

### 3. ESTRATIGRAFÍA DEL JURÁSICO Y CRETÁCICO DEL MACIZO DE SOMÚN CURÁ, PROVINCIAS DE RÍO NEGRO Y CHUBUT

*Roberto Page<sup>1</sup>, Alberto Ardolino<sup>1</sup>, Raúl E. de Barrio<sup>2</sup>, Mario Franchi<sup>1</sup>,  
Antonio Lizuain<sup>1</sup>, Stella Page<sup>3</sup> y Diego Silva Nieto<sup>1</sup>*

#### INTRODUCCIÓN

En la tradición de la geología regional argentina ha sido frecuente utilizar en forma indistinta las denominaciones de Macizo de Somún Curá, Macizo Nordpatagónico o Comarca Nordpatagónica. En esta oportunidad se ha privilegiado Somún Curá sobre Nordpatagónico para homogeneizar y consolidar el criterio de división y nomenclatura postulada en el capítulo de esta obra referido a las provincias geológicas. En este caso la verificación de la edad precámbrica del basamento ha jerarquizado su importancia; su distribución ha sido el criterio utilizado para delimitar el alcance geográfico del macizo. De acuerdo a este concepto el área del macizo excede con creces la meseta actual del mismo nombre y alcanza una superficie superior a 180.000 kilómetros cuadrados. Sobre ese sustrato metamórfico e ígneo, pobremente expuesto, se extienden las series volcánicas y volcanoclásticas mesozoicas y terciarias que caracterizan a la región. Por su ubicación geográfica y gran extensión, el Macizo de Somún Curá limita con la Cordillera y Precordillera Patagónica, la cuenca Neuquina, la cuenca del Colorado y la cuenca del Golfo San Jorge. Por este motivo se encuentran allí secuencias que de alguna manera reflejan los procesos dominantes en cada una de las regiones mencionadas. Esta circunstancia hace que la estratigrafía de esta región ilustre la evolución del conjunto de esas provincias geológicas; más aún y como se verá la historia geológica del Jurásico y Cretácico encierra algunas claves para la comprensión de la evolución geológica de gran parte de la Patagonia.

El Mesozoico es un período de gran importancia en la evolución geológica del Macizo de Somún Curá, tanto por la intrusión de granitoides y facies extrusivas permo/triásicas característicos de la finalización de la eruptividad gondwánica, como por el potente conjunto de depósitos volcánicos y sedimentarios del Jurásico y Cretácico que cubren una gran extensión y que en conjunto caracterizan la estratigrafía local. Estas secuencias mantienen una estrecha vinculación con los procesos ocurridos en el resto de la Patagonia Extraandina, donde el volcanismo jurásico abarcó más de 1.000.000 de kilómetros cuadrados. Su distribución y la de los depósitos sedimentarios asociados muestra una clara zonación; en el borde oriental del macizo, extendiéndose según una franja meridiana, se encuentran volcánicas ácidas del Jurásico inferior a medio (Formación Marifil), las que también forman parte del sustrato de la cuenca del Golfo San Jorge. En la región sur occidental, en cambio, la mayor actividad magmática se desarrolló durante el Jurásico medio y superior. En este caso la composición andesítica es mesosilícica, con predominio de las variedades andesíticas (Formación Lonco Trapial + Formación Taquetrén).

El Jurásico se caracterizó también por la intensificación de un proceso de extensión ya iniciado en el Triásico y que continuaría hasta el fin del Mesozoico y que determinó la apertura de cuencas marinas y continentales. Según su ubicación respecto de los dominios tectónicos se trata de pequeñas cuencas tafrogénicas, cuencas de retroarco, cuencas de intrarco más evolucionadas y cuencas de hemigraben. El proceso de colmatación perduró hasta el fin del Cretácico y dio lugar a la acumulación de distintas secuencias, marinas, mixtas y continentales, entre las que se destacan las correspondientes a la acumulación del Liásico en el sudoeste, las de la Formación Cañadón Asfalto, las de los Grupos Neuquén y Chubut y las diferentes expresiones del ciclo sedimentario del Senoniano superior/Daniano.

El capítulo está estructurado de manera de describir en forma sencilla la estratigrafía de las secuencias volcánicas y sedimentarias del Jurásico y Cretácico. Debe destacarse que la descripción y análisis de la eruptividad gondwánica, es decir las secuencias lávico-piroclásticas y plutónicas triásico-jurásicas de la vertiente norte del macizo, así como los registros de la ingresión liásica en el suroeste del macizo, son tratados en otros capítulos de esta obra.

#### SECUENCIAS SEDIMENTARIAS DEL JURÁSICO INFERIOR EN LOS BORDES NORTE Y SUR DEL MACIZO DE SOMÚN CURÁ

A partir del Triásico tardío en el noroeste y del Jurásico temprano en el suroeste, el Macizo de Somún Curá marginó dos cuencas de disímil evolución. En el ambiente de retroarco de la región noroccidental, la cuenca Neuquina comenzó a rellenarse en el Triásico tardío/Jurásico temprano con depósitos continentales fluviales y de abanicos aluviales. En el suroeste, en cambio, durante el Liásico se desarrolló una cuenca de intrarco, cuyos depósitos marinos y continentales traslapan sobre los contrafuertes australes del macizo (Figura 9). En varias localidades de la región noroccidental del macizo, aledañas al río Limay se han citado depósitos continentales liásicos. En general yacen en concordancia sobre las sedimentitas triásicas de la Formación Paso Flores y en algunas ocasiones han sido confundidos y/o incluidos en esta última. El conocimiento de estos depósitos se debe a Groeber (1929); su estratigrafía fue reinterpretada por Ferello (1947) y por Galli (1953, 1969), quien denominó a la secuencia *Formación Piedra del Águila*. Esta unidad está compuesta por 80 m de arcosas, areniscas, arcilitas y tobas, que contienen una flora compuesta por diversas especies de *Otozamites* y *Ptillophyllum*. La Formación Piedra del Águila fue interpretada como parte de un ciclo fluvial meandriforme, caracteri-

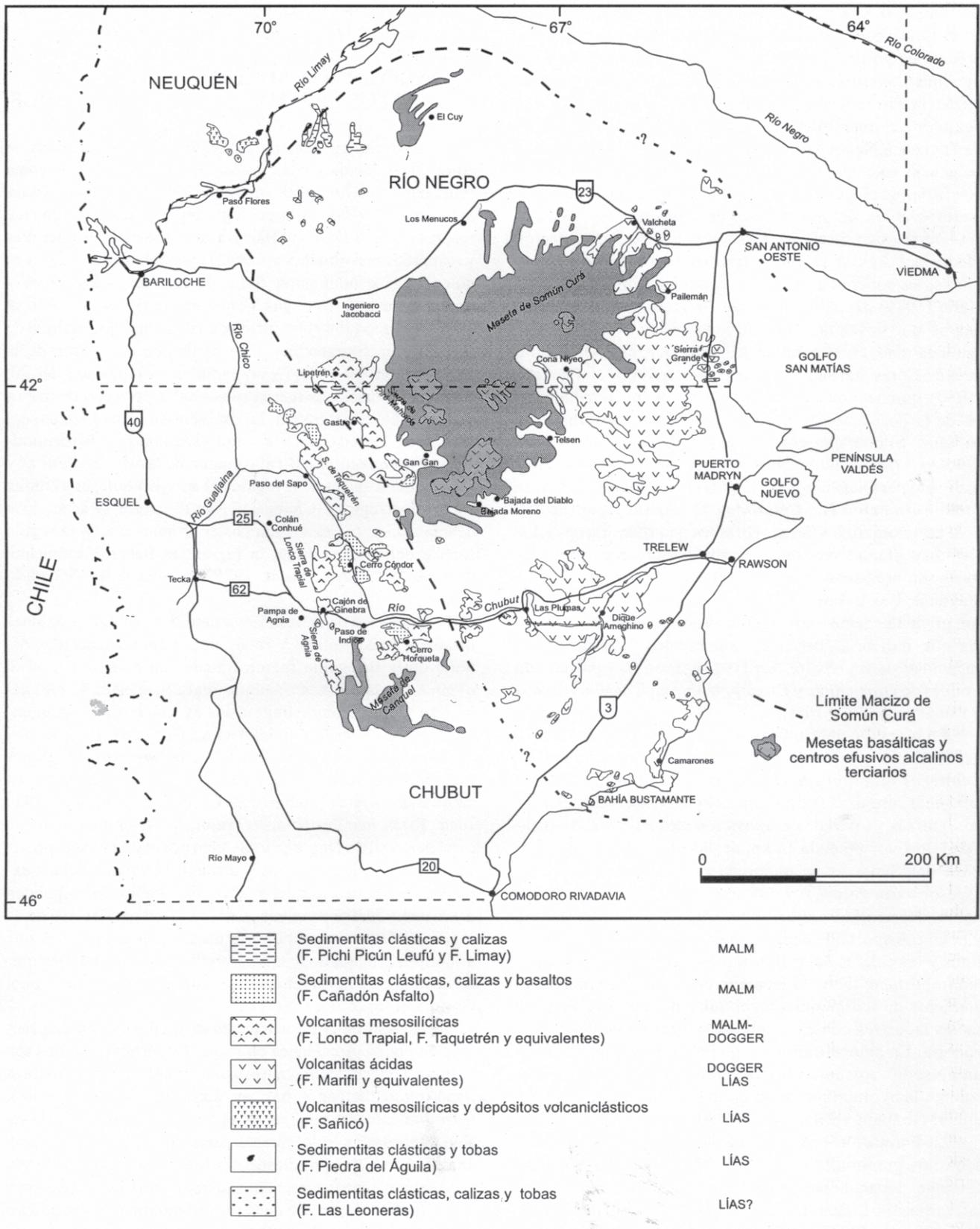


Figura 9. El Jurásico del Macizo de Somún Curá

zado por secuencias granodecrecientes de areniscas conglomerádicas en la base de cada ciclo subsiguiente. Los depósitos más gruesos corresponden a facies de fondo de canal, que pasan a facies arenosas de barra de meandro y

culminan con depósitos finos de relleno de meandros abandonados y de llanura de inundación (Gulisano y Pando, 1981). Sobre esta sucesión siguen en concordancia tobas, aglomerados volcánicos y lavas mesosilícicas, las que se conocen

como *Formación Sañicó*, referida también al Liásico (Hettangiano-Sinemuriano inferior) (Galli, 1953; Stipanovic et al, 1968). Este volcanismo fragmentario dacítico es interpretado como producto de distensión cortical debido a los movimientos correspondientes a la falla Río Limay (Ramos, 1978), la que controló la distribución del volcanismo y a su vez podría corresponder a episodios iniciales de la formación de la cuenca Neuquina (Gulisano y Pando, 1981). Sobre la secuencia volcánica se inició el depósito del ciclo Cuyano con facies de abanicos aluviales en los bordes de la cuenca y marinos en los sectores internos de la misma.

Depósitos correlacionables con los de la Formación Piedra del Águila se encuentran en la localidad de Paso Flores, en concordancia sobre la unidad homónima. Allí, Nullo (1979) describió areniscas de grano fino y limolitas negras, que llevan una flora de edad liásica. Al sudoeste de esa localidad, en la zona de Alicurá, González Díaz halló nuevas floras liásicas descritas por Arrondo y Petriella (1980), quienes consideraron que eran correlacionables con las de la Formación Piedra del Águila o aun ser algo más antiguas. Si bien expresaron que la unidad portadora de la flora es la Formación Nestares, en un trabajo posterior realizado por Quartino et al. (1981) la unidad fue renombrada como *Formación Las Coloradas*. Es una secuencia de 250 m de conglomerados hasta pelitas, en una sucesión de ciclos estrato y granodecrecientes donde la mayor parte de las rocas son areniscas arcósicas lenticulares, con laminación diagonal. Los pasajes entre los distintos tipos litológicos son graduales tanto vertical como lateralmente, circunstancia que indicaría corrientes con rápidos cambios en su capacidad de transporte. En las pelitas se han preservado frondas de *Otozamites* y *Cladophlebis*, cuyo análisis permitió su asignación al Liásico.

En la región del río Chubut medio, Nakayama (1972), ha descrito y referido al Liásico a la *Formación Las Leoneras* compuesta por areniscas finas a gruesas, arcósicas, areniscas conglomerádicas, conglomerados finos, calizas y tobas de composición mesosilícica. Su localidad tipo está ubicada 14 km al sudeste de la localidad de Paso del Sapo, en la quebrada del mismo nombre. Su espesor varía entre 90 y 340 metros. El tramo inferior se habría desarrollado en un ambiente fluvial de alta energía y poco transporte de carácter progradante. Los elementos finos y las calizas del tramo superior representan un cambio importante tanto en el medio de transporte como en el ambiente de sedimentación, el que habría evolucionado a facies lacustres con esporádicos aportes fluviales de alta energía. En ambos tramos se disponen intercalaciones de un episodio volcánico piroclástico, que modifica o interrumpe la evolución normal de la secuencia sedimentaria inicial (Lizuain y Silva Nieto, 1996)

La Formación Las Leoneras se apoya en discordancia sobre los granitoides paleozoicos de la Formación Mamil Choique. Separada por una discordancia erosiva infrayace a la Formación Lonco Trapial. Sedimentos similares fueron descritos por Chebli (1973) en la zona de Paso de Indios, a los que denominó *Formación Puesto Lizarralde*. Rocas análogas fueron ubicadas en la sierra de Jalalaubay y la región de Gastre y Gan-Gan, llegando hasta el límite con la provincia de Río Negro (Lizuain y Silva Nieto, 1996). Estos afloramientos amplían significativamente la anterior distribución areal de la unidad. La secuencia sedimentaria es asignada por Figari y Courtade (1993) a la megasecuencia 0, en la evolu-

ción de la cuenca de Cañadón Asfalto. La edad de esta unidad, liásica con reservas, surge de su posición estratigráfica (Nakayama, 1972; Lizuain y Silva Nieto, 1996)

## LA FORMACIÓN MARIFIL Y LOS DEPÓSITOS SEDIMENTARIOS ASOCIADOS

La extensa cubierta de rocas lávicas y piroclásticas de composición ácida y edad jurásica expuesta en la Patagonia Extraandina y el litoral atlántico constituye una de las unidades más características de la geología argentina. Originalmente reconocidas por Darwin (1846), estas rocas fueron descritas y mapeadas por Windhausen (1921) y Wichmann (1927b y c) quienes las denominaron Serie de las Rocas Porfíricas y Pórfiros Cuarzóferos y sus Tobas, respectivamente. Por su parte, Feruglio (1949) las incluyó en el Complejo Porfírico de la Patagonia Extraandina. Con el tiempo y a partir de la implantación del código estratigráfico en la década del 70, estas denominaciones fueron substituidas por otras de mayor precisión litoestratigráfica. En este sentido y en el ámbito del Macizo de Somún Curá, Malvicini y Llambías (1974) denominaron *Formación Marifil* al conjunto de lavas, piroclásticas y rocas subvolcánicas de la región del arroyo Verde, en el límite entre Río Negro y Chubut, al sur de sierra Grande. Esta denominación fue extendida posteriormente a toda la región sureste del macizo, hasta la región de Bahía Bustamante. (Ramos, 1975; Franchi et al., 1975; Núñez et al., 1975; Lapidó y Page, 1979).

Durante los primeros relevamientos las manifestaciones mesozoicas de riolitas y rocas piroclásticas asociadas del norte de la patagonia fueron tratadas en conjunto. Con el tiempo, las dataciones absolutas realizadas en el ámbito del macizo permitieron distinguir dos asociaciones de gran extensión y prolongada actividad ígnea. Durante el Pérmico y el Triásico inferior la erupción se emplazó en las regiones marginales noroccidentales del macizo, extendiéndose en continuidad hacia el ámbito de la Cordillera Frontal hasta San Juan. Estas manifestaciones prejurásicas, preferentemente expuestas en Río Negro se extienden por el este hasta aproximadamente la localidad de Valcheta. Las rocas ácidas expuestas en el este y sur del macizo, en cambio, corresponden a un ciclo Jurásico, cuyos asomos se extienden desde la región de Valcheta en el norte hasta las más australes que afloran en la bahía Bustamante, en Chubut. Datos de perforaciones indican su presencia en el subsuelo de la cuenca del Golfo San Jorge.

Las rocas de la Formación Marifil constituyen una asociación lávica piroclástica en la que los términos ácidos son dominantes; en forma muy subordinada también incluye rocas mesosilícicas y básicas. Las riolitas y dacitas son petrográficamente semejantes; en términos relativos las lavas son minoritarias y la característica dominante es la gran variedad de flujos piroclásticos y tobas, cristalinas y líticas. Las texturas ígneas presentan una marcada desvitrificación y de allí la gran aceptación que tuvo la denominación de pórfiro cuarzófero con que durante muchos años se conoció a estas rocas.

En el área tipo de la Formación Marifil, Malvicini y Llambías (1974) describieron tres miembros: el inferior, compuesto por riolitas silicificadas; el medio, con ignimbritas riolítico-riodacíticas y el superior, constituido por intrusivos riolíticos. En todo el ámbito de su distribución, las rocas dominantes son las ignimbritas riolíticas, que forman exten-

esos mantos; merced a su gran fluidez, su apilamiento y coalescencia dio lugar a la formación de un gran plateau ignimbrítico. Como se verá en las consideraciones químicas, también se encuentran rocas menos ácidas. Núñez et al. (1975), identificaron una importante participación de dacitas y pórfiros dacíticos, junto con las tobas y pórfiros riolíticos. Afloramientos de andesitas fueron identificados por Rosenman (1972), Franchi y Sepúlveda (1981) y Giacosa (1994) en la zona del arroyo Los Berros, al sureste de Cona Niyeu y la sierra Paileman, respectivamente.

En el sector nordeste del Chubut, sobre la base de consideraciones que incluyen la heterogeneidad litológica y composicional, estructura compleja y presencia de unidades litoestratigráficas diferenciables, separadas por discordancias, Cortés (1981) redefinió a la formación, llevándola a la categoría de complejo. Este autor diferenció tres unidades, la **Formación Puesto Piris** en la base, la **Formación Aguada del Bagual** con pórfiros riolíticos que intruyen a la anterior y finalmente la **Formación La Porfía**, en la que distinguió tres miembros: uno inferior, con areniscas, tufitas arenosas en estratos delgados, de hasta 40 m de potencia y aglomerados volcánicos; el miembro medio, con tobas y tufitas de hasta 100 m y por último ignimbritas riolíticas que forman el miembro superior.

La presencia de cuerpos subvolcánicos asociados a la Formación o Complejo Marifil fue destacada por numerosos autores (Corbella, 1973; Méndez, 1978; Malvicini y Llambías, 1974; Núñez et al., 1975; Cortés, 1981 y Busteros et al., 1998). Se trata de pórfiros graníticos o riolíticos, de diversa textura y tamaño de grano, que en ocasiones presentan xenolitos de volcanitas riolíticas; en el área de sierra Grande se puede observar la transición entre los cuerpos subvolcánicos y domos extrusivos (Busteros et al., 1998). Llambías et al. (1984) hallaron en la sierra de Pailemán la vinculación entre un cuerpo subvolcánico riolítico que hacia arriba y lateralmente pasa a constituir una ignimbrita de esa composición. En el sector de Mina Gonzalito, Giacosa (1994) identificó numerosos diques traquíticos y traquiandesíticos, de rumbo noroeste emplazados en esquistos del basamento local, los que interpretó como la manifestación más temprana del ciclo efusivo local. En vecindades de las estancias Conra y La Leonetta y al sur de la villa del dique Ameghino, Panza (1979) y Sacomani y Panza (1998), reconocieron numerosos diques básicos en general poco potentes intruidos en la Formación Marifil. Fueron denominados **Volcanitas Puesto Antilaf** (Panza, 1979).

En relación a la mecánica de emplazamiento, Malvicini y Llambías (1974), esbozaron un modelo fisural; con posterioridad Llambías et al. (1984) señalaron la posible actividad volcánica a través de múltiples aparatos centrales. Busteros et al. (1998) identificaron dos posibles centros efusivos ubicados respectivamente en la sierra de Pailemán y al oeste de la ciudad de Sierra Grande. En las proximidades de la laguna Redonda, Ciccirelli (1990) identificó una caldera donde los bancos se disponen en forma concéntrica e inclinando hacia afuera de un núcleo central, constituido por facies subvolcánicas. Se ha sugerido la posibilidad de una vinculación genética entre los productos efusivos y cuerpos graníticos, tal como ocurre en asociaciones más antiguas del área de La Esperanza (Llambías y Rapela, 1984) y de la zona de Nahuel Niyeu (Caminos, 1983).

A partir del análisis regional de los 50.000 km<sup>2</sup> cubiertos y sobre la base de la distribución de elementos diagnósticos tales como la morfología volcánica, presencia y distribución de

flujos lávicos riolíticos, diques asociados, manifestaciones de fluorita y análisis de la sedimentación asociada, Aragón et al. (1996) interpretan que la Formación Marifil es la expresión de actividad eruptiva a través de grandes calderas. De acuerdo con estos autores, a lo largo de 400 km que median entre el límite norte de la meseta y el río Chubut, se encuentran tres mega calderas con diámetros del orden de los 100 kilómetros. Denominaron Llumdeuin a una supuesta caldera ubicada a lo largo de un semicírculo que pasa por las nacientes del arroyo Valcheta, el oeste de la sierra de Pailemán, Los Berros, Arroyo de la Ventana y se sigue hasta Cona Niyeu. El Bajo de la Tierra Colorada constituiría el centro de una segunda megacaldera; por último, denominaron Caldera Los Mártires a una estructura que corta el río Chubut en las inmediaciones de Las Plumas.

No obstante el predominio de las rocas ácidas en la Formación Marifil, las observaciones geológicas y las determinaciones químicas reflejan una diversidad composicional que abarca toda la serie riolita-basalto (Uliana et al., 1985; Kay et al., 1989; Pankhurst y Rapela, 1995). De acuerdo con Uliana et al. (1985), las rocas de la Formación Marifil corresponden a riolitas calcoalcalinas, peraluminosas, con alto tenor de potasio, semejantes a aquellas procedentes de ambientes sometidos a extensión con anatexis cortical. En su estudio de las riolitas de Marifil y Chon Aike, Pankhurst y Rapela (1995) describieron la química de los principales tipos litológicos de esta unidad; según estos autores los riolitoides abarcan un rango de sílice mayor de 60 %, con un promedio en la moda cercano a 70%. En general las concentraciones de K<sub>2</sub>O son mayores que las de Na<sub>2</sub>O y el diagrama de tierras raras corresponde claramente al de una secuencia calcoalcalina. Las riolitas muestran composiciones meta y peraluminosa, excepto aquellas provenientes de la península de Camarones, donde encuentran un sub-tipo peralcalino. De acuerdo con Bertrand et al. (1999), la composición de la mayoría de las riolitas es consistente con una derivación por refusión en la corteza inferior o su base de magmas basálticos y andesíticos empobrecidos.

A través de la interpretación química se desprende una posible relación entre las rocas ácidas de Marifil y las rocas de arco mesosilíceas pertenecientes a la Formación Lonco Trapial expuestas al oeste (Figura 10). Ambos grupos poseen afinidades calcoalcalinas, y la composición y relación de elementos traza reflejan una fuente relacionada con subducción. Esta característica hace que ambos grupos de rocas muestren tendencias similares en los diagramas evolutivos. De esta manera las rocas ácidas representarían la parte más diferenciada de un arco magmático. Sin embargo la composición de muchos de los riolitoides permiten reconocer que son producto de fundidos formados con variable participación de materiales corticales. Estas evidencias permiten considerar la existencia de al menos dos fuentes diferentes en la generación de fundidos, una vinculada a un arco y la otra en ambiente cortical relacionada a extensión.

Diferentes circunstancias, entre las que se citan falta de cortes naturales, afloramientos parciales, carencia de horizontes guías, entre otros, motivaron que pocos investigadores hayan determinado el espesor total de la unidad. Malvicini y Llambías (1974) lo estiman en 800 m y hasta el presente es uno de los pocos datos concretos que se posee. Más al sur, en Camarones, una perforación realizada por la Dirección de Minas y Geología atravesó 918 m de rocas de esta unidad, sin alcanzar su base (Windhausen, 1926). Sin embargo, en general se estima que los espesores son bastante menores.

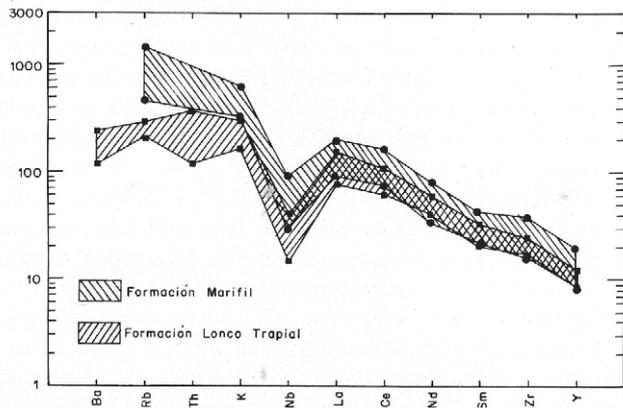


Figura 10. Diagramas de variación comparativa de elementos traza y tierras raras de muestras de las Formaciones Marifil y Lonco Trapial. Normalización según Thompson, 1984. Las muestras de Marifil corresponden a riolitas colectadas por Pankhurst y Rapela (1995). Las muestras de Lonco Trapial, por Page et al. (1994)

De acuerdo con Núñez et al. (1975), se asocian a las rocas volcánicas sedimentitas epiclásticas portadoras de flora de *Bennettiales*, de edad jurásica inferior a media, y de restos de *Estheria*. Estas rocas son en su mayoría areniscas y areniscas conglomerádicas, con aporte tobáceo. Algunos bancos presentan estratificación diagonal y están intercalados entre mantos de ignimbritas y brechas volcánicas, como producto de delgados depósitos fluviales originados y depositados en los intervalos entre las sucesivas efusiones. La presencia de rocas epiclásticas en esta unidad también fue reconocida por Nakayama et al. (1979) quienes hallaron areniscas y limolitas principalmente tobáceas, conglomerados finos a gruesos localmente, y muy reducidos depósitos de arcilitas y accidentales calizas silicificadas. También Franchi y Sepúlveda (1981) citaron cuerpos pequeños de limolitas y areniscas tobáceas con restos de *Estheria*, indicativos de ambientes lagunares de agua dulce. Son asimismo comunes las intercalaciones de tufitas gruesas a conglomerádicas en los alrededores del dique Ameghino y la mina Villegas (Sacomani y Panza, 1998). Todos estos asomos puntuales representan asociaciones menores, las que se encuentran como intercalaciones en la espesa y difundida secuencia volcánica ácida.

La edad de la Formación Marifil fue tradicionalmente adjudicada al lapso triásico/jurásico medio. La compilación de las primeras dataciones Ar/K efectuada por Cortés (1981) presentaba edades extremas entre 210 Ma hasta 158 Ma. Sin embargo, el refinamiento de las técnicas permitió circunscribir el entorno de edades al Jurásico inferior alto. Rapela y Pankhurst (1993) obtuvieron edades Rb/Sr sobre roca total desde  $183 \pm 2$  a  $178 \pm 1$  Ma, en muestras obtenidas entre Arroyo Verde y Camarones. Posteriormente, se reportó un entorno de 20 Ma entre 188 y 169 Ma (Pankhurst y Rapela, 1995). Por su parte, Alric et al. (1996) registraron varias edades  $Ar^{40}/Ar^{39}$  que varían de  $186, 2 \pm 1, 5$  Ma en el área tipo de la estancia Marifil, a  $178, 5 \pm 0, 6$  Ma en Las Plumas. En la región de Las Plumas se identificó un evento considerado póstumo del episodio volcánico, con basaltos y diques básicos asociados. El flujo lávico aflora frente a la localidad de Las Plumas, donde cubre a ignimbritas riolíticas. Determinaciones  $Ar^{40}/Ar^{39}$  de estas rocas permitieron establecer su edad en  $176, 9 \pm 0, 8$  Ma (Alric et al., 1996).

## EL VOLCANISMO MESOSILÍCICO DEL CENTRO DEL CHUBUT

Las volcanitas de composición mesosilícicas del centro del Chubut cubren un área que supera los 40.000 km<sup>2</sup>, distribuidos en una faja elongada en sentido norte-sur, de unos 300 km de afloramientos semicontinuos y un ancho que varía entre 100 y 150 kilómetros. Ocupan en forma destacada la comarca situada entre los meridianos 67° y 70° de longitud oeste y los paralelos de 41° 30' y 44° 30' de latitud sur.

Se trata de un espeso conjunto de flujos lávicos y brechas, de composición andesítica hasta basáltica con dacitas subordinadas y ocasionalmente riolitas. Se asocian en menor proporción rocas piroclásticas generalmente de composiciones más ácidas. Es notable la persistencia y continuidad general de esta serie, coincidencia de los tipos litológicos predominantes, caracteres petrográficos, geoquímicos, tipo de alteración y morfología general.

El área clásica de estas rocas es la región comprendida entre Pampa de Agnia y Paso de Indios, al sur del río Chubut. Allí, en las sierras de Lonco Trapial, Cajón de Ginebra, Agnia y del cerro Negro, se encuentra una asociación de composición dominante andesítica constituida por lavas, brechas, aglomerados volcánicos y tobás; en forma subordinada se encuentran depósitos piroclásticos de composición más ácida. Nullo (1983) estimó que el espesor de la secuencia volcánica es mayor a 500 metros. En esa región, las facies eruptivas se engranan con importantes espesores de rocas epiclásticas; en la sierra de cajón de Ginebra, Nullo (1983) estimó un espesor mínimo de 320 m para estas facies. Hacia el este las secuencias volcánicas disminuyen marcadamente los espesores y se intercalan rocas lávicas o ignimbriticas de composiciones algo más ácidas, llegando al oeste de Las Plumas, a términos dacíticos a riodacíticos. De acuerdo con Panza (1979) y Sacomani (1994) en la región de Las Plumas se observa que las rocas de la Formación Marifil más jóvenes cubren a las volcanitas mesosilícicas.

Conocidas desde principio de siglo, la primera síntesis sobre estas rocas se debe a Feruglio (1949). En el río Chubut, en un tramo de 60 km a lo largo del valle del río, al noroeste de Paso de Indios, este autor describió el Complejo de la Sierra de Olte, constituido por una sección inferior de naturaleza volcánica y otra superior formada por depósitos sedimentarios con intercalaciones de basaltos en la base y material piroclástico en todo su espesor; estimó en 3000 m el espesor total de la secuencia. Con posterioridad se estableció que esos sedimentos corresponden a la Formación Cañadón Asfalto. Feruglio describió también las secuencias jurásicas expuestas en la sierra de Agnia y del cerro Negro, donde además de publicar sus observaciones, dio a conocer otras inéditas de Suero y Piatnitzky. Sobre la base de los datos aportados por estos autores se sentaron las bases de la estratigrafía del Jurásico de esta región. Nullo (1974), Nullo y Proserpio (1975), Robbiano (1971a), Proserpio (1978), Mussachio (1981) y Nullo (1983), entre otros, mapearon y caracterizaron las secuencias expuestas en la sierra de Agnia y Taquetrén y analizaron la problemática de su estratigrafía.

Al norte del río Chubut, en la sierra de Lonco Trapial predominan las facies brechosas y lávicas; que en las nacientes del cañadón Bagual, en las cercanías del puesto Torres alcanzan 450 m de espesor. Más al norte en la sierra de Taquetrén se observan los mismos tipos de rocas, tal vez con mayor participación piroclástica. En la quebrada del Zaino se

han medido 95 m de estas volcanitas. En esta región, el volcanismo andesítico sobreyace en discordancia erosiva a la Formación Las Leoneras y es cubierto por los depósitos de la Formación Cañadón Asfalto de edad calloviana-oxfordiana (Lizuain y Silva Nieto, 1996). Estos autores consideran a las volcanitas aflorantes en esa comarca y áreas vecinas al este y norte del río Chubut como integrantes de la Formación Lonco Trapial, como ya fuera expuesto por Nakayama (1972) con anterioridad, y no como parte de un volcanismo más reciente (Formación Taquetrén) que es la opinión sostenida por Nullo y Proserpio (1975)

En la región de Gastre y Pire Mahuida, las secuencias volcánicas mesosilíceas afloran a lo largo de los faldeos suroeste y noroeste de la sierra de Pire Mahuida, esta última ladera en la provincia de Río Negro y al sudoeste de Gastre, en la sierra de Lonco Trapial y el extremo norte de la sierra de Taquetrén. Son andesitas, aglomerados y brechas que muestran niveles piroclásticos más ácidos en los niveles superiores (Page et al., 1987).

Con posterioridad a la labor de los trabajos pioneros, se efectuaron varias síntesis acerca de las secuencias jurásicas expuestas en distintas localidades de esta región (Stipanovic et al., 1968; Groeber, 1953; Lesta y Ferello, 1972; Nullo y Proserpio, 1975; y Lesta et al., 1980; entre otros). De ellas ha surgido una trama de denominaciones y prioridades formales que no contribuye a la comprensión de la estratigrafía de este ciclo magmático. El Cuadro 1 resume las principales contribuciones efectuadas en el área del río Chubut medio y las sierras de Agnia y del cerro Negro. Se ha privilegiado esa área en cuanto es allí donde se ha generado la nomenclatura estratigráfica y las principales asignaciones temporales de estas rocas.

El Cuadro 1 muestra las diversas asignaciones temporales que han recibido las secuencias jurásicas de la región de Pampa de Agnia. Son evidentes las diferencias de criterio respecto de las relaciones estratigráficas, especialmente las variaciones laterales y se nota la ausencia de edades absolutas suficientes. Posiblemente la estructura local aún no ha sido resuelta y esa circunstancia ha debilitado el mapeo geológico. La mayoría de los autores reconoce que el ciclo magmático mesosilíceo corresponde a un evento jurásico medio o jurásico superior; posiblemente harían falta dataciones radimétricas adicionales para dilucidar definitivamente su cronología y frecuencia. Más compleja es la situación de las series liásicas expuestas en la región de Pampa de Agnia. Estas secuencias no son tratadas en este capítulo por cuanto no corresponden propiamente al ámbito del macizo. Sin embargo, han sido incorporadas al cuadro de correlación por cuanto suelen encontrarse íntimamente vinculadas con las unidades del Jurásico medio. Por otra parte, se debe destacar que todas las unidades liásicas mencionadas cuentan en su composición con una importante participación de material piroclástico. En el caso particular de la Formación El Córdoba, cuya edad ha sido objeto de controversias ya que para algunos autores podría ser hasta triásica o pérmica, la presencia de material volcánico mesosilíceo es muy significativa. De hecho, Suero (1946) y Feruglio (1949) se referían a estas manifestaciones como integrantes de una Serie Porfírica Liásica o Supratriásica. La información disponible es concluyente respecto de las intercalaciones de ignimbritas y tobas en las secuencias sedimentarias liásicas; sin embargo aún se desconoce la proveniencia de este material, su extensión, volumen y composición. En los

casos que las rocas volcánicas mesosilíceas están desvinculadas de las sedimentitas liásicas, en ausencia de edades absolutas, no es sencillo distinguir entre las rocas liásicas y las mesojurásicas.

En relación a la nomenclatura de las unidades volcánicas, la mayoría no cumple debidamente con los requisitos del código estratigráfico; sin embargo el uso ha impuesto algunas denominaciones, mientras que otras han caído en desuso. En líneas generales ha prevalecido el esquema presentado por Robbiano (1971b), modificado por Lesta y Ferello (1972) y Nullo y Proserpio (1975) y Nullo (1983), que denomina *Formación Lonco Trapial* a las secuencias volcánicas expuestas en la parte central de la provincia del Chubut. En cuanto a los afloramientos ubicados más al norte, en la sierra de Taquetrén, por ejemplo, y presuntamente algo más jóvenes, una corriente de opinión los denomina *Formación Taquetrén* a partir de las ideas de Nullo y Proserpio (1975), en tanto que otros autores los reconocen como parte de la Formación Lonco Trapial (Lizuain y Silva Nieto, 1996). En general las facies lávicas de Lonco Trapial se asimilan con Cañadón Puelmán, ya sea como formación o miembro según el esquema formal que se adopte. Con las mismas salvedades formales, Cajón de Ginebra corresponde a las facies brechosas con intercalaciones lávicas. De la misma manera, se utiliza Cerro Carnerero para las secuencias netamente sedimentarias que infrayacen a las rocas volcánicas en la sierra de Agnia y suprayacen a las secuencias liásicas marinas. Sin embargo, aún no se ha consolidado el conocimiento y por ende la nomenclatura de las acumulaciones sedimentarias y volcánicas relacionadas con el relieve de las cuencas derivadas de los hemigraben que caracterizan la extensión del Jurásico. Es el caso de las Formaciones El Córdoba, Puntudo Alto y Cerro Ferrarotti (Fernández Garrasino, 1977), en las que aún deben clarificarse sus correlaciones, extensión areal, posición estratigráfica y edad.

Es indudable que una serie magmática de la magnitud de la aquí considerada es producto de numerosos centros de emisión, cada uno de los cuales con su evolución independiente. Sin embargo, en los casos considerados al norte del río Chubut y a grandes rasgos, se observan tres estadios comunes (Page y Page, 1993): a) predominio de términos lávicos con generación de rocas relativamente más básicas, b) derrames de flujos lávicos y brechas mesosilíceas que se intercalan con depósitos de caída y c) incorporación de depósitos de flujos piroclásticos más ácidos hacia el techo de la secuencia.

Desde el punto de vista geoquímico y sobre la base del análisis de elementos mayores y trazas, en la región de Gastre y la sierras Taquetrén y Pire Mahuida, se observa que es una asociación constituida por términos básicos, mesosilíceos y ácidos ( $\text{SiO}_2$  entre 46 y 66 %) con neto predominio de las rocas intermedias. El conjunto de los parámetros químicos permitió considerar estas rocas como pertenecientes a una asociación de andesitas orogénicas, calcoalcalinas, medianamente potásicas. Las características químicas observadas no pueden explicarse sólo por un proceso de cristalización fraccionada a partir de una fuente en el manto; su evolución requiere considerar mecanismos adicionales. Se interpreta que con el transcurso del tiempo hubo un incremento en la participación cortical en la generación de los fundidos. Las efusiones ignimbríticas ácidas finales habrían reflejado los productos últimos de la cristalización del magma andesítico

a los que se agregó el material cortical aportado por procesos de contaminación o asimilación, y su derrame se habría favorecido por las condiciones extensionales (Page y Page, 1993).

Con respecto a la edad de la Formación Lonco Trapial, tradicionalmente, fue asignada al Bajociano-Bathoniano. El Cuadro 1 resume las relaciones estratigráficas observadas entre Paso de Indios y Pampa de Agnia. Es evidente que la información disponible no es concluyente. En su momento, Nullo (1983) reseñó las edades absolutas disponibles, derivadas de trabajos publicados por Stipanovic y Bonetti, 1970; Lesta et al, 1980, Franchi y Page, 1980 y Page, 1980. Las mismas involucran el lapso comprendido entre 176 y 146 Ma. Más al norte, en la región de Lipetrén, prácticamente en el límite entre Río Negro y Chubut, Nullo (1979) dató en 136 Ma andesitas asignadas a la Formación Taquetrén. Los valores más antiguos ubican el inicio del magmatismo durante el Aaleniano, consistente con las relaciones estratigráficas aceptadas. En cuanto al cese del volcanismo las edades mencionadas extienden la actividad magmática hasta el Calloviano y el Oxfordiano. Lamentablemente, estas rocas aún no han sido datadas con la frecuencia, sistematicidad y metodologías necesarias y adecuadas para dilucidar si se trata de uno o más ciclos eruptivos, el tiempo total involucrado y el ritmo de generación magmática en las principales áreas. De todos modos, en función a la información disponible y de acuerdo con Nullo (1983) el magmatismo mesosilícico habría comenzado en el Aaleniano y perdurado hasta el Oxfordiano, por lo menos.

## LA CUENCA DE CAÑADÓN ASFALTO Y LAS SECUENCIAS SEDIMENTARIAS DEL JURÁSICO SUPERIOR-CRETÁCICO INFERIOR

En el sector centro occidental del Chubut el proceso de extensión regional triásico-jurásico determinó la formación durante el Jurásico medio y superior, de una serie de cuencas, en su mayoría cerradas, en las que se acumularon depósitos de lagunas someras y salinas. Constituyen una secuencia sedimentaria epiclástica con intercalaciones volcánicas caracterizada por una amplia distribución de facies, conocida como *Formación Cañadón Asfalto*. Fue Piatnitzky (1936), quien efectuó el primer reconocimiento de estas rocas en el río Chubut y las denominó «capas con Estheria». Posteriormente Flores (1948) las describió como una sección esquistosa en la Serie Porfirítica. Feruglio (1949) las incluyó en la sección superior del Complejo de la Sierra de Olte y parte del Chubutense. La definición formal como Formación Cañadón Asfalto se debe a Stipanovic et al. (1968), denominación que mantuvieron Tasch y Volkheimer (1970), Nakayama (1972), Nullo y Proserpio (1975), Proserpio (1978), Turner (1983) y Nullo (1983).

Más recientemente, Homoc et al. (1991), Figari y Courtade (1993) y Cortiñas (1996) caracterizaron la cuenca de depositación y su evolución tectosedimentaria, en tanto que Cabaleri y Armella (1998) y Cabaleri et al. (1999) definieron las condiciones ambientales de esta asociación volcano-sedimentaria.

La Formación Cañadón Asfalto aflora principalmente a lo largo del río Chubut medio, ubicándose su localidad tipo en el cañadón del mismo nombre, próximo a Cerro Cóndor. La unidad está intensamente deformada y constituida por limolitas

calcáreas con abundante presencia de *Estherias*, areniscas calcáreas medianas a gruesas, areniscas medianas a gruesas con estratificación cruzada en artesa; areniscas tobáceas finas a medias bien laminadas, tobas finas a medias, masivas y laminadas, areniscas, medianas con buena selección y tramos con intercalaciones de conglomerados en general matriz sosten, con clastos subredondeados o redondeados. Algunos bancos contienen abundantes clastos de andesitas y en forma subordinada, clastos de volcanitas ácidas; otras muestran predominio, hasta en un 90%, de clastos de volcanitas ácidas. También se observan calizas con laminación algal, en algunos sectores con láminas rotas y grietas de desecación, calizas homogéneas silicificadas, areniscas finas calcáreas laminadas con escasas ondulitas y niveles pisolíticos. En general, los tramos con mayor aporte carbonático presentan colores gris blanquecinos, en cambio cuando predominan las tobas, tobas arenosas y areniscas laminadas, muestran colores rojizos. En la sierra de Pichiñanes y en el área de cerro Cóndor se observan potentes intercalaciones de basaltos color verde oscuro, en ocasiones vesiculares y con amígdalas de celadonita con alto grado de alteración.

En la localidad tipo, en la base se encuentran basaltos olivínicos color verde oscuro a negro que hacia arriba de la secuencia se intercalan progresivamente con tobas de color pardo amarillento, conglomerados con clastos de basaltos redondeados, subesféricos distribuidos en una matriz arenosa bien cementada por sílice; hacia el techo continúan lutitas y limolitas color gris verdoso a negro, finamente laminadas en banquitos de 1 a 2 cm de espesor, con abundantes escamas de peces y conchostracos. Esos niveles son cubiertos por bancos de calizas silicificadas de 50 m de espesor promedio, muy tectonizados, que contienen intercalaciones de areniscas calcáreas, algunas oolíticas, otras fétidas, con vestigios de hidrocarburos color pardo amarillento. La secuencia es cubierta en discordancia angular por sedimentitas del Grupo Chubut.

Al norte de la localidad tipo, en el cañadón Colán Conhué, en la margen derecha del río Chubut, se observa una alternancia de tobas silicificadas muy finas y macizas de color gris amarillento, areniscas tobáceas de grano fino, bien seleccionadas y arcillitas limosas pardo amarillentas. El conjunto alcanza un espesor de 400 metros. Algo más al sur, en el cañadón Bagual, apoya discordantemente sobre la Formación Lonco Trapial y está integrado por areniscas calcáreas de grano grueso a mediano, macizas, blanco amarillentas, bien estratificadas en bancos de un metro de potencia y una alternancia de areniscas, areniscas tobáceas y tobas de color blancuzco, que hacia el techo pasan a areniscas finas a medianas de color rojizo y basaltos, totalizando el conjunto aproximadamente 120 m de espesor (Silva Nieto, 1998).

Nakayama (1972) estimó un espesor máximo de 400 m en el área del cerro Gorro Frigio. Los espesores disminuyen hacia el sur y el oeste, donde la Formación Lonco Trapial constituye el borde de la cuenca.

Al sudeste de Paso de Indios, en los alrededores del cerro Horqueta, Cortés (1988, 1990) definió el *Grupo Paso de Indios* integrado por una sección inferior volcano-sedimentaria y una sección superior piroclástica sedimentaria, que denominó *Formaciones Puesto Gilbert y Cañadón Asfalto*, respectivamente, correlacionables con la secuencia volcano-sedimentaria aflorante en la localidad tipo.

Los afloramientos más septentrionales conocidos se ubican en la región de Lipetrén, en la provincia de Río Negro. Allí,



CUADRO 2. ESTRATIGRAFÍA Y EVOLUCIÓN TECTÓNICA DE LA CUENCA DE CAÑADÓN ASFALTO (FIGARI Y COURTADE 1993)

TIEMPO Ma	SIS- TE- MA	PISO EDAD	ETAPA EVOLUCIÓN	CICLO DEPOS.	AMB. DEPOS.	NOMENCLATURA ESTRATIGRÁFICA			COLUMNA IDEALIZADA	ESPESOR MÁXIMO (metros)
						SUR RÍO CHUBUT SIERRA CUADRADA	VALLE MEDIO RÍO CHUBUT	NORTE RÍO CHUBUT SA. TAQUETRÉN LIPETRÉN		
			DEFORMACIÓN COMPRESIVA			TERCIARIO INDIFERENCIADO				300
70		MAASTRICHIANO			MARINO	F.LEFIPÁN / SALAMANCA ? F. PASO DEL SAPO				200 300
80	SUPERIOR	CAMPANIANO	SUBSIDENCIA							
90	CRETÁCICO	SANTONIANO CONIACIANO TURONIANO CENOMANIANO	TERMAL	III	FLUVIAL	F. CERRO BARCINO				700
100		ALBIANO								
110	INFERIOR	APTIANO								
120		BARREMIANO	REACTIVACIÓN TECTÓNICA EXTENSIONAL			F.LOS ADOBES				800
130	MALMÁSICO	HAUTERIVIANO								
130		VALANGINIANO	HEMIGRABEN	II	FLUVIO DELTAICO	F. CAÑADÓN ASFALTO SUPERIOR o F. CAÑADÓN CALCÁREO o F. ESTRATOS DE ALMADA				1500
140	JURÁSICO	BERRIASIANO	MADURO		LACUSTRE					
140		KIMMERIDGIANO								
150	DOGGER	OXFORDIANO	HEMIGRABEN		LACUSTRE	F. CAÑADÓN ASFALTO INFERIOR				600
160		CALLOVIANO	JUVENIL	I						
170		BATHONIANO			VOLCANOCLÁSTICO	F. LONGO TRAPIAL				1000
170		BAJOCIANO								
180	LIÁSICO	ALENIANO								
180		TOARCIANO	CUBETA EXTENSIONAL	0	FLUVIO DELTAICO	F. PUESTO LIZARRALDE	F. LAS LEONERAS			400
190		PUENSBACHIANO								
200		SINEMURIANO								
210	PALEOZOICO	HETTANGIANO								
210		TRIÁSICO								
		PÉRMICO								
		CARBONIFERO								
		EOPALEOZOICO								
		PRECÁMBRICO								
					BASAMENTO	PLUTONITAS MESOSILÍCICAS F.MANIL CHOIQUE F. LIPETRÉN Y EQUIVALENTES				
						METAMORFITAS E INTRUSIVOS F. CUSHAMEN Y EQUIVALENTES				

Nulló (1978) reconoció areniscas conglomerádicas y conglomerados matriz soportados con lentes de areniscas en la base, seguidos por calizas negras y castañas, micríticas, que hacia arriba están interestratificadas con wackes, limolitas y sabulitas arcósicas, que prevalecen hacia el techo de la secuencia (Nulló, 1978; González et al., 1999). Nulló correlacionó estas rocas que denominó Formación Coyueque, con las expuestas en el área tipo de la unidad, en el río Chubut. Depósitos semejantes fueron descriptos en el área de Portezuelo-El Molle-Puesto Torres por Proserpio (1978), Figari y Courtade (1993) y Lizuain y Silva Nieto (1996). Inicialmente, habían sido descriptos por Proserpio como pertenecientes a la Formación Angostura Colorada, de edad cretácica.

En el sector norcentral del Chubut, en las localidades de Bajada del Diablo y Bajada Moreno, Ardolino (1983) y Ardolino y Franchi (1996b) destacaron la presencia de un conjunto de conglomerados rojos con clastos de volcanitas ácidas, areniscas del mismo color y calizas negras, cubiertos en discordancia angular por los depósitos del Grupo Chubut. Los estratos integrantes de esta secuencia fueron denominados **Formación Santa Anita** y correlacionados con los de la Formación Cañadón Asfalto por su estrecha similitud litológica. La importancia de este hallazgo radica en que se amplía considerablemente la cuenca depositacional de esa unidad, ya que hasta el momento sus depósitos no se extendían al naciente del meridiano de 68° 30' (Chebli et al., 1979).

La relación entre las volcanitas y las sedimentitas de la Formación Cañadón Asfalto con la Formación Lonco Trapial ha sido distintamente interpretada. La mayoría de los autores y en particular Lizuain y Silva Nieto (1996) opinan que las volcanitas infrayacen a la secuencia sedimentaria. Nulló y Proserpio (1975) en cambio entendieron que ambas unidades se interdigitan.

De acuerdo con Cabaleri y Armella (1998) el ambiente de sedimentación correspondería a una cuenca hidrológicamente cerrada, hipersalina a alcalina, que ha tenido ciclos de expansión y contracción del nivel del lago debido a cambios climáticos. Durante los períodos de expansión se formaron cuerpos biohermales y condiciones favorables para la vida (peces, estherias) y durante los períodos de contracción existió una fuerte evaporación con el desarrollo de niveles evaporíticos (grietas de desecación, láminas rotas). El sistema lagunar recibió aportes fluviales de diferente energía, vinculados a la evolución tectónica de la cuenca, acompañados por episodios volcánicos ubicados en diferentes tramos de la unidad.

Se han encontrado restos de peces (*Luisella inexcitata*) en la localidad de cerro Cóndor y en el cañadón Santa Máxima (Puesto Limonao), y restos de reptiles terrestres en cerro Cóndor (Bonaparte, 1986; Rich et al., 1999).

La edad de la Formación Cañadón Asfalto fue establecida en base a determinaciones paleontológicas y relaciones estratigráficas. Pocas son las dataciones absolutas de las rocas ígneas intercaladas y los valores obtenidos son contradictorios con las relaciones estratigráficas conocidas. Por ejemplo, los basaltos alcalinos de la base de esta formación fueron datados en  $173 \pm 4$  Ma (Stipanovic y Bonetti, 1970). La información disponible llevó a que la mayoría de los autores asignaran esta unidad al Jurásico medio-superior, desde el Calloviano-Oxfordiano hasta el Kimmeridgiano (entre ellos, Bocchino, 1967; Stipanovic et al., 1968; Tasch y Volkheimer, 1970; Turner, 1983; Nulló, 1983; Musacchio

et al., 1986 y Cortés, 1990). Sin embargo, Masiuk (1991, en Figari y Courtade, 1993), reconsideró la bioestratigrafía de la sección superior de la Formación Cañadón Asfalto (Miembro Sedimentario definido por Nulló, 1983), parcialmente de la Formación Cañadón Calcáreo (Proserpio, 1987) y de los Estratos de Almada (Musacchio et al., 1986) y concluyó que esos depósitos deben ser incluidos en un ciclo sedimentario cretácico, iniciado en el Berriasiano y que se extendió hasta el Valanginiano-Hauteriviano. Estos depósitos serían correlacionables con el «Neocomiano» de la cuenca del Golfo San Jorge. En función de la determinación de esta nueva edad, Figari y Courtade proponen distinguir esos depósitos cretácicos y reconocerlos como Formación Cañadón Asfalto Superior.

Basándose en investigaciones propias y de Homocv et al. (1991) y Figari et al. (1992), Figari y Courtade (1993), interpretan que los depósitos de la Formación Cañadón Asfalto representan el registro de diferentes etapas dentro de la evolución de cuencas de hemigraben. Reconocieron depósitos volcánicos, bioquímicos, piroclásticos y epiclásticos que tienen su mejor representación en el tramo medio del río Chubut. Estos autores plantean un esquema de evolución tectosedimentaria de la cuenca de Cañadón Asfalto donde reconocieron para el lapso Jurásico-Cretácico cuatro megasecuencias denominadas correlativamente del 0 al III y que se consignan en el Cuadro 2. Estos autores, consideran dos etapas fundamentales en la evolución de la cuenca. Una es su generación, relacionada con el rifting que afectó al Gondwana a partir del Triásico y Jurásico inferior. El otro gran evento es la deformación de carácter compresivo o transpresivo, quizás acaecida en varios pulsos, y dividen la historia tectosedimentaria de la cuenca en 5 etapas, en las cuales, a partir de una cubeta extensional en el Liásico, se pasa a un ambiente de hemigraben juvenil cuyo clímax está registrado por los depósitos gruesos del Grupo Lonco Trapial. Posteriormente se pasa a la etapa de hemigraben maduro, con los depósitos lacustres y fluvio-deltaico-lacustres de la Formación Cañadón Asfalto Inferior y Superior, respectivamente. Durante la etapa IV se produce una reactivación de la fracturación distensiva y de la subsidencia termal, con depositación de los sedimentos del Grupo Chubut. Por último, en la etapa V, la inversión tectónica con fallamiento de tipo compresivo generó la exhumación de antiguos bordes de cuenca que actualmente están representados por las sierras de Taquetrén y de Agnia.

Cortiñas (1996) efectuó un análisis de toda la información estratigráfica y geofísica existente sobre los depósitos sedimentarios y volcánicos del centro-sur de la provincia de Río Negro y centro-norte de Chubut, reuniéndolos en la denominada cuenca de Somún Curá-Cañadón Asfalto, donde se integran los depósitos bajo la meseta homónima y los de la Formación Cañadón Asfalto aflorantes en el borde occidental.

## LOS DEPÓSITOS CRETÁCICOS

El Macizo de Somún Curá actuó como elemento subpositivo que dividió hacia el norte y el sur dos importantes depocentros de sedimentación de facies de capas rojas a partir del Cretácico inferior: la cuenca del Grupo Neuquén y la del Grupo Chubut. La del sector norte fue predominantemente epiclástica, mientras que hacia el sur se observa una

conspicua participación piroclástica (Ramos, 1984). Sobre el macizo, sólo una delgada pero aparentemente extensa cubierta representa la sedimentación continental de ambos grupos.

Durante el Campaniano se produjo un cambio significativo en los ambientes sedimentarios, produciéndose la depositación de sedimentitas epiclásticas en medios cada vez más marginales, hasta francamente marinos, los que prevalecieron durante el Maastrichtiano-Daniano. Esta primera ingresión marina penetró aparentemente por la cuenca del Colorado, de donde se expandió hacia la cuenca Neuquina y hasta el sector preandino de Río Negro y norte del Chubut, cubriendo la mayor parte de la primera provincia. También habría ingresado desde el sur por la cuenca del Golfo de San Jorge cubriendo hasta un poco más al norte del río Chubut.

### *EL GRUPO NEUQUÉN Y OTROS DEPÓSITOS DEL CRETÁCICO DEL NORTE DEL MACIZO DE SOMÚN CURÁ*

Hacia el final del Jurásico, los depósitos de la cuenca Neuquina comenzaron a traslapar sobre el basamento de la región noroccidental del macizo, proceso expuesto en el bajo de Ortiz y áreas vecinas. La secuencia sedimentaria allí aflorante, correlacionable con el ciclo Ándico de la cuenca, fue reconocida por Roll (1938), Herrero Ducloux (1946), Pozzo (1956), Parker (1972), Di Paola (1972), Dellapé et al. (1979) y Digregorio y Uliana (1980). Comprende las Formaciones Pichi Picún Leufú, Ortiz, Limay y Bajada Colorada, agrupándose las tres primeras en el *Grupo Fortín Nogueira* (Roller et al., 1984). La *Formación Pichi Picún Leufú*, continental a marginal, muy bien expuesta en el cañadón Michihuau, se inicia con una sección conglomerádica, continúa con areniscas y limolitas y culmina en su sección superior con conglomerados areniscosos. Fue referida al Kimeridgiano por Leanza y Hugo (1997), sobre la base de sus relaciones estratigráficas. En concordancia sobre ella se halla la *Formación Ortiz*, de ambiente marino nerítico, integrada por limolitas y arcilitas, con intercalaciones de calizas oolíticas, con restos de bivalvos y gastrópodos, cuyas colecciones principales se debieron a Wichmann (1927a) y Pozzo (1956). El análisis de esta última fauna le permitió a Groeber (1956) conferirle edad tithoniano-berriasiana a la unidad. Una completa reseña de la paleontología de la misma fue realizada por Manceñido y Damborenea (1984). El grupo culmina en el Berriasiano con la *Formación Limay*, originada en medio continental fluvial, compuesta por intercalaciones de areniscas de grano mediano a fino con limolitas y arcilitas rojas que en la base presentan delgadas capas de conglomerados finos.

La *Formación Bajada Colorada* cubre al Grupo Fortín Nogueira y penetra manifiestamente en el macizo, hallándose en los cañadones Michihuau, Trapalco y Lonco Vaca. Es una secuencia de conglomerados, areniscas y pelitas ordenadas en ciclos granodecrecientes, de ambiente fluvial meandroso. Hacia la meseta dominan las facies gruesas, conglomerádicas, de coloraciones rojizas. Su edad, por posición estratigráfica, está acotada al lapso berriasiano-valanginiano.

Luego de un período de no depositación que abarcó el resto del Cretácico inferior, se reinició en el sector norte del macizo la acumulación de sedimentitas continentales, pero éstas, a diferencia de las anteriores, traslaparían más y más

sobre el zócalo plutónico - volcánico. El *Grupo Neuquén* (Stipanovic et al., 1968), que de él se trata, es una de las unidades tradicionales de la cuenca Neuquina y del sector norte del macizo. Reconocido ya desde fines del siglo pasado por Roth (1898, 1899), fue estudiado por Keidel (1917), quien propuso la primera subdivisión parcial de esta secuencia, a la que denominó Estratos con Dinosaurios, término con que se lo conoció por varias décadas, y también por Wichmann (1927a), quien lo dividió en unidades menores a las que llamó con letras, desde la A hasta la F. Sin embargo, cabe el mérito a Roll (en Fossa Mancini et al., 1938) y Roll (1941) de introducir el término Formación del Neuquén y sentar las bases, junto con Herrero Ducloux (1939, 1946, 1947) de la moderna estratigrafía del grupo, a la que aportaron también Cazau y Uliana (1973), Digregorio (1978), Uliana y Dellapé (1981) y Ramos (1981). En la actualidad, siguiendo las ideas de Ramos (1981) se reconocen en esta gran unidad, los *Subgrupos Río Limay, Río Neuquén y Río Colorado*, los que a su vez están integrados, siempre en orden estratigráfico ascendente, por las *Formaciones Candeleros, Huincul y Cerro Lisandro* el primero; *Portezuelo y Plottier* el segundo y *Bajo de la Carpa y Anacleto* el restante. Estas formaciones se pueden individualizar y mapear con relativa facilidad en el ámbito de la cuenca Neuquina, pero a medida que traslapan sobre el macizo cambian sus características distintivas debido a la influencia y cercanía de las áreas de aporte, donde afloraban principalmente granitoides gondwánicos y volcanitas del Triásico y Jurásico de los complejos Los Menucos y Marifil. Estos cambios fueron advertidos por Hugo y Leanza (1997) quienes, en la región de El Cuy, ante la imposibilidad de distinguir las unidades clásicas, debieron reunir conjuntos de estas en formaciones nuevas, como también por Caminos (1999) y Cucchi et al. (1999) quienes mapearon complejamente a nivel de grupo, los depósitos continentales cretácicos de las regiones de Valcheta y Los Menucos, respectivamente.

En la cuenca Neuquina y en los sectores distales del macizo las litologías de las unidades y subunidades tienen un ordenamiento simple. El arreglo general del grupo es estrato y grano decreciente, y también el de los subgrupos, que comienzan con areniscas y finalizan con arcilitas, producto de ambientes fluviales que comienzan con facies de canales para concluir con depósitos de planicies de inundación. Una reactivación y rejuvenecimiento de la red de drenaje sobrepone a las pelitas de la facies anterior nuevos depósitos arenosos, que luego gradan a sedimentos finos, repitiéndose el ciclo. Así, Candeleros está compuesta principalmente por areniscas moradas, Huincul por depósitos de la misma granulometría pero blanquecina, Cerro Lisandro tiene como litología principal pelitas rojas, Portezuelo areniscas rojizas, Plottier arcilitas rojas, repitiéndose el ciclo en Bajo de la Carpa y Anacleto. En cambio, dentro del macizo, como reconoció Caminos (1999) en la región de Valcheta, la composición es heterogénea, son frecuentes los cambios laterales de facies, no hay cortes naturales extensos y, por todo esto, resulta difícil definir subunidades litoestratigráficas dentro del grupo. Así definido, el Grupo Neuquén no diferenciado aflora en el sector del macizo comprendido entre Valcheta y Chasicó, en asomos discontinuos, semicubiertos por derrubio moderno, con espesores que no superan los 50 m (Hugo y Leanza, 1997; Caminos, 1999; Cucchi et al., 1999).

En el ámbito de la cuenca Neuquina, el grupo está delimitado en la base y techo por dos discontinuidades. En la

base, por la Discordancia Intercretácica debida a la fase Miránica principal de los movimientos Patagonídicos (Keidel, 1917; Stipanovic y Rodrigo, 1970) que se produjeron a comienzos del Cenomaniano, y que se puede correlacionar con la discontinuidad de carácter global producida a los  $97 \pm$  Ma, en el Albiano superior–Cenomaniano inferior (Todd y Vail, 1980). La parte superior, por su parte, está fijada por la discordancia intersenoniana debida a los movimientos Huantraíquicos de la base del Campaniano, a los  $74 \pm 3$  Ma. En la parte interna del macizo, estos últimos se habrían evidenciado por cambios de tipo ambiental, ya que los términos superiores del grupo como de las unidades correlacionables pasan transicional y concordantemente a los depósitos del Campaniano–Maastrichtiano, como se verá más adelante.

En el sector occidental interno del macizo, los depósitos continentales cretácicos están representados por la **Formación Angostura Colorada**, unidad creada por Volkheimer (1973) para rocas aflorantes en la localidad homónima, situada al sur de Ingeniero Jacobacci. Paralelamente, Rabassa (1978) designó con el nombre de Estratos de Neneo Rucá a sedimentitas homologables a las anteriores situadas en Pilcaniyeu Viejo y la región de Comallo, unidad ésta que Manassero y Maggi (1995) adscribieron directamente a Angostura Colorada. De los trabajos de los autores citados, y de los de Nullo (1978), Coira (1979), Nández (1983), González (1998), González et al. (1999) y Remesal et al. (1999) se obtiene la distribución regional de la unidad, que se extiende desde Pilcaniyeu Viejo en el oeste hasta los bajos de Carri Laufquen, situados en la meseta de Somún Curá, al norte de El Caín. La litología dominante consiste en areniscas y pelitas rojizas y blanquecinas en el sector oriental, en tanto que en el occidental abundan los estratos conglomerádicos y arenosos. Los estudios ambientales revelaron dos facies principales, de planicies entrelazadas arenosas en la parte inferior, que evolucionaron a facies lacustres y lagunares hacia el tope de la secuencia. La Formación Angostura Colorada se correlaciona directamente tanto con el Grupo Neuquén como con el Grupo Chubut, la otra gran unidad sedimentaria continental cretácica del sector austral del macizo. Se podría especular, inclusive, con que los depósitos de Angostura Colorada podrían ser equivalentes a las últimas unidades de ambos grupos, ya que con estos prácticamente se habrían colmatado las respectivas cuencas. Al respecto, es significativa la semejanza litológica y cromática de algunas secciones superiores de aquella con la Formación Anacleto. Tradicionalmente referida al Cretácico superior, la Formación Angostura Colorada no es pródiga en elementos faunísticos o florísticos determinativos. Por esto cobran importancia los hallazgos de palinomorfos (acritarcas, algas y esporas triletes) efectuados por Pöthe de Baldi (1983; en Nández, 1983) que revelan edad cretácica hasta campaniana.

### EL GRUPO CHUBUT

Por su colorido, litología, contenido faunístico y destacada morfología, las rocas continentales cretácicas de la provincia del Chubut son una de las más típicas y características de la región. Su inmediata relación con las capas que hoy integran el Grupo Neuquén aflorante en la cuenca Neuquina fue sostenida desde muy antiguo por Ameghino (1898, 1906). Keidel (1917), recomendó llamar en general a dichas capas Estratos con Dinosaurios de acuerdo con los restos de fósiles que desde la base al techo se encuentran en todos los horizontes. Esta proposición fue aceptada y seguida durante mucho

tiempo en las publicaciones geológicas. Windhausen (1921), quien denominó a estos depósitos continentales Areniscas del Cretáceo Superior, efectuó una primera reconstrucción paleogeográfica y según él estos depósitos estarían limitados a una zona situada al poniente de una línea que une la sierra Chata con el valle de Las Plumas. Otros trabajos en la región se deben a Wichmann (1927a, b y c; 1930) quien describió los Estratos con Dinosaurios aflorantes al sur de la meseta de Somún Curá. Actualmente se conoce a esta entidad con el nombre de **Grupo Chubut**, que respeta la antigua denominación de Chubutiano dada por Ameghino (1906). La definición proviene de Lesta (1968), y fue primero referida a las formaciones del subsuelo de la cuenca del Golfo San Jorge, para luego (Lesta, 1969) incluir también las formaciones de superficie. Lesta y Ferello (1972) formalizaron la división realizada por Ferello y Tealdi (1950) del Chubutiano aflorante al oeste y norte de los lagos Musters y Colhué Huapi, en la sierra de San Bernardo. De abajo hacia arriba fueron identificadas las **Formaciones Matasiete, Castillo y Bajo Barreal**, continuando la secuencia con la **Formación Laguna Palacios**. Por encima se dispondría aún la **Formación Talquino**, que remataría la columna integrante del Grupo Chubut para la región centro oeste de la provincia.

En la región central de la provincia del Chubut, Chebli et al. (1976) definieron nuevas unidades estratigráficas en el Grupo Chubut, relacionándolas con las establecidas formalmente más al sur, en la sierra de San Bernardo. Ellas son las **Formaciones Gorro Frigio, Cañadón de las Víboras y Puesto Manuel Arce**, las que yacen discordantemente sobre un substrato de acentuado paleorelieve. La Formación Gorro Frigio fue dividida en tres miembros, los que de abajo hacia arriba son Arroyo del Pajarito, Bardas Coloradas y Cerro Barcino. Los dos primeros aflorarían sólo en los alrededores del paraje Gorro Frigio y el tercero se extendería, al área de la meseta de Somún Curá, llegando tan al norte como a las localidades de Telsen y al paraje La Soledad, al sur de Cona Niyeu en Río Negro (Nakayama et al., 1979)(Figura 11). Estos autores otorgan al Grupo Chubut en la zona central una edad barremiana ? – aptiana, pero al tratar la Formación Puesto Manuel Arce quedó la posibilidad de su menor antigüedad, ya que ejemplares de ostrácodos, carofitas y megasporas encontrados en sus sedimentitas guardan cierta afinidad con formas senonianas aparecidas en el Grupo Neuquén. Por ello Lesta et al. (1980), dejan abierta la posibilidad de que la Formación Puesto Manuel Arce pueda ser escindida del Grupo Chubut, por alcanzar el Maastrichtiano.

Codignotto et al. (1978) reinterpretaron las unidades que integran el grupo Chubut en la región central, entre Paso de Indios y Las Plumas y entre las sierras Rosada y Negra. Dividieron al grupo en dos Formaciones: **Los Adobes y Cerro Barcino**, creando varios miembros que representarían distintas facies. Estas se distribuirían desde el oeste hacia el este en orden de edad decreciente y se apoyarían sobre un relieve relativo que se supone era de moderado a suave. Esto estaría demostrado por el hecho que el substrato volcánico se presenta en la región como islotes, no observándose espesores considerables del Grupo Chubut en ninguna localidad. La edad del conjunto iría del Barremiano al Cenomaniano, pero no descartan una edad más moderna, quizás senoniana para el Miembro Bayo Overo. En estas capas, Del Corro (1975) determinó un saurópodo proveniente de las vecindades del cerro Barcino, de probable edad senoniana. De acuerdo al esquema presentado por Codignotto et al. (1978), por debajo

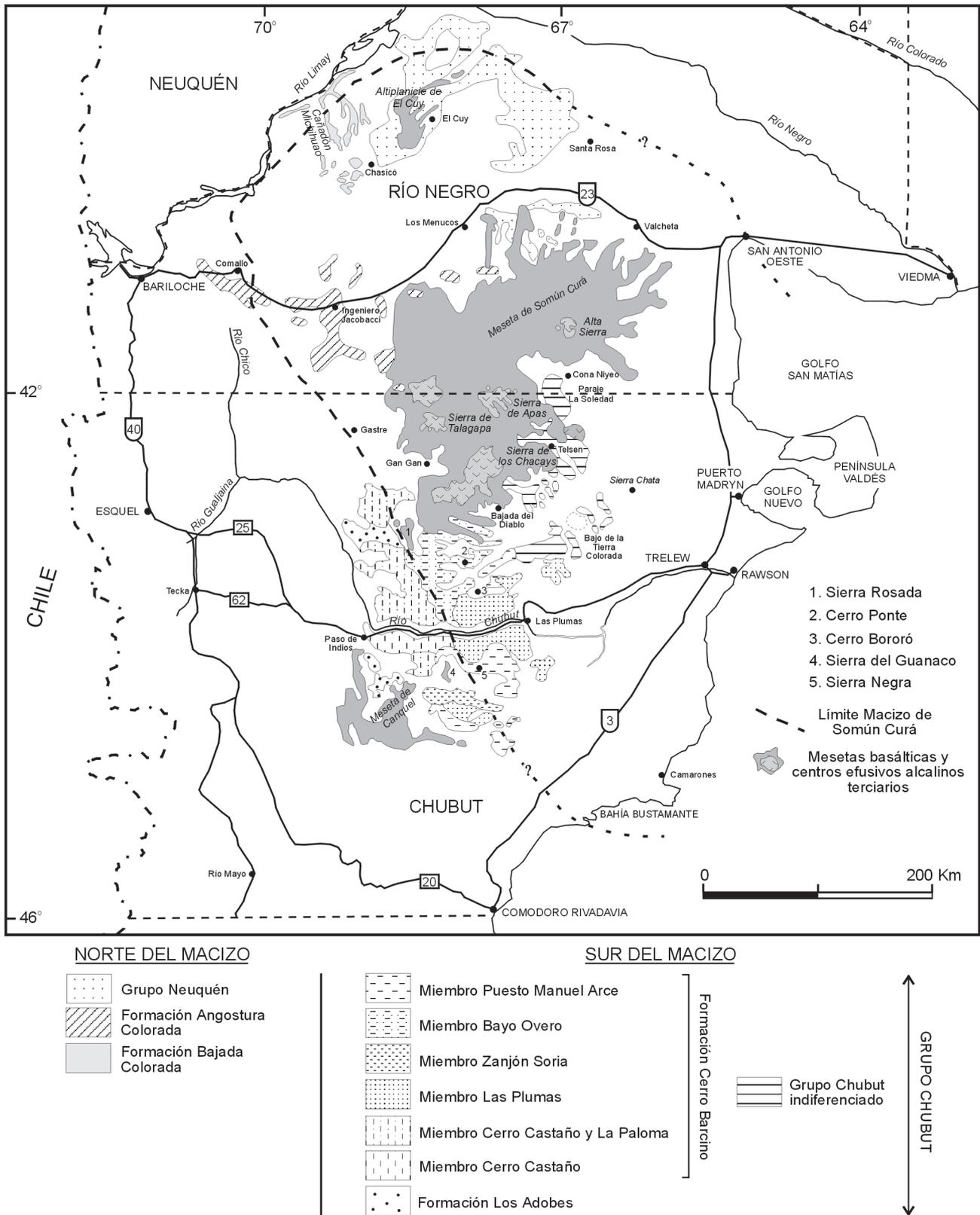


Figura 11. El Cretácico continental del Macizo de Somún Curá

de los basaltos de la meseta de Somún Curá al este de sierra Rosada aflorarían solo los términos superiores de la Formación Cerro Barcino (Miembros Las Plumas, Bayo Overo y Puesto Manuel Arce). Hacia el oeste se hallarían los términos más bajos, Cerro Castaño y La Paloma de la Formación Cerro

Barcino y los Miembros Bardas Coloradas y Arroyo del Pajarito de la Formación Los Adobes, base del Grupo Chubut en la región (Figura 11).

Otro panorama se presenta en el norte del Chubut, donde los basaltos de la meseta de Somún Curá preservan importan-

tes espesores de sedimentitas cretácicas que fueron estudiadas desde muy antiguo (Windhausen, 1921; Wichmann, 1927da, b y c; 1930). En la zona de Telsen, Flores (1956) dividió al Chubutiano en dos secciones diferentes que correlacionó con la Serie del Castillo: una inferior constituida en gran parte por tobas rojizas y gris verdoso claras, duras y bien estratificadas, y otra superior donde predominan las areniscas y conglomerados de colores pardo rojizos. Aguas arriba del arroyo Telsen, según el autor mencionado, la mayoría de los afloramientos que aparecen pertenecerían a la sección superior de la Serie del Castillo y constan de una alternancia de areniscas grisáceas, areniscas rojizas, conglomerados y brechas pardo rojizas. Para Chebli et al. (1976), el Miembro Cerro Barcino de la Formación Gorro Frigio sería la única unidad aflorante del Grupo Chubut en el área sur de la meseta de Somún Curá.

Por su parte, Pesce (1979b) propuso la denominación local *Formación Arroyo Perdido* para las capas pertenecientes al Grupo Chubut en la zona del arroyo homónimo, por considerar que tiene caracteres litológicos y espesores distintos a los de la Formación Gorro Frigio. Por otra parte tanto Page (1987) como Ardolino (1983, 1987), asignaron al Grupo Chubut en general a los afloramientos ubicados entre Telsen, Bajada del Diablo y el Bajo de la Tierra Colorada, aunque luego Ardolino y Franchi (1996b) las agruparon en la Formación Cerro Barcino y específicamente en el Miembro Las Plumas, siguiendo a Codignotto et al. (1978).

Como se ve, las opiniones no son unánimes y aún se mantienen las dificultades al pretender correlacionar las sedimentitas cretácicas del borde de la meseta de Somún Curá con las formaciones definidas en la región central de la provincia. Por otra parte, en el borde sur de la meseta los estratos pasan mediante una discordancia de muy bajo ángulo a paquetes arenoso-conglomerádicos con estratificación entrecruzada y espesos mantos pelíticos de origen lagunar y marinos de probada edad senoniana, correspondientes a las Formaciones Puntudo Chico y La Colonia. Esta discordancia, que podría deberse a los movimientos intersenonianos, está bien representada en el río Chubut medio entre los estratos del Grupo Chubut y la Formación Paso del Sapo de edad senoniana, pero en otros sectores no está registrada o es poco visible.

Al sur del cerro Ponte, el Miembro Puesto Manuel Arce del Grupo Chubut para la región central sería, en parte, senoniano. Este miembro, que se extiende hasta un poco al norte del cerro Bororó, en su localidad tipo, al este de la sierra del Guanaco, presenta una sección inferior de areniscas, conglomerados y arcilitas de colores claros, blanquecinos, y una sección superior con una monótona alternancia de limolitas y arcilitas varicolores oscuras. El ambiente inicial sería continental con un régimen fluvial de mediana a alta energía, para establecerse luego un ambiente lacustre con aporte esporádico de tobas (Chebli et al., 1976). Según estos autores esta unidad es la que guarda mayores diferencias con las demás formaciones del Grupo Chubut y de acuerdo al contenido bioestratigráfico, su edad sería senoniana. Cuando sus paquetes yacen cubiertos por la Formación Salamanca, el pasaje es transicional y concordante. Observaciones de Cortés (1987; 1988), realizadas al oeste de la sierra El Guanaco permiten sospechar una discordancia en la base del Miembro Puesto Manuel Arce en esa región, teniendo en cuenta la mayor intensidad de plegamiento del subyacente en ese sector.

El Miembro Bayo Overo, nivel más alto de la Formación Cerro Barcino del Grupo Chubut, y equivalente lateral del

Miembro Puesto Manuel Arce en el sentido de Codignotto et al. (1978), aflora en una amplia región en el borde sur de la meseta de Somún Curá, desde el cañadón Racedo hasta engranar con la Formación Arroyo Perdido (Pesce, 1979b), en la zona del pueblo El Mirasol. Es cubierto en discordancia por las pelitas verdes de la Formación Puesto Escobar, del Campaniano-Maastrichtiano (Proserpio, 1987). De certificarse la edad senoniana del Miembro Puesto Manuel Arce, sería entonces posterior al Miembro Bayo Overo.

Se ha aceptado una edad tope cenomaniana para el Grupo Chubut en la región. Sin embargo teniendo en cuenta que sus capas pasan, discordancia mediante, a niveles campanianos maastrichtianos, éstas podrían alcanzar el Senoniano. La edad del Miembro Bayo Overo, que representaría las capas más altas del Grupo Chubut al sur de la meseta de Somún Curá, llegaría hasta el Turoniano/Coniaciano (Proserpio, 1987). Un criterio similar siguen Ardolino y Franchi (1996b), para quienes el grupo alcanzaría el Turoniano, y Anselmi (1999), hasta el Santoniano. Respecto a la base, al este, entre Bajada del Diablo y Telsen, sería albiana en la región, teniendo en cuenta la edad post-aptiana del Miembro Las Plumas (Ardolino y Franchi, 1996b). Por correlaciones de orden regional con la comarca de Ferrarotti, Barcat et al. (1989) consideraron a los Miembros Arroyo del Pajarito y Bardas Coloradas de la Formación Los Adobes, como Valanginiano superior-Hauteriviano, edad confirmada por Musacchio y Simeoni (1993) al estudiar faunas de ostrácodos no marinos y carófitas neocomianas. Barcat et al. (1989) ubican a la Formación Cerro Barcino en el lapso barremiano-campaniano, por lo que el rango total del grupo se ha ampliado considerablemente, comprendiendo el intervalo valanginiano superior - hauteriviano hasta la base del Campaniano. Existiría así un marcado diacronismo en la evolución inicial de los Grupos Neuquén y Chubut, de alrededor de 38 Ma. Aún más, el Miembro Puesto Manuel Arce alcanzaría una edad campaniana-maastrichtiana inferior ya que pasa transicional y concordantemente a la Formación Salamanca del Maastrichtiano superior-Daniano en su localidad tipo.

## EL CAMPANIANO Y MAASTRICHTIANO DEL MACIZO DE SOMÚN CURÁ

Durante el Cretácico superior, el Macizo de Somún Curá continuó actuando como elemento positivo, dividiendo hacia el norte y el sur dos importantes depocentros de sedimentación continental: las cuencas de los Grupos Neuquén y Chubut, respectivamente. Sin embargo, como se ha sugerido en páginas precedentes, es factible que términos superiores del primer grupo hayan superado los bordes de cuenca, traslapando sobre el basamento y las volcánicas triásico-jurásicas en el sector norte del macizo. Con respecto a la región austral, esta tendencia es manifiesta en grandes áreas del centro del Chubut, donde las volcánicas jurásicas están cubiertas por importantes espesores de sedimentitas continentales del Grupo Chubut. Sólo sectores de la porción oriental del macizo (sierra Grande, Camarones) permanecieron elevados durante esa época (Busteros et al., 1998; Lema et al., 1998). En ambas regiones, y en zonas intermedias, queda claro que por colmatación de las cuencas o por ascenso del nivel de base, en las secuencias estratigráficas más altas de los grupos se estableció un régimen continental de baja energía, con depósitos de granulometría fina, como preanuncio

de procesos de sedimentación diferentes, los que quedaron determinados por los movimientos ocurridos durante la fase Huantráiquica (Méndez et al., 1995) del ciclo orogénico Patagónico, producidos alrededor de los 74 Ma, durante el Campaniano. Estos movimientos tienen una importancia trascendental en la evolución tectosedimentaria de toda la comarca del norte de Patagonia, incluyendo el área de la cuenca Neuquina y el Macizo de Somún Curá, ya que determinaron la inversión de la pendiente regional, que a partir de ese momento pasó a ser atlántica. En la cuenca Neuquina y en la región norte del macizo, el ciclo sedimentario netamente continental del Grupo Neuquén fue seguido en la misma región por otra secuencia continental y marina a la que Dígregorio y Uliana (1975) denominaron *Grupo Malargüe*, terminología derivada de los "Estratos de Malargüe" de Gerth (1925) y del Malalhueyano de Groeber (1946). Este grupo, con el que culmina el período sedimentario de la cuenca Neuquina, se diferencia netamente del anterior por un cambio brusco en la litología, coloración y morfología de los afloramientos. Ha sido estudiado desde muy antiguo por diversos investigadores y en particular por ser esa región una de las principales del país en la producción de hidrocarburos. Una reseña sobre la evolución del conocimiento del Grupo Malargüe, como también del Grupo Neuquén, puede leerse en Ardolino y Franchi (1996a). Para la región se utiliza la subdivisión propuesta por Uliana (1979), quien diferenció en orden ascendente las Formaciones Allen, Jagüel, Roca y El Carrizo. Esta última fue reconocida en los alrededores de General Roca, por lo que su importancia es sólo local. La edad del conjunto corresponde al lapso campaniano tardío (post 74 Ma) a Paleoceno tardío (55 Ma). Durante el depósito de estas sedimentitas no hubo interrupciones significativas, lo que descarta una discordancia entre el Cretácico y el Terciario. El proceso se inicia con una sección clástica basal, seguida de una etapa sedimentaria lagunar de marismas a marina con fuerte influencia continental, con precipitación subácea en una zona protegida del oleaje, para finalizar con una retracción que da lugar a la acumulación de evaporitas. Este conjunto constituye la Formación Allen. Sobrevienen luego depósitos de ambiente marino franco, los que originan la acumulación de la Formación Jagüel, sucedida, ya en tiempos paleocenos, por las sedimentitas de mar somero de la Formación Roca. Con los bancos rojos y evaporitas de la Formación El Carrizo culmina el proceso de colmatación.

Los depósitos netamente cretácicos corresponden a la Formación Allen y a un sector de la Formación Jagüel, dentro de la cual se encuentra el pasaje cretácico-paleógeno, determinado en perfiles de la zona de Jagüel de los Rosaurus por Bertels (1969, 1980) y Nández y Concheyro (1996).

Al nordeste del macizo, los depósitos del Maastrichtiano-Paleoceno son mencionados en el subsuelo de la cuenca del Colorado. Poseen gran similitud con los del Grupo Malargüe, por lo que ha sido sugerida una conexión entre esa cuenca y la Neuquina.

La reconstrucción paleogeográfica de la ingresión malalhueyana fue realizada por Uliana y Biddle (1988). El avance del mar, como ya había sido sugerido por Wilckens (1905), se efectuó por el Océano Atlántico, inaugurando a partir de ese momento este nuevo camino de las transgresiones marinas en el territorio argentino. Como se ha mencionado, este cambio se debió a movimientos del ciclo Patagónico, que ascendieron la región cordillerana y plegaron el relleno de la fosa del Agrio, desvinculando la posibilidad del ingreso del

Océano Pacífico (Ramos, 1978, 1981). Según esa paleogeografía el mar ingresó desde el este por el río Colorado y desde el sur por el golfo San Jorge, extendiéndose como una delgada cuña por el norte neuquino y el sur de Mendoza.

En la provincia del Chubut, el conocimiento de los depósitos cretácicos equivalentes a los anteriores comienza con los estudios de Wichmann (1927d) sobre la Facies Lacustre Senoniana y los trabajos de Flores (1956-1957) en el borde sudeste de la meseta de Somún Curá; sin embargo, trabajos posteriores mencionaban solo los afloramientos descubiertos por Piatnitzky (1933, 1936, 1941) en el río Chubut medio, actualmente conocidas como Formaciones Paso del Sapo y Lefipán, en tanto que los depósitos mayormente pelíticos que sucedían al Grupo Chubut eran englobados dentro de la Formación Salamanca. En los últimos quince años, los trabajos iniciados por Ardolino y Delpino (1987) en la Formación La Colonia, permitieron reubicar estas sedimentitas en su contexto estratigráfico y regional actual.

Los últimos conocimientos han producido una ligera variante respecto de la paleogeografía expuesta por Uliana y Biddle (1988), que explica la distribución areal de los depósitos senonianos en la provincia del Chubut. Según Sacomani y Panza (1998), un brazo del mar habría entrado por la cuenca del Colorado invadiendo la cuenca Neuquina hacia el norte y buena parte del macizo hacia el sur. De esta manera se inundaron áreas que coinciden con la cuenca de Somún Curá-Cañadón Asfalto, hasta un poco más al sur de los 43°, siguiendo aproximadamente una antigua reconstrucción paleogeográfica como es la línea sierra Chata-Las Plumas, efectuada por Windhausen (1921). (Ver capítulo 18, este volumen, Figura 1) Esa ingresión estaría representada por sedimentitas marinas arcillosas muy uniformes litológicamente, de edad campaniana-maastrichtiana, producto de extensas planicies de marea que se extendieron desde el sur de Mendoza, pasando por Neuquén y Río Negro hasta el centro de la provincia del Chubut un poco al sur del meridiano que pasa por el cerro Ponte (Punto 2, Figura 11). Depósitos campanianos previos a la ingresión, generalmente de carácter mixto, albuféricos, en parte fluviales, acompañan a las formaciones marinas en su distribución. Esta ingresión es la que en el Daniano culminaría con los depósitos de la Formación Roca según Sacomani y Panza (1998). En varios lugares se ha observado la presencia de una discordancia en la base de las sedimentitas campanianas y maastrichtianas, que las separa del resto de los depósitos continentales cretácicos.

Por otra parte los mismos autores proponen una nueva entrada atlántica que cubriría parcialmente el extremo suroriental del Macizo de Somún Curá, pero procedente del sur, desde la cuenca del Golfo de San Jorge. Este brazo es el que en el Daniano y quizás también en el Maastrichtiano más alto produjo los depósitos marinos de la Formación Salamanca (Lesta y Ferello, 1972), y cuyos afloramientos más septentrionales se encuentran en el cerro Bororó. Los depósitos senonianos previos a la ingresión serían continentales, a diferencia del brazo norte y recién al final del Campaniano, durante un breve período se habría instalado un ambiente litoral albuférico. El Miembro Puesto Manuel Arce del Grupo Chubut, cuya distribución no llega más allá de los 43°, un poco al norte del cerro Bororó, representaría estas secuencias. No se ha observado una discordancia que separe a estos depósitos senonianos del Grupo Chubut, por lo que en esta región este grupo llegaría al Campaniano-Maastrichtiano, al

menos hasta que la opinión de Cortés (1987, 1988) sobre la existencia de una discordancia en la base del Miembro Puesto Manuel Arce sea confirmada.

De esta forma, hacia el final del Cretácico, posiblemente desde el Campaniano tardío, la mayor parte del macizo estuvo cubierta por depósitos continentales y luego marinos, por lo que habría dejado de constituirse en un área elevada que aportaba sedimentos hacia las cuencas vecinas del norte y sur. Aún los depósitos marinos someros de la Formación Roca y unidades equivalentes, de acuerdo con la distribución de los afloramientos conocidos, habrían tenido una dispersión semejante, lo que dejaría sin sustento a algunas teorías que postulan un área emergida constituida por el sector central del macizo. Al respecto, sólo la región de Camarones, en el borde sureste del macizo, permaneció como un zócalo elevado hasta el Paleoceno tardío (Lema et al., 1998).

### *LAS FORMACIONES ALLEN, JAGÜEL Y OTROS DEPÓSITOS DEL SENONIANO SUPERIOR DEL NORTE DEL MACIZO DE SOMÚN CURÁ*

Muchas de las unidades estratigráficas mayores aflorantes en la cuenca Neuquina (Grupo Neuquén, Formación Roca, aun Formación Palaoco para los basaltos de Somún Curá) han sido trasladadas al dominio septentrional del macizo. Sin embargo, los equivalentes senonianos, pese a la visión totalizadora de Wichmann (1927d) con su Facies Lacustre Senoniana, han sido muy poco tenidos en cuenta en cuanto a su extensión regional, ya sea por la falta de relevamientos sistemáticos, por su poca visibilidad en afloramientos, porque se hallan cubiertos por su propio regolito y vegetación, porque se confunden con otras unidades o porque es muy difícil el hallazgo de fósiles determinativos fuera de ciertas localidades clásicas. Por ello aún es arduo diferenciar en estas regiones las formaciones senonianas del Grupo Malargüe reconocidas ampliamente en la zona de la cuenca Neuquina y a lo largo del curso superior del río Negro.

**Formación Allen:** Para Uliana (1979), los niveles de la Formación Allen representan el nexo entre la sedimentación continental del Grupo Neuquén y la marina de la Formación Jagüel. En la región noroccidental del macizo las características litológicas de esta formación la hacen fácilmente divisible en tres secciones. La inferior está constituida por areniscas de tamaño de grano mediano a grueso, color gris claro a amarillento, con estratificación entrecruzada. En la parte inferior las areniscas, son sabulíticas y apoyan sobre el Grupo Neuquén mediando una superficie de erosión. Pelitas de la Formación Anacleto, unidad cuspidal del Grupo Neuquén, se encuentran como clastos en las sabulitas. En algunas áreas esta superficie de erosión es poco clara y puede ser fácilmente pasada por alto. La sección media es de arcilitas laminadas de color verde oliva. Una cubierta meteorizada tapiza los afloramientos, sobre los que se esparcen trozos de placas de yeso translúcido a transparente. Cortes limpios del afloramiento dejan ver una arcilla verde clara, de brillo céreo y superficies onduladas a concoidales de los fragmentos, con grietas de unos 2 cm de ancho rellenas con yeso, que cruzan los estratos en variadas direcciones y que toman en sus contactos tintes ocráceos. En los bancos de arcilla se intercalan pequeños espesores arenolimosos. La sección superior se caracteriza por presentar bancos de yeso blanquecino, nodular a fibroso, con repliegues enterolíticos y algunas intercalaciones calcáreas. En la

parte superior, el yeso se ha depositado perpendicularmente a la estratificación, formando una trama entrecruzada en alternancia con arcilitas verdosas. En cuanto al medio de sedimentación, estas rocas representarían, en la parte inferior, un ambiente fluvial que gradualmente pasa en la parte media a marino de baja profundidad con fuerte influencia continental, con acumulación subárea en una zona protegida del oleaje. Como se verá, el ambiente de sedimentación de la sección media es semejante al correspondiente a la Formación Jagüel. La zona superior representa una fase de retiro del mar, con fuerte evaporación que ocurrió en cuerpos aislados de agua como lagunas someras cercanas al mar, con escaso o nulo aporte clástico.

Windhausen (1914) trazó un cuadro paleogeográfico y ambiental, que a grandes rasgos se mantiene, de la región objeto de este estudio, la que formaba la bahía septentrional de un mar que inundaba la mayor parte de la Patagonia desde el Atlántico. Esta bahía estaba limitada hacia el oeste por zonas elevadas y era más profunda en ese sector. Hacia el este supuso la existencia de un continente llano que ocupaba la actual región pampeana y patagónica. Uliana y Dellapé (1981), siguiendo el esquema anterior y a Andreis et al. (1974), asumieron la existencia de un mar epicontinental poco profundo, marginado por una región costanera de relieve chato, a lo largo de la cual existían complejos deltaicos, de albúferas y extensas planicies de marea. El análisis de facies indica un predominio inicial de acumulaciones subáreas y subáreas de tracción, que más tarde cambia vertical y lateralmente a depósitos más finos de suspensión con el progresivo incremento de la profundidad y la influencia marina. Por último, se alcanza una fase en la que los clásticos finos aparecen asociados a calcáreos, seguida por condiciones con exceso de evaporación y reducido suministro detrítico, durante las que se acumulan evaporitas de *sabkha* y de albúfera hipersalina. Barrio (1990) disiente, en parte, con las ideas anteriores. Para este autor, el ambiente de depositación de las areniscas basales probablemente represente a depósitos submareales a intermareales. La aparición de huesos de dinosaurios y restos de plantas muestran la proximidad de la tierra. Las fangolitas macizas, con dolomitas y cenizas volcánicas, permiten inferir un ambiente intermareal. Las planchas de evaporitas representan desecación en aguas muy superficiales. Los estromatolitos son usualmente relacionados a un ambiente intermareal. Este autor propuso un ambiente de estuario con una mezcla de agua dulce e influencia marina que podría estar relacionado con un medio costanero parcialmente protegido del océano abierto por depósitos de barras. La asociación de facies evaporíticas sugiere haber sido depositada en un ambiente de *sabkha* intermareal a supramareal. Según Barrio (1991), la cuenca Neuquina tiene forma de embudo hacia el norte, forma que parece haber controlado la sedimentación, que fue determinada por las corrientes mareales, por la protección a la acción del oleaje.

Algunas diferencias composicionales y del medio de depositación fueron advertidos en los afloramientos situados en la región de los bajos de Santa Rosa y Trapalco (Hugo y Leanza, 1999) (Figuras 12 y 13). Se diferencian allí dos miembros: uno de areniscas y fangolitas alternantes, con intercalaciones de coquinas y gasterópodos de agua dulce y otro, superior con dominio de pelitas grises, que culminan en una capa de yeso y una de calizas. En algunas localidades, en el miembro inferior hay estratos de conglomerados clasto-soportados. El ambiente fue continental fluvial de tipo entrelazado (Andreis y Cladera, 1998).

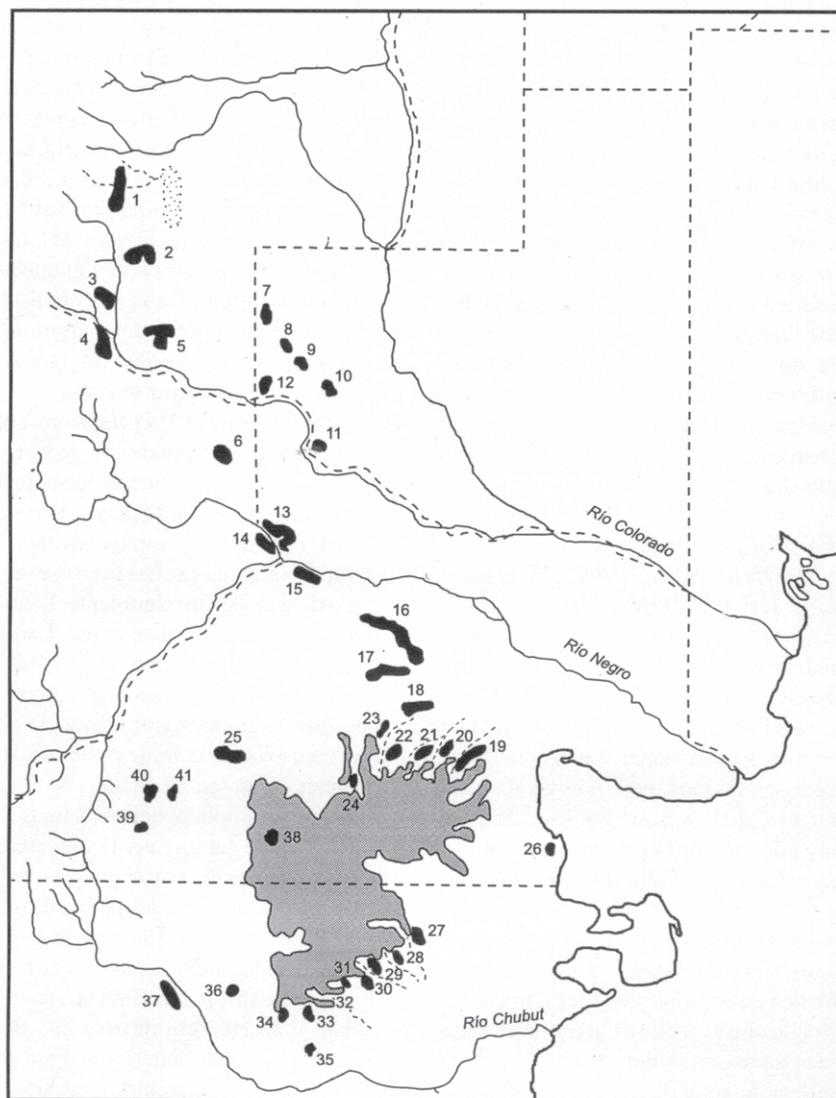


Figura 12. Mapa de Wichmann (1927d) modificado con el agregado de otras localidades senoniana: 1) Entre Río Grande y Río Diamante (Wichmann, 1927d); 2) Faldeo sur sierra de Palau-co (Wichmann, 1927d); 3) Arroyo Calmu-co (Wichmann, 1927d); 4) Arroyo del Porvenir (Wichmann, 1927d); 5) Cañadón Amarillo (Wichmann, 1927d); 6) Sierra Auca Mahuida (Wichmann, 1927d); 7) La Amarga (Casadío, 1990); 8) Barda Baya (Casadío, 1990); 9) La Bardita (Casadío, 1990); 10) Cerros Bayos (Casadío, 1990); 11) Islas Malvinas (Casadío, 1990); 12) Gobernador Ayala (Casadío, 1990); 13) Serranía al norte de "Chañar Grande" (Wichmann, 1927d); 14) Contraalmirante Cordero (Wichmann, 1927d); 15) General Roca (Wichmann, 1927d); 16) Trapal-co (Wichmann, 1927d); 17) Cabeza de Potro (Wichmann, 1927d); 18) Bajada de Nahuel Niyeo (Wichmann, 1927d); 19) Arroyo Valcheta (Barranca sudeste) (Wichmann, 1927d); 20) Entre arroyo Valcheta y Nahuel Niyeo (Wichmann, 1927d); 21) Entre arroyo Nahuel Niyeo y Treneta (Wichmann, 1927d); 22) Entre arroyo Treneta y Yaminhué (Wichmann, 1927d); 23) Oeste de Yaminhué (Wichmann, 1927d); 24) Arroyo Comicó y Amenlán (Wichmann, 1927d); 25) Bajo Lenza Niyeo (Wichmann, 1927d); 26) Río Salado (Wichmann, 1927d); 27) Telsen (Wichmann, 1927d); 28) Arroyo Ranquil Huao (Ardolino y Delpino, 1987); 29) Cañadón Trapaluco (Ardolino y Delpino, 1987); 30) Bajada del Diablo (Ardolino y Delpino, 1987); 31) Bajada Moreno (Ardolino y Delpino, 1987); 32) Arroyo Mirasol Chico (Ardolino y Delpino, 1987); 33) Puesto Escobar (Rossi de García y Proserpio, 1978); 34) Puesto Pintihueque (Sierra Rosada) (Proserpio, 1987); 35) Cerro Ponte (Pesce, 1979b); 36) Oeste Pampa de Marrauf (Nakayama, 1972); 37) Río Chubut Medio (Piatnitzky, 1936); 38) El Caín (Leanza, 1964); 39) Sur de Jacobacci (Bertels, 1969); 40) Norte laguna de Carri Laufquen (Bertels, 1969); 41) Oeste meseta de Coli Toro (Bertels, 1969)

**Formación Jagüel:** El nombre Capas de Jagüel se debe a Windhausen (1914). La división en las Formaciones Allen y Jagüel (Uliana, 1979), sigue, en parte, a Wichmann (1927 b) quien subdividió a las capas senonianas en un «Senoniano lacustre» o inferior, dejando para las capas marinas suprayacentes del Senoniano superior el nombre de Jagüel. En definitiva, la Formación Allen, por convención, se extiende desde el techo de las pelitas bandeadas rojas y grises correspondientes a la Formación Anacleto, hasta el techo de los bancos de yeso. Se reserva el nombre de Formación Jagüel para el tramo ubicado entre el techo de los mencionados bancos de yeso y la base de la primera caliza organógena o coquina de la Formación Roca.

La mayoría de los afloramientos se encuentran bajo una cubierta de unos 50 cm de espesor, muy esponjosa, producto de la meteorización de las arcilitas. La observación directa de los afloramientos requiere la existencia de cortes producidos por los cursos de agua o por la actividad humana, en este caso caminos o emplazamientos de pozos de petróleo. Se trata de un monótono conjunto de pelitas verdes claras a amarillentas, la mayoría arcilitas de brillo céreo, superficies lisas a concooidales, plásticas. Guías de yeso de unos 2 cm de espesor atraviesan la formación en una intrincada red, en todas direcciones. Este yeso es el que se encuentra sobre la superficie meteorizada de la unidad y es descrito como placas de yeso espático que brillan a la luz solar. También hay arcilitas

laminas fragmentosas y plásticas, limolitas gris claro, macizas y algo friables y fangolitas de igual color. Los análisis por difracción de rayos X determinaron la presencia de montmorillonita como el constituyente más común de los minerales de arcilla.

El contenido fosilífero es abundante, tanto de macro como de microfauna. En distintos niveles se observan impresiones y valvas de pelecípodos. Wichmann (1924) y Bertels (1969) citaron la presencia abundante de ostrácodos y foraminíferos planctónicos y bentónicos en estos depósitos. La interpretación de los datos micropaleontológicos proporcionados por Bertels (1969) para Barranca del Jagüel, indica que esta unidad es portadora de dos asociaciones de foraminíferos; una en los niveles basales, de edad maastrichtiana, y otra restringida a la porción superior, perteneciente al Terciario más bajo (Daniano). La observación microscópica no permite establecer diferencias litológicas apreciables en correspondencia con cada una de las asociaciones de foraminíferos, por lo que el límite cretácico-terciario se encuentra representado en algún punto de la secuencia pelítica, que el muestreo de detalle realizado permitirá determinar. Por lo tanto, el sector superior de la Formación Jagüel, en esta región, es Daniano. Nañez y Concheyro (1996) reafirmaron ese concepto en su estudio de perfiles de la unidad en vecindades de la localidad antes citada.

Las características litológicas y paleontológicas revelan que los depósitos de la Formación Jagüel se originaron en un medio marino de plataforma con buena circulación y en posición alejada de la costa y los focos de suministro detrítico, protegido de la acción del oleaje, con salinidad normal, temperaturas cálidas, profundidades entre 150 y 300 m, agua clara y un substrato fangoso con pH normal (Bertels, 1974, 1975; Uliana y Dellapé, 1981), a semejanza del ambiente de la sección media de la Formación Allen.

El análisis de la variación vertical de los restos fósiles permite apreciar que a través del tiempo se produjeron cambios en el ambiente que no siempre resultan evidentes en la litología. Así, se pasa de una plataforma de moderada profundidad y buena aireación (50 a 100 m de profundidad), a ambiente marino normal más bien profundo, en el orden de 150 a 500 m, y luego a un medio polihalino (normalmente marino pero sujeto a oscilaciones de salinidad) y profundidad de sólo unos pocos m (Uliana y Dellapé, 1981).

Barrio (1990), realizó otra interpretación ambiental. El tamaño de grano fino, la escasez de estructuras sedimentarias físicas y la presencia de microfósiles planctónicos y bentónicos indican que la facies de fangolitas calcáreas verdosas fue depositada en un ambiente de plataforma exterior. La falta de evidencia de corrientes indica que la facies fue depositada en condiciones atmosféricas normales, bajo la base del tren de olas, mayoritariamente a partir de la suspensión.

#### *EL SENONIANO SUPERIOR EN EL NORTE DEL MACIZO DE SOMÚN CURÁ*

Los depósitos de las Formaciones Allen y Jagüel, conspicuos en la cuenca Neuquina, no han sido plenamente reconocidos en el ámbito del Macizo de Somún Curá, en la región comprendida entre el río Negro y la Meseta de Somún Curá. Últimamente, los trabajos de Hugo y Leanza (1997, 1999) precisaron con claridad el alcance de ambas unidades en la región situada al sur del río Negro. Los asomos más australes se hallan en la latitud del sur de la planicie de la

Rentería. Desde allí hacia el este afloran en la región de los bajos de Santa Rosa y Trapalcó. Un minúsculo asomo de la Formación Allen fue mencionado por Cucchi et al. (1999) en el borde sudoccidental de la Altiplanicie de El Cuy. Labudía y Bjerg (1994) revelaron la presencia de ambas unidades en la región de la meseta de Coli Toro. Esos depósitos habían sido reconocidos por Farinati et al. (1987) como pertenecientes a la Formación Coli Toro.

En el borde nordeste de la meseta de Somún Curá, especialmente en los rincones donde existe la protección del basalto, se encuentra una serie de afloramientos ya observados por Wichmann (1927d) quien los asignó a las capas lacustres, salobres y en parte también de agua dulce de su Senoniano inferior, correlacionables con la Formación Allen. Son localidades ubicadas en los interfluvios de los arroyos Valcheta, Nahuel Niyeu, Treneta, Yaminué y Comicó (localidades 19 a 24 de la Figura 12). En casi todos ellos se han hallado fundamentalmente arcillitas y margas de colores amarillentos, grises y verdosos con mucho yeso y escasas intercalaciones de capas arenosas con dientes y vértebras de *Ceratodus*, gasterópodos, *Diplodon*, placas y huesos de tortugas, huesos de dinosaurios, entre otros. Estos depósitos fueron incluidos por Caminos (1999) como parte integrante del Grupo Neuquén, siguiendo el esquema postulado por Wichmann (1927d) de las Facies Lacustre Senoniana. Sin embargo, en su mapa geológico, Caminos (1999) separó perfectamente ambas secciones, la notoriamente continental-fluvial, con conglomerados y areniscas rojas y blanquecinas, típicas del Grupo Neuquén, de la preferentemente pelítica, de colores amarillentos y verdosos claros, claramente atribuible al Senoniano superior. Si bien ambas secciones pueden ser separadas, y de hecho así lo han sido, una de las dificultades que halló Caminos (1999) fue la generación de deslizamientos rotacionales cuando los basaltos y depósitos terciarios cubren espesores considerables de pelitas de esta facies. Estos deslizamientos suelen cubrir totalmente los afloramientos; esta situación se suma a los frecuentes cambios laterales, los escasos espesores expuestos, casi invariablemente parciales y un engranaje entre ambas litologías, ya que si bien regionalmente la facies lacustre sucede a la arenoconglomerádica, en algunas localidades hay un pasaje transicional entre las dos facies y areniscas rojas pueden cubrir a estratos limo-arcillosos. Como veremos, en algunas localidades del sector occidental del macizo se repite esta situación, por lo que se podría especular con que los movimientos Huantraíquicos, en el macizo posibilitaron sólo cambios faciales paulatinos.

En la región nororiental del macizo, desde el este de Valcheta hasta la costa atlántica, se han definido una serie de unidades marinas que representan el intervalo del Maastrichtiano al Daniano. Una nomenclatura profusa ha generado cierta confusión para el establecimiento de la columna estratigráfica de la comarca. A los efectos de esta síntesis, referiremos con mayor precisión las cretácicas, sin dejar de tratar a las del Terciario inferior, tan ligadas a las anteriores.

En las inmediaciones de la localidad de Aguada Cecilio, al este de Valcheta, afloran calizas y fangolitas de color predominantemente naranja grisáceo y de reducido espesor. Bertels (1969) logró determinar una microfauna, que aunque escasa, es típica de niveles asignados al Maastrichtiano inferior, proponiendo denominar a los estratos portadores **Formación Aguada Cecilio**. Esta unidad fue luego incluida

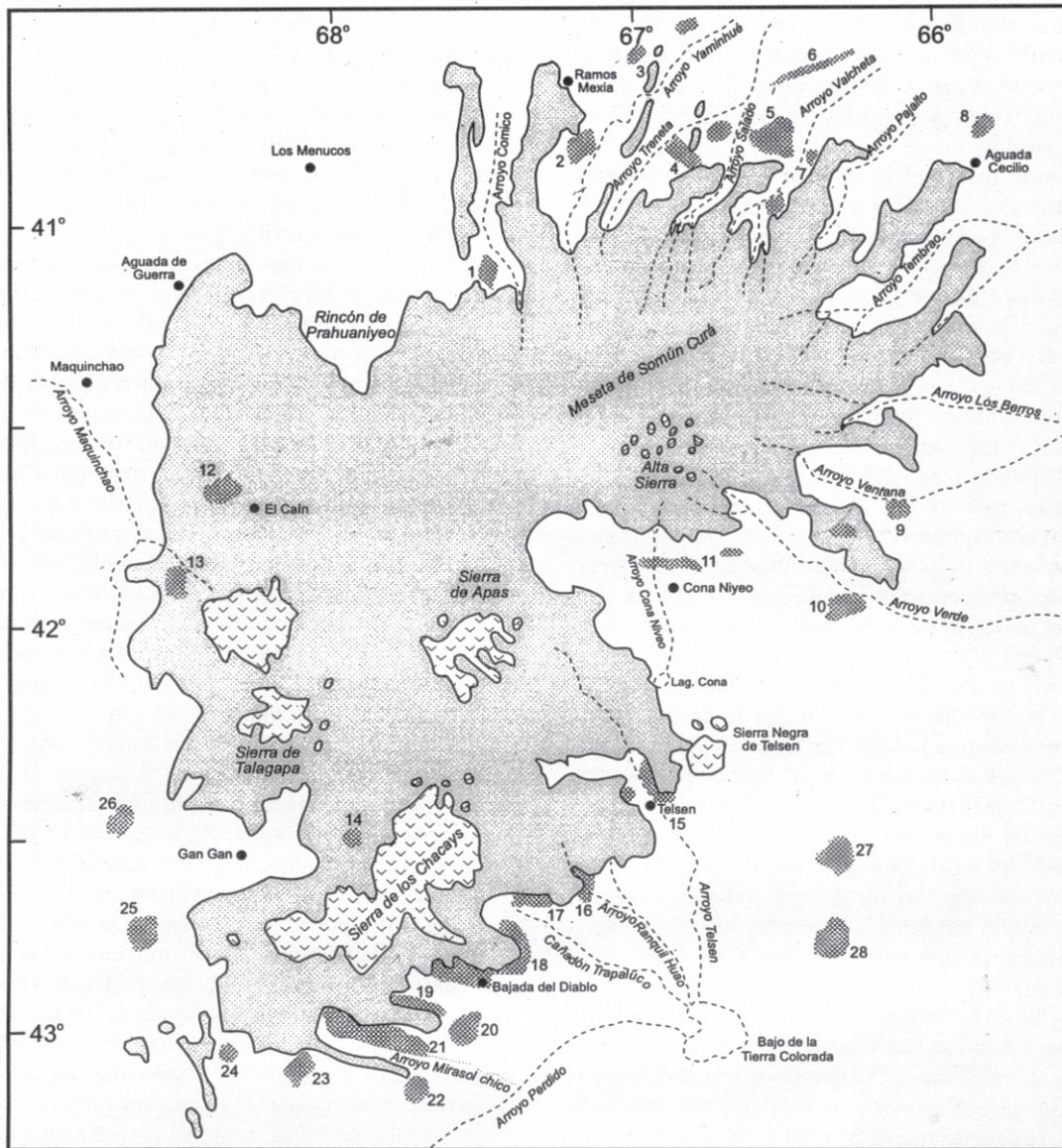


Figura 13. Afloramientos senonianos ubicados al norte, este, sudeste y oeste de la meseta basáltica de Somún Curá. 1) Arroyo Comicó y Amenlán, Rincón de Tambelén (Wichmann, 1927d); 2) Oeste de Yaminhué (Wichmann, 1927d); 3) La Angostura (Caminos, 1983, 1999); 4) Entre arroyos Salado y Treneta (Wichmann, 1927d); 5) Entre arroyos Valcheta y Nahuel Niyeo (Wichmann, 1927d); 6) Loma Partida, de la Calera y del Abra (Caminos 1983, 1999); 7) Arroyo Valcheta (Barranca sudeste) (Wichmann, 1927d); 8) Aguada Cecilio (Bertels, 1969); 9) Estancia el Mirador y Bajo Hondo (Franchi y Sepúlveda, 1983); 10) Los Alamitos (Bonaparte et al. 1984); 11) Cona Niyeu (Franchi y Sepúlveda, 1983); 12) El Caín (Leanza, 1964); 13) Barril Niyeu (Remesal et al., 1999); 14) Este Laguna Verde (Gan Gan) (Ardolino et al., 1999); 15) Telsen (Wichmann, 1927d); 16) Arroyo Ranquil Huao (Ardolino y Delpino, 1987); 17) Cañadón Trapalúco (Ardolino y Delpino, 1987); 18) Bajada del Diablo (Ardolino y Delpino, 1987); 19) Bajada Moreno (Ardolino y Delpino, 1987); 20) Cerro Buitre – Punta Sierra de la Colonia (Pto. Baibian) (González y Ardolino, 1996); 21) Arroyo Mirasol Chico (Ardolino y Delpino, 1987); 22) Sierra de los Tehuelches (Pesce, 1979b); 23) Puesto Escobar – Sierra de la Ventana (Rossi de García y Proserpio, 1978); 24) Puesto Pintihueque – Sierra Rosada (Proserpio, 1987); 25) Sur de Carhué Niyeu (Ardolino et al., 1999); 26) Sur de Piré Mahuida (Ardolino et al., 1999); 27) Mesadas Blancas (Page, 1987); 28) Los Algarrobos (Page, 1987)

en la Formación Roca o Aguada Cecilio, junto con asomos dispersos pero numerosos de horizontes calcáreos del este y sureste de Valcheta, Aguada Cecilio y alrededores por Núñez y Rossi de García (1981). La denominación a que hacemos referencia, Formación Aguada Cecilio, fue mantenida por Spalletti et al. (1993) para incluir los asomos de la localidad tipo y los del arroyo Pajalta. Asignaron un ambiente de *off shore* para la primera y otro de *near shore* para la segunda localidad y establecieron un criterio litológico para la diferenciación de las unidades marinas mastrichtianas de las danianas: mientras las primeras son esencialmente siliciclásticas, con algunas intercalaciones de calizas, las segundas son carbonáticas. La Formación Aguada Cecilio se

constituye en una excepción, ya que a pesar de ser del Cretácico, tiene litología carbonática a carbonático-margosa.

Los afloramientos bastante continuos de arcilitas, areniscas y coquinas marinas mastrichtiano-danianas de la región del bajo y salina del Gualicho, 50 km al noroeste de la localidad de San Antonio, fueron denominados Formación Arroyo Barbudo por Lizuain y Sepúlveda (1979). Las secciones media y superior de la unidad fueron correlacionadas por Spalletti et al. (1993) con la Formación Roca. Nuevos trabajos efectuados por Martínez et al. (1997) en la región extendieron, considerablemente el área de distribución de las sedimentitas de edad mastrichtiana. En este último trabajo y en el de Caminos (1999) se ha optado por mantener el nombre

**Formación Arroyo Barbudo**, pero reconociendo dos miembros, uno inferior, Aguada Cecilio que incluye los depósitos principalmente arcillosos maastrichtianos y el restante, carbonático y arenoso, daniano, nominado El Fuerte. Esta última grafía proviene de Kaasschieter (1965) quien llamó Formación El Fuerte a las calizas algo arenosas, en parte dolomíticas que afloran en el cerro homónimo, situado al sur de San Antonio Oeste, sobre la costa atlántica. Estos depósitos se extienden hacia el sur y norte, donde se determinaron en la perforación Lagunas Dulces-1, en un ambiente próximo al deslinde entre el macizo y la cuenca del Colorado. Estudiada por Reichler (1989) y Reichler y Camacho (1991) en los perfiles de la localidad tipo y de la estancia Fuerte Argentino, describieron areniscas calcáreas medianas a gruesas con abundante megafauna del Daniano.

Algo al sur de las localidades anteriores, en el arroyo Salado (Figura 12, punto 26) afloran sedimentitas que ya habían merecido la atención de Wichmann (1927a), y Camacho (1967). Son areniscas conglomerádicas con cemento carbonático, calizas, algunas coquinoideas y limolitas arcillosas con fauna característica del Maastrichtiano (*Aporrhais* sp, *Flemingostrea* y *Trigonia wilckensi*), a las que Weber (1983) denominó Formación Arroyo Salado. Si bien, erróneamente, dicha autora incluyó allí a todos los asomos situados sobre la costa atlántica, incluidos los del cerro El Fuerte, los estratos cretácicos tienen relativamente amplia distribución tierra adentro, donde llegan hasta los alrededores de la mina Gonzalito (Busteros et al., 1998). Casi en el límite entre las provincias de Río Negro y Chubut, al este de Cona Niyeu (Figura 13, punto 10), se encuentra la localidad donde aflora la **Formación Los Alamitos**. Fue descubierta por Franchi y Sepúlveda (1983) y el nombre formalizado por Bonaparte et al. (1984), quienes aportaron el mapa geológico de la localidad tipo y la primera descripción de parte de la abundante fauna de vertebrados hallados en ella. La singularidad litológica de la unidad en esta región y el hallazgo y colección de numerosos restos de vertebrados por parte de Franchi y Sepúlveda (1983) llevaron al reconocimiento sistemático de la formación por parte de Bonaparte y equipo de colaboradores, tarea que se tradujo en más de una decena de aportes. Los trabajos más completos desde el punto de vista estratigráfico y paleoambiental se deben a Andreis (1987) y Andreis et al. (1989), quienes dividieron a la unidad en dos miembros, sobre la base de criterios litofaciales, cromáticos, de estratificación y distribución de restos de vertebrados, en relación con la evolución de la cuenca de acumulación. El miembro inferior, con espesores que llegan a 53 m, tienen estratificación tabular delgada a gruesa y está formado por pelitas, psamitas y tobas y cantidades menores de psefitas, margas y yeso. Los colores de las areniscas son amarillentos, castaños, rojizos y grises; las tobas son blanquecinas y las pelitas son grises, verdes y negras. El ambiente fue lacustre y lagunar somero, cercano a la costa marina y con influencia de ella. Eran probablemente planicies costeras bajas, con cuerpos de agua dulce y algunos canales fluviales. El miembro superior, de 41 m de espesor, se compone de pelitas y margas y escasas tobas, de colores amarillentos, castaños y rojizos, originados en un medio con incremento de la influencia marina con respecto al miembro inferior, con desarrollo de extensas planicies de marea, con aguas de salinidad normal y oxigenada, cuerpos albufericos y ocasionales depósitos de canales fluviales y también escasos estratos originados por tormentas (Bonaparte et al., 1984; Andreis, 1987; Andreis et al., 1989).

La presencia de tobas indica aportes de material piroclástico que procedería del arco magmático occidental activo, que decreció hacia el tope de la unidad (Andreis et al., 1989; Spalletti et al., 1993).

El contenido fosilífero es muy rico, tanto en cantidad como en variedad. De los dos miembros diferenciados, el inferior es el de mayor abundancia de restos. Se hallaron ejemplares de hadrosaurios, saurópodos, terópodos, mamíferos, peces, quelonios, ofidios, cocodrilos, anuros, bivalvos y restos vegetales. En cambio, el miembro superior es notoriamente menos fosilífero, con aislados estratos delgados de coquinas de gastrópodos y ocasionales hadrosaurios. Las notables características de estos depósitos en cuanto a diversidad y grado evolutivo de las especies halladas y su peculiar grado de asociación, llevaron a Bonaparte (1986) a proponer la edad local Alamitense, referida al Campaniano–Maastrichtiano inferior, para insertar esta valiosa fauna en un contexto cronoestratigráfico de nivel continental.

El miembro inferior de la Formación Los Alamitos podría correlacionarse con los sectores inferior y medio, continentales, de la Formación La Colonia según la descripción de González y Ardolino (1996) y con los depósitos de la Formación Coli Toro de la región de Ingeniero Jacobacci, de acuerdo a las descripciones de Coira (1979) y González et al. (1999). El miembro superior sería homologable con la parte superior de la Formación La Colonia, con la Formación Lefipán del río Chubut medio, con la Formación Jagüel de la cuenca Neuquina y también, según Andreis et al. (1989), con las capas con *Eubaculites* aflorantes en El Caín.

La Formación Los Alamitos se apoya sobre el Grupo Chubut en una aparente concordancia, aunque esta relación no está claramente definida. Al respecto, Andreis (1987) sugirió una probable discordancia entre ambas unidades, en tanto que Andreis et al. (1989) supusieron una interrupción de los procesos depositacionales entre las mismas. En este sentido se revelan como muy importantes las observaciones de González y Ardolino (1996), sobre la existencia de una muy suave discordancia angular entre los depósitos del Grupo Chubut y los de la Formación La Colonia en la región del arroyo Mirasol Chico y del cerro El Buitre, al sudoeste de Telsen, como se verá posteriormente. Estos movimientos podrían corresponder a la fase Huantraíquica del ciclo Patagónico, de preponderancia en la evolución de la cuenca Neuquina, acaecidos durante el Campaniano. Cubren a la Formación Los Alamitos, en discordancia erosiva, las sedimentitas danianas de la Formación Roca.

Se debe a Bertels (1969) el hallazgo de estratos marinos del Maastrichtiano en la región de Coli Toro, a unos 50 km al noreste de Ingeniero Jacobacci. Se encuentran allí arcillitas y areniscas micáceas grises, friables, donde se hallaron restos de *Eubaculites* y plesiosaurios, a las que Bertels (1969) llamó **Formación Coli Toro**. Nuevos estudios de la fauna de la unidad en el área tipo y vecindades fue realizada por Rodríguez et al. (1995), quienes brindaron una completa lista de invertebrados marinos, compuesta principalmente por bivalvos y gastrópodos. La denominación Formación Coli Toro se difundió rápidamente entre los estudiosos del oeste del macizo, entre ellos Volkheimer (1973) y Coira (1979), quienes en la zona de Ingeniero Jacobacci lo asignaron también a estratos arenosos y pelíticos alternantes, de colores amarillentos y verdosos, pero correspondientes, en algunas localidades, a ambientes continentales con cuerpos de agua dulce frecuentes, en tanto que en otras se identifica-

ron ambientes mixtos, interpretación avalada por el hallazgo de abundante y variado contenido fosilífero, consistente en restos de *Ceratodus*, otros peces, cocodrilos, tortugas, moluscos, estructuras algales, microfloras de angiospermas, algas, esporas triletes y acritarcas, entre otros (Casamiquela, 1964, 1969 a y b; Volkheimer, 1973; Pascual y Bondesio, 1976; Coira, 1979; Pöthe de Baldi, 1984). En esta zona, la unidad se apoya, en concordancia, y en algunas ocasiones en forma transicional, sobre los estratos de la Formación Angostura Colorada.

A los afloramientos ya conocidos de las regiones de Coli Toro, laguna Carri Laufquen, cerro Mesa e Ingeniero Jacobacci (Bertels, 1969; Volkheimer, 1973; Coira, 1979), (Figura 12, puntos 39, 40 y 41) se deben agregar los del bajo de Lenza Niyeu (25), en la parte nordeste de la meseta de Coli Toro, donde se encuentran 35 m de arcilitas gris amarillentas con intercalaciones arenosas que portan innumerables gasterópodos y *Diplodon* y dientes de *Ceratodus* en los términos inferiores, en tanto que hacia arriba las capas contienen ejemplares de *Pterotrignia* (*Rinetrignia*) *windhauseniana* y *Glycimeris feruglioi*. En la base hay troncos y restos de dinosaurios (Farinati et al., 1987). A todos estos asomos se suman los determinados por Remesal et al. (1999) al este de esos, en las localidades El Tropezón, laguna La Proveedora, cerro Pilquinyeu, alrededores de Prahuaníyeu y Chasicó y en el bajo de El Caín (Figura 12, punto 38 y Figura 13). En ellos, la formación está compuesta por areniscas de grano mediano a fino y pelitas, con esporádicos estratos de conglomerados, de colores claros, desde verdosos y amarillentos a blanquecinos. De las anteriores, la única localidad conocida era la de El Caín, a raíz de los hallazgos de Wichmann (en Groeber, 1931) y Flores (en Groeber, 1959), de ejemplares de baculites, estudiados por Leanza (1964) y Riccardi (1975, 1980). Los estratos portadores son pelitas verdosas y amarillentas que constituirían el piso del bajo y que prácticamente carecen de expresión topográfica. Los baculites fueron clasificados como *Eubaculites ootacodensis*, asignables al Campaniano superior? – Maastrichtiano (Riccardi, 1975). Las pelitas están cubiertas por depósitos marinos danianos asignados a la Formación Roca (Bertels, 1969; Remesal et al., 1999), también poco expuestos.

Getino (1995) y Papú y Sepúlveda (1995) efectuaron una interpretación de la dispersión regional de la Formación Los Alamitos en el ámbito occidental del macizo; sobre esa base revisaron la ubicación estratigráfica de los depósitos previamente asignados a la Formación Coli Toro. Dichos autores atribuyeron a esta última unidad los estratos aflorantes en las localidades Rincón de Coli Toro Grande y Montoniló, en terrenos de la estancia María Luisa, al nordeste de Ingeniero Jacobacci, sobre la ladera occidental de la meseta de Coli Toro (Figura 12, punto 41). Se trata de areniscas y pelitas que habían sido asignadas a la Formación Coli Toro que yacen sobre la Formación Angostura Colorada. Son portadores de palinomorfos de ambiente continental que revelan edad campaniana tardía, bivalvos dulceacuícolas y gastrópodos. Sobre ellos se disponen, según los autores citados, las capas de la Formación Coli Toro clásica (en el sentido de Bertels, 1969), de ambiente marino. Este esquema haría extensible al ámbito del macizo el correspondiente al Senoniano de la cuenca Neuquina. Así, a las secuencias de capas rojas de la Formación Angostura Colorada, correlacionable con el Grupo Neuquén, seguirían estratos continentales pero claramente diferenciables y propios de condiciones ambientales diferen-

tes, en este caso los de la Formación Los Alamitos, equiparable a los de la Formación Allen, cubiertos por depósitos marinos francos, los de la Formación Coli Toro, paralelizable a los de la Formación Jagüel. De esta forma se podrían explicar las características ambientales contrastantes que se desprenden de los fósiles hallados en diferentes localidades donde aflora la Formación Coli Toro. A diferencia de la cuenca Neuquina, donde los movimientos de la fase Huantráiquica, ya mencionados, originaron una relación de discordancia entre el Grupo Neuquén y la Formación Allen, en este sector del macizo el pasaje entre Angostura Colorada y Coli Toro o Los Alamitos es concordante y hasta transicional en algunas localidades.

### EL SENONIANO SUPERIOR DEL SUDOESTE Y SUDESTE DEL MACIZO DE SOMÚN CURÁ

En el sector sudoccidental del macizo, en la provincia del Chubut, afloran nuevamente estratos referidos al lapso campaniano-maastrichtiano. La localidad clásica del Senoniano del Chubut es la de Lefipán, en el río Chubut medio (Figura 12, punto 37), donde estos depósitos fueron identificados por Piatnitzky (1933, 1936, 1941). Varios investigadores han trabajado en la zona con posterioridad, entre ellos Petersen (1946), corroborando las dos divisiones litoestratigráficas hechas por Piatnitzky y atribuyendo al conjunto una edad senoniana, y específicamente maastrichtiana para la sección superior. Las dos unidades diferenciadas, clásicas de la geología de la Patagonia, son las Formaciones Paso del Sapo y Lefipán.

Lesta y Ferello (1972) dieron el nombre **Formación Paso del Sapo** a la sección inferior aflorante en el río Chubut medio. Al principio se pensaba que estas capas pertenecían al Grupo Chubut, criterio sustentado por Feruglio (1937, 1938), pero fueron escindidas por Petersen (1946), aunque Flores (1956, 1957), aún las paralelizaba con la Formación Castillo. Esta formación es predominantemente arenoconglomerádica. Son areniscas y conglomerados cuarcíticos, de color blanquecino, amarillento o rosado, con alta madurez textural, excelente redondeamiento y muy escasa matriz. Afloran sobre el río Chubut, desde un poco aguas arriba de Paso del Sapo, hasta la localidad de Cerro Cóndor por el este. Tiene aproximadamente 300 m de espesor y no se han hallado fósiles. De acuerdo con Irigoyen y Lizuain (1990), la base de la secuencia correspondería a un ambiente marino litoral con progradación de un ambiente continental sobre barras y/o cordones de playa. En el resto de la unidad predominan depósitos de ríos entrelazados que actuaron en una llanura deltaica. Asomos más orientales reconocidos de esta formación se hallan al oeste de pampa Marrauf (Figura 12, punto 36), protegidos por basaltos (Nakayama, 1972).

La sección superior aflorante en el río Chubut medio corresponde a la **Formación Lefipán**, nombre formalizado por Lesta y Ferello (1972) para la denominación original de Feruglio (1949). Su distribución es más restringida que la de la Formación Paso del Sapo, circunscribiéndose a los alrededores del pueblo. Sucede transicionalmente a ésta, incorporando paulatinamente una mayor proporción de matriz limoarcillosa, hasta finalmente pasar a bancos de pelitas grises y verdosas. Contiene una rica fauna con *Eubaculites argentinicus*, que permitieron su asignación al Maastrichtiano.

Otros afloramientos que han sido adjudicados al Senoniano por su posición estratigráfica y su característica

litología pelítica se encuentran en las zonas situadas al sur de la sierra de Piré Mahuida y norte de la ruta 4, este de la laguna Verde, en Gan Gan y sur de Carhué Niyeo (Ardolino et al., 1999). (Figura 13, puntos 26, 14 y 25).

El Senoniano superior de la región sur y sureste del macizo aún no ha sido descrito en detalle. Su presencia era conocida en el subsuelo de la cuenca del Golgo San Jorge. La Formación Puesto Manuel Arce era considerada como el equivalente en superficie, ya que por sus elementos fosilíferos podría alcanzar el Maastrichtiano. Son areniscas blanquecinas finas a limolíticas que culminan el Grupo Chubut en la región central de la provincia y cuya área de distribución no llega más al norte del cerro Bororó (Figura 11). Pasan hacia arriba a capas maastrichtiano-danianas de la Formación Salamanca y arcilitas verdosas de la Formación Río Chico, del Paleoceno. Su extensión superficial coincidiría parcialmente con la ingresión postulada por Sacomani y Panza (1998), que procedente de la cuenca del Golfo San Jorge, tuvo lugar durante el Maastrichtiano más alto y el Daniano. La correlación de la estratigrafía del Cretácico superior y Terciario de la región sur central de la provincia del Chubut, influenciada por la cuenca del Golfo de San Jorge, con la región de la Meseta de Somún Curá, conectada con la cuenca Neuquina, presenta algunas dificultades e imprecisiones.

En relación a los afloramientos del Senoniano ubicados en el sureste del macizo (Figura 12), sólo el de Telsen (27) fue mencionado por Windhausen (1921) y Wichmann (1927d). El resto de las localidades (26 a 34), las de Ranquil-Huao, cañadón Trapaluco, Bajada Moreno, arroyo Mirasol Chico, sierra Rosada y puesto Pintihueque, fueron estudiadas por Flores (1956, 1957) y asignadas al Senoniano Lacustre. Con posterioridad, y hasta la década del 80, estos afloramientos fueron atribuidos a la Formación Salamanca, daniana (Lesta y Ferello, 1972; Chebli et al., 1979; Lesta et al., 1980).

Los trabajos efectuados por el Servicio Geológico Nacional de la Secretaría de Minería, durante los últimos 20 años han permitido ampliar considerablemente el conocimiento de la distribución de estas secuencias, revalorizar su importancia y mejorar la comprensión de la estratigrafía senoniana de esta región. En particular, el hallazgo de fósiles en la región de Bajada Moreno y Cañadón Trapaluco, permitieron a Ardolino y Delpino (1987) reconsiderar la edad de estas capas, atribuyéndolas al Senoniano. Estos estudios también permitieron reconocer que el sector inferior es continental y el superior marino. Lamentablemente, dada la homogeneidad litológica, los términos continentales y marinos no pueden separarse sin ayuda de fósiles, solo se observa el pasaje de colores verdosos a un poco más amarillentos en el sector marino, pero ello no siempre ocurre. Una reseña sobre la evolución del conocimiento de estas capas puede verse en Ardolino y Franchi (1996b). Estudios posteriores y algunos en preparación confirman la edad y los ambientes de sedimentación asignados. Estas secuencias son conocidas bajo la denominación de Formación La Colonia y Formación Puntudo Chico, términos utilizados por Pesce (1979b) y Lapido y Page (1979).

De alguna manera, la nueva distribución conocida de estos depósitos cuestiona las primeras interpretaciones que suponían al macizo como un alto durante el Senoniano y que el área de influencia de la cuenca Neuquina se limitaba a su sector norte y a alguna conexión con el sur por su borde occidental. Estos nuevos afloramientos apoyan la idea que

toda el área de la Meseta de Somún Curá ha sido inundada por la ingresión senoniana.

**Formación La Colonia:** En general, los afloramientos están dispuestos como una orla en todo el borde sudoriental de la meseta de Somún Curá, entre Telsen y el paraje sierra Rosada (puesto Pintihueque). La mayoría de las veces su continuidad se ve enmascarada a causa de la propia consistencia de la unidad, que por su alta fluencia ocasiona intensos fenómenos de remoción en masa que la sepultan parcialmente. Esta formación es la responsable de la mayoría de los deslizamientos basálticos ocurridos en la región, los cuales aumentan en dimensión a medida que aumenta su espesor. Los mejores afloramientos se encuentran en el cañadón Trapaluco, en el sector comprendido entre Bajada del Diablo y Bajada Moreno, en el faldeo sur de la sierra de la Colonia (margen izquierda del arroyo Mirasol Chico), entre la punta de la sierra de La Colonia y el cerro El Buitre y en la zona de Telsen. En la zona situada entre puesto Escobar y puesto Pintihueque recibió el nombre de **Formación Puesto Escobar** (Rossi de García y Proserpio, 1978), unidad compuesta por arcillitas verdes, con una fauna de ostreas, restos de saurios marinos, abundantes ostrácodos, nanofósiles y foraminíferos y asignada al Maastrichtiano. En rigor, la denominación que por prioridad deberían llevar las rocas de la Formación La Colonia sería la de Formación Puesto Escobar, dado que una es continuación lateral de la otra. Sin embargo, teniendo en cuenta que el uso del término Formación La Colonia se ha extendido y es aplicable a una amplia región, además de poseer en su área de influencia los mayores espesores y mejores afloramientos, es que se recomienda continuar con su uso. Fuera del ámbito de la meseta de Somún Curá, los asomos más australes conocidos de la Formación La Colonia se encuentran en el cerro Ponte. Allí, por encima del Grupo Chubut pueden observarse las areniscas amarillentas de su base y por encima las características pelitas verdes. Este punto es importante pues representaría el límite sur de la ingresión malalhueyana durante el Campaniano-Maastrichtiano que habría penetrado por la cuenca del Colorado.

En general se trata de sedimentos de granulometría arcillosa de color gris verdoso, con manchas y guías color ocre. En otros sectores, generalmente cuspidales, el color cambia a pardo, amarillento y a veces morado. Un manto de más de 50 cm de espesor, producto de la desintegración de las arcillas, cubre en casi todos los sectores a los afloramientos. Sobre él se esparcen placas de yeso de 1 a 2 cm de espesor, siendo muy abundantes en los sectores cuspidales de la secuencia. En aquellos lugares donde los arroyos cortan a estos afloramientos y barren el material suelto, se ven paredones verticales de una arcilita plástica verde grisácea, laminada, fisil, consolidada, con superficies brillosas a céreas. El yeso rellena fisuras de unos 2 cm de espesor, formando numerosas placas que se atraviesan entre sí en forma intrincada, localizándose allí los colores ocráceos.

En la parte inferior, en algunos lugares, entre ellos en la localidad tipo de la sierra de la Colonia, tienen mayor tamaño de grano, desde limosos y arenosos finos, medianos a gruesos hasta conglomerádicos finos con clastos de cuarzo y chert y con cierto entrecruzamiento en la estratificación.

Los bancos pelíticos se destacan a veces por su cambio de colorido (pardos, amarillentos, verdosos, rosados), observándose ejemplos de fallamiento interno de escaso rechazo, producto de los continuos acomodamientos y deslizamientos

propios de las capas arcillosas. Localmente hay intercalaciones de bancos calcáreos limosos, margosos a limo-calcáreos, situados a diferentes niveles en los sectores basales de la formación. Tienen aproximadamente 10 cm de espesor, son macizos y de color castaño amarillento. En algunos lugares estos calcáreos presentan estructura «cono en cono». También es común la presencia de bochones de 20-30 cm de diámetro, del mismo material arcilloso, semienterrados en la arcilla suelta, y concreciones ferruginosas.

En la sección arcillosa se han realizado análisis por difracción de rayos X, los que dieron porcentajes que van del 64 al 98 % de montmorillonita entre los minerales de arcilla.

El espesor de la formación varía, aumentando hacia el sur y hacia el oeste. En Telsen se han medido 17 m, 40 m al sur de Telsen, 60 m en la margen derecha del cañadón Trapaluco, 205 m al norte del cerro El Buitre, 240 m en la localidad tipo y 130 m en el arroyo Mirasol Chico, a la altura de la Estancia de Ángel Sastre.

Observaciones efectuadas por González y Ardolino (1996), agregaron mayor información sobre la Formación La Colonia en el área de su localidad tipo. Diferenciaron tres agrupamientos a partir de cinco facies identificadas que desde la base al techo son: 1) areniscas medianas a gruesas y sabulitas y conglomerados finos de color castaño amarillento, con estratificación entrecruzada. 2) fangolitas laminadas; arcilitas, limolitas y areniscas finas; limolitas y arcilitas bandeadas. 3) limoarcilitas laminadas. En los dos primeros agrupamientos se tienen cuatro facies donde el ambiente continental es dominante. El sector inferior tiene una facies netamente continental y no ha aportado fósiles. Son depósitos de ríos meandrosos, con facies residuales de relleno de canal, asociadas a facies de barras en espolón y llanuras de inundación. Sobreyace en discordancia de ángulo muy bajo a las sedimentitas del Grupo Chubut (Cenomaniano). El sector medio, con tres facies, es transicional, con fuerte influencia continental. El tercer agrupamiento, con una sola facies, correspondería ya a un dominio marino.

Los fósiles aportados por el sector medio son variados, tanto flora como fauna, los que aún se encuentran en estudio. En este sector fue hallado en 1982 por una comisión del Servicio Geológico Nacional el primer esqueleto completo de un *Carnotaurus*, el *Carnotaurus sastrei*, extraído y estudiado por Bonaparte (1985), además de un esqueleto de un Plesiosaurio. A estos se agregan restos de una rica fauna de vertebrados, tales como pequeños huesos, escamas, espinas y placas de peces de agua dulce, tortugas, cocodrilos, mamíferos y los clásicos dientes de *Ceratodus*. Se encuentran además briznas y fragmentos no bien conservados de tallos y frondas, dentro de las cuales se han identificado pequeñas hojas de Ginkgoales (Cúneo, com.pers.). Este sector es el más espeso y agrupa a las rocas de granulometría pelítica. El conjunto parece ser el resultado de la combinación de procesos de acumulación lenta y tranquila como un ambiente transicional o costero parcialmente protegido del tipo estuario o planicie de marea con depósitos de granulometría fina, margosos, con intercalaciones limocalcáreas, posiblemente correspondientes a una zona lacustre o litoral albuférica, con intervalos húmedos y áridos, con presencia de vegetación en los períodos húmedos, según se desprende de los restos de tallos e improntas de folias muy carbonizadas, y restos muy desmenuzados y alterados térmicamente de cutículas y leños. La región habría estado sometida a la acción de las crecidas de los cursos fluviales, con la consi-

guiente invasión de agua dulce, que alterna con las corrientes de marea. La edad asignada a los sectores inferior y medio por Ardolino y Franchi (1996b) es senoniana, precampaniana, pero si se considera que la discordancia observada en la base de la secuencia por González y Ardolino (1996) corresponde a la Intersenoniana, la edad de estos estratos sería campaniana.

El sector superior posee abundante material fosilífero, con una importante variedad de formas entre macro y microfauna. Los depósitos pasan a ser gradualmente marinos y se diferencian de la parte media debido al cambio de color de las pelitas, que pasan de castaño verdoso o verde a amarillo; a la ausencia de restos fósiles de vertebrados y a la presencia de valvas. Los sedimentos y la fauna hallados indican un ambiente somero y marginal. La relativa buena conservación de la fauna brinda un buen grado de confiabilidad en la interpretación paleoecológica (Malumián, 1983). Inicialmente el mar habría sido de pocos m de profundidad, con oscilaciones en su salinidad, que pudo haber descendido ocasionalmente a niveles algo por debajo de los normales para un mar abierto durante el Maastrichtiano inferior, para pasar luego a condiciones de mar abierto y salinidad normal durante el Maastrichtiano medio, con profundidad entre 150 a 300 m, y temperaturas de alrededor de 17°C (Echevarría, 1984 a y b). La gran variedad de especies de foraminíferos y ostrácodos hallados permite determinar una edad campaniana-maastrichtiana para el sector superior.

En el borde septentrional de la laguna Matías, al sur de la estancia La Paloma (Ardolino y Franchi (1996b), en niveles más altos de la Formación La Colonia se ha obtenido una fauna de foraminíferos de edad daniana, lo que indicaría que el límite cretácico-paleógeno se encontraría en la Formación La Colonia, como acontece con la Formación Jagüel en la cuenca Neuquina. Finalmente, la sucesión remata con areniscas fosilíferas y coquinas de la Formación Roca (alrededores de La Paloma).

De acuerdo con estas consideraciones, se pueden equiparar los sectores inferior y medio de la Formación La Colonia con la Formación Allen de la cuenca Neuquina, en tanto que el sector superior sería correlacionable con la Formación Jagüel de la misma cuenca.

**Formación Puntudo Chico:** Esta unidad fue definida por Pesce (1979b) para caracterizar a sedimentitas continentales de origen fluvial que se encontrarían discordantes sobre el Grupo Chubut en la región del arroyo Perdido, y de edad senoniana. Son areniscas y conglomerados con estratificación entrecruzada de coloración amarillenta. Ardolino y Franchi (1996b) habían considerado a las areniscas de la región del arroyo Mirasol Chico y cerro El Buitre, que están por debajo de las pelitas verdes de la Formación La Colonia, como integrantes del Grupo Chubut, pero rectificaron su ubicación, escindiéndola de dicho grupo e integrándola como base de la Formación La Colonia. El cambio atendía a la observación realizada por González y Ardolino (1996) en la localidad tipo de la formación La Colonia, acerca de la leve discordancia angular que separa a esta formación del Grupo Chubut. Según estos autores, las areniscas pertenecen al mismo ciclo sedimentario que originó los depósitos pelíticos de la Formación La Colonia por lo que las integran en la facies basal, adjudicada a un ambiente fluvial. Andreis y Cladera (1998), sobre la base de trabajos estratigráficos y sedimentológicos realizados en las provincias de Río Negro y Chubut, identificaron en el Neocretácico sistemas fluviales

que muestran particularidades composicionales, ambientales y de orientación de las paleocorrientes que permiten asignarlos a un mismo evento depositacional de carácter regional. Andreis (com.pers.) opina que las areniscas y conglomerados del cerro El Buitre podrían ser tratadas como una entidad separada. Si se toma en cuenta este criterio podrían ser incorporadas a la Formación Puntudo Chico, como ha hecho Anselmi (1999). Hacia el sur estas rocas se extienden por la sierra de Los Tehuelches hasta el cerro Ponte y alrededores (Anselmi, com.pers.). Cualquiera sea su definitiva ubicación estratigráfica, la edad de las areniscas amarillentas es campaniana, aceptando que la discordancia ubicada en su base corresponde a los movimientos intersenonianos. Afloramientos de la Formación Puntudo Chico pero aislados de las pelitas de la Formación la Colonia fueron reconocidos en la zona de Mesadas Blancas al este de Telsen (Page, 1987), y en localidades situadas al oeste de la estancia Los Algarrobos (Lapido y Page, 1979) (Figura 13, puntos 27 y 28). Se puede equiparar la Formación Puntudo Chico, parcialmente con la Formación Allen.

**Formación Bustamante:** Esta denominación fue utilizada por Simpson (1941), para designar a bancos calcáreos blanquecinos que afloran, aislados, en la zona de bahía Bustamante, al sudeste del macizo, y que se apoyan sobre la Formación Marifil (Figura 9). Fueron citados desde muy antiguo (Windhausen, 1924; Wichmann, 1927c; Feruglio, 1929, 1938). Este último autor, atribuyó al "Rocaneano" los afloramientos de bahía Bustamante, sobre la base del estudio de los fósiles por él hallados. Es significativo el hallazgo de *Trigonia bustamantina*, por su estrecha afinidad con dos especies, *Trigonia windhauseniana* Wilk. y *Trigonia wilchensi* Fer. del Senoniano superior de la Patagonia meridional. Es necesario destacar que para Feruglio (1938), el "Rocaneano" verdadero y propio sería contemporáneo de los horizontes superiores del complejo supracretácico de la región del lago Argentino y por consiguiente referible al Senoniano superior, a lo sumo Daniano inferior. Igual opinión sostuvieron Celeste (1940) y Camacho (1967).

Andreis et al. (1975) incluyeron a estos calcáreos de bahía Bustamante dentro de la Formación Salamanca, designándolos como Miembro Bustamante, los que representarían facies probablemente laterales de la transgresión que depositó a la Formación Salamanca. Este criterio no es compartido por Ardolino (1980) y Ardolino et al. (1998), para quienes la Formación Salamanca se apoya en contacto neto sobre las calizas de Bustamante y en ellas se han hallado los fósiles cretácicos ya mencionados. Por ello, estos autores, reubicaron esta unidad en el Senoniano, particularmente en el Maastrichtiano.

## SIGNIFICADO TECTÓNICO DEL VOLCANISMO Y LA SEDIMENTACIÓN DEL JURÁSICO-CRETÁCICO DEL MACIZO DE SOMÚN CURÁ

En los últimos años se ha producido un significativo incremento en la investigación de las características generales y petrológicas de la eruptividad y la sedimentación jurásico/cretácica del Macizo de Somún Curá. Como este sector de las provincias de Río Negro y Chubut presenta una posición de enlace con el orógeno Andino, la cuenca Neuquina y la cuenca del Golfo, la información generada ha permitido una

visión integradora de la estratigrafía y una mejor comprensión del significado de las unidades mesozoicas expuestas en este sector de la Patagonia.

Uno de los nuevos aportes a la geología regional del macizo ha provenido de la mejora en la comprensión de los procesos que produjeron la extensión y deformación mesozoica. El conocimiento acerca de la formación de las cubetas extensionales, la estructuración de los hemigrabens y la subsidencia termal, ha permitido entender el complejo ciclo de la sedimentación y colmatación, especialmente en la cuenca de Cañadón Asfalto, pero también en lo concerniente a los Grupos Neuquén y Chubut.

En relación con el conocimiento actual del magmatismo jurásico, debe tenerse presente la pertenencia de esta región al margen sudoccidental del Gondwana, el que se caracterizó por el desarrollo de las secuencias eruptivas más extensas y potentes de que se tenga noticia en el Fanerozoico. Su distribución paleogeográfica y sus variaciones temporales permiten definir una megaprovincia trimodal: andesítica en el margen gondwánico, riolítica al oeste del eje de la apertura y basáltica al este del mismo (Page y Page, 1990a). En particular, en esta región está constituido por tres asociaciones mayores, que en forma de fajas subparalelas de rumbo meridiano son:

a) La sucesión potente y monótona de rocas ignimbríticas, lavas y pórfidos de composición riolítica de la región atlántica, expuestas desde la costa hasta el meridiano de 68° oeste que abarca el lapso Jurásico inferior a medio, con edades Ar<sup>40</sup>/Ar<sup>39</sup> ubicadas en el rango 186-178 Ma (Alric et al., 1996). La información geoquímica e isotópica de estas rocas coincide en interpretarlas como el producto de magmas generados por fusión de una fuente en la corteza en un contexto extensional. Por su paleogeografía, petrogénesis y el tiempo de extrusión, las volcánicas ácidas jurásicas de la costa han estado relacionadas al proceso de apertura del Atlántico Sur y son la expresión de una etapa de prerift (Ramos, 1983).

b) La asociación plutónico-volcánica de la Cordillera Patagónica del Chubut del Jurásico medio-Cretácico, está constituida por lavas de composición entre basandesítica y riolítica con una tendencia a la acidificación en los términos más jóvenes. En el Jurásico superior y en especial en el Cretácico, se emplazaron granitoides de composición granodiorítica (Haller et al., 1981) conocidos como Batolito Patagónico. Las rocas volcánicas han sido denominadas Formación Lago La Plata (Ramos, 1976), Formación Arroyo Cajón (Pesce, 1979a) o Grupo Lago La Plata (Haller y Lapido, 1980, 1982). Si bien sus edades corresponden al lapso 145-90 Ma con un pico en los 110 Ma (Haller et al., 1981); recientes dataciones permiten suponer un inicio más antiguo para esta serie (Ghiara et al., 1999; Haller et al., 1999; Suárez et al., 1999).

c) En la región central del Chubut, entre ambos dominios eruptivos se ubica la extensa faja volcánica definida por la alternancia de flujos lávicos y facies brechosas asociadas a cuerpos subvolcánicos hoy arrasados. Se trata de una asociación con una clara predominancia de andesitas piroxenoanfíbólicas y dacitas con facies brechosas y niveles de ignimbritas y sedimentitas continentales intercaladas en su tercio superior. Aún se carece de una sólida base geocronológica respecto de la edad absoluta de estas rocas; sin embargo parece fuera de duda que el máximo de actividad se produjo durante el Jurásico medio con posterioridad a la ingresión liásica.

Si bien por composición y localización geográfica, son series independientes, las rocas de la **Formación Marifil** y las correspondientes a la **Formación Lonco Trapial**, además de su relativa contemporaneidad, presentan algunos comportamientos químicos similares. En particular se observa similar abundancia de elementos incompatibles en relación a elementos de alto potencial iónico, como es el caso de los bajos valores de Nb. Esta característica hace que ambos grupos de rocas muestren similares diagramas evolutivos (Figuras 10 y 14).

La mayor abundancia de otros elementos diagnósticos, como Rb y Zr permite relacionar a las rocas de Marifil a fuentes diferentes vinculadas a fundidos aportados en ambiente de intraplaca continental. Estas afinidades permiten entender a las secuencias ácidas orientales como el extremo más evolucionado del arco volcánico. En este sentido es interesante destacar la presencia en la región de Camarones de riolitas con afinidades peralcalinas reportada por Pankhurst y Rapela (1995). Esta circunstancia podría ser importante para explorar mediante análisis complementarios la posibilidad de verificar o descartar la posible existencia de dos series distintas; una derivada estrictamente del proceso de extensión y fusión cortical y la otra vinculada al extremo más distal y diferenciado del arco magmático Jurásico.

Es notorio que desde el Triásico y hasta el Cretácico superior esta región del Gondwana estuvo sometida a dos procesos tectónicos simultáneos de magnitud continental. Por un lado la extensión, responsable de la generación de cuencas interiores en el centro este de la Patagonia, como la cuenca de Cañadón Asfalto y posteriormente la apertura del Atlántico. Por otra parte, en el oeste la convergencia de una placa oceánica con el extremo occidental y sur del continente formó un arco volcánico el que en su máximo desarrollo superó los 500 km en dirección perpendicular al rumbo. En el ámbito del arco magmático, simultáneamente, la extensión permitió el emplazamiento de las diabasas y gabros de la Precordillera del Chubut (Page y Page, 1990b; Page y Page, este volumen). Esta configuración tectónica constituyó la vía ideal para la extrusión de importantes volúmenes de rocas volcánicas originadas a través de la actividad del arco y en cantidad subordinada produjo la intrusión de granitoides, los

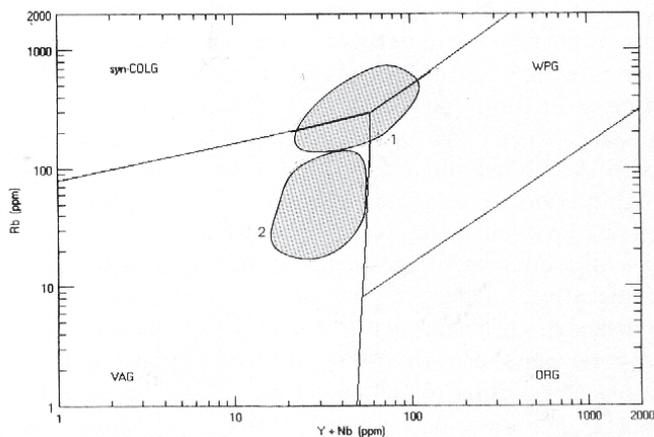


Figura 14. Ubicación de muestras de las Formaciones Marifil (1) y Lonco Trapial (2) en el diagrama de clasificación tectónica para granitos de Pearce et al. (1984). Se incluyen muestras de Lonco Trapial para destacar su afinidad evolutiva. Las muestras de Marifil corresponden a riolitas colectadas por Pankhurst y Rapela (1995). Las muestras de Lonco Trapial, por Page et al. (1994)

que adquieren su mayor expresión en sectores periféricos a las cuencas. En el interior del continente y hacia el este, los efectos de procesos relacionados a la extensión y fusión cortical, con un manto controlado por un elevado flujo térmico produjo la consiguiente extensión y magmatismo.

La geología y la estructura de esta región sugiere que estas dinámicas han actuado simultáneamente. La geoquímica parece indicar, además, interacción entre ellas. Refleja también variaciones en los procesos dominantes, en la naturaleza y espesor de la corteza infrayacente y posiblemente, diferencias relativas en la distancia a las fuentes de calor astenosférico.

Es posible que el conjunto de eventos descriptos sea consecuencia simple, y en última instancia previsible, del colapso y dispersión del Gondwana, proceso que desencadenó la extensión, la necesaria colisión océano-continente y subsiguiente subducción, el magmatismo y la formación de cuencas tanto marinas como continentales y su relleno posterior.

#### TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- ALRIC, V.I., HALLER, M.J., FÉRAUD, G., BERTRAND, H. y ZUBIA, M., 1996. Cronología Ar<sup>40</sup>-Ar<sup>39</sup> del volcanismo jurásico de la Patagonia Extraandina. 13º Congreso Geológico Argentino, Actas 5:243-250.
- AMEGHINO, F., 1898. Sinopsis geológico-paleontológica. Segundo Censo de la República Argentina. 1.
- AMEGHINO, F., 1906. Les Formations sédimentaires du Crétacé Supérieur et du Tertiaire de Patagonie. Anales Museo Nacional de Buenos Aires. Serie 3, 8.
- ANDREIS, R. R., 1987. Stratigraphy and paleoenvironment. En: Bonaparte, J. (Ed.): The late Cretaceous fauna of Los Alamitos, Patagonia, Argentina Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia, Paleontología 3 (3): 103-110.
- ANDREIS, R.R. y CLADERA, G., 1998. Sistemas fluviales entrelazados neocretácicos en la Patagonia septentrional, Argentina: Facies, ciclicidad y paleocorrientes. 7º Reunión Argentina de Sedimentología, Resúmenes: 99-101.
- ANDREIS, R., IÑIGUEZ, A.M., LLUCH, J.J. y SABIO, D.A., 1974. Estudio sedimentológico

- de las Formaciones del Cretácico superior del área del Lago Pellegrini (provincia de Río Negro, República Argentina). Asociación Geológica Argentina, Revista, 29 (1): 85-104.
- ANDREIS, R., MAZZONI, M. y SPALLETTI, L., 1975. Estudio estratigráfico y paleoambiental de las sedimentitas terciarias entre el Pico Salamanca y Bahía Bustamante, provincia del Chubut, República Argentina. Asociación Geológica Argentina, Revista, 30 (1): 85-103.
- ANDREIS, R. R., BENDEL, C. A. y RIAL, G., 1989. La transgresión marina del Cretácico tardío en el borde SE de la meseta de Somuncurá, Patagonia septentrional, Argentina. Contribuciones de los Simposios sobre Cretácico de América Latina, Parte A: Eventos y registro sedimentario, 165-194.
- ANSELMINI, G., 1999. Hoja Geológica 4369-IV, Los Altares, provincia del Chubut. Servicio Geológico y Minero Argentino (En preparación).
- ARAGÓN, E., IÑIGUEZ RODRÍGUEZ, A.M. y BENIALGO, A., 1996. A calderas field at the Marifil Formation, new volcanogenic interpretation, Norpatagonian Massif, Argentina. Journal of South American Earth Sciences 9 (5/6): 321-328.
- ARDOLINO, A., 1980. Descripción geológica de la Hoja 47g, Garayalde, provincia de

Chubut. Servicio Geológico Nacional. Inédito.

- ARDOLINO, A., 1983. Informe geológico de la Hoja 43f, Sierra de los Chacays, provincia del Chubut. Dirección Nacional de Geología y Minería. Inédito.
- ARDOLINO, A., 1987. Descripción geológica de la Hoja 42f, Sierra de Apas, provincia del Chubut. Servicio Geológico Nacional, Secretaría de Minería. Boletín N° 203:1-91.
- ARDOLINO, A. y DELPINO, D., 1987. Senoniano (continental-marino). Comarca Nordpatagónica - provincia del Chubut, Argentina. 10º Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 193-196.
- ARDOLINO, A. y FRANCHI, M.R., 1996a. Geología y Recursos Naturales del Departamento Añelo. Provincia del Neuquén. República Argentina. Dirección Nacional del Servicio Geológico. Anales 25, Dirección Provincial de Minería del Neuquén. Boletín N°3: 9-106, Publicación conjunta.
- ARDOLINO, A. y FRANCHI, M.R., 1996b. Hoja Geológica 4366-I, Telsen, provincia del Chubut. Dirección Nacional del Servicio Geológico. Boletín 215: 1-110.
- ARDOLINO, A., PANZA, J.L. y YLLAÑEZ, E., 1998. Hoja Geológica 4566-I, Garayalde, pro-

- vincia del Chubut. Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín 264.
- ARDOLINO, A., LIZUAIN, A., PAGE, R. y SALANI, F., 1999. Hoja Geológica 4369-II, Gan Gan, provincia del Chubut, Argentina. Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales. En preparación.
- ARRONDO, O. y PETRIELLA, B., 1980. Alicurá, nueva localidad plantífera liásica de la provincia de Neuquén, Argentina. *Asociación Paleontológica Argentina, Ameghiniana*, 17 (3): 200-215.
- BARCAT, C., CORTIÑAS, J.S., NEVISTIC, V.A. y ZUCCHI, H.E., 1989. Cuenca Golfo San Jorge. En: Chebli, G.A. y Spalletti, L. (Eds.): *Cuencas Sedimentarias Argentinas*. Instituto Superior de Correlación Geológica, Universidad Nacional de Tucumán, Serie Correlación Geológica 6: 319-345.
- BARRIO, C.A., 1990. Paleogeographic control of Upper Cretaceous tidal deposits, Neuquén Basin, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, Volumen 3 (1): 31-49.
- BARRIO, C.A., 1991. Controles en la sedimentación de cuencas foreland. El ejemplo del Grupo Malargüe (Campaniano-Paleoceno) en la Cuenca Neuquina, Argentina. 6º Congreso Geológico Chileno. Resúmenes Expandidos: 597-601.
- BERTELS, A., 1969. Estratigrafía del límite Cretácico-Terciario en Patagonia Septentrional. *Asociación Geológica Argentina, Revista* 24 (1): 41-54.
- BERTELS, A., 1974. Upper Cretaceous (lower Maastrichtian?) ostracodes from Argentina. *Micropaleontology*, 20(4): 385-397.
- BERTELS, A., 1975. Ostracode ecology during the Upper Cretaceous and Cenozoic in Argentina. *Bulletin American Paleontology* 65 (282): 318-388.
- BERTELS, A., 1980. Estratigrafía y foraminíferos (Protozoa) bentónicos del límite Cretácico-Terciario en el área tipo de la Formación Jagüel, provincia del Neuquén, República Argentina. 2º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y 1º Congreso Latinoamericano de Paleontología, Actas 2: 47-91.
- BERTRAND, H., FERAUD, G., HALLER, M., LUIS, B., MARTÍNEZ, M., ALRIC, V. y FORNARI, M., 1999. The Mesozoic silicic large igneous province of Patagonia: Chronology and origin evidenced by 40Ar-39Ar dating and Sr- Nd isotopes. 2º South American Symposium on Isotope Geology, Actas: 167-169.
- BOCCHINO, R.A., 1967. *Luisiella inexcitata* gen. sp. nov. (Pisces, Clupeiformes, Dussumieriichae) del Jurásico superior de la provincia del Chubut, Argentina. *Ameghiniana* 2: 91-100.
- BONAPARTE, J., 1985. A horned Cretaceous carnosaur from Patagonia. *National Geographic Winter*, 149-151.
- BONAPARTE, J.F., 1986. Les Dinosauriens (Carnosaures, Allosauridés, Sauropodes, Cétosauridés) du Jurassique Moyen de Cerro Cándor (Chubut, Argentine). *Annales de Paléontologie (Vert-Invert.)*, 72 (3): 247-289 y (4): 325-386.
- BONAPARTE, J., FRANCHI, M., POWELL, J. y SEPÚLVEDA, E., 1984. La Formación Los Alamitos (Campaniano-Maastrichtiano) del sureste de Río Negro, con descripción de *Kritosaurus australis* n. sp. (Hadrosauridae). Significado paleogeográfico de los vertebrados. *Asociación Geológica Argentina, Revista*, 39 (3-4): 284-299.
- BUSTEROS, A., GIACOSA, R. y LEMA, H., 1998. Hoja Geológica 4166-IV, Sierra Grande, provincia de Río Negro. Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales. Boletín N° 241: 1-75.
- CABALERI, N. y ARMELLA, C., 1998. Facies lacustres de la Formación Cañadón Asfalto (Caloviano-Oxfordiano) en la quebrada Las Chacritas, Cerro Cándor, provincia del Chubut, Argentina. *Asociación Geológica Argentina, Revista*, 53(1): 9-10.
- CABALERI, N., ARMELLA, C. y SALANI, F., 1999. The volcanic sedimentary association of Cañadón Asfalto basin, extraandean Patagonia, Argentina. *European Union of Geosciences, EUG10, Abstract: 740*. Strasbourg.
- CAMACHO, H. H., 1967. Las transgresiones del Cretácico superior y Terciario de la Argentina. *Asociación Geológica Argentina, Revista* 22 (4): 253-280.
- CAMINOS, R.L., 1983. Descripción geológica de las Hojas 39g, Tapilque y 39h, Chipauquil, provincia de Río Negro. Servicio Geológico Nacional, Secretaría de Minería. Informe inédito.
- CAMINOS, R.L., 1999. Hoja Geológica 4166-I, Valcheta, provincia de Río Negro. Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales. Inédito.
- CASADÍO, S., 1990. Estratigrafía secuencial del límite Cretácico-Terciario en el occidente de la provincia de La Pampa. 3º Reunión Argentina de Sedimentología. Actas, 87-93.
- CASAMIQUELA, R., 1964. Sobre un dinosaurio hadrosaurido de la Argentina. *Ameghiniana* 3 (9): 285-312.
- CASAMIQUELA, R., 1969a. Historia geológica del valle de Huahuel Niyeu, área extraandina del suroeste de la provincia de Río Negro, República Argentina (con especial énfasis en el Pleistoceno). *Asociación Geológica Argentina, Revista* 24 (3): 287-329.
- CASAMIQUELA, R., 1969b. La presencia en Chile de *Aristonectes Cabrera* (Plesiosauria) del Maastrichtense del Chubut, Argentina. Edad y carácter de la transgresión "Rocanense". 4º Jornadas Geológicas Argentinas, Actas 1: 199-213.
- CAZAU, L. y ULIANA, M.A., 1973. El Cretácico superior de la Cuenca Neuquina. 5º Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 131-163.
- CELESTE, R., 1940. Relaciones entre el Rocanense el Salamanqueano en la zona comprendida entre Mamelones de Pineda y V. Mena y A. Nay en el valle del río Chico, territorio del Chubut. Tesis N° 26. Inédita.
- CHEBLI, G. A., 1973. Levantamiento geológico al sur del curso medio del río Chubut, entre la Meseta de Canquel, Sierra Cuadrada e inmediaciones de la Sierra Negra. Dpto. Paso de Indios, Provincia del Chubut. YPF, inédito.
- CHEBLI, G.A., NAKAYAMA, C., SCIUTTO, J.C. y SERRAIOTTO, A.A., 1976. Estratigrafía del Grupo Chubut en la región central de la provincia homónima. 7º Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 375-392.
- CHEBLI, G.A., NAKAYAMA, C. y SCIUTTO, J.C., 1979. Mapa Geológico de la Provincia del Chubut. 7º Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 639-655.
- CICIARELLI, M.I., 1990. Análisis estructural del sector oriental del Macizo Norpatagónico y su significado matalogénico (provincias de Río Negro y del Chubut), Tesis Doctoral Inédita, Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata, 179pp.
- CODIGNOTTO, J., NULLO, F., PANZA, J.L. y PROSERPIO, C., 1978. Estratigrafía del Grupo Chubut entre Paso de Indios y Las Plumas, provincia del Chubut, Argentina. 7º Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 471-480.
- COIRA, B., 1979. Descripción geológica de la Hoja 40 d, Ingeniero Jacobacci, Provincia de Río Negro. Servicio Geológico Nacional, Boletín N° 168: 1-104.
- CORBELLA, H., 1973. Acerca de la existencia de cuerpos hipaisales granito-riolíticos en el distrito minero de Sierra Grande (Río Negro) y su posible importancia metalogénica. *Asociación Geológica Argentina, Revista* 28 (3): 353-363.
- CORTÉS, J.M., 1981. El substrato precretácico del extremo noreste de la provincia del Chubut. *Asociación Geológica Argentina, Revista* 36 (3): 217-235.
- CORTÉS, J.M., 1987. Estratigrafía del Cretácico entre el arroyo de las Víboras y la sierra del Guanaco, región central del Chubut, Argentina. 10º Congreso Geológico Argentino. PICG-Proyecto 242 Cretácico de América Latina - Tercer Simposio.
- CORTÉS, J. M., 1988. Descripción Geológica de la Hoja 46d, Meseta del Canquel. Dirección Nacional de Minería y Geología. Inédito.
- CORTÉS, J. M., 1990. Estratigrafía de las sucesiones volcánico-sedimentarias jurásicas del Chubut central, entre Pasos de Indios y El Sombrero. *Asociación Geológica Argentina, Revista* 45 (1-2): 69-84.
- CORTIÑAS, J.S., 1996. La cuenca de Somún Curá-Cañadón Asfalto: sus límites, ciclos evolutivos del relleno sedimentario y posibilidades exploratorias. 13º Congreso Geológico Argentino y 3º Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 1: 147-163.
- CUCCHI, R., BUSTEROS, A. y LEMA, H., 1999. Hoja geológica 4169-II, Los Menucos, provincia de Río Negro. Servicio Geológico y Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales, inédito.
- DARWIN, C.R., 1846. Geological observations on South America, being the third part of the geology of the voyage of the "Beagle" during 1832 to 1836. 279 pp.
- DEL CORRO, G., 1975. Un nuevo saurópodo del Cretácico superior, *Chubutisauris insignis* (Saurischia, Chubutisauridae), Chubut, Argentina. 1º Congreso de Paleontología y Bioestratigrafía, Actas 2: 229-240.
- DELLAPÉ, D.A., PANDO, G., ULIANA, M.A. y MUSACCHIO, E., 1979. Foraminíferos y ostrácodos del Jurásico en las inmediaciones del arroyo Picún Leufú y la ruta 40 (provincia del Neuquén, Argentina), con algunas consideraciones sobre la estratigrafía de la Formación Lotena. 7º Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 489-507.
- DIGREGORIO, J. H., 1978. Estratigrafía de las acumulaciones mesozoicas. 7º Congreso Geológico Argentino, Relatorio: 37-65.
- DIGREGORIO, J. H. y ULIANA, M. A., 1975. Plano geológico de la provincia del Neuquén. Escala 1:500.000. 2º Congreso Iberoamericano de Geología Económica, Actas 4: 69-94.
- DIGREGORIO, J.H. y ULIANA, M.A., 1980. Cuenca Neuquina. En: Turner, J.C.M. (Ed.): 2º Simposio de Geología Regional Argentina, Actas 2: 985-1032. Academia Nacional de Ciencias.
- DIPAOLA, E., 1972. Correlación litoestratigráfica de sedimentitas cretácicas entre el cerro China Muerta (Provincia de Neuquén) y el Bajo de Ortiz (provincia de Río Negro). *Asociación Argentina de Mineralogía, Petrología y Sedimentología, Revista* 3 (1-2): 53-62.
- ECHEVARRIA, A., 1984 a. Estudio micropaleontológico (ostrácodos) de las muestras 245, Cañadón Trapaluco y Bajada Moreno. Departamento Investigaciones de Base del Servicio Geológico Nacional. Inédito.
- ECHEVARRIA, A., 1984 b. Estudio micropaleontológico (ostrácodos) de las muestras Carhué Niyeu, Puesto Almonacid, P.J. 1 y Bajada Moreno. Departamento Investigaciones de Base del Servicio Geológico Nacional. Inédito.
- FARINATI, E., QUATROCCHIO, M. y LABUDÍA, C., 1987. Hallazgo del

- Maestrichtiano - Terciario fosilífero en el bajo de Lenza Niyeu y Colán Conhué, Comarca Nordpatagónica, provincia de Río Negro, Argentina. 10º Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 153-157.
- FERELLO, R., 1947. Los depósitos plantíferos de Piedra del Águila (Neuquén) y sus relaciones. Boletín de Informaciones Petroleras, 278: 248-261.
- FERELLO, R. y TEALDI, O., 1950. Descripción del perfil general del Flanco Oriental del Anticlinal de la Sierra del Castillo. YPF. Inédito.
- FERNÁNDEZ GARRASINO, C., 1977. Contribución a la estratigrafía de la zona comprendida entre Estancia Ferrarotti, Cerro Colorado y Cerrito Negro, Departamento Tehuelches, Provincia del Chubut. Argentina. Asociación Geológica Argentina, Revista 32 (2): 130-144.
- FERUGLIO, E., 1929. Apuntes sobre la constitución geológica del Golfo de San Jorge. Anales GAEA 3 (2): 395-488.
- FERUGLIO, E., 1937. Paleontographia patagonica. Memorie degli Istituti di Geologia e Mineralogia dell' Università di Padova, 11: 1-192.
- FERUGLIO, E., 1938. Paleontographia patagonica; parte 2. Memorie degli Istituti di Geologia e Mineralogia dell' Università di Padova, 12: 1-189.
- FERUGLIO, E., 1949. Descripción geológica de la Patagonia. Dirección General Yacimientos Petrolíferos Fiscales. Tomos 1, 2 y 3.
- FIGARI, E.G. y COURTADE, S.F., 1993. Evolución tectosedimentaria de la Cuenca de Cañadón Asfalto, Chubut, Argentina. 12º Congreso Geológico Argentino y 2º Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 1: 66-77.
- FIGARI, E.G., COURTADE, S.F. y HOMOVC, J.F., 1992. Estructura de la Cuenca Cañadón Asfalto, provincia del Chubut. Yacimientos Petrolíferos Fiscales, 27p. (inédito).
- FLORES, M.A., 1948. Investigaciones geológicas en el río Chubut medio entre los cerros Cóndor y Pavada. Chubut. Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Tesis, informe inédito, Córdoba y en Y.P.F., inédito.
- FLORES, M.A., 1956. Perfiles en el Chubutiano y observaciones geológicas en la parte central y norte de Chubut. YPF S.A., inédito.
- FLORES, M.A., 1957. Perfiles del Chubutiano (2 parte). Yacimientos Petrolíferos Fiscales. Informe inédito.
- FOSSAMANCINI, E., FERUGLIO, E. y YUSSEN DE CAMPANA, J. C., 1938. Una reunión de geólogos de YPF y el problema de la terminología estratigráfica. Boletín de Informaciones Petroleras 15 (171): 1-67.
- FRANCHI, M.R. y PAGE, R.F.N., 1980. Los basaltos cretácicos y la evolución magmática del Chubut occidental. Asociación Geológica Argentina, Revista, 35 (2): 208-229.
- FRANCHI, M.R. y SEPÚLVEDA, E.J., 1981. Descripción geológica de la Hoja 41h, Cona Niyeu, provincia de Río Negro. Servicio Geológico Nacional, Secretaría de Minería. Informe inédito.
- FRANCHI, M.R. y SEPÚLVEDA, E. J., 1983. Descripción geológica de la Hoja 41h, Cona Niyeu, provincia de Río Negro. Servicio Geológico Nacional, inédito.
- FRANCHI, M.R., HALLER, M.J., LAPIDO, O.R., PAGE, R.F.N. y PESCE, A., 1975. Geología de la región nororiental de la provincia del Chubut, República Argentina. 2º Congreso Iberoamericano de Geología Económica, Actas 4: 125-139.
- GALLI, C.A., 1953. Acerca de una nueva interpretación de las formaciones rético-liásicas de la Patagonia septentrional. Asociación Geológica Argentina, Revista, 8 (4): 220-235.
- GALLI, C.A., 1969. Descripción geológica de la Hoja 38c, Piedra del Águila, provincias de Neuquén y Río Negro. Dirección Nacional de Geología y Minería. Boletín N° 111: 1-67.
- GERTH, E., 1925. Contribución a la estratigrafía y paleontología de los Andes argentinos. Estratigrafía y distribución de los sedimentos mesozoicos de los Andes argentinos. Academia Nacional de Ciencias, Actas 9, Entrega 1ª y 2ª: 11-55.
- GETINO, P., 1995. Estratigrafía del sector suroccidental de la meseta de Colitoro, provincia de Río Negro. Revista de la Asociación Geológica Argentina 50 (1-4): 243-256.
- GHIARA, M.R., HALLER, M.J., STANZIONI, D., BARBIERI, M., MENDITTI, I., CASTORINA, F., TRUDU, C., DEMICHELIS, A.H. y MEISTER, C.M., 1999. Calc-alkaline volcanic rocks from Cerro Ver, Patagonian Cordillera (43°10'S): Geochemistry and geochronology. 14º Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 178-181.
- GIACOSA, R., 1994. Geología y Petrología de las rocas pre-Cretácicas del área arroyo Salado-arroyo Tembrao, sector oriental del Macizo Nordpatagónico, Río Negro. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad nacional de la Patagonia, 200 pp. Inédito.
- GONZÁLEZ, P. D., 1998. Geología y estratigrafía del magmatismo fanerozoico de la comarca norpatagónica entre Comallo y Anecon Grande, Río Negro, Argentina. 10º Congreso Latinoamericano de Geología y 6º Congreso Nacional de Geología Económica, 1: 78-83.
- GONZÁLEZ, P. y ARDOLINO, A., 1996. Geología de la Formación La Colonia en el área de su localidad tipo (Sierra de la Colonia), Provincia del Chubut. Dirección Nacional del Servicio Geológico. Informe inédito 3082.
- GONZÁLEZ, P., COLUCCIA, A. y FRANCHI, M., 1999. Hoja Geológica 4169-III, Ingeniero Jacobacci, provincia de Río Negro. Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales, inédito.
- GROEBER, P., 1929. Líneas fundamentales de la geología del Neuquén, sur de Mendoza y regiones adyacentes. Dirección General de Minería, Geología e Hidrología. Publicación N° 58: 1-159.
- GROEBER, P., 1931. El Dr. Ricardo Wichmann y su obra científica. Physis, 10 (36): 267-278.
- GROEBER, P., 1946. Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70°. Hoja Chos Malal. Asociación Geológica Argentina, Revista 1: 177-208.
- GROEBER, P., 1953. Mesozoico (con la colaboración de P.N. Stipanovic y A. Mingramm), en Geografía de la República Argentina, 2, 1ª. Parte, Sociedad Argentina de Estudios Geográficos, GAEA. 536 pp.
- GROEBER, P., 1956. Anotaciones sobre Cretácico, Supracretácico, Paleoceno, Eoceno y Cuaternario. Asociación Geológica Argentina, Revista 10 (4): 234-261.
- GROEBER, P., 1959. Supracretácico. GAEA, 2 (2): 1-165.
- GULISANO, C. y PANDO, G., 1981. Estratigrafía y facies de los depósitos jurásicos entre Piedra del Águila y Sañicó, Departamento Collón Curá, provincia del Neuquén. 8º Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 553-577.
- HALLER, M.A. y LAPIDO, O.R., 1980. El Mesozoico de la Cordillera Patagónica Central. Asociación Geológica Argentina, Revista 35 (2): 230-247.
- HALLER, M.A. y LAPIDO, O.R., 1982. The Jurassic-Cretaceous volcanism in the Patagonian Septentrional Andes. Earth Sciences Reviews 18: 395-410.
- HALLER, M.A., LAPIDO, O.R., LIZUAIN, A. y PAGE, R.F.N., 1981. El mar tithononeocomiano en la evolución de la Cordillera Norpatagónica. En: Volkheimer, W. (Ed.): Cuencas Sedimentarias del Jurásico y Cretácico de América del Sur, 1: 221-237. Comité Sudamericano del Jurásico y Cretácico.
- HALLER, M.J., LINARES, E. y OSTERA, H.A., 1999. Petrology and Geochronology of the Sub-Cordilleran Plutonic Belt of Patagonia. South American Symposium on Isotope Geology, Actas 2: 210-214.
- HERRERO DUCLOUX, A., 1946. Contribución al conocimiento geológico del Neuquén extrandino. Boletín de Informaciones Petroleras 23 (226): 1-39.
- HERRERO DUCLOUX, A., 1947. Los depósitos terrestres del Cretácico medio y superior del Neuquén y sur de Mendoza. Boletín de Informaciones Petroleras 24 (271): 171-178.
- HOMOVC, J.F., FIGARI, E.G. y COURTADE, S.F., 1991. Geología de la Cuenca de Cañadón Asfalto. Provincia del Chubut. YPF S.A. 108p. (inédito).
- HUGO, C. A. y LEANZA, H. A., 1997. Hoja Geológica 3969-IV, General Roca, provincias de Río Negro y Neuquén. Servicio Geológico y Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales, inédito.
- HUGO, C. A. y LEANZA, H. A., 1999. Hoja Geológica 3966-III, Villa Regina, provincia de Río Negro. Servicio Geológico y Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales, inédito.
- IRIGOYEN V. y LIZUAIN, A., 1990. Secuencias de progradación costera y depósitos de cursos fluviales entrelazados en el Cretácico tardío (Formación Paso del Sapo) de Chubut. 3º Reunión Argentina de Sedimentología. Actas: 139-144.
- KAASSCHIETER, J. P. H., 1965. Geología de la cuenca del Colorado. Actas de las Segundas Jornadas Geológicas Argentinas, 2: 251-269.
- KAY, S.M., RAMOS, V.A., MPODOZIS, C. y SRUOGA, P., 1989. Late Paleozoic to Jurassic silicic magmatism at the Gondwana margin, analogy to the Middle Proterozoic in North America? Geology 17(4): 324-328.
- KEIDEL, J., 1917. Über das Patagonische Tafelland das Patagonische gerölle und Ihre zuehungen zu den geologischen erscheinungen in Argentinischen Andengebiet und Litoral. Zeitschr. Deutsch. Wiss. Ver., 3 (5-6): 219-245.
- LABUDÍA, C. y BJERG, E., 1994. Geología del sector oriental de la Hoja Bajo Hondo, provincia de Río Negro. Asociación Geológica Argentina, Revista 49 (3-4): 284-296.
- LAPIDO, O.R. y PAGE, R.F.N., 1979. Relaciones estratigráficas y estructura del Bajo de la Tierra Colorada (provincia del Chubut). 7º Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 299-313.
- LEANZA, A. F., 1964. Los estratos con Baculites de El Caín (Río Negro, Argentina). Revista Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Córdoba, 25 (3-4): 93-107.
- LEANZA, H.A. y HUGO, C. A., 1997. Hoja Geológica 3969-III, Picún Leufú, provincias del Neuquén y Río Negro. Escala 1:250.000. Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales. Boletín 218: 1-135.
- LEMA, H., BUSTEROS, A. y FRANCHI, M., 1998. Hoja geológica 4566-I y IV, Camarones. Servicio Geológico y Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales, inédito.
- LESTA, P.J., 1968. Estratigrafía de la cuenca del Golfo San Jorge. 3º Jornadas Geológicas Argentinas, Actas 1: 251-289.
- LESTA, P., 1969. Algunas nuevas comprobaciones en la geología de la Patagonia. A) Sobre el Grupo del Chubut. 4º Jornadas Geológicas Argentinas, Actas 2: 187-194.
- LESTA, P.J. y FERELLO, R., 1972. Región Extraandina de Chubut y norte de Santa Cruz. En: Leanza, A.F. (Ed.): Geología Regional Argentina: Academia Nacional de Ciencias. 601-653.
- LESTA, P.J., FERELLO, R. y CHEBLI, G., 1980. Chubut Extraandino. Segundo Simposio de Geología Regional Argentina, 2: 1307-1387. Academia Nacional de Ciencias.

- LIZUAIN, A. y SEPÚLVEDA, E., 1979. Geología del Gran Bajo del Gualicho (provincia de Río Negro). 7º Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 407-422.
- LIZUAIN, A. y SILVA NIETO, D., 1996. Estratigrafía mesozoica del río Chubut medio (Sierra de Taquetrén). Provincia del Chubut. 13º Congreso Geológico Argentino y 3º Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 1: 479-493.
- LLAMBÍAS, E.J. y RAPELA, C.W., 1984. Geología de los complejos eruptivos del Paleozoico superior de La Esperanza, provincia de Río Negro. Asociación Geológica Argentina, Revista 39 (1-2): 220-243.
- LLAMBÍAS, E.J., RAPELA, C.W. y CAMINOS, R., 1984. Las plutonitas y volcanitas del Ciclo eruptivo Gondwánico. En: Ramos, V. (Ed.): Geología y recursos naturales de la provincia de Río Negro, Relatorio 9º Congreso Geológico Argentino: 85-117.
- MALUMIÁN, N., 1983. Foraminíferos cretácicos de la Hoja 43 f. Chubut. Departamento de Investigaciones de Base del Servicio Geológico Nacional. Inédito.
- MALVICINI, L. y LLAMBÍAS, E., 1974. Geología y génesis del depósito de manganeso Arroyo Verde, provincia del Chubut. 5º Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 185-202.
- MANASSERO, M. y MAGGI, J., 1995. Análisis sedimentológico de la Formación Angostura Colorada (Cretácico Superior) en la región de Comallo- Jacobacci, Provincia de Río Negro. Asociación Geológica Argentina, Revista 50 (1-4): 132-142.
- MANCEÑIDO, M. O. y DAMBORENEA, S. E., 1984. Megafauna de invertebrados paleozoicos y mesozoicos. En: Ramos, V. (Ed.): Geología y Recursos Naturales de la Provincia de Río Negro, Relatorio del 9º Congreso Geológico Argentino 2 (5): 413-465.
- MARTÍNEZ, H., NÁÑEZ, C., LIZUAIN, A., DAL MOLÍN, C. y TUREL, A., 1997. Hoja Geológica 4166-II, San Antonio Oeste, provincia de Río Negro. Servicio Geológico y Minería Argentina, Instituto de Geología y Recursos Minerales, inédito.
- MÉNDEZ, L., 1978. Yacimiento de fluorita mina Delta, Sierra Grande, provincia de Río Negro. 7º Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 133-148.
- MÉNDEZ, V., ZANETTINI, J.C. y ZAPPETTINI, E. O., 1995. Geología y metalogénesis del orógeno andino central. República Argentina. Secretaría de Minería de la Nación, Dirección Nacional del Servicio Geológico, Anales 23: 1-190.
- MUSACCHIO, E.A., 1981. Estratigrafía de la sierra Pampa de Agnia en la región extraandina de la provincia del Chubut, Argentina. 8º Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 343-357.
- MUSACCHIO, E.A. y SIMEONI, M., 1993. Informes bioestratigráficos (microfósiles calcáreos) sobre muestras de afloramientos Jurásico-Cretácicos, colectadas por la Comisión Geológica N° 2. YPF S.A., inédito.
- MUSACCHIO, E.A., BEROS, C. y PUJANA, E.J., 1986. Microfósiles continentales del Jurásico y Cretácico del Chubut y su contribución a la bioestratigrafía de la Cuenca del Golfo de San Jorge. Argentina. En: Volkheimer, W. (Ed.): Bioestratigrafía de los Sistemas Regionales del Jurásico y del Cretácico de América del Sur. 2: 355-383.
- NAKAYAMA, C., 1972. Informe geológico de la región comprendida entre la Sierra de Taquetrén y los cerros Los Chivos y Negro de Marrauf. Yacimientos Petrolíferos Fiscales, 88pp. (inédito).
- NAKAYAMA, C., SCIUTTO, J.C., CASTRILLO, E. y FERNÁNDEZ, C., 1979. Contribución al conocimiento geológico del sector noreste de la provincia del Chubut. 7º Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 657-670.
- NÁÑEZ, C., 1983. Observaciones geológicas en el borde sudoccidental de la meseta de Coli Toro, provincia de Río Negro. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Trabajo Final de Licenciatura, inédito.
- NÁÑEZ, C. y CONCHEYRO, A., 1996. Límite Cretácico-Paleógeno. En Geología y Recursos Naturales del Departamento Añelo. Provincia del Neuquén. República Argentina. Dirección Nacional del Servicio Geológico-Anales 25; Dirección Provincial de Minería del Neuquén. Boletín N° 3: 129-149. Publicación Conjunta.
- NULLO, F.E., 1974. Reubicación estratigráfica de la Formación El Córdoba, Pampa de Agnia, provincia del Chubut, República Argentina. Asociación geológica Argentina, Revista 29 (3): 377-378.
- NULLO, F.E., 1978. Descripción geológica de la Hoja 41d, Lipetrén, provincia de Río Negro. Servicio Geológico Nacional, Boletín N° 158: 1-88.
- NULLO, F.E., 1979. Descripción geológica de la Hoja 39c, Paso Flores, provincia de Río Negro. Servicio Geológico Nacional. Boletín N° 167: 1-70.
- NULLO, F.E., 1983. Descripción geológica de la Hoja 45c, Pampa de Agnia, provincia del Chubut. Servicio Geológico Nacional. Boletín N° 199: 1-99.
- NULLO, F.E. y PROSERPIO, C., 1975. La Formación Taquetrén en Cañadón del Zaino (Chubut) y sus relaciones estratigráficas en el ámbito de la Patagonia de acuerdo a la flora, República Argentina. Asociación geológica Argentina, Revista 30 (2): 133-150.
- NÚÑEZ, E. y ROSSI DE GARCÍA, E., 1981. Origen y edad de las calizas de Valcheta. 8º Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 173-182.
- NUÑEZ, E., BACHMANN, E.W. de, RAVAZZOLI, I., BRITOS, A., FRANCHI, M., LIZUAIN, A. y SEPÚLVEDA, E., 1975. Rasgos geológicos del sector oriental del Macizo Somun Cura, provincia de Río Negro, República Argentina. 2º Congreso Iberoamericano de Geología Económica, Actas 4: 247-266.
- PAGE, R.F.N., 1980. Los conglomerados de Cañadón Pelado, Departamento Languiño, provincia del Chubut. Asociación Geológica Argentina, Revista, 35(1): 80-86.
- PAGE, R.F.N., 1987. Descripción geológica de la Hoja 43g. Bajo de la Tierra Colorada, provincia del Chubut. Dirección Nacional de Geología y Minería. Boletín N° 200: 1-81.
- PAGE, R.F.N. y PAGE, S., 1990a. La asimetría magmática del rift Atlántico. 11º Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 339-341.
- PAGE, R.F.N. y PAGE, S., 1993. Petrología y significado tectónico del Jurásico volcánico del Chubut central. Asociación Geológica Argentina, Revista 48 (1): 41-58.
- PAGE, R.F.N., PAGE, S. y SALANI, F., 1987. Estratigrafía de la Sierra Pire Mahuida, provincia del Chubut. 10º Congreso Geológico Argentino. Actas 3: 345-350.
- PAGE, S. y PAGE, R.F.N., 1990b. Magmatismo toleítico en el intra-arco Jurásico de la Precordillera del Chubut. 11º Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 98-100.
- PAGE, S., SILVA NIETO, D. y LIZUAIN, A., 1994. Petrología del volcanismo jurásico expuesto en la sierra de Taquetrén, Chubut, Argentina. 7º Congreso Geológico Chileno, Actas 2: 1136-1140.
- PANKHURST, R.J. y RAPELA, C.W., 1995. Production of Jurassic rhyolite by anatexis of the lower crust of Patagonia. Earth and Planetary Science Letters. 134 (1-2): 23-36.
- PANZA, J.L., 1979. Descripción Geológica de la Hoja 45e, Las Plumas, provincia del Chubut. Servicio Geológico Nacional, Secretaría de Minería. Informe inédito.
- PAPÚ, O. y SEPÚLVEDA, E., 1995. Datos palinológicos de la Formación Los Alamitos en la localidad de Montoniló, Departamento 25 de Mayo, Río Negro, Argentina. Sus relaciones con unidades colindantes coetáneas. 6º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Actas: 195-200.
- PARKER, G., 1972. Ubicación estratigráfica, descripción y correlaciones de la Formación Michihuao, provincia de Río Negro, República Argentina. Asociación Geológica Argentina, Revista 27 (4): 383-390.
- PASCUAL, R. y BONDESIO, P., 1976. Notas sobre vertebrados de la frontera cretácico-terciaria. III: Ceratodontidae (Peces osteichthyes, Dipnoi) de la Formación Coli Toro y de otras unidades del Cretácico tardío de patagonia y sur de Mendoza. Sus implicancias paleobiogeográficas. 6º Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 565-577.
- PEARCE, J.A., HARRIS, N.V.W. y TINDLE, A.G., 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. Journal of Petrology 24: 956-983.
- PESCE, A., 1979a. Estratigrafía de la Cordillera Patagónica entre los 43° 30' y 44° de latitud sur y sus áreas mineralizadas. 7º Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 257-270.
- PESCE, A., 1979b. Estratigrafía del arroyo Perdido en su tramo medio a inferior, provincia del Chubut. 7º Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 315-333.
- PETERSEN, C., 1946. Estudios Geológicos en la región del Río Chubut Medio. Dirección General de Minas y Geología. Boletín 59: 1-137.
- PIATNITZKY, A., 1933. Informe preliminar sobre reconocimiento geológico en la región del Río Chubut. YPF. Inédito.
- PIATNITZKY, A., 1936. Estudio geológico de la región del río Chubut y del río Genoa. Boletín de Informaciones Petrolíferas 12 (137): 83-118.
- PIATNITZKY, A., 1941. Informe preliminar sobre las relaciones estratigráficas entre los depósitos de la región del río Chubut. YPF. Inédito.
- PÖTHE DE BALDIS, E. D., 1984. Microfloras cenozoicas. En Geología y Recursos Naturales de la provincia de Río Negro, Relatorio del 9º Congreso Geológico Argentino, 2 (4): 393-411.
- POZZO, A., 1956. Relevamiento geológico de la zona Bajo de Ortiz-Cañadón de Lonco Vaca (provincia de Río Negro). Yacimientos Petrolíferos Fiscales. Informe inédito.
- PROSERPIO, C., 1978. Descripción geológica de la Hoja 42d, Gastre, provincia del Chubut. Servicio Geológico Nacional, Secretaría de Minería. Boletín N° 159: 1-72.
- PROSERPIO, C., 1987. Descripción geológica de la Hoja 44e. Valle General Racedo, provincia del Chubut. Dirección Nacional de Minería y Geología. Boletín N° 201: 1-102.
- QUARTINO, B., RINALDI, C. y MAISTERRENA, E., 1981. Tres casos argentinos de movimientos interestrales. 8º Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 295-303.
- RABASSA, J., 1978. Estratigrafía de la región Pilcaniyeu-Comallo, Provincia de Río Negro. 7º Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 731-746.
- RAMOS, V.A., 1975. Geología del sector oriental del Macizo Nordpatagónico entre Aguada Capitán y la mina Gonzalito, provincia de Río Negro. Asociación Geológica Argentina, Revista 30 (3): 274-285.
- RAMOS, V.A., 1976. Estratigrafía de los lagos La Plata y Fontana, provincia del Chubut, República Argentina. 1º Congreso Geológico Chileno, Actas 1 (A): 43-63.
- RAMOS, V.A., 1978. Estructura. 7º Congreso Geológico Argentino. Relatorio: 99-118.
- RAMOS, V.A., 1981. Descripción geológica de la Hoja 33c, Los Chihuidos norte, provincia del

- Neuquén. Servicio Geológico Nacional. Boletín N°182: 1-103.
- RAMOS, V.A., 1983. Evolución tectónica y metalogénesis de la Cordillera Patagónica. 2° Congreso Nacional de Geología Económica, Actas 1: 107-124.
- RAMOS, V.A., 1984. Síntesis. En Geología y Recursos Naturales de la provincia de Río Negro. 9° Congreso Geológico Argentino, Relatorio: 3-16.
- RAPELA, C.W. y PANKHURST, R.J., 1993. El volcanismo riolítico del noreste de la Patagonia: un evento mesojurásico de corta duración y origen profundo. 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 4:179-188.
- REICHLER, V. A., 1989. Bioestratigrafía de los sedimentos terciarios marinos aflorantes en el área del cerro El Fuerte Argentino, provincia de Río Negro. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Trabajo Final de Licenciatura, inédito.
- REICHLER, V. A. y CAMACHO, H., 1991. Bioestratigrafía del Terciario marino entre los cerros Fuerte Argentino y Bandera, provincia de Río Negro. Anales de la Sociedad Científica Argentina, 221: 19-34.
- REMESAL, M., SALANI, F. y FRANCHI, M., 1999. Hoja Geológica 4169-IV, Maquinchao. Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales. Inédito.
- RICCARDI, A. C., 1975. Eubaculites Spath (Ammonoidea) del Cretácico superior de Argentina. Ameghiniana 11 (4): 379-399.
- RICCARDI, A. C., 1980. Presencia de epizosos en un amonoideo heteromorfo del Maastrichtiano de Argentina: una inferencia paleoautoecológica. Ameghiniana 17 (1): 11-14.
- RICH, T.H., RICH, P.V., GIMÉNEZ, O., CÚNEO, R., PUERTA, P. y VACCA, R., 1999. A Cetiosaurid from South America. Alchering. (en prensa).
- ROBBIANO, J.A., 1971a. Contribución al conocimiento estratigráfico de la Sierra del Cerro Negro, Pampa de Agnia, Provincia del Chubut, República Argentina. Asociación Geológica Argentina, Revista 26 (1): 41-56.
- ROBBIANO, J.A., 1971b. Estratigrafía de las Sierras de Lonco Trapial, Olte y Río Chubut Medio, Provincia del Chubut. YPF S.A. Inédito.
- RODRÍGUEZ, M., GETINO, P. y SEPÚLVEDA, E., 1995. Elementos faunísticos del Cretácico-Terciario marino en el Rinconcón de Colitoro Grande, provincia de Río Negro. 6° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Actas: 239-246.
- ROLL, A., 1938. Observaciones en el Neuquén central (Resumen). Boletín de Informaciones Petroleras 15 (171): 40-41.
- ROLL, A., 1941. Über die Ortiz und Roca Schichten des oberen Kreide der Río Negro senke (Nord Patagonien). Neues Jahrbuch für Geologie, Mineralogie und Paläontologie, 85 (B): 144-190.
- ROLLERI, E., MANCENIDO, M. O. y DELLAPÉ, D., 1984. Relaciones estratigráficas y correlación de la Formación Ortiz en el sur de la Cuenca Neuquina. 9° Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 498-523.
- ROSENMAN, H., 1972. Geología de la región de arroyo Los Berros (parte oriental de la meseta de Somuncurá), provincia de Río Negro. Asociación Geológica Argentina, Revista 27 (1): 117-137.
- ROSSI de GARCÍA, E. y PROSERPIO, C., 1978. Ostrácodos del Cretácico superior de Patagonia. Chubut. República Argentina. Actas 2° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y 10° Congreso Latinoamericano de Paleontología. 2:15-34.
- ROTH, S., 1898. Reconocimiento de la región andina de la república Argentina. Apuntes sobre la geología y la paleontología de los Territorios de Río Negro y Neuquén. Revista Museo de La Plata, 9: 141-196.
- ROTH, S., 1899. Apuntes sobre la geología y paleontología de los territorios del Río Negro y Neuquén. Revista del Museo de La Plata, 9: 1-56.
- SACOMANI, L., 1994. La secuencia volcánica jurásica en el valle del río Chubut entre Las Plumas y Cabeza de Buey. Mapeo y caracterización geológica de las unidades. Servicio Geológico Nacional, informe inédito, 35 pp.
- SACOMANI, L. y PANZA, J. L., 1998. Hoja Geológica 4366-III, Las Plumas. Servicio Geológico y Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales. Inédito.
- SILVANIETO, D.G., 1998. Hoja Geológica 4369-III, Paso de Indios, provincia del Chubut. Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales (en prensa).
- SIMPSON, G. G., 1941. The Eocene of Patagonia. American Museum Novitates, 1120: 1-15.
- SPALLETTI, L. A., MATHEOS, S. D. y MERODIO, J. C., 1993. Sedimentitas carbonáticas cretácico-terciarias de la plataforma norpatagónica. 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 1: 249-257.
- STIPANICIC, P. y BONETTI, M.I.R., 1970. Posiciones estratigráficas y edades de las principales floras jurásicas argentinas. I Floras liásicas. Ameghiniana 7(1): 57-58.
- STIPANICIC, P. N. y RODRIGO, F., 1970. El diastrofismo Eo y Mesocretácico en Argentina y Chile, con referencias a los movimientos jurásicos de la Patagonia. 4ª Jornadas Geológicas Argentinas, Actas 2: 337-352.
- STIPANICIC, P.N., RODRIGO, F., BAULIÉS, O. y MARTÍNEZ, C., 1968. Las formaciones presenonianas en el denominado Macizo Nordpatagónico y regiones adyacentes. Asociación Geológica Argentina, Revista 23 (2):67-98.
- SUÁREZ, M., DEMANT, A. y DELA CRUZ, R., 1999. Volcanismo calcoalcalino en W provincia Chon Aike: Grupo Ibañez, Jurásico superior-Cretácico inferior temprano, Aysén, Chile (43°30'-46°30'S). 14° Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 186-189.
- SUERO, T., 1946. Reconocimiento geológico de la zona comprendida entre el arroyo Genoa y el arroyo Chubut, Departamento Tehuelches, Paso de Indios y Languineo. Territorio del Chubut. Informe 590, YPF. Inédito.
- TASCH, P. y VOLKHEIMER, W., 1970. Jurassic conchostracans from Patagonia. The University of Kansas. Paleontological Contributions Paper 50:1-23.
- THOMPSON, R.N., MORRISON, M.A., HENDRY, G.L. y PARRY, S.J., 1984. An assesment of the relative roles of crust and mantle in magma genesis: an elemental approach. Phil. Trans. R. Soc. Lond. A 310, 549-590.
- TODD, R. G. y VAIL, P. R., 1980. Jurassic sea level changes from seismic stratigraphy. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 64 (5): 793-794.
- TURNER, J.C.M., 1983. Descripción Geológica de la Hoja 44d, Colán Conuhé, Provincia del Chubut. Servicio Geológico Nacional. Boletín 197: 1-78.
- ULIANA, M. A., 1979. Geología de la región comprendida entre los ríos Colorado y Negro, provincias de Neuquén y Río Negro. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Naturales, Tesis inédita.
- ULIANA, M.A. y BIDDLE, K. T., 1988. Mesozoic-Cenozoic paleogeographic and geodynamic evolution of southern South America. Revista Brasileira de Geociencias. 18 (2): 172-190.
- ULIANA, M.A. y DELLAPÉ, D.A., 1981. Estratigrafía y evolución paleoambiental de la sucesión Maastrichtiano-Eoterciaria del engolfamiento neuquino (Patagonia septentrional). 8° Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 673-711.
- ULIANA, M.A., BIDDLE, K.T., PHELPS, D.W. y GUST, D.A., 1985. Significado del volcanismo y extensión mesojurásicos en el extremo meridional de Sudamérica. Asociación Geológica Argentina, Revista 40 (3-4): 231-253.
- VOLKHEIMER, W., 1973. Observaciones geológicas en el área de Ingeniero Jacobacci y adyacencias (Provincia de Río Negro). Asociación Geológica Argentina, Revista 18 (1): 13-16.
- WEBER, E., 1983. Descripción geológica de la Hoja 40j, Cerro El Fuerte, provincia de Río Negro. Servicio Geológico Nacional. Boletín N° 196: 1-69.
- WICHMANN, R., 1924. Nuevas observaciones geológicas en la parte oriental del Neuquén y en el Territorio de Río Negro. Ministerio de Agricultura, Dirección General de Minería, Geología e Hidrología, 2: 3-22.
- WICHMANN, R., 1927a. Los estratos con Dinosaurios y su techo en el Este del Territorio del Neuquén. Dirección General de Minería, Geología e Hidrología, 32: 3-25.
- WICHMANN, R., 1927b. Observaciones geológicas en la parte central y oriental del territorio del Río Negro. Dirección Nacional de Minas y Geología, carpeta 108. Inédito.
- WICHMANN, R., 1927c. Resultado de un viaje de estudios geológicos en los territorios de Río Negro y del Chubut, efectuados durante los meses de enero hasta junio de 1923. Dirección General de Minas, Geología e Hidrología. Publicación N° 33: 1-59.
- WICHMANN, R., 1927d. Sobre la facies senoniana lacustre de los Estratos con Dinosaurios y su fauna. Academia Nacional de Ciencias, Córdoba. Boletín 30: 383-406.
- WICHMANN, R., 1930. Observaciones geológicas en la parte central del territorio del Río Negro efectuadas durante el año 1929 (continuación). Dirección Nacional de Minas y Geología, carpeta 39. Inédito.
- WILCKENS, O., 1905. Die Meeresschichten der Kreide- und Tertiär-formation in Patagonien. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Beilage-Band 21, Stuttgart.
- WINDHAUSEN, A., 1914. Contribución al conocimiento geológico de los territorios de Río Negro y Neuquén. Anales Ministerio de Agricultura, Sección Geología, Mineralogía y Minería, 10 (1):1-60.
- WINDHAUSEN, A., 1921. Informe sobre un viaje de reconocimiento geológico en la parte nordeste del Territorio del Chubut, con referencia especial a la cuestión de la provisión de agua de Puerto Madryn. Dirección General de Minas, Geología e Hidrogeología. Boletín N°24:1-72. Serie B.
- WINDHAUSEN, A., 1924. Líneas generales de la constitución geológica de la región situada al oeste del Golfo de San Jorge. Boletín de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, 27: 167-320.
- WINDHAUSEN, A., 1926. Informe sobre las posibilidades existentes para el aprovechamiento de agua en Puerto Camarones (Territorio del Chubut). Dirección de Minas y Geología, Publicación N° 20.