos muy escasos.

#### *Miembro c (violáceo y colorado)*

**Litología:** Areniscas y arcilitas. Conglomerados subordinados.

**Color:** Violáceo, rojo. Subordinado colorado y gris. Más escasos morado pardo y verde.

**Estructuras:** Estratificación entrecruzada y ondulitas.

#### *Miembro c (morado)*

**Litología:** Conglomerados y areniscas. Subordinadas arcilitas.

**Color:** Morado, subordinado colorado y rojo. Escasos pardo, gris violáceo, verde, y borravino.

**Estructuras:** Estratificación entrecruzada. Subordinadas, estratificación torrencial, surco y costillas y estratificación en cuña.

**Fósiles:** Pista de vermes? y fragmentos de huesos.

#### *Rasgos petrográficos:*

Las características de esta formación se estudiaron en los perfiles 43 y cerro Mangrullo (Paso de los Indios), Marchese (1967).

**Litología:** Los miembros inferiores *a* y *b* están compuestos principalmente

por subcuarzolititas y sublitocuarzitas carbonáticas, con partes yesíferas. También se presenta material ceolítico en cantidades de hasta 10 %.

El miembro *c*, se diferencia y correlaciona en las dos localidades estudiadas por estar integrado por: sublitofeldespatitas, subfeldespatolitas y litofeldespatitas con abundante material ceolítico y cuyo reemplazo llega a más del 70 % (cerro Mangrullo). También se presenta material carbonático pero más escaso.

**Fósiles:** Se encontraron restos que se asemejan a ostrácodos? en los miembros *a* y *b*.

**Procedencia:** Los miembros *a* y *b* se caracterizan por contener fragmentos líticos de rocas ácidas, plutonitas, metamorfitas, vulcanitas ácidas y vulcanitas mesosilíceas subordinadas. Estas características composicionales son semejantes a la de la Formación Huitrin del mismo perfil (43).

El miembro *c* se caracteriza por la riqueza de rocas volcánicas mesosilíceas (andesitas). Subordinadas rocas ácidas.

#### 3) ESPESORES, RELACIONES LITOFACIALES, DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA, ENERGÍA, AMBIENTE DE SEDIMENTACIÓN Y EDAD.

En sedimentos de origen continental y con características de capas rojas como los de la Formación Rayoso, las distintas divisiones que se realizan en miembros o entes menores están restringidas a las variaciones litofaciales representadas en la cuenca. Esto se pone de manifiesto en los miembros *a*, *b*, *c* (violáceo-colorado y morado), principalmente en estos últimos que debido a sus rasgos litológicos en distintos lugares de la cuenca, no pueden ser diferenciados de los otros miembros.

Las características litofaciales descritas para esta formación están referidas a los perfiles de superficie (en el oeste)

mientras que sus equivalentes hacia el este (en el subsuelo de la cuenca), por sus rasgos litológicos y sedimentológicos no pueden ser separados en los miembros nombrados e integran un solo ente litológico para el que se usa el nombre de Formación Barriales Colorados. Con el objeto de no introducir nombres formacionales nuevos que podrían llevar a confusión se adopta esta nomenclatura que ha sido citada en el trabajo Becker y Marchese (1967). Dentro de la Formación Barriales Colorados, no se descartó la posibilidad de que se presenten "partes" de las formaciones infrayacentes en facies arenosas lo cual como es obvio dificulta enormemente la definición entre ellas.

La configuración isopáquica de los distintos miembros de la Formación Rayoso es el siguiente: los miembros *a* y *b* tienen los máximos espesores hacia el este y las relaciones pelíticas más altas en el oeste, mientras que el rasgo isopáquico de los miembros *c*, colorado-violáceo y el morado es totalmente distinto y a la inversa, es decir que los espesores mayores se presentan al oeste y los porcentajes mayores de material pelítico en el este.

Estas diferencias entre los miembros inferiores y los superiores nos lleva a integrar toda la formación en un solo mapa isopáquico (fig. n° 12), y a reunir todas las relaciones litológicas de los distintos miembros. En consecuencia surge que, los espesores totales mayores se presentan hacia el sudeste y en una línea aproximadamente nordeste-sudoeste. El comportamiento de la Formación Bajada Colorada en el sur de la dorsal mostraría un aumento de espesor hacia el noroeste que coincide con un predominio en material arenoso. El bosquejo isopáquico tendría una dirección noroeste-sudoeste aproximadamente y sería coincidente con la alineación de los isopáquicos de los afloramientos del sector norte. El *bosquejo incompleto*

realizado en base a los escasos datos de esta formación al sur de la dorsal se ha incluido como información adicional y parece sugerir que el aporte de material más grueso se mantiene desde el oeste.

*Hay que remarcar que en este lapso geológico la cuenca de sedimentación cambió su pendiente hacia el este, mientras que en las formaciones hasta ahora descritas (con la excepción de la formación Auquinco-La Manga y la Formación Huitrin que son el resultado del comportamiento especial de la cuenca en esas dos etapas) presentaron la pendiente general hacia el oeste.*

La única propiedad que permanece es la textural; los sedimentos más gruesos y por consiguiente las áreas de aporte se mantienen en parte del oeste.

Podría integrarse sin inconveniente un plano litofacial de la Formación Rayoso con la Formación Huitrin ya que las dos son partes de un proceso transicional de continentalización y que los límites que se pondrían en cada caso son totalmente subjetivos y dependientes de los elementos a emplearse como criterio para separarlos. (El plano litofacial que se obtendría sería semejante al de la Formación Rayoso, fig. 12.)

Hay que hacer notar que en algunos lugares de la cuenca la relación discordante de las formaciones suprayacentes hacen difícil la integración de los datos para el comportamiento litofacial, porque en los lugares donde la discordancia existe, es probable que los miembros superiores estén incompletos y muestren relaciones parciales.

El ambiente de esta formación es continental, de planos aluviales y energía de sedimentación fuerte a moderada con cuencas aisladas donde hay permanencia de cuerpos subácuos con energía menor y con participación pelítica.

La edad de esta formación va desde el Aptense al Coniacense.



### XIII. GRUPO NEUQUEN

Las sedimentitas pertenecientes a este grupo se encuentran bien representadas en las áreas al norte y al sur de la dorsal.

Se denomina Grupo Neuquén al conjunto de formaciones citadas en la bibliografía como Estratos con Dinosaurios o Neuqueniano.

*Las distintas formaciones que integran este grupo no son el objetivo fundamental del trabajo y por lo tanto se dan características generales de las mismas.*

El conjunto de las distintas unidades desde la base hacia el techo corresponde a las Formaciones Candeleros, Huincul, Lisandro, Portezuelo y los niveles superiores que incluye distintas formaciones (Plottier, Bajo de la Carpa, Anacleto y Allen).

#### 1) CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA FORMACIÓN CANDELEROS AL SUR DE LA DORSAL.

Los perfiles empleados cuyos datos son incompletos y parciales que se encuentran al sur de la dorsal, son conocidos bajo la denominación de arroyo Picún Leufú y los n<sup>o</sup> 5 y 4.

#### *Rasgos macroscópicos:*

*Litología:* Areniscas y conglomerados; pelitas subordinadas.

*Color:* castaño, gris, rojizo y morado. Verde, ocre y violáceo.

*Estructura:* Estratificación entrecruzada.

*Fósiles:* Troncos rodados.

#### *Rasgos petrográficos:*

*Litología:* Ortolitofeldespatitas con abundante material ceolítico (analcima y heulandita) y fangolitas. También se presentan carbonatos. Conglomerados

petromiéticos de rocas volcánicas mesosilíceas.

*Procedencia:* Rocas volcánicas mesosilíceas (tipo pilotáxicas, andesitas y básicas). Subordinadas, rocas ácidas (plutónicas), tipo granito o adamellita, tobas y metamorfitas muy escasas.

#### 2) CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA FORMACIÓN CANDELEROS AL NORTE DE LA DORSAL.

El único perfil que se usó para las características de esta formación al norte de la dorsal es el n<sup>o</sup> 43 (Marchese, 1967).

#### *Rasgos macroscópicos:*

*Litología:* Areniscas y fangolitas. En menor cantidad y en la base se presentan conglomerados.

*Estructuras:* estratificación torrencial.

#### *Rasgos petrográficos:*

*Litología:* Ortolitofeldespatitas con material cementante principalmente carbonático. Material ceolítico y ferruginoso subordinado. También se presentan en menor cantidad fangolitas, limolitas y arcilitas. La sección conglomerádica se presenta en la base de la formación.

*Procedencia:* Rocas volcánicas principalmente ácidas (tipo riolitas). En menor cantidad plutonitas ácidas, metamorfitas y sedimentarias subordinadas. También se presenta en menor cantidad material volcánico mesosilíceo y básico?

#### 3) CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA FORMACIÓN HUINCUL AL NORTE DE LA DORSAL.

-Esta formación se presenta al norte y al sur de la dorsal, pero los perfiles utilizados para la caracterización de esta formación están ubicados al norte

de la dorsal y corresponden a los números 43, 61, 65, 71, 95, 93, 102 y 105.

*Rasgos macroscópicos:*

*Litología:* Areniscas, fangolitas y conglomerados.

*Color:* Amarillo, verde, rojo. Pardo, gris y blanco subordinados. Todos se encuentran en diferentes proporciones pero, predominan las tonalidades amarillentas que identifican a esta formación.

*Estructuras:* Estratificación entrecruzada, festoneada, marcas de desecación, estructuras de corte y relleno. Estratificación cólica?, deltaica y dunal?

*Fósiles:* Huesos de dinosaurios, troncos y semillas.

*Rasgos petrográficos:*

*Litología:* Ortolitocuarzitas a litofeldespatitas. Material cementante más abundante carbonático, ceolítico subordinado.

Los otros elementos litológicos son fangolitas y limolitas.

*Procedencia:* Las áreas de aporte son similares a las que alimentaron a las rocas de la Formación Candeleros, pero más enriquecidas en cuarzo de rocas volcánicas.

Además, el material ferruginoso que le imprime la coloración roja está escasamente representado.

4) CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA FORMACIÓN LISANDRO AL NORTE DE LA DORSAL.

Se usaron los datos de las muestras pertenecientes a los perfiles n<sup>os</sup>. 65, 71, 95, 93, 102 y 105.

*Rasgos macroscópicos:*

*Litología:* Arcilitas y areniscas.

*Color:* Rojo, gris y verde.

*Estructuras:* Estratificación entrecruzada y festoneada.

*Fósiles:* Huesos pequeños?, escasos.

5) CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA FORMACIÓN PORTEZUELO Y NIVELES SUPERIORES (SIN DIFERENCIAR) AL NORTE DE LA DORSAL.

Los perfiles corresponden al norte de la dorsal y se hallan identificados con los n<sup>os</sup>. 95 y 65 (ver cuadro n<sup>o</sup> 21).

*Rasgos macroscópicos:*

*Litología:* Alternancia de areniscas, fangolitas y limolitas.

*Color:* Gris, pardo, rojo, verde y morado. También se presentan los colores amarillos, violetas y rosados.

*Estructuras:* Estratificación entrecruzada tabular a deltaica, estratificación paralela y estratificación diagonal.

*Fósiles:* Fragmentos de troncos.

6. DISTRIBUCIÓN PALEO GEOGRÁFICA, CONTAMIENTO Y EDAD DEL GRUPO NEUQUÉN.

Las sedimentitas del Grupo Neuquén están bien representadas en la Cuenca Neuquina en afloramientos y en subsuelo. La extensión y distribución geográfica de las distintas formaciones de este grupo se puede esquematizar de la siguiente manera: Se presentan el este de una línea que correría aproximadamente paralela al meridiano 79° 30'. En este sector se encuentran las formaciones inferiores del grupo y hacia el este se presentan las superiores. Estas sedimentitas se encuentran representadas en el subsuelo y a poca profundidad en el límite Río Negro-La Pampa, en la zona del río Neuquén y del río Negro donde están ubicadas algunas de las localidades tipos de las distintas formaciones. Al sur de la dorsal se presentan

de oeste a este hacia el río Limay y en la provincia de Río Negro.

Hay que tener en cuenta que las características sedimentológicas (litología, color) y ambientales (Estratos Rojos) de este grupo dificulta la correlación a grandes distancias. Un estudio regional acompañado de análisis petrográficos y la determinación de minerales arcillosos, podría suministrar los elementos necesarios para permitir definir los entes formacionales. El autor supone que algunas de las formaciones citadas dentro del Grupo Neuquén son entes menores dadas sus características litológicas o variaciones faciales, es decir que el número de formaciones que integran este grupo es probable que sea menor. Como elemento de juicio que apoye a esto se puede citar la llamada Formación Candeleros al norte de la dorsal, que como resultado de los distintos estudios de campo realizados fue reduciendo su extensión (desde el norte hacia el sur). Actualmente según informe (1968) y comunicación verbal del licenciado Jorge Cangini, se encuentra en una franja angosta que tiene como límite norte la Pampa del Agua Amarga, como límite oeste una línea que pasaría por la localidad de la Bajada del Agrio - Quilimalal, y como límite este el curso del río Neuquén hasta la junta con el Agrio y de allí en línea directa hacia las localidades al sur de la dorsal (Cerro Lotena y Candeleros). Del estudio petrográfico y de estudios similares que el autor ha realizado, es probable que esta formación no se presente al norte de la dorsal y que en la localidad Agrio-Quilimalal donde las relaciones discordantes con la Formación Rayoso son evidentes (y que en este trabajo caracterizamos como Candeleros), ésta (Formación Candeleros) es un miembro local de coloración rojiza de la Formación Huincul (Di Paola y Marchese, 1970).

De las relaciones litofaciales que se han elaborado con los datos disponibles, la más completa es la correspondiente

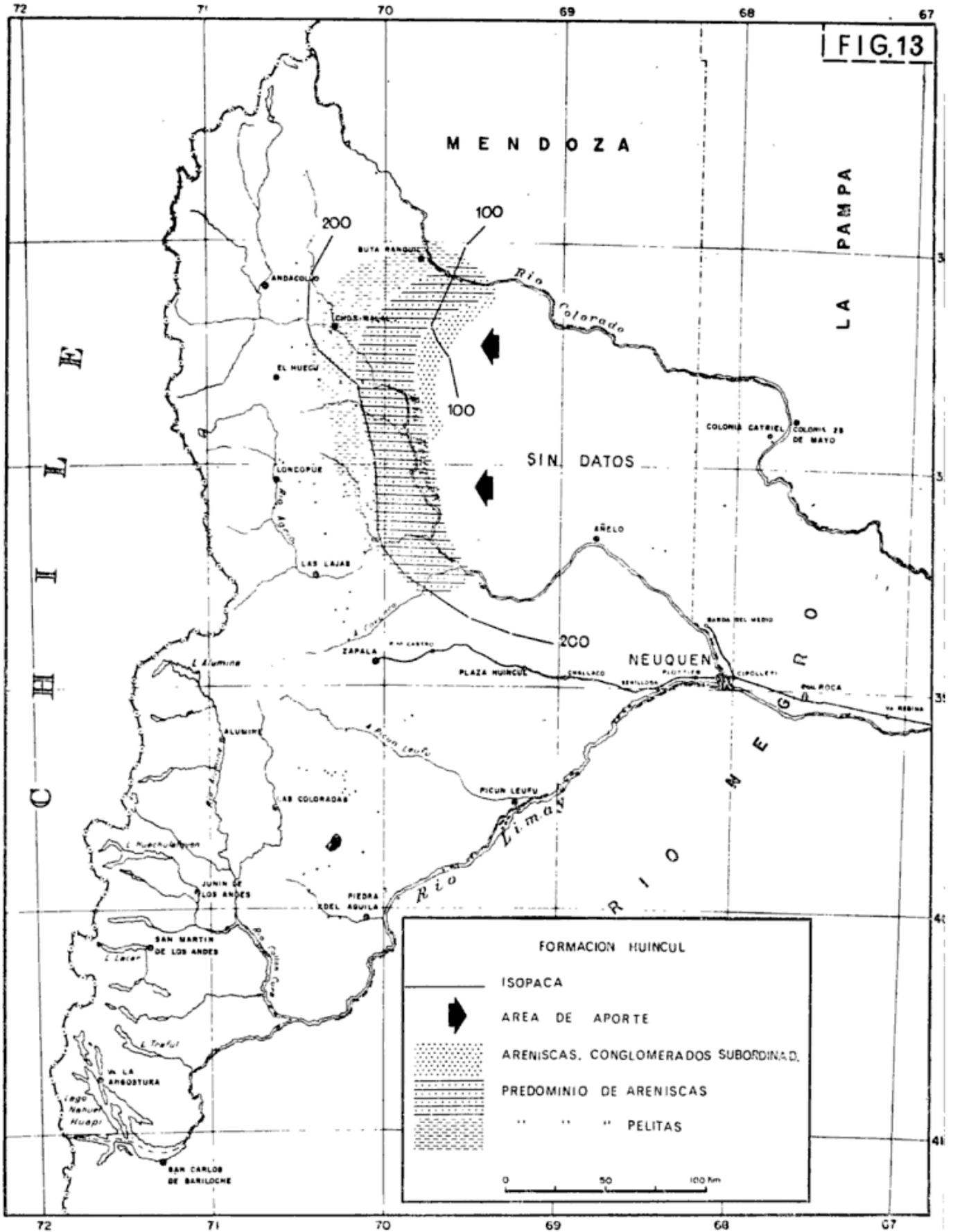
a la Formación Huincul (fig. nº 13). En el mapa isopáquico de esta formación los mayores espesores se encuentran ubicados en el oeste y los sedimentos clásicos más gruesos hacia el este. Si consideramos como perteneciente a la Formación Huincul los espesores que en el perfil 43 (Agrio-Quilimalal) son atribuidos a Candeleros, el isopáquico cambiaría en el sur, aumentando el espesor.

Los datos al sur de la dorsal son escasos y están restringidos en las localidades del arroyo Picún Leufú y en los alrededores del cerro China Muerta (Perfil nº 5) y corresponden a la Formación Candeleros. Las relaciones de discordancia que se observa en la localidad de cerro Lotena entre esta formación y las infrayacentes no se presenta en los perfiles en cuestión; según los datos de campo y del estudio petrográfico, las diferencias entre las Formaciones Bajada Colorada y Candeleros no son significativas.

Las relaciones discordantes entre la Formación Candeleros y la Formación Rayoso al norte de la dorsal se distinguen en el perfil 43 (localidad Agrio-Quilimalal), según datos de la C.G. nº 2. Hay que hacer notar que el autor considera que la Formación Candeleros no afloraría en esta localidad y que como ha sido mencionado anteriormente, constituiría solamente un miembro de la Formación Huincul. En las otras localidades donde aflora la Formación Huincul, al norte de la dorsal, y en las localidades más occidentales, las relaciones con la Formación Rayoso, son de concordancia en la mayoría de los perfiles.

Las sedimentitas del Grupo Neuquén fueron depositadas en un ambiente continental con características de capas rojas (planicie aluvial y todas las variaciones típicas de este ambiente).

La edad atribuida a este grupo corresponde al Senonense. Esta edad fue asignada por las relaciones con las formaciones infra y suprayacentes.



#### XIV. INTRODUCCION A LA HISTORIA GEOLOGICA Y CONSIDERACIONES GENERALES

Para determinar la historia geológica de la Cuenca Neuquina, es necesario ubicar al lector dentro de los significados de los procesos, su explicación, causas y efectos.

Entre los acontecimientos importantes que se vinculan con las características, de la secuencia estudiada, cuentan en primer término, los procesos orogénicos y las manifestaciones tectónicas-magmáticas asociadas, génesis de la relación causal entre hundimiento y sedimentación (par sedimentario) y las asociaciones litológicas como consecuencia del comportamiento del par sedimentario. *La idea fundamental del trabajo es que el comportamiento sedimentario y sus características ambientales-composicionales forman parte y son una consecuencia de los acontecimientos geológicos que llevaron a la formación de la actual Cordillera de los Andes.* Por este motivo, tratar de estudiar o analizar el comportamiento de esta cuenca independientemente del cuadro general de la orogenia andina, es incorrecto y puede llevar a errores de interpretación. Muchos de los problemas del comportamiento de las formaciones y sus variaciones faciales son una respuesta directa y principal a dichos procesos orogénicos.

Es decir que como una conclusión *a priori* se puede adelantar, que los sedimentos y su estado ambiental son principalmente el efecto del comportamiento de la orogenia en la faja andina. Este hecho es importante porque todos los otros acontecimientos acaecidos hacia la zona más estable son de alguna manera y, dependiendo de la magnitud del proceso, un reflejo de este comportamiento.

La faja andina fue sin dudas el sector de aporte fundamental para la mayor parte de esta cuenca por lo menos hasta su área de influencia y dependiendo de sucesos locales. El área más estable "cratónica" ubicada hacia el este ac-

tuó también como área de aporte, pero su mayor estabilidad ha servido para amortiguar los reflejos de los hechos ocurridos en la zona orogénica. Podemos decir que los modelos de respuesta son un efecto de la orogenia y sus procesos asociados, así podemos esperar que los mismos pierden intensidad hacia el área más estable.

Planteadas la problemática bajo esa faz, resulta imprescindible considerar brevemente ciertos aspectos y elementos geológicos que se enumeran a continuación, a fin de esclarecer el significado de las asociaciones litológicas estudiadas dentro del marco que ellos representan. Tales aspectos y conceptos son: geosinclinales y cuencas, concepto de Barrell, rasgos geológicos generales del territorio chileno, interrupciones en la sedimentación, transgresiones y regresiones.

##### 1) GEOSINCLINALES Y CUENCAS

Al respecto, las definiciones existentes contemplan la situación especial de las cubetas de cada país y de las diferentes escuelas de investigación. Los variados ejemplos, la gran cantidad de datos y la distinta experiencia de cada especialista influyen sobre el significado del término geosinclinal, el cual depende de las características y definiciones que se usen para ubicarse en las diferentes situaciones estructurales dentro de una cuenca.

Es evidente que si la idea de geosinclinal, hubiera sido concebida sobre la base de alguno de los ejemplos de nuestro país, los elementos con que se clasifican a las cuencas de otras regiones del mundo no caerían totalmente dentro de tal concepción. Este razonamiento es aplicable a los grandes rasgos y en especial a la interpretación genética-ambiental de los distintos tipos de rocas o asociaciones litológicas que se presentan en las áreas de depositación.

Las características sedimentarias, estructurales y magmáticas según los dis-

tintos autores, son empleadas como elementos para caracterizar los distintos tipos de áreas de sedimentación. De la extensa bibliografía sobre el tema el autor consultó a Auboin (1958, 1959), De Sitter (1962), Metz (1963), Krumbein y Sloos (1962) y Borrello (1969).

La posibilidad de utilizar la terminología se reduce según los elementos con que definamos los distintos comportamientos estructurales. El término *general* de Cuenca o Geosinclinal se usa *indistintamente en este trabajo como área de sedimentación y sin ningún otro significado ni connotación.*

Al intentar de ubicar a la Cuenca Neuquina dentro de los distintos tipos de ambiente sedimentarios como ser Geosinclinales primarios u ortogeosinclinales, Cuencas o parageosinclinales o Geosinclinales secundarios, etc. y revisadas en extenso todas las variedades de sinónimos y antónimos que se encuentran en los trabajos citados anteriormente, con el ánimo de no complicar aún más la nomenclatura compleja de este tema, el autor considera conveniente adoptar el significado de Krumbein y Sloss como identificación con los sucesos acaecidos en la sedimentación de la Cuenca Neuquina.

Krumbein y Sloss (1963), págs. 417-418: "Aunque cualquier selección está influida por la experiencia personal, el agrupamiento de elementos tectónicos que usaremos, están basados en gran parte en la clasificación de Kay, con ciertas modificaciones de términos y con un cambio de importancia en el concepto de Miogeosinclinal como una zona lineal, separada identificable y continua cuyo comportamiento es geosinclinal extracratónico".

"El término ortogeosinclinal está restringido al eugeosinclinal de Stille y Kay. Se considera como un elemento lineal orogénica y volcánicamente activo, de hundimiento prolongado comprendido entre cratones adyacentes. La inferencia de que los eugeosinclinales reciben gran parte de su relleno sedimen-

tario de tierras angostas intercaladas o de arcos de islas situadas dentro del cinturón tectónico activo, forma parte esencial de este concepto de eugeosinclinal."

La *zona miogeosinclinal de transición* (Krumbein y Sloss, 1963): "La zona de transición que se halla comprendida entre el eugeosinclinal y la masa principal del cratón no es un ortogeosinclinal verdadero en el sentido de que es totalmente extracratónico"... "geográficamente la zona de transición tiene las características del miogeosinclinal en que está entre el eugeosinclinal y el cratón". "Esta zona de transición está formada por cuencas marginales y áreas marginales levantadas que se desarrollan a lo largo del margen del cratón".

*Resulta obvio que estas verdaderas áreas de transición reciben aporte principal del área cratónica o cerca del cratón. Por otra parte y dependiendo de la intensidad de la sedimentación del eugeosinclinal pueden recibir aporte relacionado a dicha sedimentación.*

Es decir que los únicos conceptos importantes que conservamos para definir eugeosinclinal son, la subsidencia de la cuenca y la orogenia estrechamente relacionada, *sin utilizar otros elementos geológicos como ser, metamorfismo, efusiones iniciales básicas (ofiolíticas), etc.*

Estas últimas, se presentan muy escasas en la Cuenca Neuquina alojadas en la Formación Lotena (Formación Chacay Melehue) en la localidad de Chacay Melehue.

Además debe aclararse que el autor del presente trabajo, no incluye en el término eugeosinclinal los elementos sedimentológicos (asociaciones litológicas-ambientales) con que lo caracterizan los distintos autores.

*Como es bien conocido la facies de flysh está caracterizada por asociaciones de grauvacas y pelitas que tienen un significado genético de transporte y un ambiente de sedimentación definido. Asimismo, las características composi-*

cionales de una roca son una consecuencia directa de la composición del área de aporte y las características texturales dependen del comportamiento del par sedimentario y de su situación con respecto a la cuenca. En nuestro caso, no se han observado los elementos texturales y de estructuras sedimentarias que son muy frecuentes en las sucesiones grauváquicas.

La relación erosión-sedimentación implica paralelamente a la subsidencia, un área de levantamiento ubicada en posición principalmente interna y que podremos llamar indistintamente arcos de islas (sentido similar a los actuales del cinturón circumpacífico), ondas, cordilleras, geanticlinales, o área de aporte del eugeosinclinal.

Por estudios realizados en este trabajo, veremos que la actuación del par sedimentario es de movimientos intermitentes y corresponden a ciclos sucesivos y por supuesto, están íntimamente relacionados a los procesos orogénicos causantes principales del área de proveniencia.

Resumiendo todo lo expresado anteriormente queda claro que, para la Cuenca Neuquina hemos usado el término *eugeosinclinal* en el sentido de considerarlo sólo como una región con subsidencia y relacionada a áreas orogénicamente activas. Es decir que la característica principal es la inestabilidad sin tener en cuenta otras características específicas como ser: asociaciones litológicas, características ambientales, etapas metamórficas, estilos tectónicos, y efusiones ofiolíticas.

En este estudio dividimos a la cuenca en dos áreas de sedimentación:

1) La zona con características de eugeosinclinal según nuestra definición, se encuentra ubicada en la región de afloramientos ubicados al oeste de la cuenca (ver fig. nº 1 y nº 14).

2) La parte más externa de la cuenca que llamamos "zona de Transición" o

de "Cuencas Marginales" está ubicada entre la zona con características de inestabilidad (eugeosinclinal) y el cratón o zona más estable. Puede estar formada por elementos tectónicos de extensión limitada y que forman parte del "Basamento de la Cuenca".

Estas cuencas marginales se encuentran al este. Los aportes de estas áreas procedían principalmente de la zona más estable y/o del área eugeosinclinal dependiendo de la actividad de esta faja más inestable.

## 2) CONCEPTO DE BARRELL.

Este autor (en Krumbein y Sloss, 1963) estableció que la erosión y la deposición dependen ambas del cambio de nivel de base, es decir que la sedimentación es regulada por el régimen de hundimiento de la superficie de deposición.

Ejemplificando, diremos que el comportamiento del par sedimentario es un reflejo de la situación que actúa entre el área de aporte (geanticlinal o arcos de islas, etc.) y la subsidencia de la cuenca o geosinclinal.

Del concepto de Barrell se presentan cuatro situaciones respecto a las relaciones existentes entre la sedimentación y la subsidencia, y ellas son:

- 1) Hundimiento rápido y deposición rápida.
- 2) Hundimiento rápido y deposición lenta.
- 3) Hundimiento lento y deposición rápida.
- 4) Hundimiento lento y deposición lenta.

De este conjunto de relaciones, principalmente las dos primeras dan como modelo de respuesta, las características observadas en la mayoría de las formaciones de la Cuenca Neuquina en la zona eugeosinclinal.

### 3) RASGOS GENERALES DE LA GEOLOGÍA DEL TERRITORIO CHILENO.

Como se dijo anteriormente, las áreas de aporte principal de las sedimentitas de la Cuenca Neuquina, están ubicadas geográficamente dentro del ámbito de la Cordillera de los Andes y en territorio chileno. Por supuesto que su área de influencia depende de la intensidad de los distintos acontecimientos ocurridos en esta zona y sus características se van haciendo transicionales a medida que nos acercamos hacia el área más estable ubicada hacia el este y que actúa también como área de aporte.

Los datos referentes a la Geología de Chile están extractados de los trabajos de: Brügger, J. (1950), Muñoz Cristi, J. (1956), Ruiz Füller (1965) y Zeil (1964).

En el desarrollo de la Cordillera de los Andes participan como elemento preponderante rocas ígneas de diferentes tipos.

Las rocas efusivas son escasas en el pre Triásico pero intervienen con gran importancia durante el Jurásico y Cretácico, aunque a partir del Triásico se inician las manifestaciones ígneas del orógeno de la Cordillera.

Los datos de Chile respecto a las fases tectónicas y sus discordancias no están totalmente estudiados, pero se puede generalizar que independientemente de la orogenia paleozoica que afectó a la Cordillera de la Costa, a partir del Triásico se produjeron una serie de eventos que quedan ocultos en parte por la intensa actividad magmática, que predominó en este territorio durante el resto del Mesozoico.

La actividad volcánica del Triásico tuvo más importancia *en el centro y sur del territorio*, donde se presentan *delgadas intercalaciones sedimentarias*. En cambio hacia el norte las columnas sedimentarias y sus asociaciones fosilíferas son más importantes.

Durante el Jurásico y Cretácico se producen una continuidad de efusiones

volcánicas cuyos registros son extraordinariamente potentes. *Esto se presenta en la zona central y austral*. En el Jurásico superior, en la alta Cordillera, hay potentes series yesíferas y se produce la sedimentación continua en el Geosinclinal de Magallanes. Hay que mencionar, como característica distintiva del Cretácico que se produce la intrusión del Batolito Andino alojado a lo largo de Chile. *Las manifestaciones más importantes se encuentran entre los paralelos 38° y 45°*. Las rocas constituyentes, datadas radimétricamente, en su gran mayoría pertenecen al Mesozoico en especial al Cretácico medio, aunque existen cuerpos menores de caracteres similares que podrían pertenecer al Paleozoico. Estas intrusiones han sido acompañadas por levantamientos orogénicos (principales).

Como síntesis de lo expuesto anteriormente y de la idea, que las estrechas relaciones entre los sucesos acaecidos en el lado chileno y en nuestro territorio, se pueden citar las conclusiones de Stipanovic (1957), autor que considera a estos procesos ígneos como prácticamente continuos, al menos desde el Carbónico hasta el Jurásico. Además, observa que en el Cretácico inferior existe una mayor frecuencia de los fenómenos magmáticos. En consecuencia se puede inferir que los acontecimientos que sucedieron en la Cordillera de los Andes no han ocurrido en una época determinada y no se encuentran totalmente caracterizados por una fase específica.

Al hacer la revisión de los hechos que pudieron influir en el cuadro tectosedimentario de una región, debe tratarse de aprehender la totalidad de los acontecimientos que ocurrieron en las áreas inestables colindantes. Además, no parece discutible que en una región en evolución geológica, mientras en un sector de la misma ocurren fuertes manifestaciones ígneas y asociadas, en otras hay sedimentación normal. Todos estos procesos, en la integración general re-

sultan ser continuos y transicionales y casi contemporáneos.

En la orogenia hay una íntima relación entre sus distintas fases y los ciclos ígneos. El resultado del comportamiento tectónico y de las características composicionales del área de aporte, donde actúan los procesos erosivos, se ven reflejados en las asociaciones litológicas y sus características que son efecto de esa causa. La historia de la Cuenca Neuquina la reconstruimos, por falta de suficientes datos anteriores, a partir de las grandes manifestaciones volcánicas del Triásico.

Actualmente Chile es uno de los países dentro del área circumpacífica más afectado por terremotos y movimientos sísmicos y fenómenos magmáticos. La localización principal de estos procesos se encuentra al norte del paralelo 44°. Esto demuestra que la faja orogénica caracterizada por inestabilidad, continúa activa. La intensidad de los acontecimientos que hacen a la evolución de la Cordillera, se nos presentan aislados por la desigual relación entre el tiempo de observación y el tiempo geológico.

Los procesos iniciados en el Mesozoico continúan y la faja de inestabilidad puede estar ligeramente desplazada, pero la corta vida histórica y la escasez de los datos de medidas de los procesos, no nos permite conocer totalmente el significado de la actividad orogénica del instante geológico en que vivimos.

La especulación teórica de lo sucedido en la Cuenca Neuquina tienen una comprobación inequívoca con los resultados obtenidos en este estudio a partir del Malm. Para las épocas anteriores la interpolación es válida, por que son procesos similares y continuos con los superiores y juntos integran la historia geológica de la Cordillera y sus áreas de depositación.

#### 4) INTERRUPCIONES EN LA SEDIMENTACIÓN, TRANSGRESIONES Y REGRESIONES.

Krumbein y Sloss (1963), sostienen que es más importante establecer la extensión geográfica de una discordancia, que su clasificación geométrica. Las discordancias locales se desarrollan típicamente en las márgenes de las cuencas y a lo largo de los ejes de tendencias estructurales con levantamientos intermitentes, mientras que en otras áreas la sedimentación normal continúa. Es decir, que la actividad orogénica no interfirió totalmente los procesos sedimentarios. Este caso lo vemos muy bien ejemplificado en las formaciones de la Cuenca Neuquina.

Las discordancias regionales que se pueden seguir a lo largo de kilómetros a través de las cuencas, alrededor de sus márgenes y cruzando sus zonas positivas, son identificables solamente por la gran extensión de las áreas afectadas.

Muchas discordancias locales pueden ser fácilmente identificables en un solo punto de observación y no tener un desarrollo regional o ser insignificantes. Contrariamente pueden existir discordancias regionales, de difícil identificación local. Otro concepto que debemos tener en cuenta, es que pocas y raras veces se puede caracterizar a los acontecimientos sucedidos en una cuenca como transgresivos o regresivos en su totalidad. En conclusión, los puntos aquí tratados dependen de la relación y situación del par sedimentario.

### XV. HISTORIA GEOLOGICA

Como ya fue expresado anteriormente, la Cuenca Neuquina, la dividimos en dos zonas; *Una ubicada al oeste (coincidente con la zona de afloramiento en gran parte) que denominamos Eugeosinclinal y sólo definida por su inestabilidad e íntima relación con áreas de actividad orogénica.*

La otra zona ubicada hacia el este del área eugeosinclinal es la "zona de Transición" o de "Cuencas Marginales" cuyas características principales son su mayor estabilidad y la intervención principal de las áreas de aporte cratónicas de los bordes de cuenca (ver fig. n° 14).

El límite entre las dos áreas es de problemática ubicación por falta de datos de subsuelo y por la ausencia de afloramientos de las formaciones bajo estudio. Las evidencias litofaciales nos indican que esta zona de separación o diferenciación estaría ubicada aproximadamente en la línea de los Chihuidos (entre los 69° y 70° de longitud sur) y que para la sedimentación de algunas formaciones (Tordillo) parece haber actuado como una zona más elevada y en partes probablemente positiva<sup>1</sup>. Este posible elemento lo llamaremos tentativamente (Proto-dorsal de los Chihuidos) (ver fig. n° 14).

Las características del sustrato de la cuenca (sobre el cual se apoyan las sedimentitas jurásico-cretácicas), cuya distribución, comportamiento y composición fueron explicadas en el capítulo referente al "Complejo litológico basal", está como vimos formado principalmente por rocas volcánicas y sus asociadas (tobas, ignimbritas y aglomerados). Las otras rocas de este sustrato son plutonitas, metamorfitas y escasas sedimentitas.

Las plutonitas y metamorfitas tienen una mayor representatividad hacia el borde sur y sudeste de la cuenca, sector este último al que están restringidas las metamorfitas.

En el área norte y nordeste aparecen "lineaciones" (trend), de rocas plutónicas (subsuelo de Entre Lomas, Piedras Blancas, Tapera Avendaño y Rinconada al sur de la zona de Catriel).

<sup>1</sup> Otra posibilidad que queda planteada es que se trate solamente de cambios litofaciales, en vez de no depositación o disminución de espesores.

Estas rocas son escasas en este área norte, ya que las perforaciones en su mayoría atravesaron rocas volcánicas y asociadas. También se detectaron rocas plutónicas en la zona central, al norte y al sur del río Colorado en los pozos de Puesto Hernández y Pata Mora.

En el área noroeste (Cordillera del Viento) se encuentran las sedimentitas carbónicas (datadas por fósiles) intruidas por granito, y sobre esta secuencia se hallan potentes columnas litológicas de rocas volcánicas y tobas. Hay que citar que para el borde sur de la cuenca, además de las metamorfitas, plutonitas y vulcanitas se encuentran arenitas, conglomerados, pelitas, etc. con intercalaciones de vulcanitas y diferentes tipos de piroclastitas. Dentro de este complejo litológico y hasta tanto no se cuente con estudios petrográficos y correlaciones litobioestratigráficas, la identificación de las diferentes formaciones (que aparentemente se encuentran restringidas en el borde sur o sus equivalencias Paso Flores, Lapa, Sañico Piedra Pintada, Piedra del Aguila, etc.), se consideran como parte del "Basamento" de la cuenca en este estudio y cuya edad puede llegar hasta el Liásico inferior (Lotharingiano).

*Este "Basamento" (complejo litológico) conforma un relieve de cuenca y subcuencas menores (principalmente hacia el borde este en el área de Cuencas Marginales o Zona de Transición) cuya pendiente regional principal inclina hacia el oeste (Eugeosinclinal).*

Los elementos estructurales guardan una relación de paralelismo en muchos de los casos con los bordes de la cuenca; como caso más ilustrativo puede mencionarse la llamada dorsal Charahuilla-Plottier cuya característica litológica principal resulta de su constitución plutónica (principalmente granito), como lo demuestra el afloramiento de cerro Granito al sudoeste de Plaza Huincul.

Elementos estructurales menores no

totalmente individualizados e inferidos por datos de subsuelo también se distinguen hacia los bordes de cuenca.

En la figura n<sup>o</sup> 1 se representa la configuración de la dorsal y en la n<sup>o</sup> 14 se vuelcan las relaciones de los elementos estructurales y los diferentes grados de intensidad que los afectaron.

Los detalles mencionados resultan de la actividad magmática y tectónica que afectaron las áreas ubicadas hacia el oeste y donde se manifestaron los movimientos y la actividad ígnea más intensa. El sustrato de la cuenca compuesto por rocas volcánicas y en menor cantidad por plutonitas que conformaban el relieve esbozado, es función de diferentes procesos erosivos y tectónicos que actuaron afectando heterogéneamente y en distintas épocas a la asociación volcánico-plutónica y a los sedimentos suprayacentes.

Algunos de los elementos que conforman este relieve son: la dorsal Charahuilla-Plottier, la Protodorsal de los Chihuidos?, el bloque sobreelevado de Sierra Barrosa (norte de Plaza Huincul-Challacó) (Rolleri, 1957), lineaciones litológicas del sustrato ("trend" de los pozos ya mencionados, Entre Lomas ..... Rinconada, etc.) y estructuras menores paralelos a los bordes de cuenca.

De las características litológicas y petrográficas de la secuencia sedimentaria suprayacente al "Basamento", se infiere que las mismas varían, dependiendo de la ubicación en las distintas partes de la cuenca con respecto a las áreas de aporte. Mientras en una zona tenemos sedimentación típicamente marina, en otras la depositación tiene lugar en áreas de dominio continental. Esta es una situación frecuente, que explica las variaciones litofaciales de muchas cuencas, bien identificada en la Cuenca Neuquina en función de los rasgos litológicos de las áreas de aporte y de depositación (relación del par sedimentario). En el eugeosinclinal las relaciones entre las formaciones, su comportamien-

to litológico y variaciones faciales, son una consecuencia directa e importante de los acontecimientos orogénicos que acontecían en la zona andina (es decir al oeste de la Cuenca). Para la zona de transición (o cuencas marginales) evidentemente las áreas de aporte intervinientes corresponden al llamado Macizo Norpatagónico, los bordes meridionales de las Sierras Pampeanas, la continuación meridional de la sierra Pintada y sectores adyacentes.

En cuanto a las características de cuencas y subcuencas del sustrato y de los diferentes elementos, ya ha sido explicado que resultan de una respuesta a los movimientos tectónicos, provocando hundimientos y levantamientos locales, registrados principalmente hacia los bordes de cuenca (dorsal Charahuilla, bloque sobreelevado de Sierra Barrosa y elementos menores, etc.).

Todos estos elementos estructurales en muchas de las áreas cercanas a la dorsal y dentro de la "zona de Transición", actuaron como área de aporte de las cuencas y subcuencas.

Además debido a la ubicación de las diferentes áreas de alimentación, resultan mezcla y/o predominio de elementos litológicos y/o mineralógicos, dependiendo de la composición de estas áreas de proveniencia.

Las casi homogéneas características litológicas que se presentan en la parte oriental del eugeosinclinal, se deben a una sedimentación casi continua, con escasa participación de terrígenos, y de condiciones ambientales principalmente marinas (neríticas), con asociaciones más costaneras (pelíticas-evaporíticas). Dicha homogeneidad desaparece hacia el lado occidental del eugeosinclinal (ver fig. n<sup>o</sup> 15). En esta parte oeste se observa *una repetición cíclica y arealmente restringida de las asociaciones litológicas, como también una misma ubicación geográfica en la cuenca*. Es decir, que mientras en el *área eugeosinclinal ubicada más al este casi todas las formaciones participan de un*

*ambiente deposicional casi continuo y constante, aquí existe una variación litológica y genética de algunas formaciones. Este hecho está controlado por la exposición cíclica de áreas principalmente volcánicas ubicadas al oeste, que suministran elementos clásticos a las Formaciones Lajas, Lotena, Tordillo y Mulichinco. Esta aparición cíclica tiene distinto registro litológico de la intensidad, pero lo que se mantiene aproximadamente constante es la situación geográfica de estas áreas de aporte.* Las características sedimentológicas muestran que disminuyen granométricamente hacia el este (conglomerados, areniscas, pelitas) y las condiciones ambientales, varían gradualmente hasta llegar al área donde la sedimentación y las características deposicionales se mantienen constantes.

Debe agregarse, que esta repetición cíclica tiene dos situaciones sedimentológicas especiales de la cuenca, que son consecuencia de activos movimientos de la faja andina. Los dos formaciones que tienen estas características son: La Manga-Auquinco y la Formación Huitrin. *La última de ellas es el límite ambiental deposicional, a partir del cual se instala un régimen de sedimentación eminentemente continental (Formación Rayoso), que se mantiene hasta las intrusiones del Cretácico superior-Terciario inferior.*

Con respecto a la denominada "zona de Transición" o de "Cuencas Marginales" los afloramientos son más escasos y hacia el este desaparecen bajo formaciones más nuevas, cretácicas superiores, terciarias y cuartarias. Esta zona tiene en su gran mayoría datos de perforaciones. Es decir, que la correlación en muchos casos es difícil y dudosa, por las características de las variaciones litofaciales que se presentan al acercarnos a los bordes de cuenca, con participación muy importante y continua de terrígenos. En la zona norte, esta área de transición la ubicamos tentativamente

al este de la supuesta Protodorsal? de los Chihuidos (ver fig. n° 14).

Para el área al sur de la dorsal Plotier-Charahuilla, los afloramientos se pierden hacia el borde de cuenca y la información principal está basada en datos de subsuelo. En la zona noroeste y en sus límites con La Pampa y Río Negro es donde se encuentran los principales yacimientos petrolíferos de la Cuenca Neuquina (Catriel, Medanitos, Medianera, etc.). Evaluando los datos de Marchese (1968), Becker y Marchese (1967), Fernández Garrasino (1969), podemos establecer que en la zona *nor-nordeste, la sedimentación se produjo, a partir de la Formación Tordillo, acompañada de la Formación Vaca Muerta-Quintuco y parte de Mulichinco-Agrío? (Formación Entre Lomas), con características ambientales semejantes a las del área eugeosinclinal.*

Como ya fue explicado al referirse a estas formaciones, es difícil separar entre la Formación Mulichinco y la infra-yacente Vaca Muerta-Quintuco, porque características litológicas (comunicación verbal de Cangini J.) y micropaleontológicas del estudio Becker y Marchese, ya citado, hacen suponer que parte de esta Formación Vaca Muerta-Quintuco (en su parte superior), es un equivalente temporal de la sedimentación de la Formación Mulichinco y tal vez de Agrío, principalmente en los niveles inferiores.

A partir de estas formaciones en el *área nor-nordeste*, la sedimentación tuvo lugar en condiciones eminentemente continentales con participación principal de terrígenos (Formación Barriales Colorados).

En la zona de "Cuencas Marginales", el registro litológico de la única ingresión que es posible identificar, es el equivalente litofacial de las Formaciones Vaca Muerta-Quintuco, Mulichinco y Agrío?, es decir el Grupo Catriel. Debe considerársela como una ingresión procedente del oeste, alcanzando el territorio de Río Negro y La Pampa?. El

sector de entrada principal de esta ingresión, presenta una conformación similar a la de una bahía, con una fuerte inflexión ubicada entre los paralelos 38° y 39° aproximadamente. En esta parte se desarrollan los mayores espesores. Según Fernández Garrasino (1969), a la altura de la localidad de Añelo, en el pozo Barriales Colorados (BC-1), es probable que las sedimentitas de la Formación Mulichinco y Agrio se presenten con características similares al de la Formación Vaca Muerta-Quintuco.

La separación entre estas formaciones es difícil de ubicar por sus características sedimentológicas y por la escasez de datos de áreas vecinas.

En el "área de Transición" o de "Cuencas Marginales", hacia el borde de cuencas las formaciones más antiguas no se depositaron, mientras que llegando al límite con Río Negro y La Pampa, se presentan las formaciones superiores cretácicas continentales (Barriales Colorados y Grupo Neuquén) sobre sedimentitas marinas de escaso desarrollo (Grupo Catriel), hasta que estas últimas desaparecen (ver fig. n° 15).

Al sur de la dorsal Charahuilla-Plotier la sedimentación se inició antes que en el área anteriormente mencionada, cuyos exponentes corresponden a la Formación Molles extendida hasta el norte de la localidad de Villa Regina (RPG-1). En la parte central de la subcuenca principal, que se ubica entre la dorsal y el borde sud-sudeste de la cuenca, se encuentran características litológicas similares a los afloramientos ubicados en el área del oeste o eugeosinclinal. Lógicamente a medida que nos acercamos hacia los bordes de cuenca, estas características propias se van perdiendo, lo cual dificulta su identificación, a semejanza de lo bosquejado para el área nornordeste de la dorsal anteriormente explicada. Resumiendo, tenemos:

Que en la zona que llamamos eugeosinclinal, la sedimentación fue continua y de características ambientales casi constantes. Estas varían hacia el oeste

*dentro del área eugeosinclinal donde, cíclicamente hay intervención muy importante de áreas de aporte, principalmente rocas volcánicas y cuya área de influencia está restringida areal y geográficamente.*

Como consecuencia de ello, tenemos importantes variaciones litofaciales principalmente en las Formaciones: Lajas-Lotena, Tordillo y Mulichinco, que se presentan con características continentales de sedimentación en planicie aluvial. Hacia el este, integran un ambiente deposicional de sedimentación marina somera y transicional, con características que hacen en partes difícil la ubicación de los límites entre ellas.

Por otro lado, en la zona que denominamos de "Transición" o de "Cuencas Marginales", la sedimentación del sector nordeste se produce a partir de la Formación Tordillo y hacia los bordes de cuenca van desapareciendo las formaciones inferiores (Tordillo, Vaca Muerta, etc.). En la misma "zona de Transición", al sur de la dorsal a partir de la Formación Molles, las sedimentitas se depositan con características similares a las del área eugeosinclinal.

Hacia el borde de cuenca se depositan únicamente las formaciones superiores y se llega a una zona, donde la acción de las áreas de aporte mantuvieron su predominio y donde es dificultoso establecer una separación entre sedimentitas con áreas de aporte similares y con características ambientales continuas.

Es decir, *que tenemos bosquejada una cuenca con sedimentación marina normal, que hacia el borde este va perdiendo sus características ambientales definidas, pasando a un ambiente continental. Como consecuencias de fenómenos orogénicos, la zona eugeosinclinal más occidental, presenta sedimentitas con la participación de elementos procedentes de áreas de aporte arealmente restringidas, que se repiten cíclicamente en el tiempo, condicionadas a las carac-*

*terísticas del relieve y los agentes de transporte.*

Un método que se ha empleado frecuentemente en la interpretación geológica de la Cuenca Neuquina, es la extrapolación de los resultados de determinadas condiciones tectónicas. Específicamente, a las discordancias observadas en un área se le confiere carácter regional, de tal manera que se las considera reales, aún en otros sectores donde las relaciones entre dos formaciones se encuentran en concordancia. Los lugares donde las discordancias son indiscutibles son los siguientes:

1º) En la sierra de la Vaca Muerta (perfil 53) entre sedimentos de las Formaciones La Manga y Tordillo, donde además de la relación discordante (discutidas por algunos autores), se ve en la base rodados de las calizas de La Manga, 2º) En la zona de Quilimalal (perfil 43) entre las sedimentitas de la Formación Rayoso y las del Grupo de Neuquén, 3º) En el cerro Lotena entre la Formación Candeleros (base del Grupo Neuquén en esa zona) y los sedimentos neocomianos asimilados al Valanginiano-Hauteriviano. En la misma localidad también se presentan relaciones de discordancia entre la Formación Lotena y las Formaciones Quebrada del Sapo?-Vaca Muerta.

Estas observaciones han llevado a distintos autores, a interpretar la existencia de pseuconcordancias en las mismas formaciones donde las relaciones de discordancia no existen. Este hecho tiene una explicación que se visualiza y se integra con los acontecimientos ocurridos en las distintas etapas de sedimentación de las formaciones jurásicas y cretácicas. Aunque esto será explicado con más detalle hay que hacer notar que las características deposicionales y los acontecimientos tectónicos (discordancias) que las afectaron junto con la aparición cíclica de áreas de aportes ubicadas al oeste, se superponen en las mismas zonas a través del tiempo.

Las distintas manifestaciones orogénicas (magmático-tectónicas) que dan como resultado la participación de nuevas áreas de aporte (algunas de las cuales se registran en las características sedimentológicas de la Cuenca Neuquina), tienen una explicación importante al revisar la bibliografía referente a la geología de Chile (Zeil, W., 1964) donde vemos que en la Cordillera de la Costa y la alta Cordillera, se presenta una sucesión de manifestaciones volcánicas del Triásico, Jurásico y Cretácico (ya explicado en el capítulo referente a la geología de Chile). Por otro lado, Stipanovic (1967) señala que la sucesión casi continua de manifestaciones ígneas, datadas radimétricamente corresponden desde el Permocarbónico hasta el Cretácico inferior.

Este mismo autor (1968 y 1969), observó la continuidad de manifestaciones tectónicas y los equivalentes de las "fases diastróficas" argentinas con las chilenas. Para el caso de la Cuenca Neuquina vemos que han acontecido en el tiempo manifestaciones "diastróficas". Considero apropiado, integrarlas regionalmente con respecto a lo sucedido en la faja andina u orógeno y sin entrar a opinar con respecto a las correlaciones mundiales.

De los cuadros litofaciales establecidos en este trabajo, surge que el *aporte principal* de sedimentos terrígenos del área eugeosinclinal occidental, no proviene del Macizo Nordpatagónico, sino que de un área de alimentación ubicada al oeste. Como ya dijimos anteriormente esta situación se repite cíclicamente, estando restringida geográficamente a un mismo sector.

*Las características sedimentarias de la Formación Lajas-Lotena, Tordillo y Mulichinco son una comprobación de la aparición cíclica de nuevas áreas de aporte. La consecuencia de estos levantamientos coincidirían con algunas de las fases diastróficas citadas por Stipanovic (1968) (ver cuadro nº 1).*

Estimo que la intensidad o el acmé de la actividad tectónica del Jurásico se encuentra reflejada inicialmente en las condiciones de la depositación de la Formación La Manga-Auquenco. *La parte final del proceso* es la consecuencia de la transgresión más extendida de la cuenca (Formación Vaca Muerta-Quintuco, etc.). Ambas formaciones están dispuestas infra y suprayacentes a la Formación Tordillo, cuyas características litofaciales nos indican la proximidad y/o intensidad de los movimientos que levantaron las áreas de aporte y provocaron las discordancias. *Es decir que en el tiempo estas tres formaciones conforman un proceso integral de acción y reacción.*

Siguiendo el mismo criterio, podemos dar un orden de intensidad a las otras formaciones con comportamiento cíclico (en el oeste) que son el resultado de situaciones tectónicas y cuyo registro litológico son psamitas y pefitas. En grado algo menor de intensidad de levantamiento y/o proximidad de las áreas de aporte a la Formación Tordillo, le siguen la Formación Lotena y Mulichinco.

Esta última tiene una distribución litofacial similar a la Formación Lotena, si bien no han sido observadas relaciones de discordancia, en ningún lugar de la Cuenca Neuquina. La inexistencia de las discordancias, puede ser atribuida a que el área de aporte y por consiguiente los movimientos tectónicos, afectaron regiones más occidentales que aquéllas de donde fueron suministrados los materiales para el desarrollo de las Formaciones Lotena y Tordillo. *No todas las discordancias registradas en el lado chileno tienen igual intensidad y por supuesto pueden no tener un reflejo sedimentario en nuestra cuenca.*

En este trabajo no ha sido tomado en cuenta la regionalidad mundial y la contemporaneidad con los hechos acaecidos en la Cuenca Neuquina. La certeza de estos hechos se debe buscar principalmente en los sucesos acaecidos en la

*faja andina* y posiblemente en las formaciones que se presentan en territorio Chileno y cercanos a este sector geográfico. Otro movimiento diastrófico importante se registra en la sedimentación de la Formación Huitrin, semejante a lo sucedido para la Formación Auquenco-La Manga, pero a partir de aquí el proceso regresivo se completa definitivamente. Este hecho lo vemos reflejado en la transicionalidad de la Formación Huitrin, con respecto a las formaciones infrayacentes principalmente marinas (excepto en el área eugeosinclinal ubicada al Oeste y con aporte cíclico de terrígenos) y las suprayacentes eminentemente continentales (Formaciones Rayoso y sus equivalentes Bajada Colorada y las Formaciones del Grupo Neuquén). *Es decir, que después de una sedimentación de ambiente (marino nerítico a palustre) casi constante (excepto la ciclicidad local en el oeste y las características continentales hacia los bordes de cuenca), se produce un importante cambio de pendiente regional y de las condiciones deposicionales que se ven reflejadas en las Formaciones Rayoso (Bajada Colorada) y del Grupo Neuquén.*

La causa del cambio de la pendiente y de las condiciones ambientales en que se depositaron los "Estratos Rojos" mencionados, integran el cuadro general del levantamiento y plegamiento de la Cordillera de los Andes, cuya fase principal coincidiendo con lo manifestado por Brüggén, J. (1950) se realiza a partir del Cretácico medio. Con el nuevo ambiente y el cambio de pendiente en el lado chileno, simultáneamente se acentúan las intrusiones del cuerpo principal del Batolito Andino y a su vez continúa la participación de las rocas efusivas.

Todos estos acontecimientos geológicos, motivaron un cambio ambiental definido que dio lugar a la sedimentación de los "Estratos Rojos". *El registro tectónico, es decir las discordancias se encuentran localizadas en la misma área*

donde se produjeron las sedimentaciones cíclicas de las Formaciones Lajas?, Lotena, Tordillo y Mulichinco, en el oeste de la cuenca. En otras palabras, a partir de la sedimentación cíclica y de las condiciones ambientales, podemos deducir que las etapas tectónicas y sus procesos ígneos asociados, se presentan arealmente restringidas y coinciden geográficamente con los registros geológicos de estos sucesos tectónicos a través del tiempo en esas áreas (perfil 43, C° Lotena, Perfil 53, etc.). De esto se deduce con claridad la interdependencia entre las características sedimentológicas y las situaciones tectónicas.

Otro hecho que avala esta ciclicidad y arealidad en el comportamiento de las formaciones (tanto sedimentológico como tectónico), se desprende del mapa de elementos estructurales del trabajo de H. Ducloux (1946), donde se interpreta que:

- 1) La intensidad de los movimientos decrece desde el oeste hacia el este.
- 2) Una inflexión de las líneas estructurales en sentido oeste-este entre los paralelos 38° y 39°.

*Este comportamiento estructural es aproximadamente coincidente con el de las líneas litofaciales de comportamiento cíclico y con el área de gran aporte de terrígenos (ubicada al oeste del eugeosinclinal) que se presenta en las Formaciones Lajas?, Lotena, Tordillo y Mulichinco. Dicha coincidencia se comprueba comparando el área de inflexión de las curvas litofaciales (fig. 5, 7 y 9) de estas formaciones, con las de los elementos estructurales del trabajo de H. Ducloux. Además, hay que remarcar que las relaciones de discordancias indiscutidas [entre la Formación Auquinco-La Manga con la Formación Tordillo-Perfil 53; entre Rayoso y Grupo Neuquén (ambos "Estratos Rojos") Perfil 43; y las del C° Lotena] se encuentran dentro del área de mayor intensidad tectónica. Todo lo dicho anteriormente se encuentra graficado en la figura n° 14.*

*Esto ayuda a demostrar, que la regionalidad de los procesos tectónicos y magmáticos que afectaron a las formaciones de la Cuenca Neuquina, están arealmente restringidos y repetidos en el tiempo.*

Aunque ya se dijo anteriormente, hay que hacer notar que el movimiento inicial, que fue la causa de un proceso regresivo incompleto registrado por la asociación litológica de la Formación La Manga-Auquinco (principalmente las evaporitas de esta última) y sus relaciones de discordancia (restringidas y locales asignadas en este trabajo) con respecto a la Formación Tordillo y la extensión areal de la ingresión representadas por las sedimentitas de la Formación Vaca Muerta-Quintuco, nos muestra un proceso diastrófico con sus distintas fases. *La iniciación del movimiento se registra en un cambio de ambiente sedimentario (Formación La Manga-Auquinco), la relación de discordancia y las características sedimentarias (ambas locales y restringidas) de la Formación Tordillo resultan como consecuencia inmediata de la actividad tectónica y magmática y por último la ingresión extensa que da lugar al desarrollo de la Formación Vaca Muerta-Quintuco, como efecto final del proceso.* Además en el borde nor-nordeste de la cuenca, a partir de ese momento se produce la sedimentación de las Formaciones Tordillo y las suprayacentes.

*Es conveniente recalcar, que los registros litológicos y cíclicos (Formaciones Lajas?, Lotena, Tordillo y Mulichinco) en el área oeste de la zona eugeosinclinal, no tienen todos igual intensidad y/o proximidad con las áreas de aporte, pero sí tienen igual localización geográfica.*

En cuanto al otro movimiento registrado en la columna sedimentaria de la Cuenca Neuquina (discordancia), lo ubicamos dentro de la sedimentitas rojas continentales. Ello es el resultado de la existencia de áreas móviles en la faja andina, acompañados de pro-



cesos intrusivos (Batolito Andino) y efusiones volcánicas del Cretácico medio, que determinaron un cambio de pendiente regional hacia el este y la consiguiente sedimentación de la Formación Rayoso y del Grupo Neuquén. En este bosquejo tectofacial, hay que remarcar que los sedimentos en una cuenca, son la consecuencia directa de acontecimientos que han ocurrido en áreas que en ese momento fueron positivas o actuaron como áreas de aporte. En nuestro caso, ya vimos que para la zona eugeosinclinal hay una íntima relación entre las áreas de aporte y de depositación. Es decir que la historia de la cuenca es una relación entre erosión y sedimentación (subsistencia) y de ello se desprende, una relación entre período de vacuidad y de colmatamiento. Asimismo la formación de un orógeno es la causa originaria de varios procesos técnicos, que se suceden en el tiempo y de las manifestaciones ígneas acompañantes. Las fases magmáticas de la Cuenca Neuquina están representadas principalmente por vulcanismo que se registra cíclicamente hasta el Cretácico, un plutonismo principal en el Cretácico medio, y una última fase con las efusiones durante el Terciario.

Por otro lado tenemos el registro tectónico y sedimentológico de los hechos principales, que sucedieron en el área eugeosinclinal más oriental. *Hay que remarcar que las características litológicas de las formaciones estudiadas (La Manga, Mulichinco, Agrio), corresponden a ambientes deposicionales de poca profundidad, principalmente neríticos y con oscilaciones donde la sedimentación marina, en parte litoral-palustre (Molles-Vaca Muerta-Quintuco) o evaporítica (Formación Auquinco-Huitrin-La Amarga) quedó restringida.*

Hacia los bordes de cuenca la actividad más intensa y constante de las áreas de aporte se ve reflejada en la importante participación clástica y en las variaciones faciales que se presentan en las formaciones hacia esos bordes.

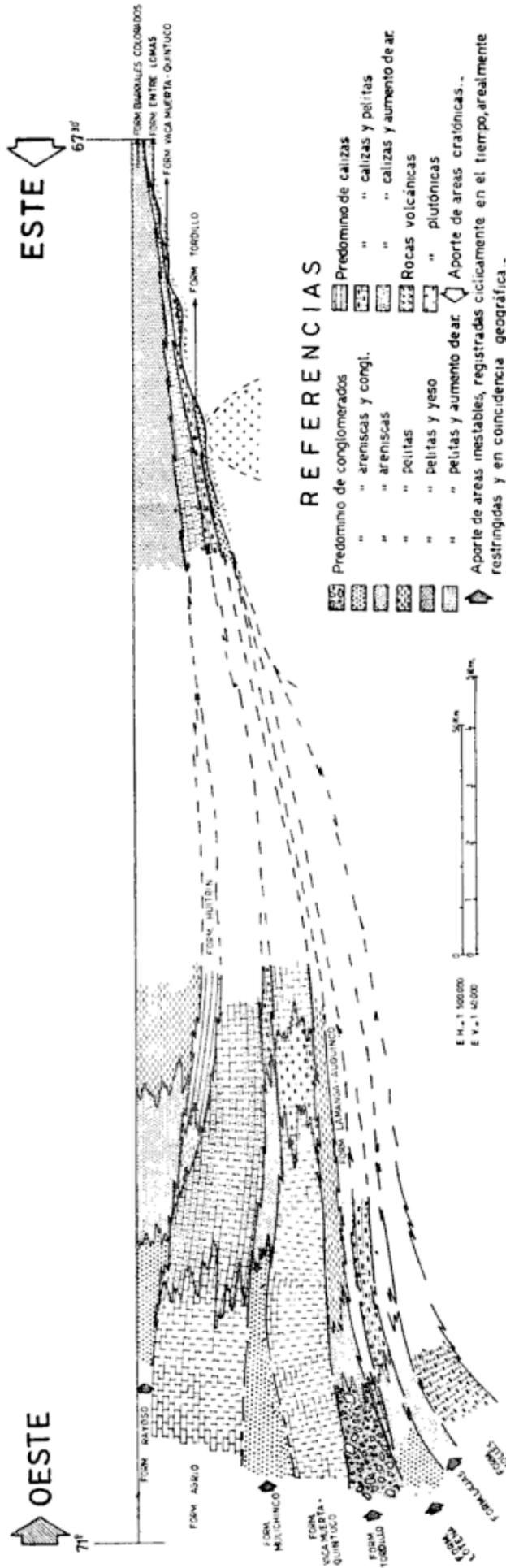
Hasta aquí resulta evidente, que la ciclicidad y la participación de las áreas afectadas por la orogenia andina, surgen de los caracteres litofaciales de las formaciones Lajas?-Lotena-Tordillo y Mulichinco en el oeste de la cuenca. *El cambio ambiental registrado en las sedimentitas rojas (Rayoso y Grupo Neuquén) completan un lapso de transgresión con regresiones menores y locales que se mantiene, desde la sedimentación de la Formación Molles hasta la Formación Agrio, incluyendo parte de la Formación Huitrin (La Amarga) que es el nexo sedimentario entre el predominio de un régimen netamente geocrático (sedimentitas rojas) y la sedimentación marina. En este proceso general, el equilibrio entre la erosión (áreas de aporte) y la subsistencia, determinan las causales de la sedimentación correspondiente a las formaciones de la Cuenca Neuquina y que podemos resumir de la siguiente manera:*

1) *Hundimiento rápido y depositación rápida:* Formaciones Lajas?, Lotena, Tordillo, Mulichinco. (En el área eugeosinclinal más cercana a la faja móvil del oeste).

2) *Hundimiento rápido y depositación lenta:* Molles, Auquinco-La Manga, Vaca Muerta, Quintuco, Agrio. (En el área eugeosinclinal más oriental también las formaciones citadas como ejemplo en la situación 1 pueden participar de estas características hacia el este, dependiendo de la cercanía y/o relieve de la faja móvil).

3) *Hundimiento lento y depositación rápida:* Huitrin, Rayoso y Grupo Neuquén. La Formación Huitrin, en función de sus características litológicas deposicionales al norte y al sur de la dorsal (Formación La Amarga) parece participar hacia el oeste en parte de lo expresado en la situación 2.

4) *Hundimiento lento y depositación lenta:* Esta relación conjuntamente con la citada en 3, se puede presentar en las formaciones desarrolladas hacia los



**REFERENCIAS**

- Predominio de conglomerados
- " areniscas y congl.
- " areniscas
- " pelitas
- " pelitas y yeso
- " pelitas y aumento de ar.
- Rocas volcánicas
- " plutónicas
- Predominio de calizas
- " calizas y pelitas
- " calizas y aumento de ar.
- " Rocas volcánicas
- " plutónicas
- Aporte de áreas cratónicas...
- Aporte de áreas inestables, registradas cíclicamente en el tiempo, arealmente restringidas y en coincidencia geográfica...

Preparó: H.B. MARCHESE  
 Dibujo: C.A. OLIVERI - Mayo 1970

bordes de cuenca, en el área de cuencas marginales o “zona de Transición”.

Las grandes variaciones faciales, se deben a una disminución de la intensidad de los movimientos que afectaron el área de aporte de la faja móvil (del oeste) y a las características del relieve de la cuenca (cuencas marginales menores). La participación de los bordes de cuenca en la sedimentación, hace difícil poder asignar para cada formación una relación del par sedimentario (levantamiento - subsidencia) que tenga consecuencias faciales similares hacia los bordes de cuenca o hacia la faja móvil del oeste. Además muchas de las formaciones representan pasajes transicionales entre ambientes en sentido temporal y espacial. Las situaciones 1, 2 y 3 parecen ser la causa principal de la sedimentación en la zona eugeosinclinal. Hacia el borde de cuenca la mayor estabilidad permiten que actúen los procesos de la situación 4, y los correspondientes a la 3, aunque con menor intensidad.

Es decir, que de estas relaciones y sus consecuencias generales, vemos la importancia de la tectónica y sus procesos asociados en la sedimentación (fig. n° 15).

Con respecto a la integración del cuadro bioestratigráfico, que junto con el litoestratigráfico forman la columna estratigráfica de la Cuenca Neuquina, debemos hacer algunas observaciones basadas en los datos sedimentológicos de este estudio.

La ausencia de ciertos tipos de fósiles en la columna estratigráfica no necesariamente nos indica un hiatus, sino que esto puede ser la consecuencia directa y fundamental de las condiciones ambientales desfavorables para la conservación de los fósiles o, a condiciones ecológicas poco propicias para su desarrollo. Como ejemplo pueden citarse a las Formaciones Lotena, Mulichinco, etc., que debido a las variaciones litológicas y ambientales en el borde oeste de la faja eugeosinclinal, resulta lógico que carezcan de material fosilífero,

mientras que hacia el este (dentro de la zona eugeosinclinal), al modificarse las condiciones ambientales, éstas favorezcan al desarrollo de elementos biológicos. Además, en función de las características litológicas y ambientales, en algunas áreas las formaciones pueden cortar las líneas tiempo, como ya fue explicado para la Formación Mulichinco. Finalmente, debe tenerse en cuenta que la constancia del ambiente deposicional (principalmente en el área eugeosinclinal más oriental) y las características transicionales entre distintas áreas (considerando las variaciones laterales y verticales), dificulta enormemente la reconstrucción de la columna estratigráfica.

## XVI. CONCLUSIONES

Las conclusiones esenciales de este estudio, que en gran parte señalan un nuevo enfoque geológico para las sedimentitas mesozoicas de la Cuenca Neuquina, pueden resumirse en los puntos siguientes:

1) La Cuenca Mesozoica Neuquina se divide en dos ambientes tectosedimentarios en sentido oeste-este y cuya línea de separación hipotética se ubica aproximadamente en la zona de los Chihuidos (entre los 69° y 70° de longitud sur) a la que, en este trabajo, se aplica tentativamente el nombre de “Protodorsal de los Chihuidos”. Estos dos ambientes tectosedimentarios se diferencian con la denominación de Eugeosinclinal y “Cuencas Marginales”, respectivamente.

2) El primero de ellos (eugeosinclinal) ubicado al oeste de la “Protodorsal” está definido en el sentido de Krumbein y Sloss, es decir, se caracteriza sólo por su inestabilidad e íntima relación con zonas de actividad orogénica. En él se puede distinguir dos zonas: Una occidental y otra oriental.

3) El sector ubicado al este del eugeosinclinal, es la zona de “Cuencas Mar-

ginales”, cuyas características principales son su mayor estabilidad e intervención predominante de las áreas de aporte cratónicas.

4) El llamado basamento de la cuenca está integrado por un complejo litológico en el que participan rocas volcánicas, plutónicas y sedimentarias. Este basamento conforma un relieve de cuencas y subcuencas menores (principalmente en la zona de “Cuencas Marginales”), cuya pendiente regional principal es hacia el oeste (eugeosinclinal).

5) Las casi homogéneas características litológicas que se presentan en la zona oriental del eugeosinclinal, se deben a una sedimentación aproximadamente continua con escasa participación de terrígenos, condiciones marinas principalmente neríticas, con asociaciones costaneras (pelítico-evaporíticas) y en partes con características de ambiente restringido. Dicha homogeneidad desaparece hacia la zona occidental del eugeosinclinal. En esta zona se observa una repetición cíclica arealmente restringida, de las asociaciones litológicas.

6) Esta repetición cíclica, está controlada por la exposición de áreas esencialmente volcánicas ubicadas al oeste, que suministran elementos clásticos a las Formaciones Lajas?-Lotena, Tordillo y Mulichinco.

7) A estas formaciones les corresponden distintas características texturales debido a la intensidad y/o lejanía de las áreas de aporte, pero lo que se mantiene constante en el tiempo es la ubicación geográfica de estas áreas.

8) La repetición cíclica dentro del área eugeosinclinal tiene dos situaciones sedimentológicas especiales, y que son consecuencia de activos movimientos de la faja andina. Las dos formaciones producto de este proceso son La Manga-Auquinco y Huitrin.

9) La Manga-Auquinco representa un proceso de regresión local.

Huitrin cierra un ciclo donde preva-

lecieron generalmente condiciones ambientalmente casi continuas, desde la depositación de la Formación Molles hasta la Formación Agrio, con características marinas de poca profundidad y con épocas donde la misma estuvo restringida llegando a ser de tipo litoral-palustre a evaporítico. Ciclo sedimentario en el que se registran regresiones de carácter local ubicadas dentro del área eugeosinclinal (zona occidental), las que se repiten cíclicamente en el tiempo y en el espacio, como consecuencia directa de los fenómenos orogénicos que acontecían en el oeste. A partir de la Formación Huitrin se instala un régimen de sedimentación eminentemente continental en toda la cuenca, con características de “Estratos Rojos” (Formación Rayoso y Grupo Neuquén) que se mantiene hasta las ingresiones del Cretácico superior-Terciario inferior.

10) Las discordancias al igual que ciertos tipos litológicos (pséfitas y psamitas) se encuentran areal y geográficamente restringidas repitiéndose en el tiempo en coincidencia geográfica.

11) Los registros litológicos de las Formaciones Lajas?, Lotena y Tordillo, en el área más occidental del eugeosinclinal, coinciden con movimientos tectónicos registrados como discordancias (arealmente restringidas) en el estudio de campo. Por otro lado en las Formaciones Mulichinco y Rayoso no se registran, en los datos de campo, los movimientos tectónicos (discordancias). Esto debe ser atribuido a que las áreas de aporte y por consiguiente los procesos tectónicos y magmáticos, afectaron regiones más occidentales que aquéllas de donde fueron suministrados los materiales para las Formaciones Lajas?-Lotena y Tordillo donde las relaciones de discordancia son indiscutidas.

12) El registro litológico de las Formaciones Lajas?, Lotena, Tordillo y Mulichinco no tienen iguales características texturales (principalmente granométricas), en una misma área a través del

tiempo. Esto es lógico porque los movimientos que afectaron la faja andina a pesar de la coincidencia geográfica, tuvieron distinta intensidad y/o las áreas, que alimentaron a estas formaciones se podrían encontrar dentro de la faja orogénica en distinta proximidad.

13) Los efectos de estos procesos tectomagmáticos en la sedimentación se pueden visualizar con el siguiente ejemplo: con la "iniciación" de un movimiento se registra un cambio de ambiente sedimentario (Formación La Manga-Auquinco), la relación de discordancia y las características sedimentarias (psamíticas, pséfíticas, ambas locales y restringidas) de la Formación Tordillo, resultan como consecuencia de la erosión de áreas ascendidas por la actividad tectónica magmática, por último la ingresión extensa que da lugar al desarrollo de la Formación Vaca Muerta-Quintuco es el efecto final del proceso. Es decir, que en el tiempo las tres formaciones conforman un modelo integral de acción y reacción.

Debemos señalar, que como consecuencia de estos movimientos algunas áreas que se mantuvieron como positivas (cuencas marginales del nornord-este), actúan como cuencas de sedimentación, y a partir de ese momento se depositan las Formaciones Tordillo y suprayacentes.

14) Hay que remarcar que las características litológicas de las formaciones estudiadas (La Manga, Mulichinco y Agrio), corresponden a ambientes deposicionales de poca profundidad principalmente neríticos y con oscilaciones donde la sedimentación marina en parte palustre (Formaciones Molles y la parte inferior de Vaca Muerta-Quintuco), o evaporítica (Formaciones Auquinco, Huitrin) quedó restringida. Las grandes variaciones faciales se deben a una disminución de la intensidad de los movimientos que afectaron al área de aporte de la faja móvil (del oeste) y a las características del relieve de la cuenca (cuencas marginales menores).

La participación de los bordes de cuenca en la sedimentación, hace difícil poder asignar para cada formación una relación del par sedimentario (levantamiento - subsidencia) que tenga consecuencias faciales similares hacia los bordes de cuenca o hacia la faja móvil del oeste. Además, muchas de las formaciones representan pasajes transicionales entre ambientes en sentido temporal y espacial.

15) De estas relaciones y sus consecuencias generales se ve la íntima relación entre tectónica, procesos magmáticos asociados y sedimentación.

16) La ausencia de ciertos tipos de fósiles en la columna estratigráfica no necesariamente indica un hiatus, sino que esto puede ser la consecuencia directa y fundamental de las condiciones ambientales desfavorables para la conservación de fósiles o condiciones poco propicias para su desarrollo, dado las variaciones faciales que citamos anteriormente.

17) El cambio ambiental registrado en las sedimentitas rojas (Rayoso y Grupo Neuquén) cierra un ciclo sedimentario transgresivo (con regresiones menores locales y restringidas) que se mantuvo desde la iniciación de la sedimentación de la Formación Molles hasta la Formación Agrio, incluyendo parte de la Formación Huitrin. Esta última es el nexo sedimentario entre el predominio de un régimen netamente geocrático (sedimentitas rojas) y de otro anterior principalmente talasocrático.

17) Este cambio registrado en las características sedimentarias y ambientales de los "Estratos Rojos", coincide con un cambio de pendiente regional hacia el este y que hasta ese momento se mantuvo hacia el oeste.

18) La causa del cambio de la pendiente y de las condiciones ambientales y climáticas en que se depositaron los "Estratos Rojos" mencionados, integran el cuadro general de levantamientos y plegamientos de la Cordillera de los An-

des, cuya fase principal se realiza a partir del Cretácico medio.

19) De todo lo expresado anteriormente se deduce con claridad la interdependencia entre las características sedimentológicas y las situaciones tectomagmáticas que afectaron a la faja andina y que llevaron a la construcción de la Cordillera de los Andes imprimiendo, con sus movimientos y áreas de aporte, las características fundamentales de las sedimentitas del sector eugeosinclinal. Dependiendo de la intensidad de estos procesos se colmataron las "Cuencas Marginales" con aporte de áreas cratónicas ubicadas al este.

#### AGRADECIMIENTOS

Quiero manifestar mi reconocimiento a los doctores Edgardo O. Rolleri, director de tesis y Juan C. Riggi por las sugerencias sobre los problemas geológicos y sedimentológicos y por los valiosos consejos que me han brindado para la realización de este estudio.

Agradezco muy especialmente a los licenciados Delia Becker, Jorge Cangini, César Fernández Garrasino, Diana Pöthe de Baldis por la importante colaboración prestada en las distintas fases de este trabajo y por su inestimable ayuda.

El autor está reconocido a los doctores Pedro Criado Roque, José María De Giusto, José H. Digregorio, Elda Cristina Di Paola, Pedro N. Stipanovic, Gerardo Parker y a la licenciada Alicia Spiegelman por sus sugerencias e intercambio de opiniones.

Por último agradezco a las autoridades de Yacimientos Petrolíferos Fiscales y en especial a su Gerencia de Exploración, las que facilitaron los medios materiales para la realización del trabajo y permitieron su publicación, hago extensivo mi reconocimiento a mis colegas del Laboratorio Geológico de YPF, personal técnico auxiliar y administrativo que me facilitó una amplia colaboración.

#### LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- American Commission on Stratigraphic Nomenclature, 1961. *Code of Stratigraphic Nomenclature*. Bulletin of Amer. Assoc. of Petroleum Geol., 45, 5 pág. 645-665.
- Auboin, J. 1959. *A propos d'Centenaire: Les aventures de la notion de géosynclinal*. Rev. Geogra. Phys. Dyn. Vo. II, pag. 135 a 185.
- Becker, D. y Marchese, H. G. 1967. *Estudio de correlación de los pozos NSB-1, NEL-1 y NLM-1, Sierras Blancas, Entre Lomas y Loma Montosa (Prov. de Neuquén)*. Informe inédito YPF.
- Becker, D. 1970. *Estudio micropaleontológico de las formaciones marinas del "Ciclo Andico" de la Cuenca Neuquina*. Informe inédito YPF.
- Bonorino, F. G. 1961. *Río Foyel - Hoja 41 b*. Direc. Nac. de Geología y Minería.
- Borrello, A. V. 1961. *Nomenclatura Geosinclinal y Geotectónica Conexa*. An. Com. Inv. Cientif. Prov. de Bs. Aires, II, pág. 323 a 380.
- 1969. *Los Geosinclinales de la Argentina*. Anales XIV Direc. Gral. de Minería y Geología.
- Brüggen, J. 1950. *Fundamentos de la Geología de Chile*. Instituto Geográfico Militar, Santiago.
- Cangini, J. 1968. *Perfiles Estatigráficos desde la Sierra de la Vaca Muerta hasta Buta Ranquil - Los Menucos - Dep. de Picunches, Loncopue, Ñorquin, Chos Malal y Pehuenches, Prov. de Neuquén*. Informe inédito, YPF.
- Del' Vó, A., F. Garrasino, C. A. y Scalabrini Ortiz, J. J. 1966. *Estudio Petrográfico y Mineralógico Preliminar de los perfiles números 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 y 15, China Muerta y Picún Leufú (Com. Geol. N° 2 - Prov. de Neuquén)*. Informe inédito YPF.
- Del' Vó, A., Marchese, H. G., Musacchio, E. y Scalabrini Ortiz, J. 1966. *Estudio Petrográfico Preliminar de los perfiles: Cerro China Muerta, Cerro el Marucho y Arroyo Picún Leufú (Prov. de Neuquén)*. Informe inédito YPF.
- Dessanti, R. N. y Caminos, R. 1967. *Edades Potasio-Argón y posición estratigráfica de algunas rocas ígneas y metamórficas de la Precordillera, Cordillera Frontal y Sierras de San Rafael, Prov. de Mendoza*. Rev. Asoc. Geol. Arg. XXII - 2, pág. 135-164.
- De Sitter, L. U. 1962. *Geología estructural*. Ediciones Omega, S. A.
- Dickson, J. A. D., 1969. *Carbonato identificación and genesis as revealed by staining*. Journal Sedimentary Petrology, XXXVI, 2, pag. 491 a 505.
- Di Paola, E. C. y Marchese, H. G. 1970. *Relaciones litoestratigráficas entre las Forma-*

- ciones, Rayoso, Candeleros y Huincul. Provincia de Neuquén, República Argentina. Rev. Asoc. Geol. Arg. XXV, 1, 111 a 120.
- F. Garrasino, C. 1969. *Complemento del estudio geológico de subsuelo de las provincias de Neuquén y Río Negro*. Informe inédito YPF.
- Folk, R. L. 1951. *A comparison chart for visual percentage estimation*. Journal Sedimentary Petrology, XXI, 1, pág. 32-33.
- Friedman, G. M. 1959. *Identification of carbonate minerals by staining methods*. Journal Sed. Petrology XXIX, pág. 87-97.
- Herrero Ducloux, A. 1946. *Contribución al conocimiento Geológico del Neuquén extrandino*. Boletín de Informaciones Petrolíferas n° 266.
- Krumbein y Sloss. *Stratigraphy and Sedimentation 1963*. Editors Gilluly J. and Woodford A. O., W. H. Freeman and Co. San Francisco and London.
- Lambert, L. R. 1948. *Geología de la zona de las cabeceras del Río Catán Lil, prov. de Neuquén*, Rev. Asoc. Geol. Argentina, III, 4, pág. 245 a 247.
- Marchese, H. G. 1967. *Estudio y Correlación de las Formaciones Rayoso y Candeleros de los perfiles n° 43 y C° Mangrullo, prov. del Neuquén*. Informe inédito YPF.
- 1968. *Estudio Sedimentológico y Correlación de las Formaciones Tordillo y Petrolíferas en el subsuelo del sector Noroeste de la Cuenca Neuquina*. Informe inédito YPF.
- Marchese, H. G. y Fernández Garrasino, C. A. 1967. *Clasificación Petrográfica de Sedimentitas Carbonáticas*. Rev. Asoc. Geol. Arg. XXII, 1, pág. 79 a 94.
- Marchese, H. G. y F. Garrasino, C. A. 1969. *Clasificación descriptiva de areniscas*. Rev. Asoc. Geol. Argentina, XXIV, 3, pág. 281 a 286.
- Marchese, H. G. 1970. *Estudio litoestratigráfico y variaciones faciales de las sedimentitas mesozoicas de la cuenca neuquina*. Tesis de Doctorado, UBA, inédita.
- Metz, Karl. 1963. *Manual de Geología Tectónica*. Ediciones Omega, S. A.
- Muñoz Cristi, J. 1956. *Chile, in Handbook of South American Geology Soc. of América*, Memoir 65, pág. 187 a 214.
- Ortiz, A. 1967. *Estudio Geológico de la zona Occidental de la Pampa desde la Escondida hasta Pichi Mauhida*. Informe inédito YPF.
- Parker, Gerardo. 1965. *Relevamiento Geológico, escala 1:25.000 entre el Arroyo Picún Leufú y Catan Lil a ambos lados de la Ruta n° 40*. Informe inédito YPF.
- 1965. *Levantamiento Geológico escala 1:100.000 entre las Estancias de Catan Lil y Sañico*. Informe inédito YPF.
- Polanski, Jorge. 1966. *Edades eruptivas suprapaleozoicas asociadas con el diastrofismo Variscico*. Rev. Asoc. Geol. XXI, 1, pág. 1 a 19.
- Pöthe, Diana E. de Baldis. 1969. *Examen de una muestra testigo del pozo. R.PG.es-1*. Informe inédito YPF.
- Riggi, J. C. 1968. *Petrología de testigos correspondientes al pozo R.PG.x-1*. Informe inédito YPF.
- Rolleri, E. O. 1957. *Condiciones Geológicas Generales de Neuquén vinculadas a los Yacimientos de Petróleo, Mitin IV*. Informe inédito YPF.
- Ruiz Füller, C. 1965. *Geología y Yacimientos Metalíferos de Chile*. Instituto de Investigaciones geológicas. Chile.
- Stipanovic, P. N., Rodrigo, F., Baulies, O. L. y Martínez, Carlos G. 1968. *Las Formaciones presenonianas en el denominado Macizo Nor Patagónico y regiones adyacentes*. Rev. Asoc. Geol. Argen. XXIII, 2, pág. 67 a 98.
- Stipanovic, P. N. 1967. *Consideraciones sobre las edades de algunas fases magmáticas del Neopaleozoico y Mesozoico*. Rev. Asoc. Geol. Argen. XXII, 2, pág. 101-143.
- 1969. *El avance en los conocimientos del Jurásico Argentino a partir del esquema de Groeber*. Rev. Asoc. Geol. Arg. XXIV, 4, pág. 367-387.
- Terry, R. y Chilingar, G. V. 1955. *Summary of Concerning some additional aid in studying sedimentary formations by M. S. Shvetsov*. XXV, 3, pág. 229-234. Jour. Sed. Petrology.
- Vilela, C. y Riggi, J. C. 1956. *Rasgos Geológicos y Petrográficos de la Sierra de Lihuel Calel y áreas circundantes*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XI, 4, pág. 217-271.
- Warne St., J. 1962. *A quick field or laboratory staining scheme for the differentiation of the mayor carbonate minerals*. Journ. Sed. Petrology, XXXII, 1, pág. 29 a 38.
- Zeil, W. 1964. *Geologie von Chile*. Beiträge zur regionalen Geologie der Erde. Ed. Gehr Borntraeger, Berlin.
- Zöllner, W. y Amos, A. J. 1955 *Acerca del Paleozoico Superior y Triásico del Cerro La Premia, Andacollo (Prov. de Neuquén)*, Rev. Asoc. Geol. Arg. X, 2, pág. 127 a 135.

Recibido el 15 de Nov. 1970.

## NOTAS BREVES

### EDADES RADIMÉTRICAS DE ALGUNOS CUERPOS ERUPTIVOS DE ARGENTINA

Por RAFAEL R. GONZALEZ<sup>1</sup>

Durante los últimos meses del año pasado el autor efectuó en el Laboratorio de Geocronología de la Universidad de Sao Paulo (Brasil) una serie de dataciones radimétricas, por el método K-Ar, tendientes a completar conocimientos sobre diversas formaciones eruptivas de nuestro país. Los datos obtenidos merecen ser dados a conocer, aunque más no sea en forma sucinta, como asimismo los elementos con que se contaba hasta el presente para asignar a esas formaciones una determinada edad.

I. *Cumbres Calchaquíes* (Tucumán). Granitos considerados precámbricos por diversos autores. González Bonorino (1951) asigna tal edad a cuerpos intrusivos presentes en áreas vecinas y Ruiz Huidobro (1966) señala edad precámbrica para un conjunto de rocas entre las que se encuentran las datadas.

Resultados: Se analizaron 5 muestras (biotita), las que arrojaron entre  $456 \pm 2$  m.a. y  $479 \pm 9$  m.a. como valores extremos.

II. *Sierra de Macha* (Córdoba). Comprende rocas diorítico-tonalíticas y sus diferenciados filónicos (microdioritas y microtonalitas), las que Pastore (1932) y Pastore y Methol (1953) ubican en el Paleozoico.

<sup>1</sup> Depto. de Geología, Instituto Miguel Lillo, UNT.

Resultados: Sobre una muestra de tonalita (biotita) se obtuvo  $467 \pm 23$  m.a. De cuatro, filónicas, en roca total, entre  $399 \pm 6$  y  $449 \pm 59$  m.a.

III. *Tonalita al sur de Rodeo de la Bordalesa* (Mendoza). Dessanti (1956) considera esta intrusión precámbrica. Afecta a la Serie de la Horqueta para la que Di Persia (1969) señala edad devónica.

Resultados: Sobre dos muestras de tonalita (biotita) los resultados obtenidos son:  $452 \pm 8$  y  $475 \pm 17$  m.a.

IV. *Sierra de Quijadas* (San Luis). Los basaltos aflorantes en esta región, cerca de Hualtarán, fueron considerados como triásicos (Flores, 1969).

Resultados: Tres muestras de basaltos que componen el techo de la Formación La Cruz dieron respectivamente  $152 \pm 7$ ;  $161 \pm 3$  y  $152 \pm 8$  m.a. Una muestra de filón capa de Pozo de Piedra indicó una edad de  $153 \pm 24$  m.a.

V. *Sierra de Ambargasta* (Santiago del Estero). Andesitas que intruyen el basamento granítico (Km 950  $\frac{1}{2}$ , ruta N° 9) sin menciones de valor en la literatura geológica.

Resultados: Sobre análisis en roca total de tres muestras de filones andesíticos se obtuvieron valores extremos de  $452 \pm 6$  y  $479 \pm 8$  m.a. Una tercera muestra indicó  $460 \pm 22$  m.a.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS  
EN EL TEXTO

- Dessanti, R., 1956. *Descripción geológica de la Hoja 27c Cerro Diamante*. Dirección Nacional de Minería, Bol. 85. Buenos Aires.
- Di Persia, O., 1969. *Breve nota sobre la edad de la denominada Serie de la Horqueta, Zona Sierra Pintada, Dpto. San Rafael, Mendoza*. Cuartas Jornadas Geológicas, en prensa.
- Flores, M., 1969. *El Bolsón de las Salinas en la provincia de San Luis*. Cuartas Jornadas Geológicas Argentinas, t. I, 311. Buenos Aires.
- González Bonorino, F., 1951. *Descripción geológica de la Hoja 12e Anconquiya*. Dirección Nacional de Geología y Minería, Bol. 74. Buenos Aires.
- Pastore, F., 1932. *Hoja 20i del mapa geológico de la Argentina*. Dirección de Minas y Geología, Bol. 36. Buenos Aires.
- Pastore, F. y Methol, E., 1953. *Descripción geológica de la Hoja 19i Capilla del Monte*. Dirección Nacional de Minería, Bol. 79. Buenos Aires.
- Ruiz Huidobro, O., 1966. *Descripción geológica de la Hoja 11e Santa María*. Acta Geológica Lilloana, t. VIII. Buenos Aires.

Recibido el 14 de junio de 1971.

MINERALOGIA DE LA FRACCION ARCILLA EN SEDIMENTOS  
DEL LAGO MASCARDI, PROVINCIA DE RIO NEGRO, REP. ARGENTINA

Por PEDRO J. DEPETRIS<sup>1</sup>

Los sedimentos de fondo del lago Mascardi (Provincia de Río Negro, Argentina) fueron estudiados con el propósito de determinar la composición mineralógica de la fracción arcilla. Investigaciones en desarrollo aportarán evidencias sobre el origen de tales minerales.

Veinticuatro muestras fueron extraídas mediante dragas en distintos puntos del lago, cuyas profundidades variaron entre 100 y más de 200 metros, siguiendo un diseño lineal de muestreo. Los preparados de la fracción inferior a 2 micrones fueron analizados con la ayuda de un difractor de rayos X, calculando las proporciones semicuantitativas de los componentes minerales principales en base a los métodos preconizados por Johns, Grim y Bradley (1954) y Biscaye (1964).

Las montmorillonitas, ligeramente más abundantes que las cloritas, oscilaron entre 18 y 53 %, con una media de 39 % y coeficiente de variación (Cv)

del 21,3 %. Las cloritas, por su parte, variaron dentro del rango 22-47 %, con una media de 36 % y Cv del 19,3 %. Finalmente, la illita se presentó con una abundancia cuyo máximo llegó al 43 %, estando ausente en una muestra. La media determinada fue del 25 % con un Cv del 31,7 %.

El examen de las cristalinidades de los individuos minerales, reflejadas en la agudeza de sus reflexiones basales (001), revela una relativa falta de degradación en el caso de las montmorillonitas-smectitas y cloritas. La illita es quien evidencia un estado cristalino más disturbado.

El estudio de la fracción arcilla, también reveló la presencia de otros minerales en cantidades subordinadas. Un pequeño pico de 9,2 Å, presente en casi todas las muestras, fue atribuido a pirofilita y/o talco. En pocas muestras se observaron reflexiones de 12,4 Å, de baja intensidad, atribuidas a un mineral interestratificado (rectorita?). Finalmente se determinaron bajas proporcio-

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Limnología.

nes de plagioclasas y cuarzo, como contaminantes.

Un rápido análisis de la distribución areal, pareciera indicar un aumento relativo de los minerales montmorilloníticos y un decrecimiento de las cloritas, a medida que las muestras se alejan de la desembocadura del río Manso superior. No obstante, el análisis de varianza múltiple (Krumbein y Tukey, 1956) demostró una homogeneidad general desde el punto de vista de la mineralogía de las arcillas.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS  
EN EL TEXTO

- Biscaye, P. E., 1964. *Distinction between kaolinite and chlorite in Recent sediments by X-ray diffraction*. Am. Mineralogist, 49: 1281-1289.
- Johns, W. D., Grim, R. E., Bradley, W. F., 1954. *Quantitative estimations of clay minerals by diffraction methods*. Jour. Sed. Petrology, 24: 242-251.
- Krumbein, W. C., Tukey, J. W., 1956. *Multivariate analysis of mineralogic, lithologic, and chemical composition of rock bodies*. Jour. Sed. Petrology, 26: 322-337.

Recibido el 26 de julio de 1971.

## **CORRIGENDA**

**En el título de la NOTA BREVE, de pág. 272-73 del número 2 del Tomo XXVI en el que aparece “Sierra de Adnia”, debe leerse “SIERRA DE AGNIA”.**

## NUEVA COMISION DIRECTIVA

De acuerdo con la Convocatoria oportunamente cursada por la Comisión Directiva de la Asociación, el día 17 de Septiembre se realizó la Asamblea General Ordinaria, para considerar y aprobar la Memoria, Balance General, Cuenta de Gastos y Recursos e Inventario, las nuevas cuotas mensuales de asociados y elegir la nueva Comisión Directiva que actuará en el período 1971-1973.

Una vez aprobados la Memoria y demás documentos y las nuevas cuotas que rigen, se efectuó la elección de las autoridades y por designación directa fue elegido Presidente el Dr. Pedro N. Stipanovic, con seis miembros titulares y tres suplentes.

El presidente convocó a los miembros electos para constituir la nueva Comisión y, de acuerdo con lo dispuesto por el Estatuto, propuso y se aprobaron las designaciones de vicepresidente, secretario y tesorero, quedando constituida la Comisión Directiva en la siguiente forma:

### *Presidente*

Dr. Pedro N. Stipanovic

### *Vicepresidente*

Dr. Horacio Camacho

### *Secretario*

Dr. Roberto Caminos

### *Tesorero*

Dr. Felix Rodrigo

### *Vocales Titulares*

Dr. Enrique Linares

Dr. Omar Vicente

Dr. Anibal Pozzo

### *Vocales Suplentes*

Dr. Juan Carlos Riggi

Lic. Cesar Agustín Fernández Garrasino

Dr. Carlos Latorre

*La Dirección de la Revista*

**ESTE NUMERO  
SE TERMINO DE IMPRIMIR EL 15 DE OCTUBRE DE 1971  
EN LA IMPRENTA CONI, S. A. C. I. F. I., PERU 684  
BUENOS AIRES, REPUBLICA ARGENTINA**

---

**El presente trabajo se ha financiado con un subsidio del  
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas,  
que no se hace responsable del contenido del mismo**

---

## ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

---

COMISION DIRECTIVA: *Presidente* (en uso de licencia): DR. CARLOS D. STORNI; *Vicepresidente* (a cargo de la Presidencia): DR. PEDRO N. STIPANICIC; *Secretario*: DR. ROBERTO CAMINOS; *Tesorero*: DR. J. C. FERNÁNDEZ LIMA; *Vocales*: DR. HORACIO H. CAMACHO, BERNABÉ J. QUARTINO, ENRIQUE LINARES; *Vocales Suplentes*: DR. JUVENAL ZAMBRANO, LIC. HÉCTOR J. PÉNDOLA, DR. JORGE SCALABRINI ORTIZ.

DIRECTOR DE LA REVISTA: DR. CARLOS D. STORNI.

COMISION DE LA REVISTA. La integran todos los miembros de la C. D. y aun puede recurrirse a consocios por especialidad.

---

### INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

t) Los autores se ajustarán, en la preparación de sus originales, a las siguientes indicaciones:

1) Los originales deben ser escritos a máquina — *ne varietur* — a dos espacios y con las hojas escritas en una sola de sus caras.

2) La lista bibliográfica llevará por título: "Lista de trabajos citados en el texto". Será confeccionada por orden alfabético, según sus autores y en orden cronológico cuando se citen varias obras del mismo autor. Si dos o más obras del mismo autor han sido publicadas en el mismo año, se distinguirán con las letras *a*, *b*, *c*, etc. Las respectivas citas llevarán las indicaciones siguientes: apellido completo e iniciales del nombre del autor; título completo de la obra; lugar y fecha de publicación. Tratándose de artículos aparecidos en publicaciones periódicas, se incluirá el nombre de las mismas convenientemente abreviado, con indicaciones del tomo y la página en que dicho artículo se encuentra. Se evitará el uso de términos superfluos tales como tomo, volumen; páginas, etc. A este efecto y para evitar confusiones, los números para distinguir los tomos se escribirán en caracteres romanos y aquellos referentes a las páginas en caracteres arábigos.

3) Las citas bibliográficas deberán ser incluídas en el texto y referirse a la lista bibliográfica inserta al final de cada artículo.

4) Las ilustraciones consistentes en dibujos deberán ser confeccionadas en tinta china indeleble. A los efectos de su mejor reproducción, es conveniente que ellas sean presentadas a doble tamaño del que serán publicadas.

5) Los autores subrayarán con línea *entera* los vocablos que deban ser compuestos en bastardilla; con línea *cortada* los que deban ir en versalita y con línea *doble* los que deban ser compuestos en negrita.

Toda correspondencia para la Asociación Geologica Argentina, deberá ser dirigida a

MAIPU 645, Piso 1º, Buenos Aires (Rep. Argentina)

---

La Asociación Geológica Argentina no se hace responsable de las opiniones y/o conclusiones vertidas por los autores de los trabajos. — C. D.

# LIBRART S. R. L.

DISTRIBUIDORES EXCLUSIVOS DE LAS PUBLICACIONES  
DE INSTITUCIONES Y SOCIEDADES CIENTIFICAS ARGENTINAS

*Comisión de Investigación Científica de la Provincia de Buenos Aires*

## INDICE BIBLIOGRAFICO DE ESTRATIGRAFIA ARGENTINA

Dirigido y editado por el doctor ANGEL V. BORRELLO, 1966, 638 págs., con aproximadamente 4500 citas comentadas.

En un nuevo esfuerzo de labor específica la Comisión de Investigación Científica de la Provincia de Buenos Aires ha dado término a la preparación de esta obra, primera en su género en el país, ejecutada conforme a las exigencias del más moderno trabajo geológico.

Componen el trabajo más de 4500 citas de autor con sumaria explicación del contenido bibliográfico, distribuidas en sucesivas secciones, que estuvieron a cargo de colaboradores experimentados en la materia.

Se compone del temario siguiente:

PRECAMBRICO por Dr. R. A. Zardini  
CAMBRICO por Dr. A. V. Borrello  
ORDOVICICO por Dr. J. C. M. Turner  
SILURICO por Dra. H. A. Castellaro  
DEVONICO por Dr. G. Furque  
CARBONIFERO por Dr. A. J. Amos  
PERMICO por Geól. R. D. Pernas

TRIASICO por Dr. J. A. Cuerda  
JURASICO por Geól. O. C. Schauer  
CRETACICO por Dr. C. I. C. de Ferrariis  
TERCIARIO por Dres. S. J. Licciardo y  
C. I. C. de Ferrariis  
CUATERNARIO por Dr. A. N. Xicoy

La labor abarca principalmente el material bibliográfico publicado en el país, complementado por referencias de carácter inédito, todo ello con vistas a satisfacer las necesidades del conocimiento sistemático de la bibliografía argentina.

Con el *Indice Bibliográfico de Estratigrafía Argentina* queda expuesto en su mayor parte el volumen importante que caracteriza el acervo estratigráfico de la Argentina, por lo cual la tarea configura en su magnitud una expresión de la actividad geológica en el país, ampliada hasta el presente.

VENTA EXCLUSIVA:

# LIBRART S. R. L.

CORRIENTES 127

(EDIFICIO BOLSA DE CERALES)

BUENOS AIRES

T. E. 31 - 4368

*Dirección Postal:*

Casilla de Correo 5047

---

Toda la correspondencia referente a suscripciones, colecciones o números sueltos de esta Revista, deberá dirigirse a LIBRART S. R. L., Corrientes 127, Buenos Aires, República Argentina, Representantes y distribuidores para toda la República Argentina y el exterior.