

Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina

1:100.000

Hoja Geológica 4369-30 **Bajo Chiquichan**



Sedimentitas del Grupo Chubut en el paraje El Quiosco

Provincia del Chubut

Diego G. Silva Nieto, Antonio Lizuain, Manuel Páez

Supervisión: M. Fernanda Rodríguez y José Panza



INSTITUTO DE
GEOLOGÍA Y
RECURSOS
MINERALES



**Programa Nacional de Cartas Geológicas
de la República Argentina
1:1000.000**

Hoja Geológica 4369-30

Bajo Chiquichan
Provincia del Chubut

Diego G. Silva Nieto¹

Antonio Lizuain¹

Manuel Páez²

Supervisión: M. Fernanda Rodríguez¹ y José Panza¹

¹ SEGEMAR-Buenos Aires

² Comisión Nacional de Energía Atómica

Normas, dirección y supervisión del Instituto de Geología y Recursos Minerales

**SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO
INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES**

Boletín Nº 421
Buenos Aires - 2020

SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO

Presidente: Dr. Eduardo O. Zappettini
Secretaria Ejecutiva: Lic. Silvia Chavez

INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES

Director: Dr. Martín Gozalvez

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA REGIONAL

Directora: Dra. Graciela Vujovich

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Esta publicación debe citarse como:

Silva Nieto, D.G., Lizuain, A., Páez, M., 2020.
Hoja Geológica 4369-30, Bajo Chiquichan. Provincia del Chubut.
Instituto de Geología y Recursos Minerales.
Servicio Geológico Minero Argentino.
Boletín N° 421, 46 pp. Buenos Aires.

ISSN 0328-2333

ES PROPIEDAD DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES - SEGEMAR
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN



Av. General Paz 5445 (Colectora provincia) 1650 - San Martín - Buenos Aires - República Argentina

Edificios 14 y 25 | (11) 5670-0100

www.segemar.gov.ar

CONTENIDO

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1.INTRODUCCIÓN	3
Ubicación de la Hoja y área que abarca	3
Naturaleza del trabajo	3
Investigaciones anteriores	4
2.ESTRATIGRAFÍA	5
Relaciones Generales	5
2.1. MESOZOICO	5
2.1.1. JURÁSICO INFERIOR	5
2.1.1.1. Pliensbachiano - Toarciano	5
Formación Marifil (1)	5
2.1.2. CRETÁCICO	6
Grupo Chubut	6
2.1.2.1. Cretácico Inferior a Superior	6
Formación Cerro Barcino	6
Miembro Cerro Castaño (2)	7
Miembro Las Plumas (3)	8
2.1.2.2 Cretácico Superior	13
Formación Puesto Manuel Arce (4)	13
Formación Puntudo Chico (5)	15
2.2. CENOZOICO	18
2.2.1. PALEÓGENO	18
2.2.1.1. Paleoceno	18
Formación Salamanca (6)	18
2.2.1.2. Paleoceno-Eoceno	27
Formación El Buitre (7)	27
2.2.1.3. Oligoceno	31
Formación Chiquichan (8)	31
2.2.2. CUATERNARIO	32
2.2.2.1. Pleistoceno - Holoceno	32
Depósitos de cobertura de pedimentos (Niveles I-II-III-IV-) (9-10-11-12)	32
2.2.2.2. Holoceno.....	33
Depósitos de remoción en masa (13)	33
Depósitos aluviales (14). Depósitos de barra de canal del arroyo Perdido (14a)	33
Depósitos coluviales (15)	33
Depósitos de bajos y salinas (16)	33
Depósitos eólicos (17)	33
3. ESTRUCTURA	34
Evolución tectónica	35
4. GEOMORFOLOGÍA	36
5. HISTORIA GEOLÓGICA	40

6. RECURSOS MINERALES	41
7. SITIOS DE INTERÉS GEOLÓGICO	41
Barrio Chino	41
La Rinconada	42
Cerrito Winche	42
Anticlinal del Bajo de Chiquichan	42
TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO	43

RESUMEN

La Hoja 4369-30, Bajo de Chiquichan, se encuentra ubicada en el centro-norte de la provincia del Chubut, en el ámbito geológico de Patagonia extraandina, al sur del Macizo Nordpatagónico y al norte del río Chubut.

Sus rasgos orográficos más representativos son el bajo Chiquichan por el este, el cerro Gobernador por el oeste y los cerros Ponte y Bororó por el norte y sur respectivamente. El arroyo Perdido, de carácter efímero, atraviesa la Hoja por el sector noroccidental.

Dentro del ámbito de la Hoja no hay núcleos poblacionales, los centros urbanos más importantes son el pueblo de Las Plumas ubicado 80 km al sur, sobre la ruta nacional 25, y la aldea Mirasol que se halla a unos 20 km del límite norte.

En cuanto a la estratigrafía las rocas más antiguas reconocidas son ignimbritas y andesitas de la Formación Marifil, asignadas al Jurásico inferior, las que son sobrepuestas en discordancia por sedimentitas continentales fluviales con mucho aporte piroclástico, de la Formación Cerro Barcino del Grupo Chubut, de edad Cretácico inferior. Sobre estas últimas se disponen limolitas, arcilitas y piroclastitas de la Formación Puesto Manuel Arce y areniscas conglomerádicas de la Formación Puntudo Chico, ambas de ambiente continental y de edad cretácica tardía.

Dentro del Paleógeno se han distinguido varias unidades: la Formación Salamanca, integrada principalmente por areniscas, arcilitas y limolitas de ambiente marino litoral y de edad paleocena; la Formación El Buitre, representada por basanitas y basaltos alcalinos de edad eocena que intruyen discordantemente a las sedimentitas de la Formación Salamanca que las sobreyacen, y la Formación Chiquichan, compuesta esencialmente por basaltos y piroclastitas asignados tentativamente al Oligoceno.

El Cuaternario está representado por cuatro niveles de pedimentación cubiertos por depósitos aluviales, asignados los más antiguos al Pleistoceno y al Holoceno los más modernos. Finalmente, se han reconocido depósitos de remoción en masa, aluviales, salinos, coluviales y eólicos de edad holocena.

Dentro de la Hoja no hay registros de actividad minera, tanto metalífera como no metalífera, sin embargo, se han reconocido numerosas anomalías de uranio en las sedimentitas cretácicas y paleógenas de las formaciones Puesto Manuel Arce y Salamanca, respectivamente, que han sido motivo de estudio por parte de la Comisión Nacional de Energía Atómica.

En el ámbito de la Hoja se destacan como Sitios de Interés Geológico, el Barrio Chino, coloridas geofomas de erosión; La Rinconada, una profunda quebrada en la que se exponen todas las unidades sedimentarias cretácicas y paleógenas; el cerrito Wincheun, pequeño chihuío o chimenea volcánica que intruye a sedimentitas de la Formación Cerro Barcino y el anticlinal del Bajo de Chiquichan.

Palabras clave: Patagonia, Cretácico, Grupo Chubut, Paleógeno, uranio

ABSTRACT

The studied area in the Geological Sheet 4369-30, Bajo de Chiquichan, is located in the northern center of the Chubut Province, in the geological environment of the Extrandean Patagonia, to the south of the North Patagonian Massif and to the north of the Chubut river.

Its most important orographic features are the Chiquichan bajo to the east, the Gobernador hill to the west, and the Ponte and Bororó hills to the north and south respectively. The Perdido stream, of ephemeral character, crosses the study area by the northwestern sector.

There are population nuclei within the area. The most important nearest urban centers are the Las Plumas town located 80 km to the south, near the national route 25; and the Mirasol village which is located around 20 km from the northern limit of the sheet.

As regards the stratigraphy, the oldest recognized rocks are ignimbrites and andesites of the Marifil Formation, assigned to the lower Jurassic, which are unconformably superimposed by fluvial continental sedimentary and pyroclastic rocks, of the Cerro Barcino Formation which belongs to the lower Cretaceous Chubut Group. Siltstones, claystones and pyroclastic rocks of the Puesto Manuel Arce Formation, and conglomeratic sandstones of the Puntudo Chico Formation, both late Cretaceous formations of a continental environment, cover the sedimentary rocks previously mentioned.

Within the Paleogene several units have been identified: the Salamanca Formation, mainly composed of sandstones, claystones and siltstones deposited in a Paleocene coastal marine environment; the El Buitre Formation, represented by Eocene basanites and alkaline basalts that unconformably intrude the sedimentary rocks of the Salamanca Formation and the Chiquichan Formation, mainly composed of basalts and pyroclastic rocks tentatively assigned to the Oligocene.

The Quaternary is represented by four pedimentation levels covered by alluvial deposits, with ages ranging from the Pleistocene and to the Holocene. Finally, Holocene alluvial, saline, colluvial and eolic mass-wasting deposits have been recognized.

Within the studied area there are no records of mining activity, neither metalliferous nor non-metalliferous. However, numerous uranium anomalies have been found in the Cretaceous and Paleogene sedimentary rocks from the Puesto Manuel Arce and Salamanca Formations, respectively, which have triggered this study for the National Commission of Atomic Energy (CNEA).

In relation to sites of geological interest, the most relevant ones are Barrio Chino with its colorful erosion geoforms; La Rinconada, a deep ravine in which all the Cretaceous and Paleogene sedimentary units are exposed; the Winche little hill, a small chihuido or volcanic chimney that intrudes the sedimentary rocks of the Cerro Barcino Formation and the Bajo de Chiquichan anticline.

Keywords: *Patagonia, Cretaceous, Chubut Group, Paleogene, uranium*

1. INTRODUCCIÓN

UBICACIÓN DE LA HOJA Y ÁREA QUE ABARCA

La Hoja geológica 4369-30, Bajo Chiquichan, se ubica en la región centro - oriental de la provincia del Chubut, en el departamento Mártires. Está delimitada por los paralelos 43°20' y 43°40' S y por los meridianos 67° 30' y 68° O (Fig. 1).

La superficie que abarca es de aproximadamente 1450 km². Se encuentra dentro de la Hoja 4369-IV, Los Altares, a escala 1:250.000.

NATURALEZA DEL TRABAJO

La memoria y el mapa de la presente Hoja Geológica han sido confeccionados de acuerdo a las normas del Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR) para el Programa Nacional de Cartas

Geológicas de la República Argentina. El trabajo se realizó mediante un convenio entre la Comisión Nacional de Energía Atómica y el Servicio Geológico Minero Argentino con el fin de establecer el marco geológico regional en apoyo a las tareas prospección de minerales de uranio que se realiza en la comarca.

Para la confección del mapa se utilizaron imágenes satelitales Aster, escala 1:60.000 y fotografías aéreas escala 1:50.000, que cubren casi toda la superficie de la Hoja. La base topográfica a escala 1:100.000 fue realizada y actualizada por el Departamento Cartográfico del SEGEMAR (Fig. 2).

Durante el trabajo de campo se contó con la colaboración del Licenciado Alberto Ardolino del SEGEMAR. Para el recorrido se usó un vehículo automotor en aquellos lugares accesibles por caminos o huellas y a pie en sectores carentes de caminos transitables.

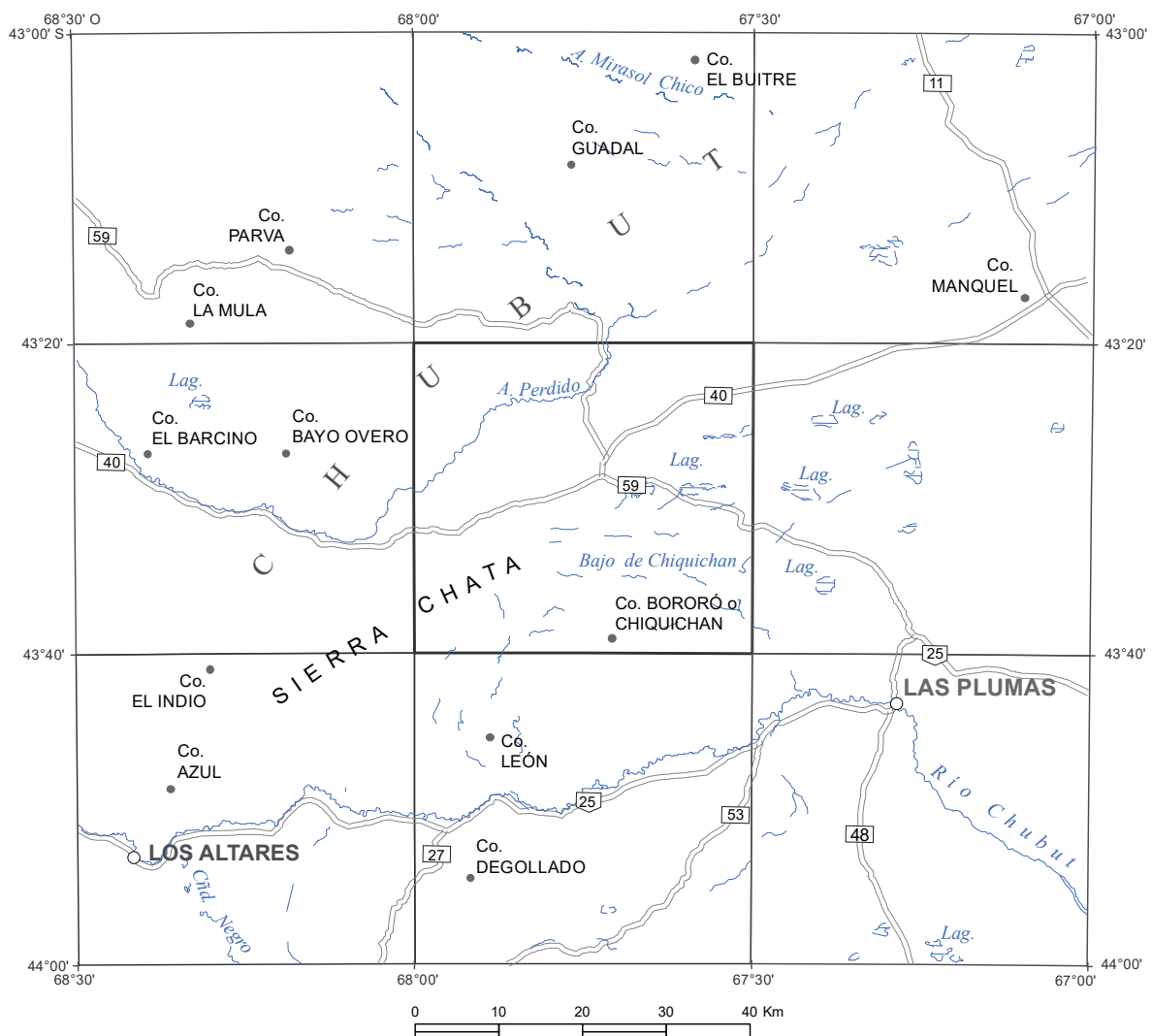


Figura 1. Mapa de ubicación de la Hoja 4369-30, Bajo Chiquichan.

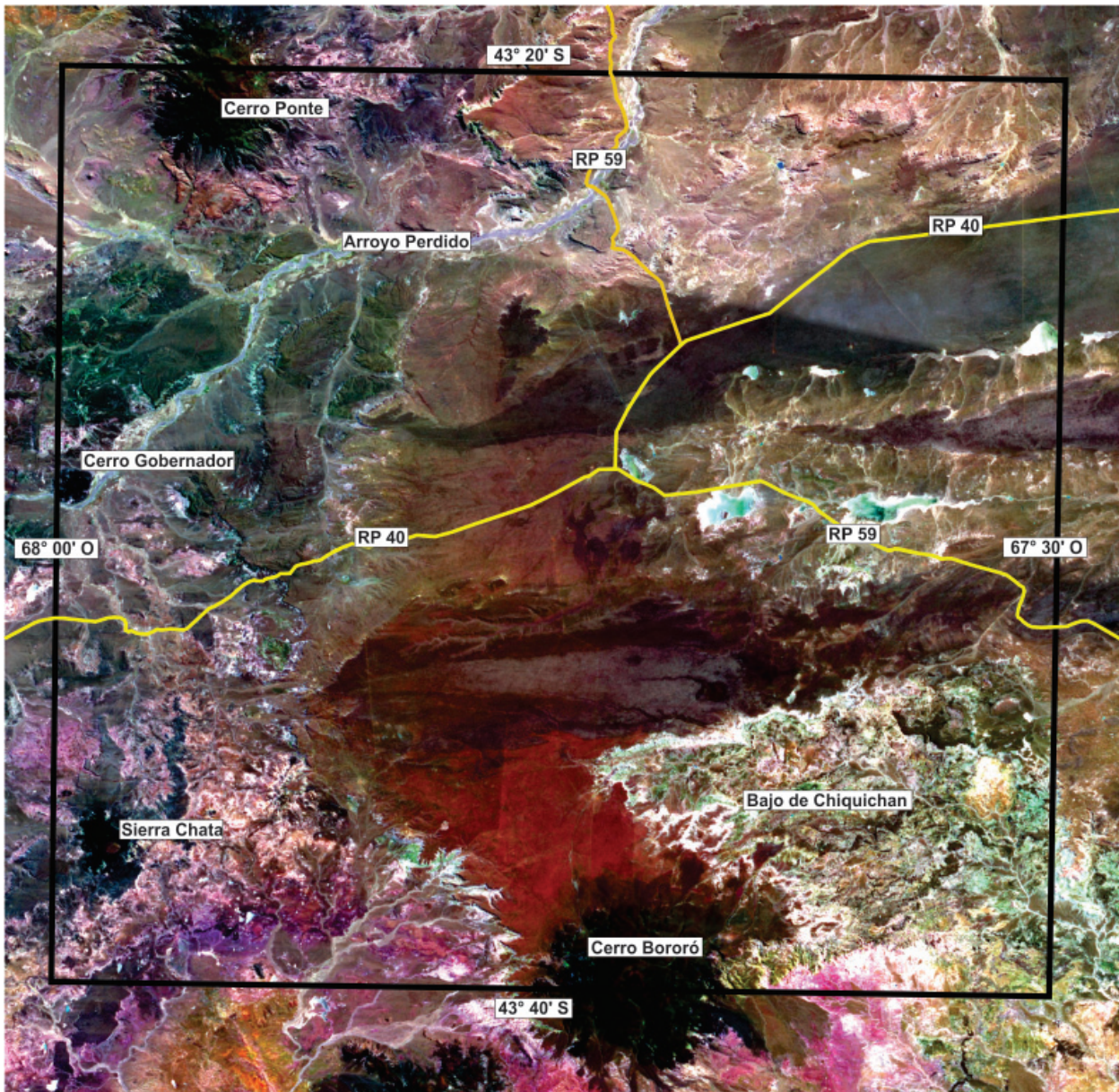


Figura 2. Imagen satelital ASTER correspondiente a la Hoja 4369-30 Bajo Chiquichan.

INVESTIGACIONES ANTERIORES

Muchas fueron las investigaciones de índole geológica, tanto expeditivas como de detalle, efectuadas en la comarca y regiones vecinas que contribuyeron a su conocimiento. Las principales se detallan a continuación:

- Windhausen (1921) realizó las primeras descripciones geológicas de esta parte del noreste de la provincia del Chubut.
- Feruglio (1949, 1950) hizo una amplia mención de datos geológicos de la comarca.
- Flores (1956) contribuyó al conocimiento de las sedimentitas cretácicas aflorantes en la región con el levantamiento de numerosos perfiles.

- Archangelsky *et al.* (1969) aportaron observaciones de índole paleontológica en el área del cerro Bororó.

- Andreis *et al.* (1973), caracterizaron la estratigrafía del cerro Bororó o Chiquichan.

- Franchi *et al.* (1975) hicieron una síntesis de la estratigrafía de la región nororiental de la provincia del Chubut.

- Pesce (1977), Panza (1979) y Page (1987) realizaron la descripción geológica de las hojas 44f Cerro Ponte, 45e Las Plumas y 43g Bajo de la Tierra Colorada respectivamente para el antiguo programa del Servicio Geológico Nacional a escala 1:200.000.

- Anselmi *et al.* (2004) completaron el levantamiento regional de la Hoja Geológica 4369-IV, Los

Altas a escala 1:250.000 del nuevo Programa Nacional de Cartas Geológicas, en la que está incluida la Hoja que se describe.

2. ESTRATIGRAFÍA

RELACIONES GENERALES

Las rocas más antiguas que afloran en el ámbito de la Hoja corresponden a las ignimbritas riolíticas a riolíticas y las andesitas de la Formación Marifil, asignadas al Jurásico inferior. Son sobrepuestas en discordancia por sedimentitas continentales fluviales con mucho aporte piroclástico, pertenecientes a la Formación Cerro Barcino del Grupo Chubut, del Cretácico inferior (Barremiano-Cenomaniano). Estas últimas son cubiertas por las limolitas, arcilitas y piroclastitas de la Formación Puesto Manuel Arce y por las areniscas y conglomerados de la Formación Puntudo Chico, ambas de ambiente continental y de edad cretácica tardía.

Dentro del Paleógeno se han distinguido varias unidades: la Formación Salamanca, integrada principalmente por areniscas, arcilitas y limolitas de ambiente marino litoral y de edad paleocena; la Formación El Buitre, representada por basanitas y basaltos alcalinos de edad eocena que intruyen discordantemente a las sedimentitas de la Formación Salamanca que las sobreyacen, y la Formación Chiquichan, compuesta esencialmente por basaltos y piroclastitas asignados tentativamente al Oligoceno. El Cuaternario está representado por cuatro niveles de pedimentación cubiertos por depósitos aluviales, asignados los más antiguos al Pleistoceno y al Holoceno los más modernos. Finalmente, se han reconocido depósitos de remoción en masa, aluvial, salina, coluviales y eólicos de edad holocena.

2.1. MESOZOICO

2.1.1. JURÁSICO INFERIOR

2.1.1.1. Pliensbachiano - Toarciano

Formación Marifil (1)

Ignimbritas riolíticas, andesitas

Antecedentes

Esta unidad fue definida como Malvicini y Llambías (1974 a, b) para agrupar a rocas ma-

yoritariamente ignimbríticas y leucocráticas que conforman un extenso plateau en el Macizo Nordpatagónico.

Originalmente fueron denominadas por Windhausen (1921) como "Serie de las Rocas Porfíricas"; luego Wichmann (1927) las identificó como Pórfidos cuarcíferos y sus tobas y Feruglio (1949-50) como Complejo Porfírico de la Patagonia Extrandina. Dentro del ámbito de la Hoja, Pesce (1977, 1978) definió a las formaciones Los Mártires y Tramaleo para describir una serie de afloramientos de volcanitas ácidas y mesosilícicas que afloran en las inmediaciones del arroyo Perdido, del cerro Ponte y de la Aldea El Mirasol. En este trabajo se optó por incluir a estas rocas en la Formación Marifil, tal como lo sugirieron con reservas Franchi *et al.* (1975).

Distribución areal

La Formación Marifil aflora en el límite occidental de la Hoja, al suroeste del cerro Ponte y 5 km al noroeste del puesto de Porfirio Tolosa, en forma de pequeñas y suaves lomadas de escasa altura, a orillas de un afluente del arroyo Perdido. También asoma en un pequeño afloramiento situado al suroeste de la Hoja, en la ex estancia La Poupee, ubicada al oeste del cerro Bororó.

Litología

Las volcanitas que afloran al noroeste del puesto de Porfirio Tolosa son esencialmente ignimbritas riolíticas de coloración grisácea y textura porfírica, en la que se reconocen fenocristales de cuarzo y plagioclasa; en parte son brechosas, con abundantes líticos volcánicos y pasta afanítica, en tanto que por sectores se observan *flammas* bien desarrolladas. En la estancia Cerra (ex La Poupee), en una pequeña lomada próxima al camino de acceso, afloran andesitas de color morado a grisáceo con textura porfírica, con abundantes fenocristales de plagioclasa, las que presentan una marcada alteración propilitica.

Ambiente tectónico

La Formación Marifil, expuesta en esta región del Macizo Nordpatagónico y a lo largo de la costa atlántica, posiblemente tenga su origen en magmas derivados de fenómenos de fusión de la corteza inferior que a su vez han incorporado material de la corteza superior (Pankhurst *et al.*, 2000) en la periferia del *hot-spot* del Karoo, evento ocurrido entre los 183 y 179 Ma (Jourdan *et al.*, 2005).

Relaciones estratigráficas

En el área estudiada es cubierta en relación de discordancia angular por sedimentitas continentales cretácicas pertenecientes al Grupo Chubut, y por depósitos eólicos holocenos.

Edad

Antiguas dataciones radimétricas K/Ar sobre roca total publicadas por Pesce (1978) sobre rocas de las formaciones Los Mártires y Tramaleo, que en este trabajo asignamos la Formación Marifil, arrojaron edades de 176 ± 10 Ma y 172 ± 10 millones de años. Asimismo, Page (1987), en el ámbito del Bajo de la Tierra Colorada, obtuvo por el mismo método una edad de 180 ± 10 millones de años. Todos estos datos cubren mayoritariamente el lapso Pliensbachiano – Toarciano del Jurásico inferior.

Si bien no se dispone, para esta localidad, de dataciones radimétricas más confiables sobre estas volcanitas, se tuvieron en cuenta las dataciones Ar/Ar realizadas por Alric *et al.* (1996) sobre rocas similares que afloran en el valle del río Chubut próximas a Las Plumas y al dique Ameghino, que arrojaron edades de $176,9 \pm 0,8$ Ma y $186,2 \pm 1,5$ Ma respectivamente. En consecuencia, estas volcanitas serían del Jurásico inferior, Pliensbachiano - Toarciano.

2.1.2. CRETÁCICO

GRUPO CHUBUT

Antecedentes generales

Esta denominación es utilizada para caracterizar a las sucesiones sedimentarias y piroclásticas continentales que Feruglio (1949-50) llamó Chubutense, siguiendo la denominación usada desde finales del siglo XIX por Florentino Ameghino (1898) para el complejo continental cretácico que aflora en el ámbito de la cuenca del Golfo San Jorge. Este conjunto había sido denominado con anterioridad como Piso Pehuenche (Doering, 1882) o Areniscas Abigarradas (C. Ameghino, 1890).

A lo largo del valle medio del río Chubut, Feruglio (1949-50) diferenció en el Chubutense allí aflorante dos secciones, a las que denominó Areniscas Coloradas y Tobas Verdes respectivamente. El nombre formal de Grupo Chubut fue propuesto por Lesta (1968) reemplazando al término Chubutense.

En los afloramientos asignados a este grupo en el Chubut central y a lo largo del valle medio del río homónimo, Stipanovic *et al.* (1968) definieron como Formación Los Adobes a las sedimentitas aflorantes

en los alrededores del campamento de la CNEA del mismo nombre y en el área de Cerro Cóndor. Esta denominación fue mantenida por Tasch y Volkheimer (1970), quienes determinaron con mayor precisión sus características litológicas. Posteriormente, Robbiano (1971) denominó a sedimentitas análogas como Formación Cerro Fortín considerando dos miembros, uno inferior y otro superior. Por su parte Nakayama (1972) las llamó Formación Gorro Frigio reconociendo tres miembros: Arroyo del Pajarito, Bardas Coloradas y Cerro Barcino. Para el área del Chubut central, al sur del codo del río Chubut, Chebli *et al.* (1976) propusieron dividir al Grupo Chubut en tres formaciones: Gorro Frigio, Cañadón de las Víboras y Puesto Manuel Arce. Años después, Codignotto *et al.* (1979) establecieron una nueva división para el Grupo Chubut en el área central de la provincia, que reconoce dos formaciones: Los Adobes y Cerro Barcino, esta última con cinco miembros que representarían las diferentes facies de sedimentación. Este criterio, en general, se siguió en el presente trabajo. Para el área cubierta por esta Hoja y comarcas vecinas merecen destacarse, entre otros, los trabajos realizados por Proserpio (1987), Pesce (1977), Panza (1979, 1981), Anselmi *et al.* (2004) y Sacomani *et al.* (2007). Estudios de detalle sobre las características paleoambientales y mineralógicas de estas sedimentitas fueron realizados por Manassero *et al.* (2000) y por Cladera *et al.* (2004). Recientemente, Foix *et al.* (2012), describieron la geometría de los paleocanales fluviales exhumados en la Formación Cerro Barcino y su analogía con canales modernos.

Dentro del ámbito de la Hoja, del Grupo Chubut sólo se ha reconocido la Formación Cerro Barcino, y dentro de ella los miembros Cerro Castaño y Las Plumas.

2.1.2.1. Cretácico Inferior a Superior

Formación Cerro Barcino

Piroclastitas, tufitas y sedimentitas epiclásticas, calizas subordinadas

Antecedentes - características generales

Esta formación de naturaleza esencialmente epiroclástica fue dividida por Codignotto *et al.* (1978), para el área del Chubut central, en cinco miembros caracterizados por diferentes facies sedimentarias: la facies tobácea verde (Miembro Puesto La Paloma), la facies tobácea - arenosa abigarrada (Miembro Cerro Castaño), la facies tobácea - arenosa rojiza (Miembro Las Plumas) y por último la facies peli-

tica gris correspondiente al Miembro Bayo Overo que engranaría lateralmente con el Miembro Puesto Manuel Arce.

En este trabajo se propone separar de la Formación Cerro Barcino al Miembro Puesto Manuel Arce y considerarlo una Formación, volviendo al criterio inicial de Chebli (1973). Este autor le dio a esta unidad entidad formacional, separándola del Grupo Chubut por presentar marcadas diferencias litológicas con el resto de las formaciones que lo integran. Por otra parte, también se propone descartar el Miembro Bayo Overo, que según los criterios de Codignotto *et al.* (1979), engranaría lateralmente con Puesto Manuel Arce. Esto es porque no se han reconocido elementos estratigráficos ni sedimentológicos que justifiquen su diferenciación, tanto en su localidad tipo como en todos los afloramientos en los que fue mapeado como tal en la cartografía existente, que en realidad se corresponderían, según el caso, principalmente con el Miembro Cerro Castaño, y en menor medida con el Miembro Las Plumas.

Miembro Cerro Castaño (2)

Tufitas, tobas, pelitas, areniscas finas a gruesas, escasas calizas

Distribución areal

Este miembro tiene una amplia distribución en el sector suroccidental de la Hoja desde el cerro

Gobernador, en el oeste, hasta las laderas occidental y oriental del cerro Bororó y el sector más profundo del bajo Chiquichan. Afloramientos menores se observaron en proximidades del puesto de Porfirio Tolosa, al noroeste de la Hoja, al sureste del cerro Ponte y en el paraje El Quiosco.

En general los afloramientos no están muy expuestos y constituyen lomadas suaves que pueden presentar una cobertura detrítica que los enmascara o estar cubiertos en parte por el Miembro Las Plumas.

Litología

Este miembro corresponde a la llamada facies tobáceo arenosa abigarrada de Codignotto *et al.* (1979). Litológicamente está constituido por tufitas, tobas riolíticas y riolíticas, y arcilitas con intercalaciones de lentes arenosoconglomerádicos con estructuras de corte y relleno, de colores castaño amarillento, blanquecino y rosado hasta morado. Manassero *et al.* (2000) determinaron que las piroclastitas están constituidas principalmente por vitroclastos planares, curvoplanares, ramificados y en forma de “Y”, junto a pumicitas fibrosas, alterados diagenéticamente mayormente a arcillas o zeolitas; predomina, como característica distintiva para este miembro, la asociación analcima – clinoptilolita.

En La Rinconada (Fig. 3), al sureste del cerro Bororó, hay una importante exposición de la

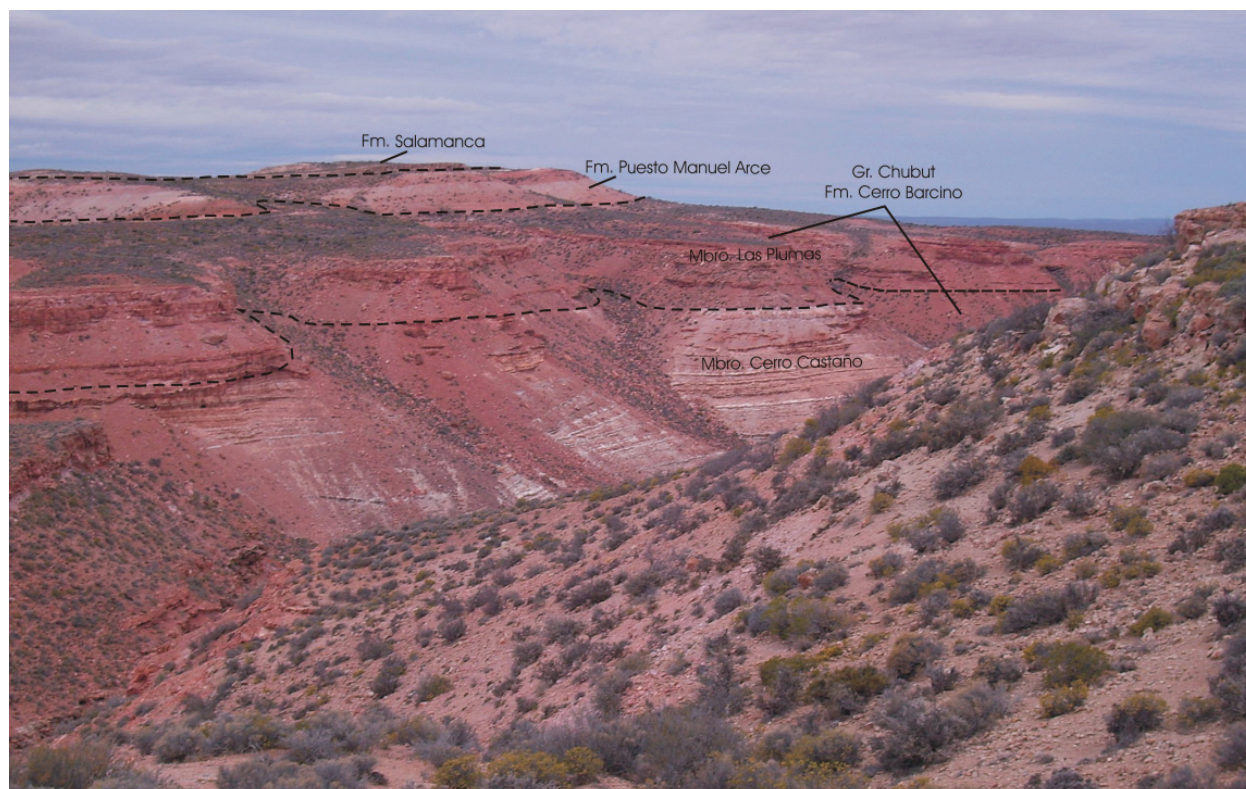


Figura 3. Vista de los afloramientos cretácicos y paleógenos en la quebrada La Rinconada (SE del cerro Bororó).

Formación Cerro Barcino, donde los 50 m basales corresponden al Miembro Cerro Castaño. Es una monótona sucesión de arcilitas y arcilitas limosas, de color grisáceo verdoso a castaño amarillento, que tienen un gran aporte piroclástico e importantes niveles de paleosuelos. En ellas se intercalan bancos de areniscas finas y areniscas limosas cuyo espesor varía entre los 0,30 y 0,70 metros. La mayoría son tabulares y algunos lenticulares, que lateralmente se acuñan; en general presentan una importante bioturbación y eventualmente se observa estratificación cruzada en artesa (Perfil en la figura 4).

En el centro norte de la Hoja, 5500 m al noroeste del puente que cruza el arroyo Perdido camino a la aldea El Mirasol, en el establecimiento La Martita, se observa una importante exposición de esta unidad en el denominado paraje El Quiosco (Fig. 5). Allí se midieron 34 m de tobas arenosas, limolitas y arcilitas limosas con un gran aporte piroclástico, de colores verdosos, blanquecinos y rojizos. Tienen laminación paralela y una marcada bioturbación que señala importantes niveles de paleosuelos. Se observan también intercalaciones lenticulares de areniscas medianas a finas con estratificación cruzada en artesa de 20 a 30 cm de potencia (perfil de la figura 4).

Al oeste de la sierra Chata, y entre esta última y el puesto El Recado, se observaron cuerpos de calizas color pardo grisáceo de escasa superficie areal, que tienen una geometría plano cóncava, con abundante bioturbación y megaóndulas en superficie, con un espesor máximo de 0,50 metros. Estos cuerpos alternan con areniscas tobáceas con estratificación cruzada en artesa. Entre la estancia El Caramelo y el puesto El Recado afloran sedimentitas grises a moradas, muy friables, limo arcillosas con marcas de bioturbación, que alternan con areniscas conglomerádicas grisáceas con estratificación cruzada en artesa. El conjunto, de coloración gris blanquecina a rosada tiene un importante aporte piroclástico.

Miembro Las Plumas (3)

Areniscas y areniscas tobáceas finas a gruesas, areniscas conglomerádicas, conglomerados polimícticos, pelitas

Distribución areal

Este miembro aflora principalmente en el bajo de Chiquichan y en la mitad occidental de la Hoja entre el cerro Bororó y la sierra Chata por el sur, hasta los alrededores del cerro Ponte, extendiéndose hacia el este y el norte en el valle del arroyo Perdido.

Litología

El Miembro Las Plumas está constituido esencialmente por areniscas y areniscas tobáceas de grano fino a grueso con abundantes clastos líticos y más escasos de cuarzo, y por conglomerados polimícticos finos a gruesos, matriz sostén, en parte clasto sostén, con clastos subredondeados esencialmente de volcanitas mesosilíceas. Manassero *et al.* (2000) determinaron para las secuencias epiclásticas que caracterizan a este miembro fragmentos de tobas vítreas con pigmentación hematítica y vitroclastos diagenéticamente alterados a arcillas, en los que predomina, como característico para este miembro, la asociación clinoptilolita - analcima y mordenita.

En general son de colores rojos a rosados, y en forma subordinada tonalidades amarillentas, grises, blanquecinas y verdosas.

Sobre el camino que une el puesto El Recado y la estancia propiedad ex La Poupée, se observan potentes rellenos de paleocanales asignados a este miembro, sobre sedimentitas del Miembro Cerro Castaño. Son formas positivas debido a proceso de inversión de relieve; tienen base cóncava y techo plano, con un espesor máximo de 2 metros. Hay mayor concentración de conglomerados clasto sostén en la base; los clastos predominantes son de volcanitas mesosilíceas, redondeados, de 5 a 8 cm de tamaño promedio, aunque es común observar clastos muy angulosos de tobas gris verdosas a amarillentas, de hasta 10 cm de diámetro, y restos óseos indeterminados mal conservados. Hacia el techo la secuencia es granodecreciente, desde areniscas conglomerádicas hasta otras medianas a finas, que pueden presentar ondulitas mal conservadas, abundante bioturbación y estratificación cruzada en artesa. Se han medido paleocorrientes hacia el S, SE y SO (Fig. 6).

En los alrededores de la sierra Chata, este miembro se presenta coronando planicies estructurales, como bancos de conglomerados 2,50 a 3 m de espesor con estratificación cruzada en artesa, integrados por sets granodecrecientes, que gradan desde conglomerados hasta areniscas. Los primeros pueden ser clasto sostén o matriz sostén, con clastos mayoritariamente de volcanitas y en menor proporción de cuarzo, de 5 a 8 cm de diámetro promedio, y pueden presentar imbricación. Se observan en algunas secciones cuerpos de geometría plano convexa, interpretados como de barras fluviales.

Al sur del cerro Ponte, sobre la margen izquierda del arroyo Perdido, el Miembro Las Plumas está formado por una alternancia de bancos limo arenosos de geometría plano convexa con arenis-

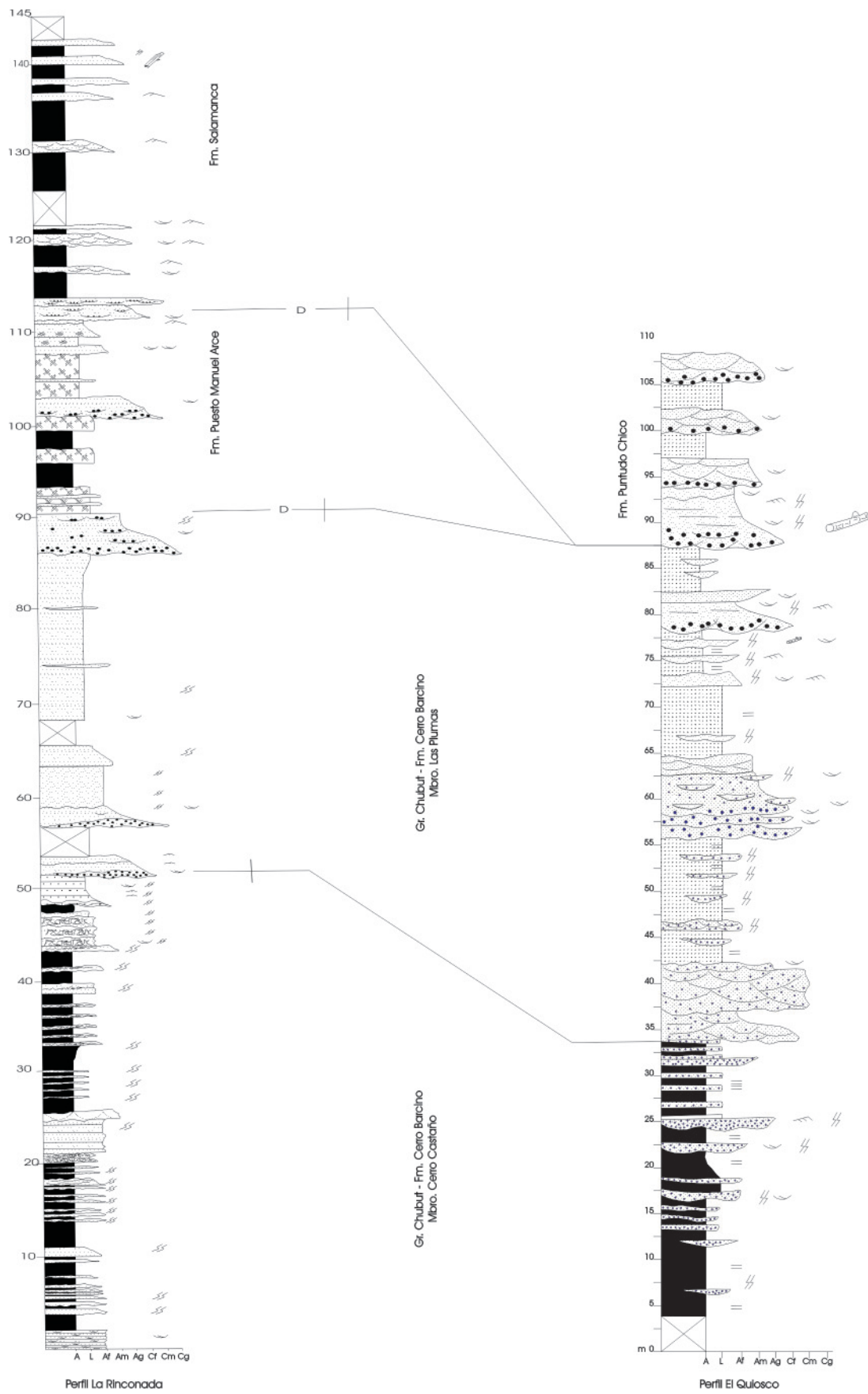


Figura 4. Perfiles columnares de las secuencias aflorantes en La Rinconada y en el paraje El Quilisco.



Figura 5. Paraje El Quiosco al sureste del cerro Ponte.



Figura 6. Presentación de facies conglomerádicas correspondientes al relleno de un paleocanal entre la estancia El Caramelo y el puesto El Recado.

cas conglomerádicas y conglomerados gruesos matriz sostén con clastos de volcanitas de 1 a 20 centímetros.

En La Riconada (Fig. 3), este miembro tiene una importante exposición, que llega a los 42,50 m de potencia. Su tramo inferior de 20 m, estrato y grano creciente, comienza con areniscas finas limosas de color castaño rojizo, intensamente bioturbadas, a las que le siguen bancos arenosos con base y techo ondulados, con ondulitas y estratificación cruzada en artesa muy enmascaradas por una intensa bioturbación. Culmina con bancos granodecrecientes desde conglomerados medianos a areniscas conglomerádicas, clasto sostén, con clastos angulosos a subangulosos esencialmente de volcanitas y, en menor grado, clastos blandos de tobas, con estratificación cruzada en artesa; en la parte más arenosa se observan ondulitas y bioturbación. Lateralmente, estos bancos se acuñan. El tramo superior que se inicia con 8 m de areniscas finas tobáceas, con laminación paralela e intensa bioturbación y niveles paleoedáficos, a las que siguen aproximadamente 15 m de arcilitas limosas, macizas, que alternan con delgados bancos lenticulares de 0,30 m de areniscas finas muy friables. El tramo culmina con un potente banco de 3,80 m, con granulometría que gradúa desde conglomerado grueso, clasto sostén, hasta arenisca mediana, de color gris blanquecino. Se observan clastos blandos en la base, principalmente de tobas blanquecinas, y clastos de volcanitas mesosilícicas y ácidas. Tiene estratificación cruzada en artesa y, hacia el techo, bioturbación moderada.

Una importante exposición de esta unidad, de 50 m, se observa en el paraje El Quiosco. Allí se determinaron tres tramos, que disminuyen progresivamente su espesor hacia la parte superior del perfil. Cada tramo comienza con una monótona sucesión granocreciente de limos y areniscas finas con un importante aporte piroclástico, de coloraciones verdosas, blanquecinas y rosadas. Las fracciones más finas se disponen en bancos tabulares que tienen laminación paralela y estructuras edáficas en tanto que en las fracciones más arenosas los bancos tienen en general una geometría tabular, aunque es común la presencia de delgados niveles lenticulares que lateralmente se acuñan. Todos presentan base ondulada, estructuras tractivas y bioturbación. Cada tramo culmina en una sucesión de conglomerados finos a gruesos matriz sostén, con base y techo ondulados y estratificación cruzada en artesa. Los clastos son principalmente de volcanitas y de tobas

en menor proporción, y pueden presentar imbricación; se observan también delgadas intercalaciones de areniscas con ondulitas.

En proximidades del puesto Arroyo Verde de Machinea, en el arroyo Perdido, este miembro tiene una exposición de 40 m, que comienza con una sucesión de aproximadamente 7 m de bancos de conglomerados gruesos polimícticos y areniscas gruesas, de geometría plano convexa, sin una fábrica definida que en parte es grano y matriz sostén, en la que se observa una incipiente imbricación de clastos; éstos son mayoritariamente de volcanitas mesosilícicas aunque también los hay de volcanitas ácidas. Siguen 10 m de pelitas grisáceas, con estratificación paralela y 3 m de areniscas limosas, muy tobáceas, de color rojizo, con estratificación cruzada en artesa, que hacia el techo se hacen más finas y con estratificación paralela. A continuación siguen aproximadamente 5 m de una limolita grisácea muy friable, en la que se intercalan 30 cm de una toba blanquecina muy compacta y hacia el techo un banco de 30 cm de una arenisca limosa blanquecina con estratificación laminar y ondulítica. Los siguientes 15 m de este perfil están representados por una sucesión de bancos de areniscas medianas a gruesas, rosadas, con delgadas intercalaciones de lentes conglomerádicos finos de color grisáceo, con estratificación cruzada en artesa y algo de bioturbación. En este perfil se midieron paleocorrientes en los bancos arenosos y conglomerádicos, que en general dan un sentido de corrientes hacia el SSO (Fig. 7).

Paleontología

Dentro del área cubierta por la Hoja se encontraron ocasionalmente dentro de la Formación Cerro Barcino restos óseos litificados sueltos de dinosaurios, así como restos carbonosos e improntas de tallos indeterminados. Sin embargo, fuera del área de estudio, sobre la margen derecha del río Chubut al suroeste de la Hoja en dirección a Paso de Indios, en proximidades del puesto Perdomo y en El Barrancal, Chebli (1974) mencionó el hallazgo de ostrácodos de agua dulce y carófitas que fueron estudiados por Musacchio (en Musacchio y Chebli, 1975). Este autor determinó los siguientes especímenes:

Carófitas:

Flabellochara aff harrisi (Peck) Grambast

Stellatochara aff mundula

Mesochara sp.

Peckisphaera sp.nov.

Ostrácodos:

Cypridea sp.nov.
Gomphocythere sp.nov.
Wolburgia sp.
Darwinula sp.
Eucandona sp.
Theriosynoecum sp.

Page (1987) mencionó el hallazgo, al SE del Bajo de la Tierra Colorada, de una asociación de polen y esporas, estudiadas por Pöthe de Baldis (1976) compuesta por las siguientes especies:

Polen:

Tricolpollenites sp.
Clavatipollenites sp.
Microcachrydites australis C.

Esporas:

Deltoidospora sp
Cyathidites patagonicus Arch.

Más recientemente, Rich *et al.* (2000) y Novas *et al.* (2005) trabajaron sobre restos de terópodos colectados en la Formación Cerro Barcino en proximidades de Paso de Indios, al suroeste de la comarca, reconociendo la presencia de dos esqueletos incompletos de un carcharodontosáurido basal y dientes sueltos que les permitieron definir la existencia de nuevos taxones. Recientes descubrimientos, en facies de canal de la Formación Cerro Barcino, de restos no identificados de tortugas, cocodrilos notosuquios, un titanosauriforme y otro taxón que posiblemente corresponda a un terópodo celurosaurio, fueron citados por Cladera *et al.* (2004).

Ambiente de depositación

La Formación Cerro Barcino esencialmente refleja un ambiente continental con un sustancial desarrollo de una red fluvial de ríos entrelazados que drenaba en términos generales hacia los cuadrantes sur y sureste, coexistente con una importante caída de cenizas vinculadas a erupciones explosivas ricas en volátiles de composición riolítica-dacítica acontecidas al oeste del área estudiada (Manassero *et al.*, 2000). El escaso espesor de las secciones que afloran en el área estudiada, muestra siempre tramos estrato y granodecrecientes de mediana a alta energía. En ellos que se intercalan facies de planicie de inundación, en las que es común observar importantes horizontes

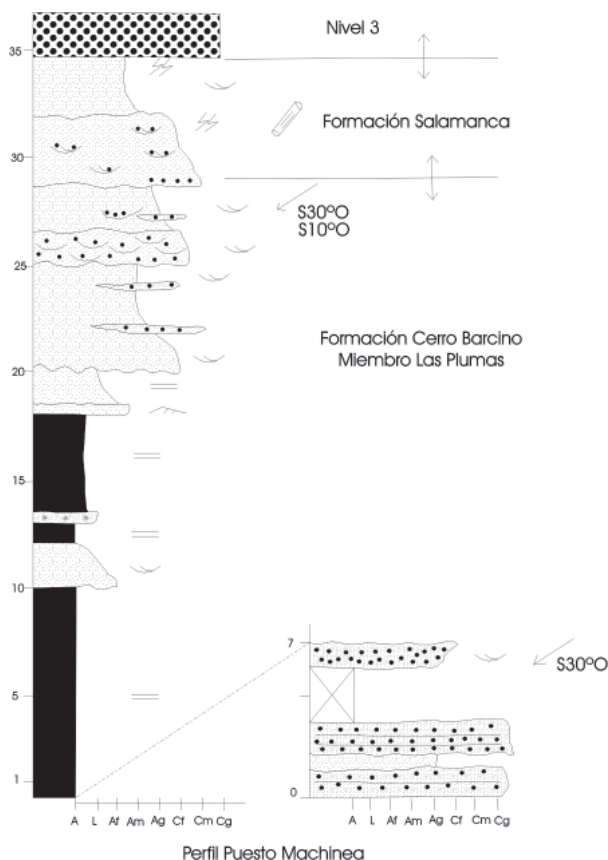


Figura 7. Perfil puesto Arroyo Verde de Machinea.

con desarrollo de paleosuelos y, en menor medida, facies de desbordamiento y barras fluviales en las que se observan estructuras de relleno de raíces junto con superficies de erosión, que indicarían períodos de emergencia o estabilidad. Las pelitas y calizas intercaladas son indicadores de cuerpos de agua poco profundos, limpios, tranquilos y de ambiente alcalino, esto último confirmado por la presencia de ostrácodos y carófitas (Chebli *et al.*, 1976; Anselmi *et al.*, 2004).

Relaciones estratigráficas

La Formación Cerro Barcino cubre en no conformidad a las volcanitas jurásicas de la Formación Marifil en un pequeño afloramiento situado al noroeste de la Hoja sobre un afluyente del arroyo Perdido. Dentro de la unidad, el Miembro Cerro Castaño es cubierto por el Miembro Las Plumas, y éste a su vez por la Formación Puesto Manuel Arce, mediante discordancia erosiva, relaciones que se observan muy bien principalmente en el bajo de Chiquichan, en La Rinconada al este del cerro Bororó y a lo largo de la barda que se extiende hacia el noroeste desde el oeste de este cerro hasta aproximadamente la estancia El Caramelo.

Edad

Las asociaciones de carofitas descritas por Musacchio (1972) y de carofitas y ostrácodos estudiadas por Musacchio y Chebli (1975) son indicadoras de una edad aptiana.

Lapido y Page (1978) asignaron esta formación al Cenomaniano, sobre la base de una asociación de polen y esporas, recolectadas al este de la comarca, estudiada por Pöthe de Baldis (1976). Por su parte Cortés (1988), en función de los estudios precedentes, asignó a la Formación Cerro Barcino una edad barremiana-aptiana hasta cenomaniana, criterio antes seguido por Panza (1979, 1981). Estudios más recientes realizados por Manassero *et al.* (2000) y Cladera *et al.* (2004) sobre la Formación Cerro Barcino en el valle del río Chubut entre Las Plumas y Los Altares y por Anselmi *et al.* (2004) en la comarca y por Sacomani *et al.* (2007) al sur, indicarían una edad barremiana-cenomaniana para el Grupo Chubut, sin descartar una edad más joven para la Formación Cerro Barcino, posiblemente senoniana.

2.1.2.2. Cretácico Superior

Formación Puesto Manuel Arce (4)

Arcilitas y limolitas tobáceas, tobas, tufitas y escasas sedimentitas epiclásticas

Antecedentes

La primera mención de la Formación Puesto Manuel Arce fue hecha por Chebli (1973) para agrupar sedimentitas y piroclastitas continentales que diferenció del resto de las unidades del Grupo Chubut por presentar marcadas diferencias litológicas con el resto de las formaciones que lo integran. Esta unidad fue reconocida y estudiada en una amplia superficie del Chubut central, en la que está incluida la Hoja que se describe, por Chebli (1973, 1974), Musacchio y Chebli (1975), Chebli *et al.* (1976) y Chebli y Sciutto (1977) y, autores que le dieron rango formacional, Pesce (1977, 1978) describió depósitos semejantes en los alrededores del cerro Ponte, al norte del área cubierta por esta Hoja, a los que denominó Formación Arroyo Perdido. En otros trabajos, Codignotto *et al.* (1979), Panza (1979, 1981) y Sacomani *et al.* (2007) bajaron de rango a esta formación nominándola como un miembro de la Formación Cerro Barcino del Grupo Chubut, que se correspondería con la denominada facies pelítica gris que engranaría lateralmente con el Miembro Bayo Overo o Facies tobáceo abigarrada amarillo verdosa.

La localidad tipo de la Formación Puesto Manuel Arce está ubicada al sur de la comarca estudiada, en el faldeo oriental de la sierra del Guanaco, aproximadamente 5 km al sur de la ruta provincial 53 (ex-ruta nacional 25) y unos 2 km al este del establecimiento El Trompezón, ex puesto de Manuel Arce.

Distribución areal

La Formación Puesto Manuel Arce aflora en todo el perímetro del bajo de Chiquichan, al sureste de la Hoja, y a lo largo de la barda que se extiende hacia el noroeste entre el cerro Bororó y la bajada del Caramelo. Se observó también en proximidades de los establecimientos El Arroyo y La Martita, al sur del arroyo Perdido, a lo largo del camino que empalma la ruta nacional 25 con el pueblo El Mirasol. En proximidades del casco principal del establecimiento de Ríos se observa en las bardas que rodean a los bajos salinos allí existentes y por debajo del nivel de agradación más antiguo situado un poco más al norte. Tiene amplia distribución en el ángulo nororiental de la Hoja en cercanías del establecimiento El Sauce.

Litología

Esta unidad está constituida principalmente por tobas, tobas areniscosas y areniscas tobáceas de colores claros, (blancos, grisáceos, amarillentos, gris verdosos a rosados), y arcilitas tobáceas de color gris oscuro a negro, bien estratificadas, con algunos bancos muy macizos y craquelados. Esto último genera una cantidad importante de regolito que enmascara la estructura interna de los afloramientos. En los bancos arenosos es posible observar estructuras tractivas, como estratificación entrecruzada y ondulitas, en tanto que en los tobáceos y arcillosos en general domina la laminación paralela, así como las texturas de paleosuelos.

En La Rinconada (Fig. 3; perfil en figura 4) esta formación alcanza los 20 m de potencia, comenzando con una sucesión de 2 m de tobas limosas blanquecinas a rosadas, con indicios de paleosuelos, entre las que alternan delgados bancos limoarenosos de 20 a 30 cm de espesor. Continúan 6 m de arcilitas rojizas con laminación paralela, muy compactas, entre las que se intercalan bancos de tobas blanquecinas, de base y techo plano paralelos, de 1 m de potencia y muy compactas; sigue por encima un conglomerado arenoso matriz sostén, de 1,50 m de espesor, que presenta clastos blandos de tobas blanquecinas en la base y clastos de volcanitas asociados, que pasa transicionalmente a una arenisca mediana con estratificación cruzada en artesa. El perfil culmina

con aproximadamente 10 m de tobas limoarenosas, gris blanquecinas y muy compactas en las que se intercalan delgados bancos de areniscas finas con estratificación cruzada y ondulitas.

Sobre la margen sur del arroyo Perdido, en proximidades de la estancia El Sauce, al noreste de la Hoja (Perfiles en figura 8), esta unidad aflora constituyendo una secuencia, que en parte, comienza con un conglomerado fino, polimíctico, con cemento ferruginoso, de 20 cm de potencia y base cóncava, que lateralmente se acuña, al que le sigue un banco de 80 cm de areniscas gruesas, con una fina laminación convoluta, y 3,20 m de areniscas finas a medianas, con estratificación cruzada en artesa. En estas se suelen observar cantos blandos angulosos de 1 a 2 cm, bioturbación e intercalaciones de lentes arenos gruesos. Culmina con un potente banco de tobas blanquecinas homogéneas de 3 m de potencia. Otra secuencia, en la misma área, comienza con 1,50 m de pelitas verde pálidas a gris blanquecinas con

motas rojizas y restos de materia orgánica. Continúa con un banco de 1,30 m de areniscas gruesas, en el que se observa estratificación cruzada en artesa, correspondiente a facies canalizadas que tienen en su base conglomerados finos. Siguen 0,30 m de pelitas grises, 0,25 m de areniscas gruesas con cemento carbonático, con base ondulada y estratificación cruzada en artesa, y 0,50 m de areniscas medianas grisáceas, también con estructuras en artesa, presencia de materia orgánica y bioturbación, muy cubiertas. Continúa con un banco de 0,50 m de espesor, granodecreciente, de areniscas gruesas a medianas con base ondulada y techo bioturbado, y 0,80 m de conglomerados finos que presentan estratificación cruzada en artesa en la base, abundante bioturbación e intercalaciones de lentes areno-limosos. El perfil culmina con un banco granocreciente de limolitas a areniscas gruesas de 4,50 m, con laminación paralela en la sección inferior a media y cruzada en artesa hacia el techo, con abundante aporte piroclástico.

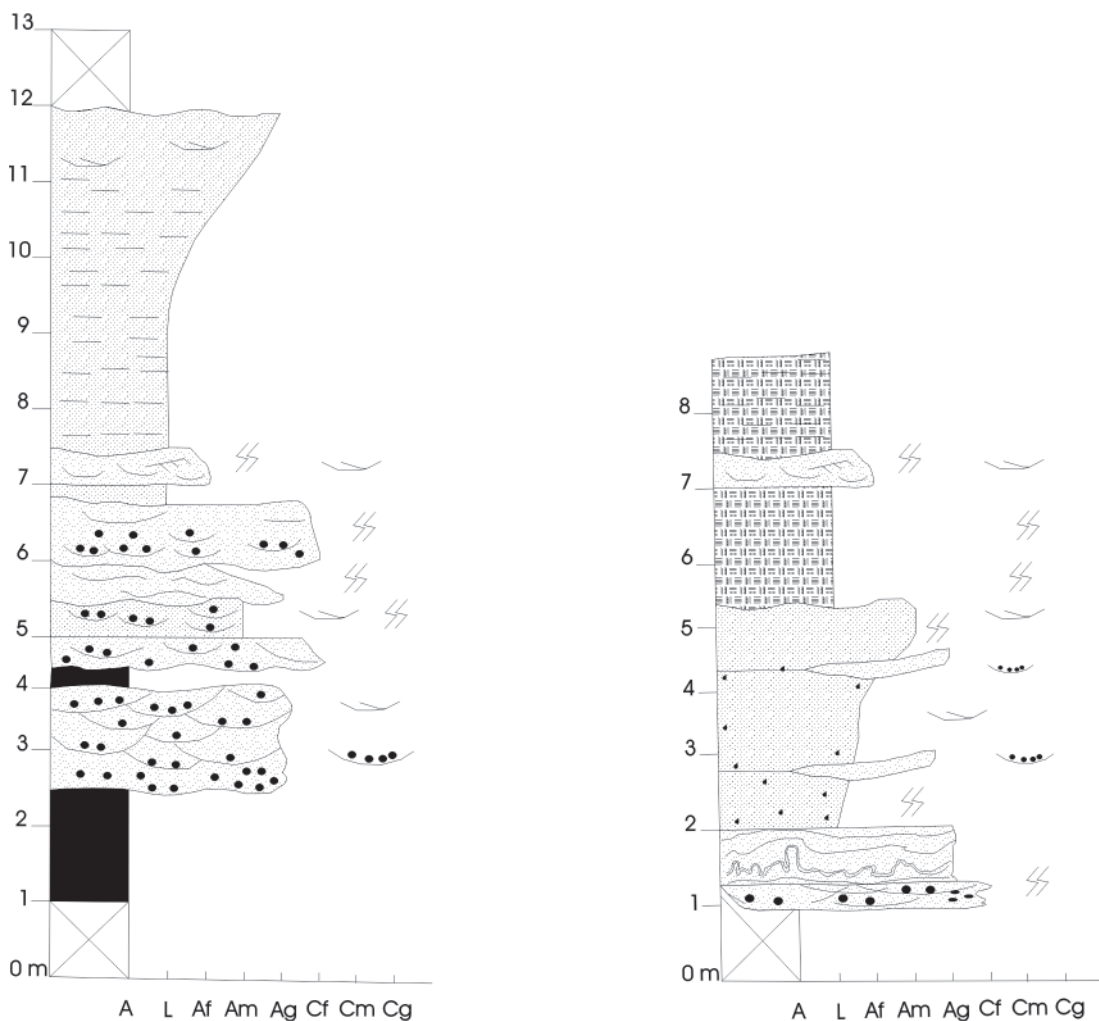


Figura 8. Perfiles de la Formación Puesto Manuel Arce en proximidades del establecimiento El Sauce.

Paleontología

Dentro del ámbito de la Hoja no se han reportado registros paleontológicos para esta formación y pocas son las referencias a nivel regional. Chebli *et al.* (1976) señalaron el hallazgo, en los niveles basales de la localidad tipo, de megasporas de *Henrisporites* sp. nov. asociadas a carofitas y ostrácodos (Musacchio, en Chebli *et al.*, 1976). Más recientemente, Passalía *et al.* (2015) dieron a conocer el hallazgo de una megaflore en el flanco norte de la sierra Cuadrada, al sur de la Hoja que se describe, en los términos superiores de esta unidad próximos al contacto con la Formación Salamanca. Se trata de impresiones foliares de angiospermas, en las que identificaron cinco tipos de hojas, uno de los cuales, el morfotipo myrtófilo, cf. *Eucalyptus chubutensis* (Berry) González, es el dominante en la asociación. Otro morfotipo abundante corresponde a hojas en parte comparables con el género actual *Ribes* (Saxifragaceae) y constituye un tipo foliar novedoso entre los conocidos para el Cretácico de patagonia.

Ambiente de sedimentación

De la descripción de los perfiles levantados sobre esta unidad, surge que se depositó en un ambiente continental representado por llanuras con un incipiente desarrollo de suelos, en las que se instaló, hacia el norte de la Hoja y en un área próxima a la de aporte, un régimen fluvial del tipo entrelazado de baja a mediana energía, con planicies aluviales de inundación y esporádicos cuerpos de agua someros en los que predominó un ambiente reductor, en simultáneo con un muy importante aporte piroclástico fino.

Relaciones estratigráficas

La Formación Puesto Manuel Arce sobreyace en discordancia regional de bajo ángulo a los miembros Cerro Castaño y/o Las Plumas de la Formación Cerro Barcino del Grupo Chubut, cuya mejor exposición se observa al sur del río Chubut en el puesto Luján, situado al sur de la Hoja en proximidades de la localidad tipo de esta unidad. En el sector suroriental de la Hoja, en el bajo de Chiquichan y el cerro Bororó, está cubierta en relación de pseudoconcordancia por la Formación Salamanca.

Edad

Por las relaciones estratigráficas descriptas precedentemente se infiere que al yacer sobre las sedimentitas continentales de los miembros Cerro Castaño y Las Plumas de la Formación Cerro Barci-

no, de edad máxima cenomaniana, y al estar cubiertas por sedimentitas de la Formación Salamanca del Daniano, la edad de esta unidad estaría comprendida en el Cretácico superior, post Cenomaniano - pre Daniano. Recientemente Suárez *et al.* (2013) mediante estudios geocronológicos SHRIMP U-Pb sobre 18 granos de zircón obtenidos de una muestra tomada en la sierra del Guanaco, próxima a la localidad tipo, 15 de ellos dieron una edad cenomaniana ($97,4 \pm 0,8$ Ma) y 8 dieron una edad turoniana temprana ($92,6 \pm 15$ Ma).

Formación Puntudo Chico (5)

Areniscas y conglomerados; escasas pelitas

Antecedentes

Esta unidad fue definida por Pesce (1977, 1978) quien agrupó bajo esta denominación a un conjunto de psefitas y psamitas cuarzosas que tienen su localidad tipo en el cerro Puntudo Chico, situado al norte de comarca estudiada y al este del cerro Guadal, extremo oriental de la sierra de Los Tehuelches.

Históricamente esta formación fue considerada como parte del Grupo Chubut en los trabajos de Flores (1956-1957), Lesta y Ferello (1972) y Ardolino y Franchi (1986).

Como puede verse en el esquema de la figura 9, los afloramientos de la sección inferior de la ingresión salamanquense, correspondiente a la cuenca del golfo San Jorge de edad paleocena (Daniano), pueden seguirse desde el sur de la provincia del Chubut hasta el arroyo Perdido por el norte. Por otra parte, los afloramientos de las formaciones Paso del Sapo y Puntudo Chico, de edad cretácica superior (Campaniano), correspondientes a la cuenca del Colorado, se extienden desde el área norte del Chubut hasta el arroyo Perdido. En esta última comarca y zonas aledañas es difícil diferenciar los afloramientos de la sección inferior de la Formación Salamanca de estas dos últimas unidades, debido a la semejanza que presentan tanto en su litología como en sus condiciones ambientales de sedimentación. Es por ello que la formación que se describe fue correlacionada originalmente con la sección inferior de la Formación Salamanca por Nakayama (1974) y Franchi *et al.* (1975) y Pesce (1978).

Finalmente, Ardolino y González (1996) interpretaron estos depósitos como correspondientes al inicio de la sedimentación marina de la Formación La Colonia, de edad maastrichtiana, separándolos del Grupo Chubut y diferenciándolos de la sección inferior de la Formación Salamanca, que es más joven.

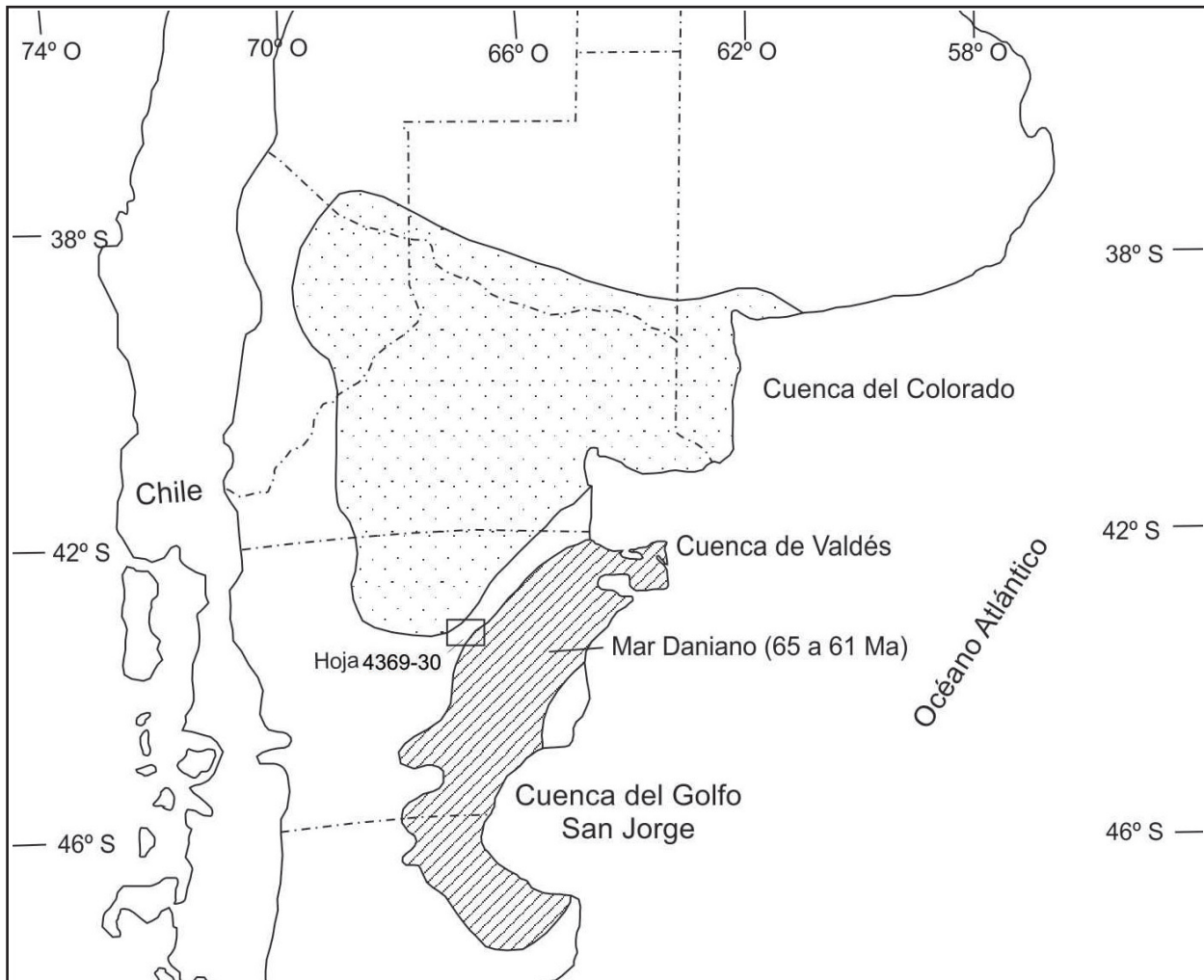


Figura 9. Esquema de ubicación de las ingresiones del mar salamanqueano (Daniano) de la cuenca del golfo San Jorge y de las formaciones Puntudo Chico y La Colonia (Campaniano-Maastrichtiano) correspondientes a la cuenca del Colorado.

En la comarca y áreas vecinas esta unidad fue reconocida regionalmente por Anselmi *et al.* (2004) y Sacomani *et al.* (2007).

Distribución geográfica

Estas sedimentitas se distribuyen principalmente en el sector norte de la comarca, aflorando en el cerro Ponte, y entre éste y las márgenes del arroyo Perdido, en la estancia La Martita.

Litología

La Formación Puntudo Chico está compuesta por rocas psamíticas y psefíticas, con algunas intercalaciones pelíticas, y se caracteriza por su coloración amarillenta a castaño-rojiza. Las areniscas son de grano mediano a grueso, y en ellas predominan clastos angulosos a subangulosos de cuarzo y de líticos en menor proporción; tienen buena selección, escaso redondeamiento y en general son friables. Un elemento conspicuo de estas sedimentitas es que los bancos presentan una marcada estratificación

entrecruzada en artesa e intercalaciones de bancos lenticulares canalizados de areniscas gruesas y conglomerados medianos a finos, los que pueden ser matriz sostén, con matriz arenosa fina, o clasto sostén con imbricación de clastos, que son principalmente de volcanitas, cuarzo y algunos de tobas.

En el perfil de El Quiosco (Perfil en figura 3), ubicado al sudeste del cerro Ponte y al norte del arroyo Perdido, esta formación tiene un espesor de 20 m y comienza con un banco de 6 m de areniscas conglomerádicas castaño rojizas, con estratificación cruzada en artesa, que en la base presenta clastos angulosos de hasta 30 cm de tobas blancas y gran cantidad de troncos silicificados, algunos de gran tamaño (Figs. 10 y 11). Le siguen un metro de areniscas finas, cuyo techo tiene una geometría plano convexa, típicas de barras fluviales, y con abundante bioturbación. Siguen 3,50 m de areniscas granodecrescentes de gruesas a medianas, castaño amarillentas, con estratificación entrecruzada que son cubiertas por 3 m de arcilitas rojizas con delgadas intercalaciones



Figura 10. Troncos silicificados intercalados en la sección inferior de la Formación Puntudo Chico, en el perfil de El Quiosco.



Figura 11. Areniscas conglomerádicas con estratificación cruzada en artesas de la sección inferior de la Formación Puntudo Chico aflorantes en el paraje El Quiosco.

lenticulares de limolitas. Continúan 3,50 m de areniscas granodecrecientes, de medianas a finas, con estratificación cruzada en artesa y bioturbación en el techo, en las que se midieron paleocorrientes hacia los cuadrantes S y SO. El perfil culmina con 3 m de limolitas rojizas con laminación paralela, compactas y 3 m de areniscas conglomerádicas amarillentas granodecrecientes de conglomerado fino a arenisca mediana, con una marcada estratificación cruzada en artesa y abundantes restos de madera petrificada e improntas de plantas indeterminables.

Al norte de la Hoja, sobre la ruta que conduce a la aldea El Mirasol, hay un pequeño afloramiento de estas sedimentitas, que comienza en la base con un banco de un metro de potencia de una arenisca conglomerádica gris oscura, de base plana y techo ondulado, con estratificación cruzada en artesa y abundante bioturbación hacia el techo. Continúan 3,50 m de otra arenisca conglomerádica, que grada a arenisca mediana, de color amarillento y también marcada estratificación cruzada en artesa, que presenta paleocorrientes dominantes al cuadrante S-SO, y al SE en menor grado. El perfil culmina con un banco limo arenoso, compacto de color rojizo y de 2 m de espesor, al que le siguen 60 cm de un conglomerado mediano, amarillento, con estratificación cruzada en artesa bien marcada, matriz arenosa, con base y techo ondulados.

Estas sedimentitas fueron también reconocidas en el faldeo medio a superior del cerro Ponte (Pesce, 1978), donde están parcialmente cubiertas por derrubio basáltico.

Ambiente de depositación

Esta formación se ha depositado en un ambiente fluvial de mediana a alta energía, de tipo entrelazado, con intercalaciones de facies de desbordamiento en las que se reconocen procesos pedogénicos bajo condiciones climáticas semiáridas (Andreis y Cladera, 1998).

Paleontología

Es característica de esta unidad la presencia de fragmentos de troncos silicificados, habiéndose reconocido algunos ejemplares que alcanzan los 12 m de largo y hasta 1 m de diámetro (Fig. 10). También se han encontrado improntas vegetales indeterminables en algunos niveles de la formación.

Relaciones estratigráficas

La Formación Puntudo Chico se dispone en relación de discordancia angular de bajo ángulo so-

bre las sedimentitas continentales del Miembro Las Plumas de la Formación Cerro Barcino del Grupo Chubut. Dentro de los límites de la Hoja esta unidad no es cubierta por otras. Sin embargo pocos kilómetros al norte, en el paraje conocido como "Perfil de los uruguayos", es cubierta en relación de aparente concordancia por las pelitas verdes pertenecientes a la Formación La Colonia, y en relación discordante por depósitos de remoción en masa (Anselmi *et al.*, 2004).

Edad

Esta unidad fue correlacionada, en base a su litología, condiciones ambientales y relaciones estratigráficas, con la Formación Paso del Sapo (Lesta y Ferello, 1972) de edad campaniana, que aflora a lo largo del curso medio del río Chubut entre los parajes Gorro Frigio y Piedra Parada.

Dado que la unidad se dispone sobre los términos superiores del Grupo Chubut y pasa hacia arriba a la Formación La Colonia (maastrichtiana), se le asigna una edad campaniana (Cretácico superior), criterio ya sustentado por Anselmi *et al.* (2004).

2.2. CENOZOICO

2.2.1. PALEÓGENO

2.2.1.1. Paleoceno

Formación Salamanca (6)

Areniscas finas a gruesas; arcilitas y limonitas; tufitas; coquinas; intercalaciones de conglomerados

Antecedentes

La Formación Salamanca es el mayor exponente de una importante transgresión marina acaecida a comienzos del Paleógeno en el área del golfo San Jorge, conformando una gran bahía que se extendió hacia el interior del continente alcanzando a cubrir gran parte del área la Hoja que se describe, hasta el arroyo Perdido (Fig. 9; Malumíán, 1999)

Las menciones más antiguas sobre esta unidad se deben a Ihering (1903), quien denominó como Salamancanén a las capas marinas portadoras de moluscos aflorantes en la costa del golfo San Jorge al norte del Pico Salamanca, que ya habían sido descritas previamente por Carlos Ameghino (1890) y asignadas al Cretácico superior. Posteriormente estas sedimentitas fueron denominadas como Piso Salamancano por Windhausen (1921) y Wichmann (1927).

Los primeros que utilizaron el término de Formación Salamanca fueron Simpson (1933) y Zambrano y Urien (1970), si bien sólo mencionándolo y sin efectuar la diagnosis correspondiente. La unidad fue definida formalmente por Lesta y Ferello (1972).

Los antecedentes más importantes referidos a esta unidad para el área cubierta por esta Hoja y comarcas vecinas en la provincia del Chubut se remontan a Piatnitzky (1936), Feruglio (1949-1950), Russo (1953), Flores (1956-1957), Chebli (1974), Chebli y Sciutto (1977), Ravazzoli (1984) y Panza (1981). Más recientemente, estas sedimentitas marinas con aportes continentales fluviales fueron descritas por Anselmi *et al.* (2004), Anselmi *et al.* (2005) y Sacomani *et al.* (2007). Esta unidad es equivalente a la denominada Formación Cerro Bororó por Andreis *et al.* (1973) y por Panza (1979) para los afloramientos de la periferia del cerro homónimo ubicado en el límite sur de la Hoja.

En cuanto al contenido paleontológico, los principales estudios sobre esta unidad fueron realizados por Archangelsky *et al.* (1969), Petriella (1972), Archangelsky (1973), Bertels (1973), Petriella y Archangelsky (1975), Archangelsky (1976), Ar-

changel'sky y Zamaloa (1986), Brea *et al.* (2007) y Volkheimer *et al.* (2007).

Distribución areal

La Formación Salamanca tiene una amplia distribución en la Hoja. Los principales afloramientos se reconocen perimetralmente al cerro Bororó así como en su cima, y se extienden hacia el noroeste hasta la bajada de El Caramelo, formando una extensa planicie estructural parcialmente cubierta por su propio regolito y por sedimentos eólicos de escasa potencia. Se observa también en forma aislada sobre la ruta provincial 40 y al sudeste de la Hoja, a lo largo de las bardas que delimitan el bajo de Chiquichan, donde se destacan los perfiles de los puestos Fernández, Colón y J. Barrera. Al norte de la Hoja se reconocieron afloramientos menores en las inmediaciones de los establecimientos La Martita y El Arroyo; en la bajada hacia el arroyo Perdido del camino que conduce al El Mirasol en el paraje denominado Barrio Chino (Fig. 12), y en inmediaciones del establecimiento El Sauce (ex Sosa) donde la Comisión Nacional de Energía Atómica realiza tareas de prospección por minerales de uranio.



Figura 12. Vista del contacto entre el Miembro Las Plumas de la Formación Cerro Barcino y la Formación Salamanca, en el paraje conocido como Barrio Chino.

Litología

La Formación Salamanca, dentro de los límites de la Hoja, está integrada principalmente por areniscas finas hasta sabulíticas de coloración amarillenta, gris verdosa y hasta rojiza, así como por arcilitas, arcilitas tobáceas y limolitas en general de color verde pálido o gris verdoso hasta negro; pueden reconocerse numerosas intercalaciones de bancos conglomerádicos y de coquinas, principalmente en alrededores del cerro Bororó.

En el Establecimiento Chiquichan situado en el extremo occidental del bajo del mismo nombre, los afloramientos de esta unidad comienzan con un banco conglomerádico en la base, clasto sostén, constituido por clastos redondeados de 0,5 a 8 cm de diámetro, de volcánicas básicas a mesosilícicas y de tobas blanquecinas de la infrayacente Formación Puesto Manuel Arce. Continúan paquetes de areniscas gruesas a finas amarillentas, con marcada estratificación cruzada en artesa; los clastos son predominantemente cuarzosos (más del 50% del total). Se midieron paleocorrientes, que muestran una dispersión, ya que van principalmente hacia el cuadrante sur (S30°O; S; S30°E), y hacia cuadrante norte (N30°E; N30°O) en menor grado. Es común hallar restos de troncos fósiles de más de 5 m de largo y un metro de diámetro.

En el flanco norte del bajo Chiquichan la Formación Salamanca tiene un espesor de 5 metros, yace sobre la Formación Puesto Manuel Arce y comienza con un banco de 2 m de potencia compuesto por areniscas gruesas a conglomerádicas de color ocre-amarillento con marcada estratificación cruzada en artesa y con base y techo ondulados; los niveles conglomerádicos son polimícticos. El perfil finaliza con 3 m de areniscas limosas finas rojizas, muy friables, con clastos predominantemente de volcánicas y de tobas en menor proporción; contienen troncos silicificados de hasta un metro de diámetro. En este sitio, la unidad es cubierta por un nivel de agradación de 4 m de espesor (Fig. 13).

En la ladera occidental del cerro Bororó se han reconocido areniscas arcósicas medianas a gruesas de color rosado, con incipiente laminación paralela, que en la base son conglomerádicas. Están compuestas por clastos mayoritariamente de cuarzo, en menor proporción de feldespatos y escasos líticos de volcánicas con cemento silíceo; los clastos están imbricados e indican una dirección de flujo S-N (Fig. 14).

Hacia el sector cuspidal del cerro Bororó hay un cono volcánico aportillado, correspondiente a

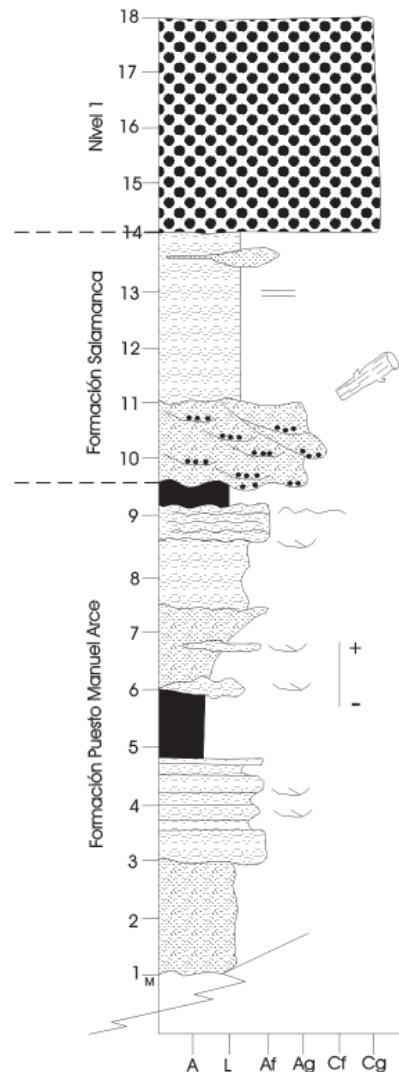


Figura 13. Perfil generalizado de las unidades aflorantes en el flanco norte del bajo Chiquichan.

la Formación Chiquichan, sobre el que se disponen periclinalmente, con una inclinación de aproximadamente 10°, areniscas arcósicas y cuarcitas en las que se observaron pequeños dientes de tiburones de 3 a 5 mm, valvas de pectínidos y algunos corales. A medida que se alejan del domo estos bancos se horizontalizan (Fig. 15).

Al este del cerro Bororó, 1000 m al sur del puesto Fernández, la Formación Salamanca se encuentra muy bien expuesta (Fig. 16). Comienza con 12 m de areniscas castaño rojizas, conglomerádicas en la base, en las que se observan clastos de tobas y de volcánicas de hasta 20 cm de diámetro. Estos bancos tienen una geometría cóncava positiva, que pasa a convexa hacia el techo. Continúa con una sucesión, muy cubierta, de unos 2 m de areniscas limosas tobáceas rojizo amarillentas, friables, con una pobre laminación plano paralela. Siguen hacia arriba 3 m de areniscas gruesas a conglomerádicas de color castaño amarillento, con estratificación cruzada en arte-



Figura 14. Arcosas de la Formación. Salamanca, aflorantes en el faldeo occidental del cerro Bororó.

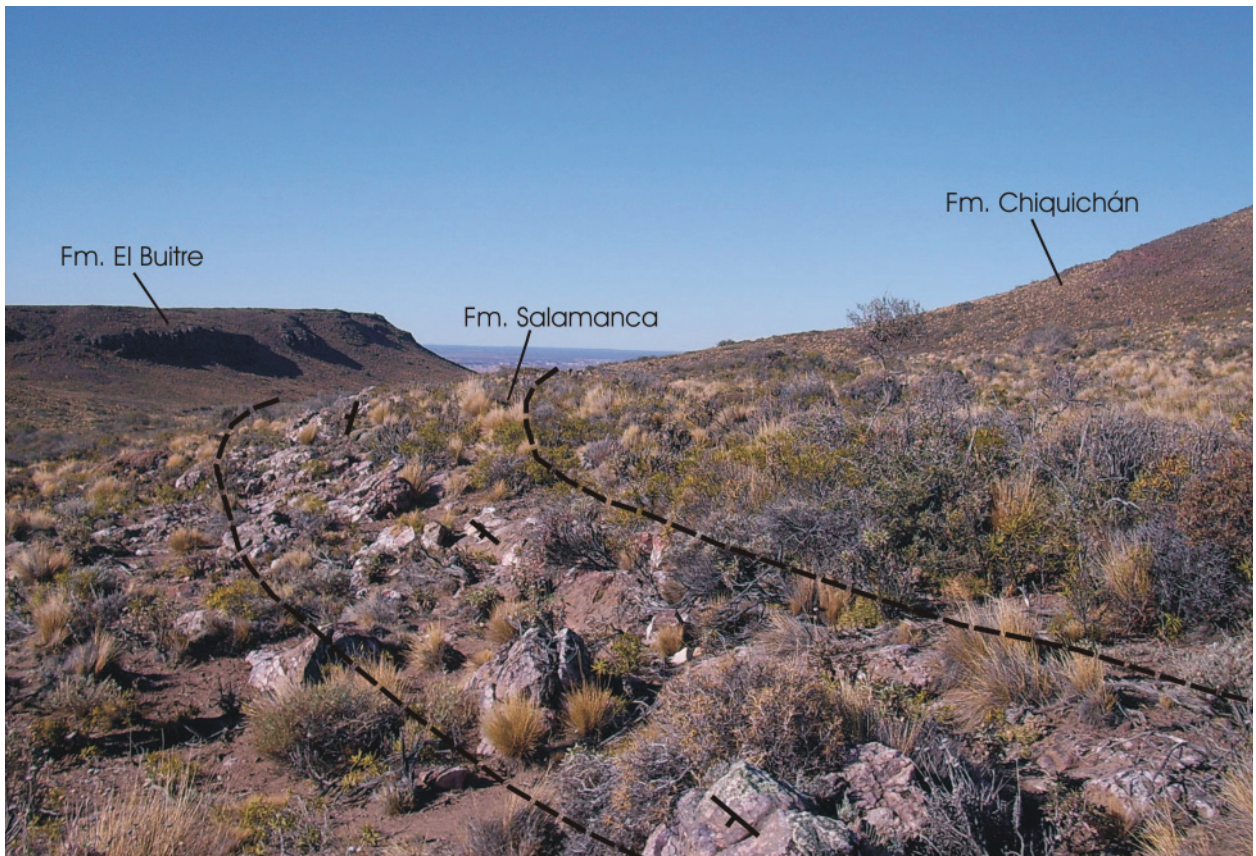


Figura 15. Vista de la Formación Salamanca intruida por las formaciones El Buitre y Chiquichan en el sector cuspidal del cerro Bororó.

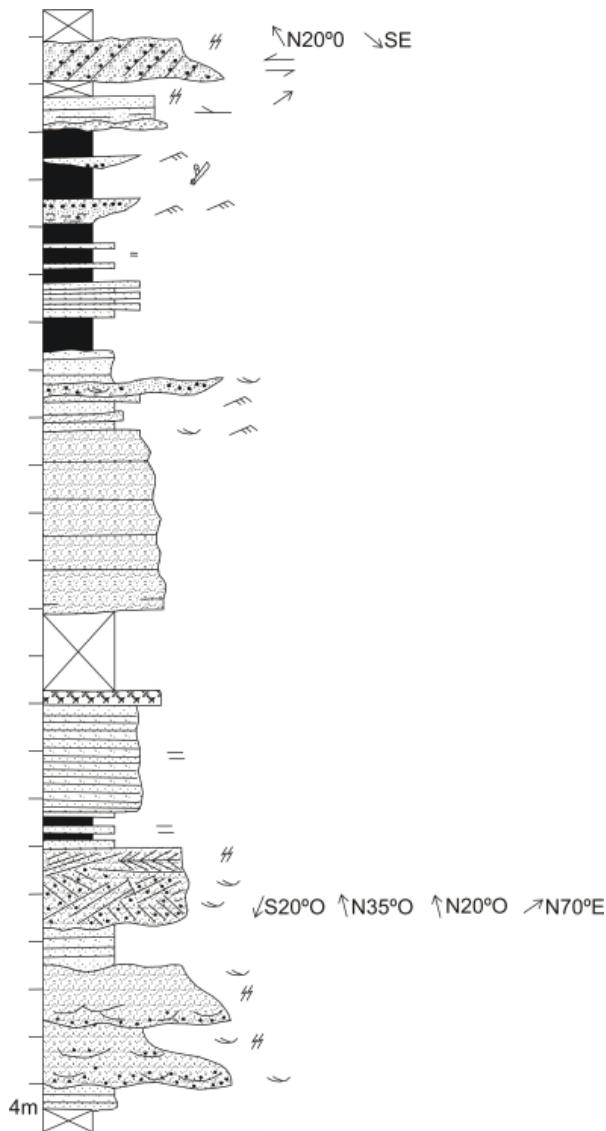


Figura 16. Perfil de la Formación Salamanca en puesto Fernández, en el faldeo oriental del cerro Bororó.

sa, en la que se han medido las siguientes direcciones de paleocorrientes: S35°O, N35°O, N20°O, N50°O, N50°E, N40°E y N10°E. Si bien la exposición no es buena, la geometría indicaría paleocorrientes bidireccionales. Siguen 2 m de pelitas negruzcas con laminación paralela y briznas carbonosas, en las que se intercalan pequeños lentes arenosos. Continúan unos 4 m de areniscas finas cuarzosas amarillento grisáceas, con estratificación paralela, que terminan en un banco tobáceo blanquecino rosado de 0,50 metros. Le siguen 8 m de areniscas cuarzosas castaño amarillentas a grisáceas, medianas a gruesas, que hacia el techo presentan estratificación cruzada en artesa y ondulitas, un conglomerado fino con base ondulada y estratificación cruzada en artesa de 0,70 m de potencia, y una sucesión de 9 m de pelitas marrones con laminación paralela en la que se intercalan pequeños canales arenosos, con ondulitas,

que se acuñan lateralmente. Las pelitas contienen restos carbonosos, de tallos y hojas indeterminables. El perfil culmina con 1,30 m de areniscas cuarzosas grises con estratificación cruzada planar de bajo ángulo, muy bioturbadas en sentido horizontal y vertical finalizando con areniscas bioclásticas con restos de pectínidos, ostras y dientes de tiburones, con estratificación cruzada planar en la que se determinaron paleocorrientes de direcciones N20°O y SE (Fig. 17).

En la estancia La Martita, hacia el arroyo Perdido, unos 2 km antes del casco principal y a ambos lados del camino de acceso, afloran areniscas amarillentas medianas a gruesas con estratificación entrecruzada en artesa portadoras de troncos silicificados de considerable tamaño. Por encima se destacan lomadas rojizas limo arcillosas en las que se observan delgados bancos de areniscas grisáceas muy bioturbadas de 20 a 40 cm de espesor, de geometría plano convexa, con estratificación cruzada planar aparentemente bidireccional, con paleocorrientes hacia el este y el oeste, (Figs. 18, 19, 20 y 21).

Aproximadamente 3,5 km al sudoeste de la estancia La Martita se destacan unas bardas que limitan el segundo nivel de agradación, entre ellas y el arroyo Perdido afloran en forma aislada areniscas amarillentas, medianas a gruesas, con estratificación cruzada en artesa y bastante friables, que están parcialmente cubiertas por coluvio o por depósitos eólicos que forman pequeños montículos fijados por la vegetación arbustiva. Próximo a las bardas se reconoció en estas areniscas un nivel con troncos silicificados que llegan a tener hasta 10 m de largo; allí se midieron paleocorrientes hacia los cuadrantes S, SE y SO. Sobre las areniscas amarillentas afloran 50 cm de areniscas grises, compactas, con abundante bioturbación, y 1,80 m de areniscas castaño amarillentas gruesas con estratificación cruzada en artesa, que presentan paleocorrientes S60°E, S30°E, E, SE. Le siguen 5,70 m de areniscas sabulíticas con concreciones y estratificación cruzada en artesa, con paleocorrientes hacia el SO y S40°E. Continúan 9 m de areniscas amarillentas, finas a medianas, cuarzosas, con estratificación cruzada en artesa en las que se midieron direcciones de paleocorrientes S30°E, SO y EO; alternan con cuatro bancos duros compactos de areniscas finas, de 30 a 40 cm de potencia cada uno. Hacia el sector superior de este último tramo se reconocieron abundantes troncos silicificados, que llegan a medir hasta 10 m de longitud. La sucesión continúa con 4,40 m de areniscas sabulíticas castaño amarillentas, algo bioturbadas, con estratificación cruzada en artesa en las



Figura 17. Marcas de bioturbación, puesto Fernández sector occidental del cerro Bororó.



Figura 18. Formación Salamanca. Estratificación cruzada sigmoideal.



Figura 19. Vista general de la Formación Salamanca en las cercanías de la estancia La Martita. Se observa la sección inferior facies arenosa amarillenta con estratificación cruzada en artesas, y por encima la sección superior limo arcillosa rojiza.



Figura 20. Aspecto de la sección inferior de la Formación Salamanca en la estancia La Martita con ejemplares de troncos de hasta 12 metros de longitud.

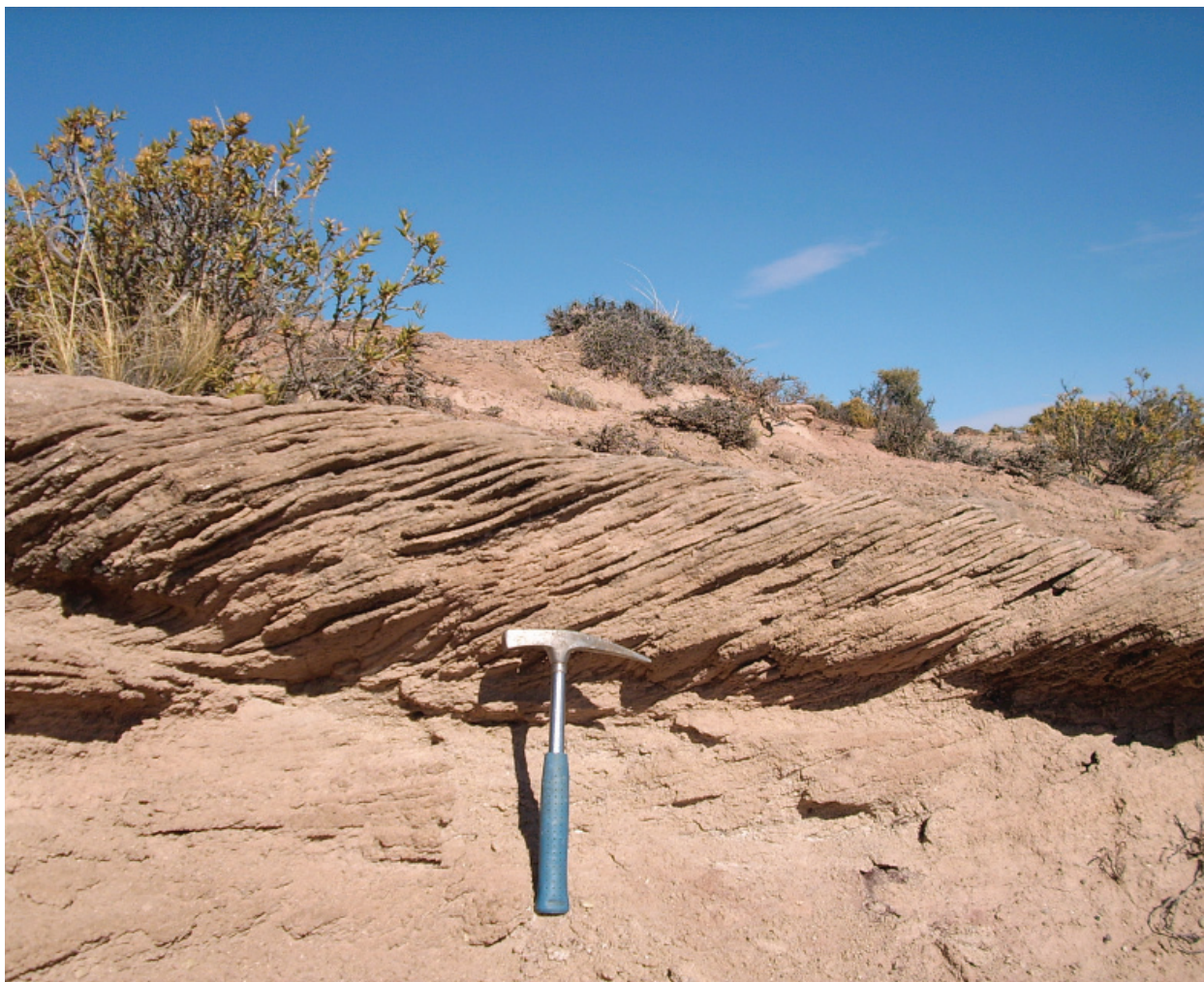


Figura 21. Formación Salamanca en la estancia La Martita. Se observa estratificación cruzada sigmoideal en un banco arenoso intercalado en la facies limo arcillosa rojiza de la sección superior.

que se midieron paleocorrientes hacia los cuadrantes SO, SE y O. La secuencia culmina con 8,50 m de sedimentitas finas limo arcillosas, muy friables, con laminación paralela, con intercalaciones lenticulares de areniscas con estratificación cruzada en artesa y ondulitas, que pueden medir hasta 50 cm de potencia.

En proximidades del establecimiento El Sauce, también al sur del arroyo Perdido, se observan unas pequeñas mesetas constituidas fundamentalmente por areniscas tobáceas gris blanquecinas de la Formación Puesto Manuel Arce, sobre las que yacen areniscas amarillentas, cuarzosas, con estratificación cruzada en artesa, con un espesor aproximado de 2 m, portadoras de troncos silicificados, con bioturbación hacia el techo. Siguen aproximadamente 10 m de areniscas finas grisáceas con estructuras tractivas bidireccionales del tipo espina de pescado, que por sectores poseen cemento carbonático. Todo el conjunto está cubierto por el segundo nivel de depósitos de cobertura de pedimento que tiene un espesor de 3 metros.

Paleontología

La Formación Salamanca contiene un abundante contenido fosilífero, que incluye macro y microflore, importantes registros de invertebrados fósiles de origen marino y también de vertebrados, como tortugas y cocodrilos.

Los primeros estudios paleontológicos sistematizados dentro del ámbito de la Hoja se deben a Archangelsky *et al.* (1969) quienes, en las laderas del cerro Bororó describieron, en los términos basales de la Formación Salamanca, enormes troncos petrificados, de hasta 12 m de longitud y 1 m de diámetro, de una gran variedad de angiospermas fósiles y cicadales; entre las últimas identificaron un nuevo género, Bororoa.

Posteriormente, Petriella (1972) realizó un estudio sistemático de la paleoflora hallada en esa localidad, donde reconoció tres niveles fosilíferos portadores de maderas petrificadas, a los que denominó, de abajo hacia arriba:

NF Coníferas:

Mesembrioxylon mazzonii n. sp.

NF Angiospermas:

Mesembrioxylon mazzonii n. sp.

Elaeocarpoxyylon sloaneoides n. sp.

Euxylophoroxyylon chiquichanensis n. gen. n. sp.

Weinmannioxyylon multiperforatum n. gen. n. sp.

Weinmannioxyylon pluriradiatum n. sp.

Rhizophoroxyylon spallettii n. sp.

Bridelioxyylon americanum n. sp.

Dryoxyylon spp.

Palmoxyylon spp.

NF Cycadales:

Bororoa anzulovichii n. gen. n. sp.

Bororoa andreisii n. sp.

Palmoxyylon spp.

Bertels (1973) estudió la micropaleontología de las sedimentitas que afloran en la periferia del cerro Bororó, describiendo una variada y abundante secuencia de microorganismos marinos, que se resume a continuación:

Foraminíferos planctónicos:

Globoconusa daubjergensis (Brönnimann)

Globorotalia compressa (Plummer)

Foraminíferos bentónicos:

Globulina lacrima Reuss

Globulina inaequalis Reuss

Polymorphina subrhombica Reuss

Guttulina ovata (d'Orbigny)

Guttulina problema d'Orbigny

Fissurina d'orbignana Seguenza

Lagena hexagona (Williamson)

Lagena acuticostata Reuss

Lagena? sp.

Dentalina gardnerae (Plummer)

Lenticulina paleocenica Brotzen

Lenticulina sp.

Vaginulina sp.

Palmula sp.

Palmula budensis rocanense Bertels

Marginulina costata (Batsch)

Buliminella isabelleana Camacho

Buliminella sp. aff. *B. pulchra* (Terquem)

Bulimina sp. aff. *B. quadrata* Plummer

Fursenkoina sp.

Pulsiphonina prima (Plummer)

Gyroidina octocamerata Cushman y Hanna

Gyroidina aequilateralis Plummer

Alabamina midwayensis (Plummer)

Cibicides succedens Brotzen

Cibicides vulgaris (Plummer)

Cibicides globosus Camacho

Cibicides alleni (Plummer)

Cibicides spp.

Ostrácodos

Wichmannella meridionales Bertels

Togoina australis bertels

Hemicytherura sp.

Cytherura sp.

Munseyella sp.

Asimismo, dicho estudio reconoció restos microscópicos de dientes de peces, fragmentos de conchillas, espículas y coprolitos de equinodermos, restos de asteroideos y briozoarios y espículas de esponjas silíceas.

También en el cerro Bororó, Volkheimer *et al.* (2007) distinguieron numerosas morfoespecies de polen de gimnospermas y angiospermas, siendo el polen de Proteaceae el elemento mayoritario en la palinoflora estudiada; reconocieron también formas de algas de *Botryococcus*, másulas de *Azollopsis* y escasos dinoflagelados.

Ambiente

A partir del estudio de facies y del contenido paleontológico observado en los perfiles levantados, tanto en este trabajo como en los anteriores, se interpretó a esta unidad como el producto de un proceso transgresivo-regresivo de un mar de escasa profundidad (Chebli y Serraiotto, 1974; Andreis *et al.*, 1973 y 1975; Spalletti, 1980, Panza, 1981, Anselmi *et al.* 2004). Las investigaciones previas realizadas por Panza (1981) en parte del área cubierta por la hoja que se describe y áreas adyacentes, condujeron a este autor a diferenciar en esta unidad tres miembros o secciones. Un Miembro inferior, constituido fundamentalmente por areniscas de grano mediano a grueso de colores amarillentos y castaños, incluso grises hasta negruzcos, con una marcada estratificación cruzada en artesa, aunque también tangencial simple y tabular, con la particularidad de ser portadores de abundantes troncos silicificados de gran tamaño. El Miembro medio, compuesto principalmente por areniscas y arcilitas castaño amarillentas, grises o verdosas, en

las que se intercalan compactos bancos tabulares de coquinas y areniscas coquinoideas con abundante bioturbación; es posible observar algunos bancos con estratificación sigmoidea y estructuras bidireccionales tipo cola de pescado; y finalmente, un Miembro superior de areniscas finas a gruesas de colores castaño amarillento y grisáceo, que pueden ser también portadoras de troncos silicificados.

La sección o miembro inferior sugiere un ambiente de tipo mixto que se inició en un neto sistema fluvial entrelazado, de mediana energía, el cual evolucionó gradualmente hacia un sistema deltaico submareal, que caracteriza a la sección o miembro intermedio, con evidencias de barras que limitan ambientes con comunicación restringida con el océano abierto, tipo albuferas o *lagoon* con desarrollo de manglares, y playas hacia un mar abierto poco profundo con batida de olas y desarrollo de cordones litorales, se reconoce la presencia humedales dulciacuícolas cercanos a la costa y de bosques en las áreas más elevadas y húmedas, tierra adentro. El miembro o sección superior es indicativo de una etapa regresiva caracterizada por un sistema fluvial entrelazado de alta energía.

Relaciones estratigráficas

La Formación Salamanca cubre en discordancia angular a las formaciones y miembros del Grupo Chubut (Aptiano a Cenomaniano) como también a la Formación Puesto Manuel Arce (Cretácico superior), aunque la relación mostraría la existencia de una discordancia erosiva.

En general, al sur de la zona en estudio, se describe que es cubierta en forma concordante por la Formación Río Chico (Paleoceno superior) el pasaje entre ambas unidades es gradual y/o transicional, representando la Formación Río Chico las facies continentales indicadoras del retiro del mar salamanqueano.

Sobre el flanco sur el cerro Bororó, fuera de los límites de la Hoja, se han reconocido relictos atribuidos a la Formación Río Chico que están intruídos, concordante y discordantemente, por volcanitas y cuerpos subvolcánicos básicos de edad eocena.

Edad

En base al contenido de mega y microfósiles hallados en el área cubierta por esta Hoja y áreas vecinas al sur, estudiados por los autores arriba citados, se asigna una edad paleocena inferior (Daniano superior) a esta formación.

2.2.1.2. Paleoceno-Eoceno

Formación El Buitre (7)

Basaltos alcalinos, basanitas, teschenitas, diabasas y gabros

Antecedentes

Estas volcanitas básicas e hipabisales alcalinas, de amplia distribución en el Chubut extraandino, fueron denominadas en forma generalizada para los afloramientos ubicados al sur del río Chubut, como Rocas Basálticas desde mediados del siglo pasado en las investigaciones de Díaz (1951), Chebli (1973) y Chebli y Sciutto (1977). Luego Panza (1981) las agrupó en el Complejo Intrusivo-Efusivo Alcalino y Ravazzoli (1984) las incluyó en el Basalto Sierra Cuadrada. Finalmente, esta unidad fue caracterizada formalmente por Lema y Cortés (1987) y Cortés (1988) como Formación El Canquel, quienes diferenciaron dos miembros: Miembro Riscoso, integrado por coladas de basaltos olivínicos y Miembro Lacoste, conformado por cuerpos subvolcánicos de basaltos alcalinos, diabasas, nefelinitas y teschenitas. Al norte del río Chubut, ya en el área cubierta por la Hoja, Andreis *et al.* (1973) diferenciaron dentro de esta unidad, en el cerro Bororó, la Diabasa Fernández y el Basalto Carranza. Por su parte, Pesce (1978) denominó como Formación Cerro Gobernador a un *neck* basáltico que conforma el cerro homónimo en la margen izquierda del arroyo Perdido y la asignó al Cuaternario. Este mismo autor incluyó a los afloramientos de similar composición del cerro Ponte, ubicado al noroeste de la Hoja, en la Formación Puesto Muñoz de edad oligocena. Rocas similares fueron denominadas Necks basálticos y Basaltos asociados por Proserpio (1978) para los afloramientos situados al oeste, fuera de los límites de la Hoja, en proximidades del campamento Los Adobes de la Comisión Nacional de Energía Atómica. Ardolino y Franchi (1993) nominaron como Formación El Buitre a los cuerpos subvolcánicos de composición gábrica que afloran al norte de la Hoja fuera de sus límites y vinculados a la meseta de Somun Cura, a los que luego Ardolino *et al.* (1995) caracterizaron desde el punto de vista petrológico y geoquímico. La Formación La Primavera fue propuesta por Alric (1996) para caracterizar desde el punto de vista geoquímico y geocronológico a cuerpos subvolcánicos básicos alcalinos aflorantes en el área comprendida entre Paso de Indios y Cerro Cóndor, que serían equivalentes a la formación que aquí se describe.

En la comarca fueron mapeados como Formación El Buitre por Anselmi *et al.* (2004).

Distribución areal

La distribución de esta unidad, dentro del área cubierta por esta Hoja, se limita a los cerros Bororó o Chiquichan, sierra Chata, Winche, Gobernador y Ponte, que conforman cuerpos intrusivos concordantes como lacolitos o discordantes como cuerpos hipabisales y/o diques.

Litología

Los cuerpos intrusivos de la Formación El Buitre están compuestos mayoritariamente por basaltos alcalinos, basanitas, teschenitas, diabasas y gabros.

El cerro Bororó (Fig. 22), situado al sur de la Hoja, es un intrusivo concordante, del tipo lacolito, alojado en sedimentitas paleógenas de la Formación Salamanca. El flanco occidental del cerro, accediendo desde el puesto Carranza, se compone de una sucesión de mantos tabulares, que individualmente llegan a tener hasta 15 m de espesor, totalizando el

espesor visible aproximadamente 40 m, ya que en la base hay una potente acumulación de depósitos de remoción en masa. Son basaltos olivínicos grisáceos, de grano mediano a grueso, en parte macizo, si bien los hay también escoriáceos y vesiculares, con amígdalas de calcita y con marcada disyunción columnar. Al microscopio pueden presentar una textura microporfírica o porfírica, constituida mayoritariamente por microfenocristales y escasos fenocristales de olivina. La olivina en general está fresca y presenta secciones subhedrales a euhedrales, con alteración restringida a los bordes cristalinos. En algunas muestras se observaron xenocristales de clinopiroxeno y ortopiroxeno; en este último caso, pueden presentar un reborde de microcristales de olivina. La pasta tiene una textura intergranular a intersertal y está compuesta por abundantes tablillas alargadas de clinopiroxeno, minerales opacos y olivina alterada subordinada, inmersas en una base feldespática, en partes vítrea. Ocasionalmente se observan nódulos gabroides constituidos por clinopiroxeno, plagioclasa y olivina subordinada.



Figura 22. Vista panorámica del cerro Bororó, tomada desde el norte.

Por el flanco sudeste del cerro Bororó, se observa un apilamiento de basaltos vesiculares, de color gris claro, con amígdalas de calcita y/o zeolitas, de 14 m de potencia, sobre los que siguen 20 m de diabasas de color gris oscuro y textura moteada en superficie de alteración. Al microscopio las diabasas presentan textura granosa hipidiomórfica inequigranular, en donde el mineral más abundante es la plagioclasa, de composición labradorita ácida, presente en secciones prismáticas englobadas parcialmente en el clinopiroxeno, lo que define un arreglo subofítico. El clinopiroxeno corresponde a augita titanífera, y se presenta como secciones prismáticas subhedrales. La olivina se observa en cristales subhedrales mayormente frescos, ya que sólo escasos individuos registran una ligera alteración a iddingsita. Los minerales opacos se encuentran homogéneamente dispersos. En forma subordinada hay feldespatos alcalinos y analcima. Como mineral accesorio se observa apatita, en conspicuos cristales aciculares. Intersticialmente hay sectores vítreos mayormente desvitrificados a masas feldespáticas y/o a material arcilloso y zeolitas fibrosas.

El cerro Gobernador (Fig. 23), se encuentra 12,5 km al norte del cerro Winche, en el límite oeste de la Hoja y sobre la margen izquierda del arroyo Perdido. Se caracteriza por su pronunciada forma cónica y, a semejanza de los descritos anteriormente, es un cuerpo hipabisal formado por basaltos olivínicos de

color gris oscuro con fractura subconcoidea, que intruye discordantemente a las sedimentitas del Grupo Chubut.

La sierra Chata (Fig. 24), ubicada al sudoeste de la Hoja, es un importante cuerpo dómico teschenítico, que intruye a sedimentitas cretácicas del Grupo Chubut. En la base presenta un fino diaclasamiento irregular producto de las líneas de flujo, que se traduce en un intenso lajamiento, que hacia arriba desaparece gradualmente hasta tomar la forma de una marcada disyunción columnar de sección hexagonal, algo irregular, de 40 a 50 cm de sección. Litológicamente es muy semejante a lo observado en el cerro Bororó; al microscopio se caracteriza por tener una textura porfírica mediana constituida principalmente por tablillas de labradorita englobadas parcialmente en el clinopiroxeno, que definen un arreglo subofítico; la olivina se presenta en cristales subhedrales y como mineral accesorio se observa apatita.

El cerro Winche (Fig. 25) ubicado 3 km al noroeste de la sierra Chata, es un pequeño cuerpo hipabisal básico de color negro, de características semejantes al de la sierra Chata, que intruye también a rocas del Grupo Chubut. La roca que lo compone es un basalto de textura porfírica granosa muy densa, con abundancia de cristales de olivina. Desde el cuerpo central se desprenden en forma radial varios diques con textura afanítica, que forman una aureola de metamorfismo de contacto en las sedimentitas del



Figura 23. Cerro Gobernador, conspicua chimenea volcánica de la Formación El Buitre.



Figura 24. Cuerpo dómico de la sierra Chata, vista desde el puesto de Venero Tolosa.



Figura 25. Vista general del cerro Winche, pequeño cuerpo hipabisal intruido en sedimentitas cretácicas.

Grupo Chubut que los alojan. Los diques tienen una posición subvertical, su potencia varía entre los 0,50 y 1 m, sus rumbos son: NS, N70°O, N40°E y S27°O con corridas pueden llegar a los 3000 metros.

En cuanto al cerro Ponte, ubicado en el sector noroeste de la Hoja, es un domo cuya composición varía entre basaltos alcalinos y teschenitas. Son rocas de colores gris oscuro a negro y textura porfírica y/o granosa fina a mediana respectivamente, en las que se reconocen cristales de plagioclasa, olivina y hornblenda y minerales accesorios como apatita, titanogaugita y abundantes opacos. Intersticialmente pueden presentar zeolitas. En superficie alterada tienen un aspecto moteado. Este cuerpo intruye, aparentemente en discordancia, a sedimentitas del Grupo Chubut y de la Formación Puntudo Chico y está rodeado por una importante orla de asentamientos rotacionales (Fig. 26).

Ambiente tectónico

Diversos estudios geoquímicos y petrológicos realizados sobre rocas de esta unidad son coincidentes en señalar que corresponden a un magmatismo básico vinculado a procesos extensionales. Para Kay *et al.* (1999) la Formación El Buitre se habría emplazado en un ambiente de retroarco sin influencias de un magmatismo de arco; asimismo Ardolino *et al.* (1995) concluyeron en que, desde el punto de vista de la distribución de elementos químicos mayoritarios y minoritarios, estas rocas muestran una tendencia hacia los patrones típicos de basaltos alcalinos vinculados a rifts de intraplaca y que dadas las formas, pequeñas dimensiones y variaciones texturales que presentan, su emplazamiento habría sucedido en niveles corticales altos. Por otra parte el ambiente tectónico de estas volcánicas fue encuadrado por Alric (1996) en un medio de intraplaca donde



Figura 26. Vista hacia el noroeste del cerro Ponte, tomada desde el paraje El Quiosco.

se habrían generado fenómenos extensivos, como resultado del desplazamiento casi paralelo entre placas oceánicas y continentales (Pacífica, Farallón y Sudamericana), dando lugar a un atenuamiento cortical y a un domamiento de la astenósfera, en donde la interacción litósfera-astenósfera habría generado un manto convectivo tipo *plum pudding*, que pudo haber actuado como fuente magmática de los basaltos.

Relaciones estratigráficas

En el área de trabajo esta unidad intruye discordantemente y a veces concordantemente como filónropa o lacolito entre las sedimentitas y/o piroclastitascretácicas asignadas al Grupo Chubut, y también Formación Salamanca del Paleoceno.

Edad

De acuerdo con las relaciones estratigráficas de estas rocas en la comarca estudiada, al intruir a sedimentitas del Grupo Chubut y de la Formación Salamanca se infiere que su edad sería post-paleocena. Sin embargo, observaciones y dataciones radimétricas realizadas sobre rocas similares en numerosas localidades de la Patagonia extraandina, sustentan el criterio generalizado de atribuir a estos cuerpos volcánicos o subvolcánicos alcalinos una edad eocena. Una datación radimétrica (K-Ar, sobre roca total) hecha sobre

una diabasa del cerro Bororó acusó 52 ± 5 Ma (Linares y González, 1990), en coincidencia con numerosas dataciones realizadas sobre rocas provenientes de afloramientos de comarcas vecinas a la Hoja estudiada. Cabe mencionar las dataciones radimétricas K-Ar sobre roca total del cerro El Sombrero (40 ± 5 y 47 ± 5 Ma) y de un dique de la sierra del Guanaco (46 ± 3 Ma), Linares y González, 1990), entre otras enumeradas por Ardolino *et al.* (1995) sobre cuerpos gábricos que afloran al sur de la sierra de Los Chacays, quienes señalaron una importante concentración de edades en el Eoceno. Sobre la base de estos datos, en esta contribución también se atribuye una edad eocena a la Formación El Buitre.

2.2.1.3. Oligoceno

Formación Chiquichan (8)

Basaltos olivínicos y brechas volcánicas

Antecedentes

Los primeros en describir estas rocas fueron Andreis *et al.* (1973) denominándolas como Brechas volcánicas y Basaltos olivínicos. Posteriormente Chebli (1974) las reconoció informalmente como Rocas basálticas y sus escombros. Fue Panza (1979) quién les dio el nombre formal del epígrafe, nominación que siguieron Anselmi *et al.* (2004).

Distribución geográfica

Los afloramientos de esta unidad se restringen a la parte central y más alta del cerro Bororó o Chiquichan.

Litología

Las volcanitas asignadas a esta unidad conforman un cono aportillado, en cuyo alrededor se observa un anillo de acumulaciones de lapilli, bombas y algunos bloques; se observan también brechas volcánicas compuestas por fragmentos angulosos de basaltos alterados y escasos basaltos olivínicos, cuyas relaciones estratigráficas son poco claras. Según Panza (1979), el conjunto de brechas y aglomerados está compuesto por fragmentos de basaltos alterados de hasta 20 cm de diámetro en una matriz arenosa de igual composición y con cemento calcáreo pulverulento y eventualmente celadonita.

El basalto olivínico superior es de color gris negruzco, algo alveolar, con material calcáreo como relleno de amígdalas; a veces está teñido por óxidos de hierro.

Relaciones estratigráficas

Esta unidad intruye a la Formación Salamanca, la que se dispone periclinalmente alrededor del aparato volcánico, e intruye y yace sobre la Formación El Buitre.

Edad

Debido a que la unidad intruye a las sedimentitas asignadas a la transgresión salamanquense (Paleoceno) y a las vulcanitas de la Formación El Buitre (Eoceno), se sugiere, tentativamente, una edad post-Eoceno, posiblemente oligocena.

2.2.2. CUATERNARIO

2.2.2.1. Pleistoceno - Holoceno

Depósitos de cobertura de pedimentos (Niveles I-II-III-IV-) (9-10-11-12)

Gravas y arenas

En el sector centro oriental de la Hoja se han reconocido tres niveles de depósitos de gravas y arenas que cubren a otras tantas superficies de pedimentación. Estos niveles tienen pendiente hacia el este-noreste y confluyen hacia el bajo de la Tierra Colorada, situado aproximadamente unos 75 km al noreste, fuera de la Hoja. Esta depresión constituye

el nivel de base local de la cuenca del arroyo Perdido. Asimismo, se ha reconocido un cuarto nivel que responde a diferentes niveles de base locales, tales como el bajo de Chiquichan y el río Chubut.

La presencia de estos niveles es indicio de las variaciones del nivel de base que sufrió la comarca a lo largo del tiempo.

El Nivel I es topográficamente el más alto y en consecuencia el más antiguo. Tiene una cota promedio de aproximadamente 370 m s.n.m. y un gradiente hacia el este de aproximadamente 3,2 m/kilómetro. Está situado al norte del cerro Bororó y en el centro este de la Hoja, al norte del casco del establecimiento Ríos, y sus depósitos de gravas y arenas cubren sedimentitas pertenecientes a las formaciones Salamanca y Puesto Manuel Arce.

El Nivel II se halla topográficamente más bajo, con una cota promedio de 340 m s.n.m. y un gradiente aproximado de 2,10 m/km hacia el este. Se extiende desde el establecimiento Machinea hacia el este, traspasando los límites de la Hoja; sobre él está la traza de la ruta provincial 40, y sus depósitos cubren esencialmente a las sedimentitas de la Formación Salamanca.

El Nivel III, topográficamente el más bajo de este sector, es en consecuencia el más joven y tiene una cota promedio de 330 m s.n.m. con un gradiente aproximado de 3 m/kilómetro. Este nivel se extiende, en el sector central de la Hoja, desde la estancia El Caramelo hacia el este y cubre en gran parte a las formaciones Salamanca y Puesto Manuel Arce.

El Nivel IV tiene una cota promedio de 310 m s.n.m. y un gradiente variable. Se reconoce en los alrededores de los bajos salinos del centro este de la Hoja y al oeste del cerro Bororó. Sus depósitos cubren a sedimentitas del Miembro Cerro Castaño de la Formación Cerro Barcino.

Litología

Estos niveles están cubiertos principalmente por depósitos de psefitas y/o psamitas poco consolidadas, en las que los clastos tienen una composición variada, de acuerdo a la procedencia. Tienen una superficie esencialmente plana, con variable grado de disección, cubierta en parte por sedimentos eólicos y por una abundante vegetación arbustiva. El espesor de los depósitos es mayor en los niveles más antiguos.

El Nivel I, con un espesor de aproximadamente 4 m en la barda norte del bajo de Chiquichan, se compone mayoritariamente de gravas y arenas formadas por clastos de rocas mesosilíceas, aunque también

se han reconocido otros de riolitas y de cuarzo, con un tamaño promedio de 5 cm, habiéndose medido algunos de hasta 10 cm de diámetro; la matriz es arenosa y el depósito está poco consolidado.

El Nivel II tiene un espesor de 3 m en el establecimiento El Sauce, al noreste de la Hoja, y su composición es similar a la del Nivel I aunque el tamaño de los clastos es menor, con un promedio de 3 centímetros.

El Nivel III en el perfil de la estancia Machinea tiene un espesor de 2 m y su composición es más arenosa, observándose muy escasos clastos tamaño grava provenientes de los niveles más viejos.

El Nivel IV tiene sólo 50 centímetros de espesor, es una delgada carpeta de gravas finas y arenas compuestas esencialmente por clastos de volcanitas mesosilíceas, riolitas y cuarzo, muy poco consolidados.

Edad

La edad estimada para estos niveles es cuaternaria, y se extiende desde el Pleistoceno temprano para el Nivel I hasta el Holoceno para el resto de los niveles.

2.2.2.2. Holoceno

Depósitos de remoción en masa (13)

Bloques, gravas, y arenas

Esta unidad se desarrolla alrededor de las elevaciones constituidas por rocas básicas pertenecientes a la Formación El Buitre, como los cerros Bororó, Gobernador, Ponte y la sierra Chata.

Son depósitos que se originaron por procesos de remoción en masa del tipo de los deslizamientos rotacionales, lo que lleva a la destrucción mecánica de los frentes de mesetas lávicas. Este proceso que se ve facilitado por la naturaleza friable y arcillosa de las litologías subyacentes, sobretodo el caso de la Formación Salamanca. Se caracterizan por estar constituidos por grandes bloques irregulares de basaltos que se mezclan con las sedimentitas y piroclastitas infrayacentes.

Depósitos aluviales (14), Depósitos de barra de canal del arroyo Perdido (14a)

Gravas, arenas, limos y arcillas

Constituyen los depósitos de sedimentos que rellenan los cursos secos de los ríos y arroyos. En la Hoja el más importante es el arroyo Perdido, que

discurre por una extensa planicie aluvial constituida por depósitos en general de granulometría tamaño grava a arena limosa y arcilla. En épocas de deshielo o lluvias estivales, aumenta súbitamente su caudal transportando un volumen considerable de sedimentos, particularmente limos y arenas, que se depositan en barras longitudinales que llegan a formar islas de cauce o *point bars* en las márgenes de acreción de los meandros. Éstas últimas, en virtud de su gran tamaño, si bien son dinámicas y modifican su forma y posición en función del régimen hídrico del río, fueron diferenciadas en el mapa como depósitos de barra de canal en el arroyo Perdido.

Depósitos coluviales (15)

Arcillas, limos, arenas medianas a gruesas

Depósitos de esta naturaleza se encuentran principalmente en los faldeos que marginan los diferentes niveles mesetiformes y las depresiones que se ubican en el centro este de la Hoja. Están constituidos por sedimentos provenientes de todas las unidades geológicas, y en consecuencia es variada la naturaleza de los componentes. La granulometría va de grava y arena gruesa hasta limo y arcilla, predominando esta última fracción en el sector distal de los depósitos.

Depósitos de bajos y salinas (16)

Limos salinos, evaporitas

Estos depósitos están ubicados en general en áreas deprimidas, que constituyen cuencas sin salida. Las más importantes son las situadas en el centro este de la Hoja. Están constituidos por delgadas capas de limos salinos que alternan con evaporitas, cuyo principal componente es el cloruro de sodio, con vestigios de carbonatos de potasio y calcio y de cloruro de magnesio.

Depósitos eólicos (17)

Arenas finas

Depósitos de esta naturaleza se reconocen dentro de la Hoja principalmente en las márgenes del arroyo Perdido y sus principales afluentes. En el puesto de Porfirio Tolosa, al noroeste de la Hoja, hay potentes depósitos de arena fina que conforman dunas y montículos sin forma definida, que migran activamente al punto de sepultar las instalaciones de ese establecimiento, y cubriendo en parte a los depósitos aluviales de los arroyos. También es común

observar depósitos eólicos que cubren parcialmente a la Formación Salamanca entre el cerro Bororó y la estancia El Caramelo, donde conforman montones de arena de escasa potencia al reparo de la vegetación arbustiva.

3. ESTRUCTURA

El área cubierta por la Hoja se caracteriza, desde el punto de vista estructural, por tener un estilo simple.

La cobertura sedimentaria mesozoica, que se extiende por la totalidad de la Hoja, muestra una deformación puesta de manifiesto por pliegues muy suaves, cuyos flancos no superan los 5° de inclinación.

El rasgo estructural más conspicuo es el anticlinal del bajo de Chiquichan, situado en el sector sudoriental, que afecta a sedimentitas de las formaciones Cerro Barcino, Puesto Manuel Arce y Salamanca. Su eje tiene un rumbo N80°O y buza ligeramente

hacia el oeste; los flancos, casi imperceptibles en el campo, son muy tendidos con un ángulo que no llega a los 5°.

En el sector occidental de la Hoja se reconocen pequeños pliegues que afectan principalmente a los miembros Cerro Castaño y Las Plumas de la Formación Cerro Barcino. En general están orientados en sentido noroeste, con leve buzamiento de los ejes indistintamente al NO y SE, y suelen estar asociados a pequeñas fracturas tensionales.

En el centro norte de la Hoja, al norte del arroyo Perdido y del establecimiento La Martita, se observa un sistema de fallas inversas, que afectan al Miembro Las Plumas y a la Formación Puntudo Chico, con rumbos que varían entre los N30°O y N60°O. Localmente llegan a invertir la secuencia estratigráfica, montando el Miembro Las Plumas sobre la Formación Puntudo Chico, como se observa sobre el camino que conduce desde el puente sobre el arroyo Perdido hasta el paraje El Quiosco (Fig. 27). En este último paraje hay una gran planicie estructural labrada sobre el miembro Las Plumas y la Formación

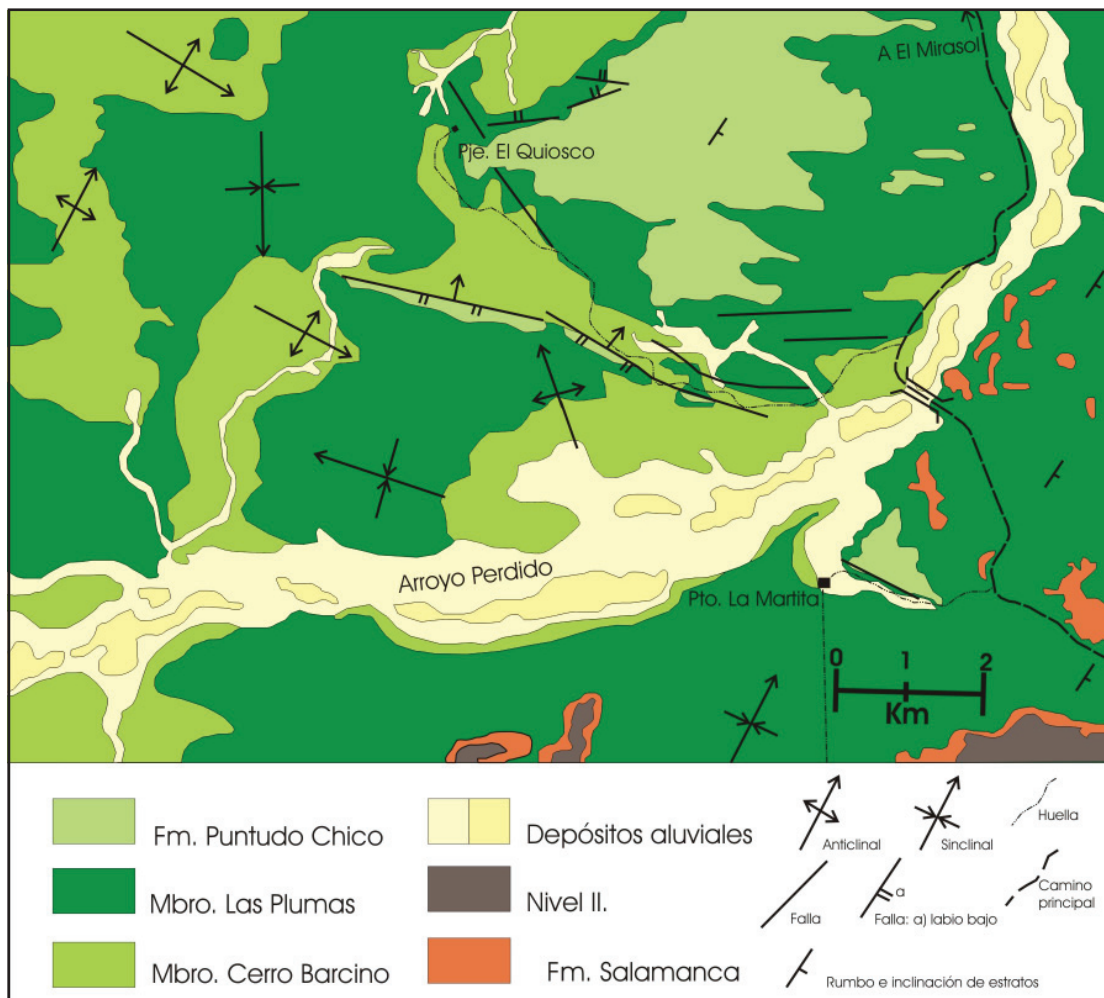


Figura 27. Detalle de la estructura en el paraje El Quiosco, al norte del arroyo Perdido.

Puntudo Chico, en la que se observa, sobre las bardas que la limitan por el norte, la presencia de pequeñas fallas normales de escaso rechazo, con rumbos que varían entre N85°E y N110°E (Fig. 28).

En el sector noreste de la Hoja se observa cómo el Miembro Las Plumas de la Formación Cerro Barcino tiene un buzamiento regional de pocos grados ($<5^\circ$) hacia el este, pasando a ser cubierto, al este del arroyo Perdido, por la Formación Puesto Manuel Arce, que se acomoda a un paleorelieve preexistente labrado sobre ese miembro. En este sector, como en el resto de la Hoja, se observan pliegues de pequeña escala de características similares a los descriptos para el oeste de la comarca.

Evolución Tectónica

La evolución tectónica de la comarca puede reconstruirse a partir de las riolitas de la Formación Marifil que afloran al noroeste de la Hoja, las que son producto de un ambiente extensional con anatexis cortical coincidente con la etapa inicial de *pre-rifting* que provocó el adelgazamiento de la corteza litosférica durante el Triásico y Jurásico, al iniciarse el desmembramiento del supercontinente de Gondwana.

Hacia el Jurásico superior, nuevos esfuerzos tensionales produjeron la fracturación, reactivación y consiguiente subsidencia del basamento de la comarca, generándose una estructura de hemigrábenes que regularon la depositación del Grupo Chubut durante el Cretácico, mediando discordancia sobre la Formación Marifil.

A fines del Cretácico (Campaniano), como consecuencia de los movimientos Patagonídicos, la comarca estuvo sometida a esfuerzos compresivos, que elevaron al Grupo Chubut generándose una superficie de erosión representada por la discordancia regional existente entre la Formación Cerro Barcino (Grupo Chubut) y la Formación Puesto Manuel Arce. Esta última unidad se depositó en un suave paleorelieve labrado sobre la Formación Cerro Barcino, con un importante aporte piroclástico simultáneo. A continuación continuó la subsidencia de la cuenca, completándose su relleno con la depositación, en el rincón nordeste de la Hoja, de las sedimentitas fluviales de la Formación Puntudo Chico y las marinas de la Formación La Colonia. Esta última aflora al norte, fuera de los límites de la Hoja, y es el producto de la ingresión marina de la cuenca del Colorado que tuvo lugar entre el Campaniano y el Maastrichtiano.

Durante el Paleógeno en la comarca hubo un período de movimientos oscilatorios, coincidentes con el inicio del ciclo Ándico, que se tradujeron en un evento transgresivo regresivo que se inició con la ingresión marina daniana, proveniente desde el sur; está representada por la Formación Salamanca y la regresión se produjo a fines del Paleoceno.

A partir del Paleoceno superior se inició un período de convergencia más activa entre las placas de Nazca y Sudamericana, que se tradujo, durante el Eoceno, en la intrusión de cuerpos alcalinos y la extrusión de basaltos olivínicos correspondientes a la Formación El Buitre.

Durante el Pleistoceno hubo períodos de agradación y posterior erosión, cuyo reflejo son los



Figura 28. Juego de fallas normales observadas en el paraje El Quiosco.

diferentes niveles de pedimentación reconocidos y sus depósitos asociados, que son indicio de las variaciones del nivel de base de la región. Finalmente y hasta el presente, se reconocen procesos erosivos, eólicos y de remoción en masa, que afectan a las diferentes unidades aflorantes en la comarca.

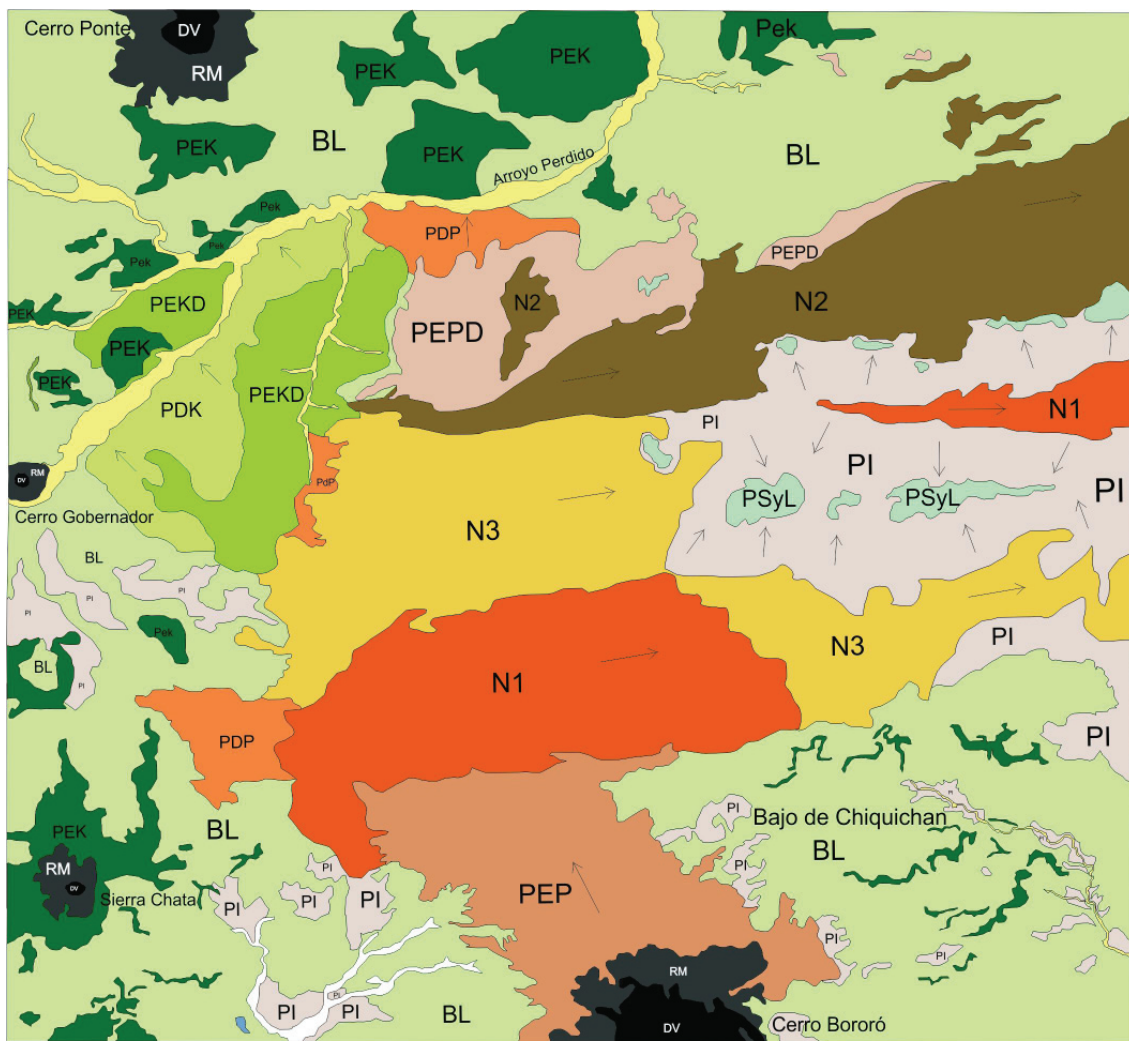
4. GEOMORFOLOGÍA

Los rasgos geomorfológicos del área cubierta por la Hoja Bajo Chiquichan son el producto de la acción modeladora hídrica, conjuntamente con la

actividad volcánica, los procesos de remoción en masa y la acción eólica en forma subordinada. En la figura 29 se han representado esquemáticamente las principales geformas reconocidas dentro de la Hoja.

La presencia de cuatro superficies de pedimentación es indicadora del carácter policíclico del paisaje, donde las características litológicas de cada unidad, así como sus rasgos tectónicos, tienen una marcada influencia en el modelado.

El arroyo Perdido es un curso fluvial de carácter temporario que atraviesa la Hoja por el sector noroeste. Se caracteriza por una amplia planicie aluvial, esencialmente arenosa, lo que facilita la de-



- | | | | | | |
|---|------|--|----|------|---|
| 1 | N1 | Nivel de agradación I sobre sedimentitas paleógenas | 9 | RM | Asentamientos rotacionales (remoción en masa) |
| 2 | N2 | Nivel de agradación II sobre sedimentitas paleógenas | 10 | BL | Área de huayquerías ("Bad Lands") |
| 3 | N3 | Nivel de agradación III sobre sedimentitas paleógenas | 11 | PDK | Pedimentos sobre sedimentitas cretácicas |
| 4 | PEK | Planicie estructural en sedimentitas cretácicas levemente plegadas | 12 | PDP | Pedimentos sobre sedimentitas paleógenas |
| 5 | PEKD | Planicie estructural disectada en sedimentitas cretácicas levemente plegadas | 13 | PI | Pedimentos indiferenciados |
| 6 | PEP | Planicie estructural en sedimentitas paleógenas | 14 | PSyL | Playa salina y lagunas efímeras |
| 7 | PEPD | Planicie estructural disectada en sedimentitas paleógenas | 15 | PAL | Planicie aluvial de arroyos y ríos transitorios |
| 8 | DV | Domo volcánico | | | |

Figura 29. Esquema geomorfológico de la Hoja 4369-30, Bajo Chiquichan.

flación de los sedimentos que se acumulan sobre las márgenes y terrazas del arroyo en todo su recorrido, favoreciendo el desarrollo de campos de dunas sin forma definida. El mejor ejemplo de este fenómeno se observa en el puesto de Porfilio Tolosa, al noroeste de la Hoja (Fig. 30).

Se han reconocido cuatro antiguos niveles netos de pedimentación, cubiertos por una delgada capa de grava no funcional, por lo que se los denomina también, pedimentos encubiertos o cancelados. Se desarrollaron principalmente sobre las sedimentitas paleógenas.

El nivel de pedimentación más antiguo (N1) tiene su mayor desarrollo en el área central, al norte de cerro Bororó, y en menor escala al noreste; tiene una pendiente hacia el este con una cota promedio de 370 m s.n.m. y un gradiente de 3,2 m/kilómetro. El segundo nivel (N2) se extiende entre el primero y el curso del arroyo Perdido, a una cota promedio de 340 m s.n.m. y con gradiente de 2,10 m/km hacia el este. El tercer nivel (N3) se desarrolla entre ambos extendiéndose al este en una cota promedio de 330 m s.n.m. con un gradiente de 3 m/kilómetro. El cuarto nivel de pedimentación (N4) se reconoce en el centro este de la Hoja, tiene pendiente hacia las

lagunas y salitrales (PSL) sin salida allí presentes, también se ha reconocido en el bajo de Chiquichan y entre el cerro Bororó y la sierra Chata. Asimismo, se han observado niveles modernos de pedimentación activos labrados sobre sedimentitas cretácicas (PDK) y paleógenas (PDP), que en general tienen pendiente hacia el arroyo Perdido. La evolución de estos pedimentos, por erosión retrocedente, contribuye a la destrucción de los diferentes niveles pre-existentes.

Las planicies estructurales representan uno de los rasgos geomórficos más representativos de la comarca. Están parcialmente disectadas o arrasadas y se desarrollan principalmente sobre sedimentitas cretácicas (PEK) y paleógenas (PEP) a favor de bancos duros, casi siempre de conglomerados y/o areniscas gruesas cementadas. Las planicies estructurales correspondientes a las sedimentitas cretácicas del Miembro Las Plumas de la Formación Cerro Barcino (PEK), tienen su mayor desarrollo en los alrededores de la sierra Chata, y al sur y al este del cerro Ponte (Fig. 31). Las que se formaron sobre sedimentitas paleógenas (Formación Salamanca) (PEP) se extienden principalmente al norte del cerro Bororó. Son superficies amesetadas, en algunos casos ligeramente plegadas, en esos casos



Figura 30. Dunas móviles en el puesto Porfirio Tolosa cercano al arroyo Perdido.

se pueden observar suaves cuevas homoclinales en los flancos de los pliegues. En aquellos lugares en donde los bancos tienen menos competencia, estas planicies se presentan parcialmente disectadas por incipientes cursos fluviales, situación que se da principalmente en el sector la estancia Machinea, al sur del arroyo Perdido, tanto en las sedimentitas cretácicas (PEKD), como en las paleógenas (PEPD).

El bajo Chiquichan (Fig. 32) al sureste de la Hoja, se desarrolló sobre un anticlinal de flancos levemente inclinados que ha sido desventrado esencialmente por la erosión hídrica, complementada en gran medida con deflación eólica, lo que dio lugar a una importante depresión. Aquí, al igual que en el área comprendida entre la sierra Chata y el cerro Bororó, se da un caso particular de inversión de relieve donde los conglomerados fluviales cretácicos correspondientes al Miembro Las Plumas coronan mesillas elongadas y sinuosas, que conservan la geometría y la traza de los antiguos canales. Estos paleocauces están rodeados por un paisaje dominado por sedimentitas muy finas, con escasa o nula vegetación, en las que se desarrolló una densa y fina

red de avenamiento con segmentos cortos, bordes escarpados e interfluvios estrechos que favoreció la formación de un paisaje de *bad lands* o mal país (Fig. 33). Este último tipo de paisaje tiene también amplia distribución en el resto de la Hoja, principalmente en la mitad occidental y norte, en coincidencia con los afloramientos del Miembro Cerro Castaño de la Formación Cerro Barcino y de la Formación Puesto Manuel Arce.

El cerro Bororó (véase figura 22), situado al sur de la Hoja, constituye un particular ejemplo de paisaje estructural lávico. Se trata de un domo (DV) que se emplazó formando un gran cuerpo tipo lacolito entre sedimentitas cretácicas y paleógenas. En la parte superior del cuerpo se ha preservado de la posterior erosión un pequeño remanente de la Formación Salamanca. Sobre el domo se sobreimpuso un cono piroclástico aportillado, en cuyo alrededor se observan un anillo de acumulaciones de lapilli, bombas y algunos bloques, referidos a la Formación Chiquichan.

Otros cuerpos de similares características son la sierra Chata (véase figura 24) y el cerro Ponte (véase



Figura 31. Vista desde el cerro Bororó al noroeste de las planicies estructurales que se desarrollan en rocas cretácicas aflorantes entre éste y el cerro Gobernador que se observa en el último plano.

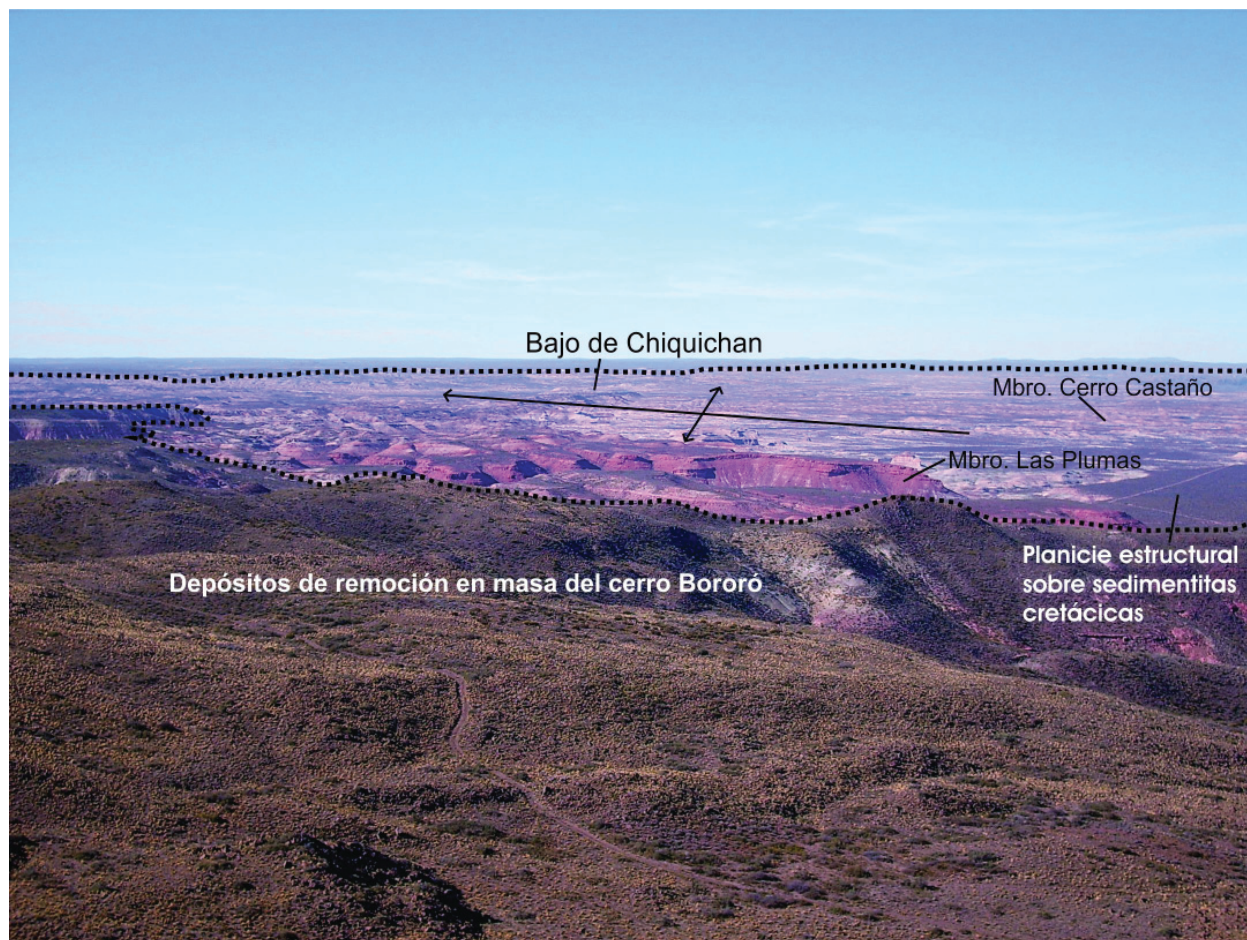


Figura 32. Vista panorámica del bajo de Chiquichan desde el cerro Bororó hacia el noreste.



Figura 33. Paisaje de *bad lands* o mal país labrado en las piroclastitas de la Formación Puesto Manuel Arce en el bajo de Chiquichan.

figura 26). El primero se ubica al este de la Hoja e intruye a sedimentitas cretácicas del Grupo Chubut. Está constituido por rocas básicas alcalinas que tienen en la base un fino diaclasamiento irregular que se traduce en un intenso lajamiento que hacia arriba desaparece y adquiere la forma de una marcada disyunción columnar de sección hexagonal, algo irregular, con columnas de 40 a 50 cm de lado (Fig. 34).

El cerro Ponte se ubica el límite noroeste de la Hoja; al igual que la sierra Chata intruye a sedimentitas del Grupo Chubut, formando un notable domo que a diferencia del anterior no presenta disyunción columnar.

Alrededor de estos cerros se observan procesos de remoción en masa de tipo rotacional (RM), que se ven facilitados por la naturaleza fundamentalmente



Figura 34. Disyunción columnar de las rocas básicas de la Formación El Buitre en sierra Chata.

arcillosa de la litología subyacente. Este proceso da lugar a un paisaje de pequeñas lomadas irregulares y depresiones que se extienden en una faja de ancho variable al pie de la escarpa de erosión que rodea los cerros, en donde bloques de basalto alcalino se mezclan con las sedimentitas friables subyacentes, dando en ocasiones un paisaje del tipo *bad lands*.

También forman parte de este paisaje los cerros aislados Winche, con sus diques asociados y el cerro Gobernador, ubicados sobre el límite occidental de la Hoja. Se trata de pequeños domos volcánicos hipabissales compuestos por basaltos alcalinos, que intruyen a sedimentitas del Grupo Chubut y sobresalen en forma de chimenea o chihuío, reconociéndose por su forma aguda, su color negro y su diaclasamiento predominantemente vertical. Del cerro Winche se desprenden radialmente en todas direcciones cinco diques de escasa potencia.

5. HISTORIA GEOLÓGICA

La historia geológica del área cubierta por la Hoja puede reconstruirse a partir del Triásico superior-Jurásico inferior con el comienzo de la apertura

del océano Atlántico, instalándose en consecuencia un régimen extensivo que generó un atenuamiento cortical que dio lugar al desarrollo del gran plateau ignimbrítico riolítico de intraplaca de la Formación Marifil. Esta unidad aflora en la mitad oriental de las provincias de Río Negro y del Chubut y en la Hoja sólo conforma asomos aislados en el sector noroccidental. Asimismo, en el margen occidental del continente comenzó el proceso de subducción que dio lugar a un arco volcánico compuesto esencialmente por lavas e ignimbritas predominantemente mesosilícicas del Grupo Lonco Trapial (Jurásico medio), que si bien no aflora en el área de la Hoja, sí lo hace pocos kilómetros al oeste (Anselmi *et al.*, 2004). Con la fase Araucánica acaecida en el Kimmeridgiano se impuso un nuevo régimen tensional, que fracturó y reactivó estructuras antiguas del basamento y dio lugar a la etapa de subsidencia térmica de una cuenca de hemigraben y a la sedimentación continental del Grupo Chubut, junto con una importante participación piroclástica proveniente de un vulcanismo, activo, situado más al oeste. Para finales del Cretácico, con la Fase Principal de los Movimientos Patagónicos, la región estuvo sometida a esfuerzos compresivos que reactivaron a las fracturas del basamento preexistente, ocasionando suaves pliegues y flexuras en la cobertura cretácica sedimentaria. En las nuevas depresiones originadas se depositaron, durante el Campaniano hasta el Daniano, las sedimentitas fluviales de la Formación Puntudo Chico y las epiclastitas basales de origen lacustre de la Formación La Colonia. Esta última aflora pocos kilómetros al norte de la Hoja en el faldeo del Cerro Ponte, cubierta por derrubios de basalto, y evoluciona hacia un ambiente marino marginal cuya ingesión provino desde el norte, de la cuenca del Colorado.

A inicios del Paleógeno, en el Daniano superior, se produjo otra ingesión marina atlántica pero proveniente de la cuenca del Golfo San Jorge, situada al sur, que dio origen a los depósitos de la Formación Salamanca. Ambas ingresiones representarían episodios de un alto nivel del mar en un margen continental pasivo (Ramos, 1999). En el Paleoceno superior el mar salamanqueano se retiró, instalándose un ambiente terrestre fluvial cuyo registro corresponde a la Formación Río Chico, que aflora en el flanco sur del cerro Bororó, ya fuera de la Hoja.

Principalmente durante el Eoceno y posiblemente vinculados con la Fase Mapúchica (González Díaz, 1979) del ciclo Ándico, actuaron esfuerzos extensivos que posiblemente pudieron haber reac-

tivado fracturas preexistentes, facilitando el emplazamiento de los cuerpos intrusivos y extrusivos de carácter alcalino que constituyen la Formación El Buitre. El ambiente tectónico de estas volcanitas ha sido encuadrado por Alric (1996) en un medio de intraplaca, donde se habrían generado fenómenos extensivos, como resultado del desplazamiento casi paralelo entre placas oceánica y continental (Pacífica-Farellón-Sudamericana), dando lugar a un atenuamiento cortical y un domamiento de la astenósfera, en donde la interacción litósfera-astenósfera habría generado un manto convectivo tipo *plum pudding*, que pudo haber actuado como fuente magmática de los basaltos. Sobre estas volcanitas, en el cerro Bororó, hay registros de un basalto olivínico denominado Formación Chiquichan que representó un episodio básico posiblemente oligoceno.

Hacia fines del Neógeno y durante el Pleistoceno hubo movimientos diferenciales en los Andes patagónicos, que se reflejaron generando etapas de erosión y sedimentación que conformaron los distintos niveles de pedimentación que se registran en la zona.

El Holoceno se caracteriza por procesos de remoción en masa, niveles de pedimentación recientes, depósitos de bajos y fluviales.

6. RECURSOS MINERALES

En el área cubierta por la Hoja Mirasol no hay antecedentes de explotación minera. La Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), durante la década del 70 al 80 del siglo pasado, realizó en la franja central de la provincia del Chubut una intensa prospección radimétrica – magnetométrica aérea. De estos estudios surgieron para el ámbito Hoja Bajo Chiquichan, numerosas anomalías de uranio en las sedimentitas cretácicas y paleógenas de las formaciones Puesto Manuel Arce y Salamanca, respectivamente. Por esta razón, el Estado Nacional a través de la misma institución está realizando tareas de prospección y exploración en cercanías del establecimiento El Sauce (43°20'55,7"S/67°38'57,5"O), 10 km al noroeste de la intersección de las rutas provinciales 40 y 51, para evaluar su factibilidad económica (Gastón *et al.*, 2014). Asimismo, numerosas empresas privadas poseen también áreas de prospección, en las que no se registran actualmente trabajos de exploración.

El modelo de depósito más factible de encontrar es el de uranio en areniscas. Estos depósitos ocurren

en general a lo largo de la base de paleocanales enterrados y son de origen epigenético, pero la relación entre sedimentación y mineralización es motivo de controversia. En general se acepta que estas anomalías estarían vinculadas a aguas circulantes ricas en sales de minerales de uranio, lixiviadas a partir de tobas fértiles en ese elemento. La precipitación de las sales se produciría en ambientes favorables, con presencia de materia orgánica o bancos arcilloso carbonosos en un medio reductor. Asimismo, es probable que el volcanismo paleógeno reconocido en el área haya actuado como catalizador de este proceso, calentando las aguas subterráneas y enriqueciéndolas con CO₂, facilitando así la lixiviación de uranio presente en las tobas o cuerpos mineralizados ocultos (Antonietti *et al.*, 1984). Las leyes de este tipo de manifestaciones van desde 0,1 a 1% U₃O₈ o aún más, y conforman bolsonadas irregulares o mantiformes, de hasta 100 m de ancho y pocos metros de espesor.

Los indicios anómalos de uranio reconocidos fueron en la sección inferior de las formaciones Puntudo Chico y Salamanca, ambas compuestas por areniscas cuarzosas amarillentas, bien seleccionadas, con buena porosidad y permeabilidad, caracterizadas por una conspicua estratificación cruzada en artesa. Estas areniscas son portadoras de abundantes troncos fosilizados, que actuaron como fijadores de las sales de uranio. Este tipo de anomalías son muy puntuales, ya que se limitan únicamente a los troncos y suelen presentar valores superiores a las 5000 cps, y en general no se extienden a las sedimentitas que los contienen. Así, la explotación del recurso resulta económicamente inviable, a lo cual se agrega su alto valor como patrimonio paleontológico.

7. SITIOS DE INTERÉS GEOLÓGICO

Barrio Chino

Sobre el camino que conduce a la Aldea El Mirasol desde la ruta nacional 25, unos 1000 m antes del puente que cruza el arroyo Perdido, se reconoce un sinnúmero de geoformas de erosión labradas sobre sedimentitas del Miembro Las Plumas de la Formación Cerro Barcino y de la Formación Salamanca. Estas geoformas están caracterizadas por columnas fungiformes, estrechas galerías, cuevas, cornisas y aleros, que son producto de la lenta disolución de la roca por infiltración de aguas superficiales a través de fisuras. Este proceso está complementado por la acción eólica, que genera la deflación del material

suelto y la abrasión diferencial de las rocas generando orificios, alvéolos y acanaladuras. El conjunto asemeja un caserío de casas chinas, de ahí su nombre. (Véase figura 12)

La Rinconada

Es una profunda quebrada ubicada en el sector suroriental del cerro Bororó, en la que se observa una completa exposición de los miembros cerro Castaño y Las Plumas de la Formación Cerro Barcino y de las formaciones Puesto Manuel Arce y Salamanca. Se destaca por su abigarrado colorido, predominando los colores rojizos, ocres y castaños. (Véase figura 3).

Cerrito Winche

Es un pequeño chihuído, ubicado en el sector suroccidental de la Hoja, que intruye a sedimentitas de la Formación Cerro Barcino del Grupo Chubut. Está

compuesto por un basalto negro de textura porfírica granosa muy densa, con abundancia de cristales de olivina. Desde el cuerpo central se desprenden radialmente cinco diques. (Véase figura 25)

Anticlinal del bajo de Chiquichan

Está ubicado en el sector sureste de la Hoja, afecta a sedimentitas de las formaciones Cerro Barcino, Puesto Manuel Arce y Salamanca. Es un anticlinal de flancos levemente inclinados que ha sido desventrado esencialmente por la erosión hídrica, complementada en gran medida con deflación eólica, lo que dio lugar a una importante depresión. En su interior se da un caso particular de inversión de relieve donde los conglomerados fluviales cretácicos correspondientes al Miembro Las Plumas coronan mesillas elongadas y sinuosas, que conservan la geometría y la traza de los antiguos canales fluviales. (Véase figura 32)

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Alric, V.I., 1996. Los basaltos portadores de xenolitos aflorantes en las localidades Paso de Indios y Cerro Cóndor, Departamento de Paso de Indios, provincia del Chubut. Tesis doctoral, inédita. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Comodoro Rivadavia.
- Ameghino, C., 1890. Exploraciones geológicas en la Patagonia. Boletín Instituto Geográfico Argentino, 11. Buenos Aires.
- Ameghino, F., 1889. Contribución al conocimiento de los mamíferos fósiles de la República Argentina. Academia Nacional de Ciencias de Córdoba. Actas 6, 1028pp.
- Andreis, R.R., 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.R., Mazzoni, M.M., Spalletti, L.A., 1973. Geología y sedimentología del Cerro Bororó (Provincia de Chubut). 5º Congreso Geológico Argentino. Actas 3: 21-55.
- Andreis, R.R., Mazzoni, M.M., Spalletti, L.A., 1975. Estudio estratigráfico y paleoambiental de las sedimentitas terciarias entre Pico Salamanca y Bahía Bustamante, provincia de Chubut, República Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina 30 (1): 85-103.
- Anselmi, G., Gamba, M. T., Panza, J. L., 2004. Hoja Geológica 4369-IV, Los Altares. Provincia del Chubut. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín 313:1- 98, Buenos Aires.
- Antonietti, C., Gorustovich, S., Valdeviezo, A., Saucedo, P., 1984. Geología y metalogénesis de los depósitos uraníferos de la Argentina. Parte 1: Acumulaciones con control sedimentario. En actas de una reunión de un grupo de trabajo en San Luis, Argentina: 49-86. Organismo Internacional de Energía Atómica, Viena.
- Archangelsky, S., 1973. Palinología del Paleoceno de Chubut. I. Descripción sistemáticas. Ameghiniana, 10 (4): 339-399, Buenos Aires.
- Archangelsky, S., 1976. Palinología del Paleoceno de Chubut II. Diagramas polínicos. Ameghiniana, 13 (1): 43-55, Buenos Aires.
- Archangelsky, S., Petriella, B., Romero, E., 1969. Nota sobre el bosque petrificado del Cerro Bororó (Terciario Inferior), Provincia de Chubut. Ameghiniana, 6 (2): 119-126, Buenos Aires.
- Archangelsky, S., Zamaloa, M.D.C., 1986. Nuevas descripciones palinológicas de las formaciones Salamanca y Bororó, Paleoceno de Chubut (República Argentina). Ameghiniana, 23 (1-2): 35-46, Buenos Aires.
- Ardolino, A., Franchi, M., 1993. El vulcanismo cenozoico de la Meseta de Somún Curá – Provincias de Río Negro y Chubut. 12º Congreso Geológico Argentino, Actas 4: 225-235.
- Ardolino, A., González, P.D., 1996. Marco Geológico de la zona de Bajada Moreno, provincia del Chubut. Servicio Geológico Minero Argentino, Informe inédito N° 3075: 6 pp.
- Ardolino, A., Busteros, A., Cucchi, R., Franchi, M., Lema, H., Remesal, E., 1995. Cuerpos alcalinos básicos paleógenos del sur de Somún Curá (Argentina) y su marco estratigráfico. Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial N° 3: 7-22. Buenos Aires.
- Bertels, A. 1973. Bioestratigrafía del Cerro Bororó, Provincia de Chubut, República Argentina. Actas V Congreso Geológico Argentino, (3): 71-90. Carlos Paz.
- Brea, M., Matheos, S.D., Raigemborn, M.S., Iglesias, A., Zucol, A.F., Prámparo, M., 2007. Aspectos paleoecológicos y paleoambientales del bosque petrificado Ameghino (Daniano), Chubut, Argentina. 4º European Meeting on the Palaeontology and Stratigraphy of Latin America. En: E. Díaz- Martínez e I. Rábano (eds.), Tres Cantos, Madrid, España. Cuadernos del Museo Geominero, (8): 45-50. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.
- Chebli, G.A., 1973. Geología y estratigrafía de la región central del Chubut, al sur del río homónimo, entre sierra de Cañadón Grande, sierra Cuadrada, sierra del Guanaco e inmediaciones de la sierra Negra, Departamento Paso de Indios, provincia del Chubut, Argentina. Tesis doctoral (inédita): 89 pp., Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.
- Chebli, G.A., 1974. Levantamiento geológico zona entre el meridiano de 67ºO, Gran Laguna Salada, Meseta del Curioso, Sierra Negra, Cerro Bororó y alrededores de Las Plumas (Departamento Mártires). Yacimientos Petrolíferos Fiscales, (inédito), 43 pp. Buenos Aires.
- Chebli, G.A., Sciutto, J.C., 1977. Levantamiento geológico de la zona comprendida entre sierra y meseta Cuadrada, Garayalde y curso inferior del río Chico (Dptos. Paso de Indios, Mártires, Escalante y Florentino Ameghino, prov. del Chubut). Yacimientos Petrolíferos Fiscales, (inédito), 60 pp. Buenos Aires.
- Chebli, G.A., Serraiotto, A.A., 1974. Nuevas localidades del paleoceno marino en la región central de la provincia del Chubut. Revista de la Asociación Geológica Argentina 29 (3): 311-318.
- Chebli, G.A., Nakayama, C., Sciutto, J.C., Serraiotto, A.A., 1976. Estratigrafía del Grupo Chubut en la región central de la provincia homónima. 6º Jornadas Geológicas Argentinas, Actas 1: 375-392.

- Cladera, G., Limarino, C.O., Alonso, M.S., Rauth, O., 2004. Controles estratigráficos en la preservación de restos de vertebrados en la Formación Cerro Barcino (Cenomaniano), Provincia del Chubut. *Revista de Asociación Argentina de Sedimentología*, 11(2):39-55.
- Codignotto, J., Nullo, F., Panza, J., Proserpio, C., 1979. Estratigrafía del Grupo Chubut entre Paso de Indios y Las Plumas, provincia del Chubut, Argentina. *Actas 7° Congreso Geológico Argentino*, 1: 471-480. Buenos Aires.
- Cortés, J.M., 1988. Descripción Geológica de la Hoja 46d "Meseta del Canquel" (escala 1:200.000), provincia del Chubut. Tesis doctoral (inédita): 179pp. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.
- Díaz, H.A., 1951. Reconocimiento geológico de la región al oeste del meridiano 68°, limitada por sierra Cuadrada, sierra Nevada, Lago Colhue Huapi y borde noroccidental de la Pampa del Castillo. *Yacimientos Petrolíferos Fiscales*, (inédito), 61 pp. Buenos Aires.
- Doering, A., 1882. Geología. En informe oficial de la Comisión Científica agregada al estado mayor general de la Expedición al río Negro (Patagonia) realizada en los meses de Abril, Mayo y Junio de 1879, bajo las órdenes del General Julio A. Roca. III parte. Buenos Aires.
- Feruglio, E., 1949-1950. Descripción geológica de la Patagonia. Dirección General de Yacimientos Petrolíferos Fiscales, 1, 2, 3. Buenos Aires.
- Flores, M.A., 1956 y 1957. Perfiles en el Chubutiano y observaciones geológicas en la partecentral y norte del Chubut. *Yacimientos Petrolíferos Fiscales*, (inédito, en dos partes). Buenos Aires.
- Foix, N., Allard, J.O., Paredes, J.M., Giacosa, R.E., 2012. Fluvial styles, paleohidrology and modern analogues of an exhumed, Cretaceous fluvial system: Cerro Barcino Formation, Cañadón Asfalto Basin, Argentina. *Cretaceous Research* (34): 298-307.
- Franchi, M., Haller, M., Lapido, O., Page, R., Pesce A., 1975. Geología de la región nororiental de la provincia del Chubut, República Argentina. 2° Congreso Iberoamericano de Geología Económica, *Actas* 4: 125-139.
- Gastón, L., Vázquez, V., Páez, M., 2014. Interpretación estratigráfica del subsuelo del área El Mirasol, provincia del Chubut. 19° Congreso Geológico Argentino, S9. Córdoba.
- González, P., Ardolino, A., 1996. Geología de la Formación La Colonia en el área de su localidad tipo (Sierra de La Colonia), provincia del Chubut. *Servicio Geológico Minero Argentino, Informe inédito N° 3082*: 13 pp. Buenos Aires.
- González Díaz, E.F., 1979. La edad de la Formación Ventana en el área al norte y al oeste del lago Nahuel Huapí. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 34(2): 113-124. Buenos Aires.
- Ihering, H.V., 1903. Les Mollusques des Terrains Crétaciques supérieurs de l'Argentine orientale. *Anales Museo Nacional Buenos Aires, Serie 3, Tomo 2*: 193-229. Buenos Aires.
- Jourdan F., Féraud, G., Bertrand, H., Kampunzu, A.B., Tshoso, G., Atkeys, M.K., Le Gall, B., 2005. Karoo large igneous province: Brevity, origin, and relation to mass extinction questioned by new $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age data. *Geology*, 33: 745-748.
- Kay M. S., Ardolino, A.A., Franchi, M., Ramos, V.A., 1993. El origen de la meseta volcánica de Somuncurá: distribución geoquímica de sus rocas volcánicas máficas. *Actas 12° Congreso Geológico Argentino* (4): 236-248.
- Lapido, O.R., Page, R.F.N., 1978. Relaciones estratigráficas y estructura de Bajo de la Tierra Colorada, prov. del Chubut. *Actas 7° Congreso Geológico Argentino*, (1): 299-313.
- Lema, H., Cortés, J.M., 1987. El vulcanismo eoceno del flanco oriental de la meseta del Canquel, Chubut, Argentina. *Actas 10° Congreso Geológico Argentino*, (4): 188-191. Buenos Aires.
- Lesta, P.J., 1968. Estratigrafía de la cuenca del golfo San Jorge. *Actas 3ras Jornadas Geológicas Argentinas*, 1: 251-289. Buenos Aires.
- Lesta, P., Ferello, R., 1972. Región extraandina de Chubut y norte de Santa Cruz. En *Geología Regional Argentina*, A.F. Leanza (Ed.): Academia Nacional de Ciencias de Córdoba: 601-653.
- Linares, E., González, R.R., 1990. Catálogo de edades radiométricas de la República Argentina 1957-1987. *Asociación Geológica Argentina, Publicación Especial, Serie B (Didáctica y Complementaria)*, N° 19: 628p.
- Lizuaín, A., Silva Nieto, D., Páez, M., 2008. Estratigrafía del Paleógeno en el cerro Bororó. Chubut, Argentina. *Actas del 17° Congreso Geológico Argentino*; 853-854. San Salvador de Jujuy.
- Malumián, N., 1999. La sedimentación y el vulcanismo terciarios en la Patagonia extraandina. En *Geología Argentina*, Instituto de Geología y Recursos Minerales. *Anales* 29 (18):557-612. Buenos Aires.
- Malvicini, L., Llambías, E., 1974a. Geología y génesis del depósito de manganeso Arroyo Verde, provincia del Chubut. 5° Congreso Geológico Argentino, *Actas* 2: 185-202.
- Malvicini, L., Llambías, E., 1974b. Metalogénesis del manganeso en el Macizo Nordpatagónico. 5° Congreso Geológico Argentino, *Actas* 2: 203-221.

- Manassero M., Zalba, P. E., Andreis, R.R., Morosi, M., 2000. Petrology of continental pyroclastic and epiclastic sequences in the Chubut Group (Cretaceous): Los Altares-Las Plumas area, Chubut, Patagonia Argentina. *Revista Geológica de Chile* 27 (1): 13-26.
- Musacchio, E.A., 1972. Estratigrafía del Paleozoico superior y el Mesozoico en la sierra de Agnia a la altura del paralelo 44° en la provincia del Chubut. Tesis inédita Universidad Nacional de La Plata.
- Musacchio, E.A., Chebli, G., 1975. Ostrácodos no marinos y carófitas del Cretácico inferior en las provincias del Chubut y Neuquén. 1. Ostrácodos y carófitas del Grupo Chubut. 2. "Rayosoana quilimalensis" nov. gen., nov. sp. de la Formación Rayoso, Neuquén; *Ameghiniana* 12(1): 70-96.
- Nakayama, C., 1972. Informe geológico preliminar de la región comprendida entre la sierra de Taquetrén y los cerros Los Chivos y Negro de Marrauf, provincia del Chubut. *Yacimientos Petrolíferos Fiscales*, (inédito). Buenos Aires.
- Novas, F. E., De Valais, S., Vickers-Rich, P., Rich, T., 2005. A large Cretaceous theropod from Patagonia, Argentina, and the evolution of "carcharodontosaurids". *Naturwissenschaften* 92 (5): 226-230.
- Page, R.F.N., 1987. Descripción Geológica de la Hoja 43g, "Bajo de la Tierra Colorada", provincia del Chubut. Servicio Geológico Nacional. Boletín 200, 81pp. Buenos Aires.
- Pankhurst, R.J., Riley, T.R., Fanning, C.M., Kelley, S.P., 2000. Episodic Silicic Volcanism in Patagonia and the Antarctic Peninsula: Chronology of magmatism associated with the break-up of Gondwana. *Journal of Petrology*, 41(5):605-625.
- Panza, J.L., 1979. Descripción Geológica de las Hojas 45e "Las Plumas" (escala 1:100000), provincia del Chubut. Dirección Nacional del Servicio Geológico, (inédito), 141 pp. Buenos Aires.
- Panza, J.L., 1981. Descripción geológica de las Hojas 46e "Gran Laguna Salada" y 47f "Meseta Cuadrada" (escala 1:100.000), provincia del Chubut. Dirección Nacional del Servicio Geológico, Informe inédito: 241 pp.
- Passalia, M. G., Llorens, M., Paez, M., 2009. First megaflorescense record for the Chubut Group at Somuncura-Canadon Asfalto Basin: An angiosperm dominated flora from the Upper Cretaceous Puesto Manuel Arce Formation, Patagonia Argentina. *Cretaceous Research*, 56: 200-225.
- Pesce, A., 1977. Descripción Geológica de la Hoja 44f "Cerro Ponte" (escala 1:100.000), provincia del Chubut. Servicio Geológico Nacional, Informe inédito: 56 pp.
- Pesce, A., 1978. Estratigrafía del arroyo Perdido en su tramo medio e inferior, provincia del Chubut. 7° Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 315-333.
- Petriella, B., 1972. Estudio de maderas petrificadas del Terciario Inferior del área central de Chubut (Cerro Bororó). *Revista del Museo de La Plata (Nueva Serie)*, Sección Paleontología, 6 (41): 159-254.
- Petriella, B., Archangelsky, S., 1975. Vegetación y ambientes en el Paleoceno de Chubut. 1° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Tucumán, Actas 2: 257-270.
- Piatnitzky, A., 1936. Informe preliminar sobre el estudio geológico de la región situada al norte de los lagos Colhue Huapi y Musters. *Yacimientos Petrolíferos Fiscales*, (inédito). Buenos Aires.
- Pöthe de Baldi, D., 1976. Estudio palinológico de muestras correspondientes a la Hoja 43g, Bajo de la Tierra Colorada. Servicio Geológico Nacional. (Inédito). Buenos Aires.
- Proserpio, C.A., 1987. Descripción Geológica de la Hoja 44e, Valle General Racedo (1:200.000), provincia del Chubut. Dirección Nacional de Minería y Geología, Boletín N° 201: 1-102. Buenos Aires
- Ramos, V.A., 1999. Rasgos Estructurales del Territorio Argentino. En *Geología Argentina*, Roberto Caminos (Ed.). Servicio Geológico Minero Argentino, Anales N° 29, 24 (1): 715-759.
- Ravazzoli, I.A., 1984. Descripción Geológica de la Hoja 47e "Sierra Cuadrada" (escala 1:100000), provincia del Chubut. Servicio Nacional Minero Geológico, (inédito), 55 pp. Buenos Aires.
- Rich, T.H., Vickers-Rich, P., Novas, F.E., Cúneo, R., Puerta P., Vacca, R., 2000. Theropods from the Middle Cretaceous Chubut Group of the San Jorge sedimentary basin, Central Patagonia. A preliminary note. *GAI*A 15:111-115
- Robbiano, J.A., 1971. Contribución al conocimiento estratigráfico de la Sierra del Cerro Negro, Pampa de Agnia, provincia del Chubut, República Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 26 (1): 41- 56. Buenos Aires.
- Russo, A., 1953. Levantamiento geológico de la zona comprendida entre Meseta Cuadrada y Pampa de Salamanca (Dptos. Camarones y Pico Salamanca). Gobernación Militar de Comodoro Rivadavia. *Yacimientos Petrolíferos Fiscales*, (inédito). Buenos Aires.
- Sacomani, L., Panza, J.L., Parisi, C., Pezzuchi, H., 2007. Hoja Geológica 4366-II Las Plumas (1:250000), provincia del Chubut. Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín 291:1-75. Buenos Aires.

- Simpson, G.G., 1933. Stratigraphic nomenclature of the early Tertiary of Patagonia. American Museum Novitates, 735. New York.
- Spalletti, L.A., 1980. Paleoambientes Sedimentarios, en secuencias silicoclásticas. Asociación Geológica Argentina, Publicación Especial, Serie B (Didáctica y Complementaria), N° 8: 1-175.
- Stipanovic, P.N., Rodrigo, F., Baulies, O., Martínez, C., 1968. Las formaciones presenonianas en el denominado Macizo Nordpatagónico y regiones adyacentes. Revista Asociación Geológica Argentina, 23 (2): 67-98. Buenos Aires.
- Suárez, M., Márquez, M., De la Cruz, R., Navarrete, C., Fanning, M., 2013. Cenomanian-? early Turonian minimum age of the Chubut Group, Argentina: SHRIMP U-Pb geochronology. Journal of South American Earth Science (50): 67-74.
- Tasch, P., Volkheimer, W., 1970. Jurassic Conchostracans from Patagonia. University of Kansas, Paleontology. Contributions, Paper 50, Kansas.
- Volkheimer, W., Scafati, L., Melendi, L.M., 2007. Palynology of a Danian warm climatic wetland in Central Northern Patagonia, Argentina. Revista Española de Micropaleontología, 39 (1-2): 117-134.
- Wichmann, R., 1927. Resultado de un viaje de estudios geológicos en los territorios del Río Negro y Chubut. Dirección de Minería y Geología, Publicación 33: 1-59. Buenos Aires.
- Windhausen, A., 1921. 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 a Puerto Madryn. Dirección General Minería, Geología e Hidrogeología, Serie B (Geología), Boletín 24: 1-72. Buenos Aires.
- Zambrano, J., Urien, C., 1970. Geological outline of the basins in Southern Argentina and their continuation off the Atlantic shore. Journal of Geophysical Research, 75 (8): 1363-1396.

Entregada: Diciembre 2016

Validada: Junio 2019