

Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina

1:250.000

Hoja Geológica 3766-I Santa Isabel



Provincia de La Pampa

Ricardo Melchor y Eduardo J. Llambías

Formación Meaucó: Santiago B. Gai
Petrografía Ígnea: Sonia Quenardelle
Diorita Las Matras: Ana M. Sato

Supervisión: Héctor A. Leanza



**INSTITUTO
DE GEOLOGÍA
Y RECURSOS
MINERALES**

SEGEMAR
SERVICIO GEOLOGICO
MINERO ARGENTINO

**Programa Nacional de Cartas Geológicas
de la República Argentina
1:250.000**

Hoja Geológica 3766-I

Santa Isabel

Provincia de La Pampa

Ricardo Melchor¹ y Eduardo J. Llambías²

Formación Meaucó: Santiago B. Giai³
Petrografía Ígnea: Sonia Quenardelle⁴
Diorita Las Matras: Ana M. Sato²

Supervisión: Héctor A. Leanza

⁽¹⁾ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa.

⁽²⁾ Centro de Investigaciones Geológicas. Universidad Nacional de La Plata

⁽³⁾ Dirección de Recursos Hídricos, Provincia de La Pampa

⁽⁴⁾ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires

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

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

SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO

Presidente: Ing. Jorge Mayoral

Secretario Ejecutivo: Pedro Alcántara

INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES

Director: Roberto F. Page

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA REGIONAL

Director: José E. Mendía

SEGEMAR

Avenida Julio A. Roca 651 • 10º Piso • Telefax 4349-4450/3115
(C1067ABB) Buenos Aires • República Argentina
www.segemar.gov.ar / info@segemar.gov.ar

Referencia bibliográfica

MELCHOR, R. N., LLAMBÍAS, E. J., GIAI, S. B., QUENARDELLE, S. y SATO, A. M., 2004. Hoja Geológica 3766-I, Santa Isabel. Provincia de La Pampa. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín 344, 42p. Buenos Aires.

CONTENIDO

RESUMEN	.....	1
ABSTRACT	.....	1
1. INTRODUCCIÓN	.....	3
Ubicación de la Hoja y área que abarca	.....	3
Naturaleza del trabajo e investigaciones anteriores	.....	3
2. ESTRATIGRAFÍA	.....	4
Relaciones generales	.....	4
2.1. Precámbrico	.....	4
2.1.1. Proterozoico	.....	4
2.1.1.1. Mesoproterozoico	.....	4
Diorita Las Matras	.....	4
2.2. Paleozoico	.....	9
2.2.1. Paleozoico inferior	.....	9
2.2.1.1. Ordovícico inferior	.....	9
Formación San Jorge	.....	9
2.2.2. Paleozoico superior	.....	10
2.2.2.1. Carbonífero superior	.....	10
Formación Agua Escondida	.....	10
2.3. Paleozoico - Mesozoico	.....	13
Grupo Sierra Pintada	.....	13
Granito Zúñiga	.....	13
Formación El Centinela	.....	15
Formación Choique Mahuida	.....	19
2.4. Cenozoico	.....	21
2.4.1. Neógeno	.....	21
2.4.1.1. Mioceno superior	.....	21
Formación Cerro Azul	.....	21
2.4.2. Cuaternario	.....	24
2.4.2.1. Pleistoceno	.....	24
Basalto El Mollar	.....	24
2.4.2.2. Holoceno	.....	26
Formación Meaucó	.....	26
Depósitos aluviales de los ríos Atuel - Salado - Chadileuvù	.....	28

Depósitos coluviales modernos	29
Depósitos eólicos modernos	29
Depósitos de bajos y lagunas	29
3. ESTRUCTURA	29
3.1. Evolución Estructural	29
3.1.1. Ciclo Pre-pampeano (¿Grenville?)	29
3.1.2. Ciclo Pampeano	30
3.1.3. Ciclo Gondwánico	30
3.1.4. Ciclo Ándico	30
3.2. Descripción de las estructuras principales	30
4. GEOMORFOLOGÍA	31
4.1. Paisaje de peneplanicie preterciaria	31
4.2. Pendiente del Atuel - Salado - Chadileuvú	31
4.3. Planicie estructural de Punta de la Barda	31
4.4. Planicie pedemontana de Chicalcò	31
4.5. Llanura aluvial del Atuel - Salado - Chadileuvú	31
4.6. Abanico aluvial del arroyo de la Barda	32
4.7. Paleocauces de los ríos Salado y Atuel	32
4.8. Depósitos eólicos asociados a la pendiente y llanura aluvial del Atuel - Salado - Chadileuvú	32
4.9. Planicie medanosa oriental	32
4.10. Depresiones salinas	32
5. HISTORIA GEOLÓGICA	32
6. RECURSOS MINERALES	33
6.1. Depósitos de minerales metalíferos	33
Rejalgar (AsS)	35
6.2. Depósitos de minerales industriales	35
Arcillas	35
Cuarzo	35
6.3. Rocas de aplicación	35
Basalto	35
Vulcanitas	35
Granitos	35
Tosca	35
Canto rodado	35

Cuarcita	35
7. SITIOS DE INTERÉS GEOLÓGICO	35
Mar de Arena Pampeano	35
Cerro Las Matras	36
BIBLIOGRAFÍA	37

RESUMEN

La Hoja Geológica 3766-I, Santa Isabel, está ubicada en el sector noroccidental de la provincia de La Pampa. La mayor parte de la misma corresponde a la Provincia Geológica Sanrafaelino - Pampeana, aunque el extremo centro - septentrional podría pertenecer a la Subcuenca Alvear (Cuenca Cuyana). Está cubierta principalmente por sedimentitas del Cenozoico superior, hallándose las rocas más antiguas en el valle del río Chadileuvú.

De acuerdo con el conocimiento actual, las dioritas del cerro Las Matras, enclavado en la zona centro - meridional de la Hoja, son del Mesoproterozoico. El Ordovícico inferior está representado por calizas estromatolíticas de la Formación San Jorge. En el Carbonífero superior (?) se reconocen arenitas cuarzosas depositadas en un ambiente marino somero o fluvial (Formación Agua escondida).

Durante el Pérmico inferior - Triásico superior, el ciclo magmático tan abundante en la Cordillera Frontal y en el Bloque de San Rafael también se registra en la Hoja relevada. Está caracterizado por rocas volcánicas andesíticas (Formación El Centinela) y riolíticas (Formación Choique Mahuida) y por monzogranitos (Formación Zúñiga). Al norte de Algarrobo del Águila, los afloramientos de monzogranitos y riolitas presentan una distribución en forma anular, que posiblemente corresponda a un edificio volcánico con una caldera.

Del Terciario sólo se reconocen depósitos continentales miocenos (?) con vertebrados. Una colada

basáltica pleistocena, probablemente originada en el campo lávico del Payún Matrú, alcanza el ángulo suroccidental del área estudiada. Los sedimentos modernos cubren la mayor parte de la Hoja, destacándose aquellos de origen eólico y fluvial. También hay sedimentos finos en salitrales y bajos y acumulaciones coluviales.

La estructura puede ser caracterizada como un conjunto de unidades litoestratigráficas del Proterozoico al Triásico que forma bloques fallados, los que son cubiertos discordantemente por una secuencia sedimentaria cenozoica de hasta ~300 m de potencia. En su conjunto, se han detectado tres ciclos de deformación y/o magmatismo: 1) Grenvilliano, 2) Gondwánico y 3) Ándico. Se carece de información para adjudicar la deformación que afectó a las calizas de la Formación San Jorge a alguno de los ciclos conocidos. El actual régimen tectónico parece ser extensional, de acuerdo con la evidencia aportada por los basaltos de retroarco en la provincia de Mendoza y la configuración del valle del río Atuel - Salado - Chadileuvú.

El sector occidental de la Hoja está dominado por un relieve mesetiforme elaborado en sedimentitas miocenas que corona con un banco de tosca, el que muestra una transición hacia el este al valle fluvial del Chadileuvú, mediante una pendiente suave. Una colada basáltica pleistocena cubre una pequeña área en el ángulo suroeste de la Hoja. Hacia el oriente, los sedimentos con modelado fluvial son reemplazados por acumulaciones eólicas.

No se conocen manifestaciones de interés económico en la Hoja.

ABSTRACT

The geologic map 3766-I, Santa Isabel, is located in the north occidental region of La Pampa province. Most of the map belongs to Sanrafaelino - Pampeana Geologic Province, whereas, its northernmost sector could be part of Alvear Subbasin (Cuyo Basin). It is mostly covered by sedimentary rocks of Late Cenozoic age, and the older rocks outcrops are in the Atuel - Salado - Chadileuvú valley.

The oldest recognized geologic unit is composed by diorite outcropping at Las Matras Hill. Stromatolith limestones of Lower Ordovician belongs to San Jorge Formation. In the Late Paleozoic quartz arenites deposited in a shallow marine or fluvial environment are recognized. A

Lower Permian - Late Triassic magmatic cycle, showing extrusive (rhyolite and andesite) and intrusive (monzogranite) facies, has widespread representation in the map.

Miocene (?) continental deposits with vertebrate fossils are the single representatives for the Tertiary period. A Pleistocene basaltic flow, coming from the Payún Matrú lava field, reaches the southwestern corner of the studied area. Modern sediments cover most of the map, namely those of eolian and fluvial origin. There are also fine sediments accumulated in lowland areas and salinas, as well as those of colluvial origin with restricted distribution.

The structure may be characterized as a group of faulted blocks composed by rocks with ages ranging from Precambrian to Triassic that are unconformably overlain by a Cenozoic

sedimentary sequence up to ~300 m in thickness. Three major deformational and/or magmatic stages were identified, which are attributed to Grenvillian (Mesoproterozoic), Gondwanic (Late Paleozoic/Triassic) and Andean (Late Cenozoic) cycles; there is no information about the cycle which deformed the limestones of the San Jorge Formation. The present tectonic regime is tentatively characterized as extensional, on the basis of retroarc alkaline basalts extruded in the neighboring Mendoza province and the structural

- geomorphologic features of the Atuel - Salado - Chadileuvú valley.

In the western sector of the map a mesa-like relief dominates (sometimes covered by basaltic lava flows), which eastward gradually passes into the fluvial valley of the Atuel - Salado - Chadileuvú rivers, through a gentle slope. Further eastward, fluvial sediments are succeeded by eolian landforms and deposits.

No mineral and/or industrial rocks deposits of economic interest are known.

geológico a escala 1:1.000.000 de la región comprendida al oeste del meridiano de 62° y entre los paralelos de 32° y 42° y en 1965, confeccionó, sobre la base de una compilación, un mapa geológico de La Pampa.

Cannelle (1950) y Gentili (1964) desarrollaron tareas de investigación hidrogeológicas en el valle de los ríos Atuel - Salado - Chadileuvú, poniendo énfasis en las unidades más modernas. Ortiz (1967) relevó la geología de la región occidental de La Pampa, entre Agua Escondida (extremo noroeste) y Pichi Mahuida (sobre el río Colorado). Las características geológicas de la región comprendida por la Hoja fueron señaladas por Criado Roqué (1972b) y Criado Roqué e Ibáñez (1979).

Bisceglia (1977, 1979) efectuó un detallado estudio geológico del occidente pampeano, que incluye perfiles y mapas a escala 1:500.000 y descripciones de perforaciones poco profundas. Llambías (1975) reseñó la geología de toda la provincia de La Pampa a escala 1:500.000, e incluyó consideraciones de índole minera. Este último relevamiento geológico, acompañado de numerosas dataciones radiométricas, permitieron a Linares *et al.* (1980) dar a conocer el compendio más vasto de la geología pampeana de que se dispone a la fecha.

Bojanich Marcovich (1979, 1980) confeccionó un plano geológico a escala 1:400.000 que incluye la mayor parte de la Hoja. Spartan (1981), sobre la base de trabajos previos, realizó un relevamiento geológico - minero a escala 1:200.000 de la provincia de La Pampa.

2. ESTRATIGRAFÍA

RELACIONES GENERALES

La mayor parte de la región abarcada por la Hoja Santa Isabel está ubicada en lo que Criado Roqué e Ibáñez (1979) denominaron Provincia Geológica Sanrafaelino-Pampeana, también llamada Cinturón Móvil Mendocino-Pampeano (Criado Roqué, 1972b) y Cinturón Orogénico Tunuyán (Llambías *et al.*, 1996). Por su parte, una área pequeña en el extremo centro - septentrional de la Hoja, podría pertenecer a la prolongación más austral de la Cuenca Cuyana (Linares *et al.*, 1980), aunque no se ha comprobado la existencia de sedimentos triásicos en el subsuelo.

En el cuadro 2 se presenta un resumen de las unidades litoestratigráficas de la Hoja. Las rocas más antiguas son dioritas que afloran en el cerro Las Matras, emplazado en el sector suroeste de la Hoja. En orden de antigüedad le siguen calizas estromatolíticas del Ordovícico inferior, que constituyen asomos de reducida extensión situados al suroeste de las lomas de Olguín. En el cerro Poleo, en áreas cercanas al mismo y a Algarrobo del Águila afloran arenitas cuarzosas muy diagenizadas que han sido asignadas tentativamente al Carbonífero superior (Linares *et al.*, 1980). El ciclo magmático pérmico-triásico (Choiyoi), de amplia manifestación en La Pampa (véase Linares *et al.*, 1980), está representado por sus tres términos litológicos mayores: riolitas, andesitas y monzogranitos, en ese orden de abundancia.

Durante el Neógeno se depositaron sedimentitas siliciclásticas en ambientes continentales (fluvial y lacustre efímero). Los asomos mejor expuestos de estas sedimentitas corresponden a las barrancas de la Planicie Estructural de Chicalcó.

Sobre la secuencia sedimentaria neógena se dispone una colada de basalto pleistoceno (de escasa representación en la Hoja) que constituye los afloramientos más orientales de los basaltos de retroarco neógenos del sureste de Mendoza.

Al intervalo Pleistoceno - Holoceno corresponden los depósitos aluviales de los ríos Atuel - Salado - Chadileuvú y del arroyo de la Barda, acumulaciones coluviales y principalmente eólicas siliciclásticas, que cubren buena parte de la Hoja. También se reconocieron sedimentos clásticos finos y evaporitas en salinas y salitrales.

2.1. PRECÁMBRICO

2.1.1. PROTEROZOICO

2.1.1.1. Mesoproterozoico

Diorita Las Matras (1)

Tonalitas y trondhjemitas

Antecedentes

La primera mención formal de estas rocas corresponde a Linares *et al.* (1980). Sin embargo, Wichmann (1928:8) ya había citado la presencia de una roca con afinidades granodioríticas en la zona, aunque la atribuyó a la base de las lomas de Olguín

Cuadro 1. Comparación de los esquemas estratigráficos propuestos para el área de la Hoja Santa Isabel y zonas cercanas.

AUTORES		WICHMANN 1928	SOBRAL 1942	CANELLE 1950	CRIVATO ROQUÉ E IBÁÑEZ 1979	BISCEGLIA 1977	BOJANICH MARCOVICH 1979	LINARES <i>et al.</i> 1980	TULLIO 1981	TERRAZA <i>et al.</i> 1982	MELCHOR Y CASADIO 2000													
C E N O Z O I C O	ZONA DE ESTUDIO	Departamentos Chicalco y Puelén	Occidente de La Pampa	Valle Atuel - Salado - Chadlieuvú	Prov. Geol. Sanrafaelino- Pampeana	Meseta de Chicalco	Cuenca Atuel- Salado- Chadlieuvú	La Pampa	La Pampa	Centro-oeste de La Pampa	Hoja Geológica La Reforma													
												sup	medanos, coluvio "Fm. Meaucó" "Fm. La Plata" "Fm. Santa Isabel"	arenas eólicas, sedimentos lim-nicos, ceniza, yeso. "Fm. Valle de Maracó"	Depósitos eólicos, de bajos y lagunas, aluviales y colu- viales									
		inf	médanos y calizas conglomerádicas	"Formación de los médanos fluvi- eólicos"	Niveles de piedemonte Coladas basálticas	evaporitas, arenas y limos, "tosca", fanglomerados	Arenas y limos fluviales, coluvios. "Fm. Meaucó"	médanos actuales, salinas, salitralas y suelos	arenas eólicas, sedimentos lim-nicos, ceniza, yeso. "Fm. Valle de Maracó"															
		sup	areniscas calcá- reas grises	"Fm. Fluvio - Palustre - Lacustre" "Fm. Loésica Bonaerense"	Coladas basálticas	"Fm. Punta de la Barda"	"Fm. Santa Isabel"	et al.	"Fm. Santa Isabel" "Fm. Meaucó"	Basalto El Molinar														
	M Z	Terciario	"Fm. Pampeana Media en su face terrestre"	areniscas calcá- reas grises		Fm. Arroyo Chasicó	"Fm. Punta de la Barda"	"Fm. La Pampa"	Fm. Cerro Azul - - - - ? - - - -	Fm. Cerro Azul	Fm. Epacuéñ Fm. Chasicó	Fm. El Sauzal												
													sup											
			inf																					
			Triásico	Superior	↑	Porfiritas ↓	"Formación Basal" (Porfiridos oscuros, cuarcitas) ↓	Fm. Lihué Calei Grupo de la Sierra Pintada (Fm. Cerro Carrizalito)	↑ Grupo Choyoi ↓	Complejo Eruptivo Permo- Triásico	Gr. Sierra Pintada (Fm. Choyque Mahuida + Fm. Zúñiga + Fm. El Centinela)	no estudiado ↓	Fm. Choyque Mahuida + Fm. El Centinela + Fm. Zúñiga	Fm. Gran Salitral										
															Medio									
															Inferior									
															Pérmico	Superior	Porfiridos graníticos rosados, porfiridos cuarcíferos cuarcitas, esquistos arcillosos	"Camadas Paleozoicas" (Calizas y cuarcitas)	Fm. Agua Escondida	Fm. Agua Escondida	Fm. Agua Es- condida (Mb. Co. Guanaco)	Fm. Agua Es- condida	Fm. Agua Es- condida (Mb. Co. Guanaco)	Fm. Agua Escondida	Fm. Agua Escondida
			Medio																					
Carboni- fero			Inferior	Porfiridos graníticos rosados, porfiridos cuarcíferos cuarcitas, esquistos arcillosos	"Camadas Paleozoicas" (Calizas y cuarcitas)	Fm. Agua Escondida	Fm. Agua Escondida	Fm. Agua Es- condida (Mb. Co. Guanaco)	Fm. Agua Es- condida	Fm. Agua Es- condida (Mb. Co. Guanaco)	Fm. Agua Escondida	Fm. Agua Escondida	Fm. Agua Escondida											
														Superior										
	Medio																							
	Inferior																							
Devónico	Superior	Porfiridos graníticos rosados, porfiridos cuarcíferos cuarcitas, esquistos arcillosos	"Camadas Paleozoicas" (Calizas y cuarcitas)	Fm. Agua Escondida	Fm. Agua Escondida	Fm. Agua Es- condida (Mb. Co. Guanaco)	Fm. Agua Es- condida	Fm. Agua Es- condida (Mb. Co. Guanaco)	Fm. Agua Escondida	Fm. Agua Escondida	Fm. Agua Escondida													
												Medio												
												Inferior												
												Silúrico	Superior	Porfiridos graníticos rosados, porfiridos cuarcíferos cuarcitas, esquistos arcillosos	"Camadas Paleozoicas" (Calizas y cuarcitas)	Fm. Agua Escondida	Fm. Agua Escondida	Fm. Agua Es- condida (Mb. Co. Guanaco)	Fm. Agua Es- condida	Fm. Agua Es- condida (Mb. Co. Guanaco)	Fm. Agua Escondida	Fm. Agua Escondida		
Medio																								
Ordovícico	Superior	Porfiridos graníticos rosados, porfiridos cuarcíferos cuarcitas, esquistos arcillosos	"Camadas Paleozoicas" (Calizas y cuarcitas)	Fm. Agua Escondida	Fm. Agua Escondida	Fm. Agua Es- condida (Mb. Co. Guanaco)	Fm. Agua Es- condida	Fm. Agua Es- condida (Mb. Co. Guanaco)	Fm. Agua Escondida	Fm. Agua Escondida														
											Medio													
Cámbrico	Superior	Porfiridos graníticos rosados, porfiridos cuarcíferos cuarcitas, esquistos arcillosos	"Camadas Paleozoicas" (Calizas y cuarcitas)	Fm. Agua Escondida	Fm. Agua Escondida	Fm. Agua Es- condida (Mb. Co. Guanaco)	Fm. Agua Es- condida	Fm. Agua Es- condida (Mb. Co. Guanaco)	Fm. Agua Escondida	Fm. Agua Escondida														
											Medio													
PRE- CAM- BRICO	Mesoproterozoico	Porfiridos graníticos rosados, porfiridos cuarcíferos cuarcitas, esquistos arcillosos	"Camadas Paleozoicas" (Calizas y cuarcitas)	Fm. Agua Escondida	Fm. Agua Escondida	Fm. Agua Es- condida (Mb. Co. Guanaco)	Fm. Agua Es- condida	Fm. Agua Es- condida (Mb. Co. Guanaco)	Fm. Agua Escondida	Fm. Agua Escondida	Fm. San Jorge ↓													
												Medio												
PRE- CAM- BRICO	Mesoproterozoico	Porfiridos graníticos rosados, porfiridos cuarcíferos cuarcitas, esquistos arcillosos	"Camadas Paleozoicas" (Calizas y cuarcitas)	Fm. Agua Escondida	Fm. Agua Escondida	Fm. Agua Es- condida (Mb. Co. Guanaco)	Fm. Agua Es- condida	Fm. Agua Es- condida (Mb. Co. Guanaco)	Fm. Agua Escondida	Fm. Agua Escondida	Fm. San Jorge ↓													
												Medio												

Cuadro 2. Cuadro estratigráfico de la Hoja Geológica Santa Isabel.

Era	Sistema	Serie	Grupo	Formación	Miembro	Litología
				Depósitos de bajos salinos		Limos, arcillas, evaporitas
				Depósitos eólicos modernos		Arena fina y limo.
CENO-ZOICO	Cuaternario	Holoceno		Depósitos coluviales		Aenas y brechas sedimentarias
				Depósitos aluviales de los ríos Atuel-Salado-Chadileuvú		Aarenas, limos, arcillas, evaporitas
				Meaucó		Aarena fina y muy fina
	Neógeno	Pleistoceno	Puente	Basalto El Mollar		Colada de basalto olivínico
		Mioceno		Cerro Azul		Areniscas líticas, limolitas, arcillitas
MESO-ZOICO				--- Discordancia ---		
				Choi que Mahuida		Riolitas, dacitas, tobas
PALEO-ZOICO	Pérmico - Triásico		Sierra Pintada	El Centinela		Andesitas, lavas y brechas andesíticas
				Granito Zúñiga		Pórfido granítico
	Carbonífero	superior		Agua Escondida	Cerro Guanaco	Arenitas cuarzosas
	Ordovícico	inferior		San Jorge	San Jorge Sur	Calizas estratificadas microbialíticas
PRECÁMBRICO	Proterozoico	Mesoproterozoico		Diorita Las Matras		Tonalitas y Trondhjemitas

(localizadas en las proximidades del cerro Las Matras). Por otra parte, Wichmann (1928) usó la denominación «cerro las Matras» para incluir también los afloramientos próximos correspondientes al cerro Poleo (constituido por arenitas cuarzosas).

Ortiz (1967) detalló pórfidos oscuros en el cerro de las Matras, los que fueron comparados, junto con otras rocas volcánicas de La Pampa, con el magmatismo pérmico - triásico del Bloque de San Rafael. Sato *et al.* (1998, 1999, 2000) dieron a conocer nuevas edades radimétricas para la unidad. Tickyj (1999) realizó una minuciosa descripción petrográfica de estas rocas y Melchor *et al.* (1999c) analizaron su probable significado tectónico-estratigráfico.

Distribución areal

El único afloramiento conocido corresponde al cerro Las Matras, ubicado aproximadamente a 13,5 km al suroeste de Paso de Los Algarrobos (~36°51' S; 67°06' O). Se trata de un conjunto de elevaciones bajas que alcanza una altura máxima de 80 m sobre la llanura circundante, las que se presentan principalmente cubiertas por sedimentos modernos.

Litología

Linares *et al.* (1980) señalaron que la unidad está integrada por una diorita de grano fino a media-

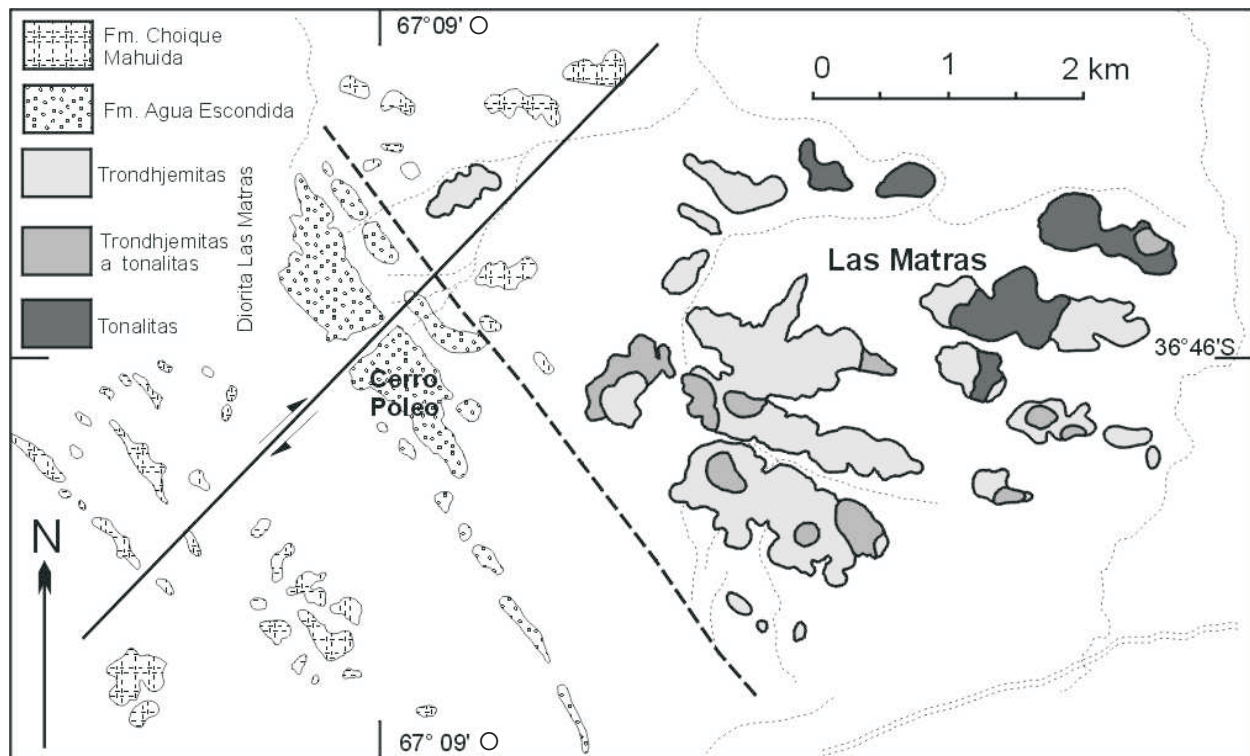


Figura 2. Mapa geológico detallado del área de los cerros Poleo y Las Matras (modificado de Sato *et al.*, 2000).

no de color verdoso, la que está intruida y parcialmente granitizada por un granito rosado.

Estudios posteriores permitieron puntualizar que los afloramientos de la unidad están constituidos principalmente por granitoides no deformados, compuestos por una facies leucocrática de grano medio, que contienen proporciones variables de enclaves de microgranitoides máficos, los que conforman la facies melanocrática. La clasificación geoquímica (Tickyj, 1999; Sato *et al.*, 2000) permitió caracterizarlas como trondhjemitas (facies leucocrática, 70,7 a 75,5 % de SiO_2) y tonalitas (facies melanocrática, 60,1 a 65,6 % de SiO_2), típicas de una *suite* con alto contenido de sodio.

Si bien Linares *et al.* (1980) habían considerado que estas facies constituían dos unidades con edades K/Ar distintas, sus características geoquímicas así como isotópicas (Rb/Sr y Sm/Nd) indican que se trata de una misma *suite* cogenética cristalizada coetáneamente, formando un único plutón (Sato *et al.*, 1999, 2000).

De acuerdo con la descripción petrográfica de Tickyj (1999), las rocas tonalíticas presentan textura intergranular, con anfíbol (hasta 16 %), biotita (hasta 5 %), plagioclasa (45 a 67 %), cuarzo (15 a 33 %) y feldespato alcalino (hasta 7 %). Son minerales accesorios los opacos, apatita, circón y allanita. Como minerales de alteración hay sericita, epidotos y cloritas.

Dentro de las rocas trondhjémíticas se han identificado dos variedades texturales: una con marcada textura granofírica y anfíbol (hasta 7 %), y otra con escaso intercrecimiento granofírico y con biotita (hasta 7 %). Los feldespatos, determinados por técnicas de tinción, corresponden a plagioclasa (29 a 42 %) y feldespato alcalino (20 a 34 %), los cuales, según datos preliminares por análisis con microsonda electrónica, presentan elevado contenido de sodio (Tickyj, 1999). El cuarzo participa en un 28 a 39 % y los minerales accesorios son opacos, apatita, circón, allanita y titanita. Como minerales secundarios se reconocen epidoto y clorita. Las texturas granofíricas encontradas indican cristalización en niveles poco profundos.

Estructura

Los escasos afloramientos y el tamaño reducido de los mismos no permiten conocer la estructura de estos plutones. La estructura interna está determinada por los arreglos de los enclaves de microgranitoides así como por las texturas magmáticas de las tonalitas y trondhjemitas. La característica más sobresaliente es que estas rocas no poseen ningún tipo de deformación sólida ni tampoco han sido afectadas por metamorfismo alguno (Tickyj, 1999; Sato *et al.*, 2000). Estas particularida-

des diferencian a las rocas de Las Matras de otras de edad semejante de las Sierras Pampeanas Occidentales o del Bloque de San Rafael.

Relaciones estratigráficas

Los afloramientos de este plutón se localizan en un área de alrededor de 4 km x 4 km, parcialmente cubiertos por sedimentos modernos. Hacia el oeste del cerro Las Matras Sato *et al.* (2000) dedujeron un posible contacto tectónico con las arenitas cuarzosas del cerro Poleo, adjudicada al Miembro Cerro Guanaco de la Formación Agua Escondida, cuya edad no está aún definitivamente establecida (Melchor *et al.*, 1999c). Dicho contacto tectónico se infiere sobre la base de la falta de metamorfismo de contacto en las arenitas cuarzosas del cerro Poleo, y de la traza aproximadamente rectilínea (de rumbo noroeste) de la zona próxima a los afloramientos de ambas unidades (Fig. 2) (Sato *et al.*, 2000). Esta área de posible contacto tectónico se halla cubierta por regolito de rocas volcánicas de composición riolítica de la Formación Choique Mahuida, cuyos afloramientos se hallan en las vecindades, hacia el oeste del cerro Poleo. Una única relación directa con estas vulcanitas se encontró en uno de los afloramientos más occidentales del cerro Las Matras (de composición trondhjemítica), el cual está intruido por un dique de riolita porfírica de dirección noroeste.

Edad y correlaciones

Linares *et al.* (1978; 1980) realizaron varias determinaciones radimétricas (por el método K/Ar sobre roca total y sobre anfíboles) en muestras de esta unidad. En particular, las edades obtenidas para la diorita son de 787 ± 30 Ma (promedio de dos edades), 740 ± 30 Ma y 690 ± 20 Ma y para el granito 392 ± 15 Ma y 382 ± 15 Ma.

Los nuevos datos radimétricos dados a conocer por Sato *et al.* (1998, 1999, 2000) son una errorcrons Rb/Sr (roca total = 1212 ± 47 Ma), una isocrona Sm/Nd (roca total - anfíbol = 1188 ± 47 Ma) y una edad K/Ar (anfíbol = 869 ± 17 Ma). Debido al carácter no metamorfozado ni deformado del plutón, estas edades se interpretan como correspondientes a la cristalización, la que se habría producido alrededor de los 1200 Ma. De esta manera, la Diorita Las Matras constituye el afloramiento más austral de la faja de rocas de edad Grenville del oeste de la Argentina. Las edades mínimas K/Ar, con valores que

las ubican en el Neoproterozoico y Paleozoico inferior aún no tienen explicaciones bien fundamentadas.

Criado Roqué e Ibáñez (1979) y Linares *et al.* (1980) indicaron que las rocas del cerro Las Matras representan a las más antiguas de la Provincia Geológica Sanrafaelino - Pampeana, pudiendo corresponder a la prolongación austral de la Formación Cerro de La Ventana (Criado Roqué, 1972b), que forma el basamento de la Subcuenca Alvear y aflora en el Bloque de San Rafael en los alrededores de Ponon Trehue. En esta última localidad, Cingolani y Varela (1999) obtuvieron una isocrona Rb/Sr de 1063 ± 106 Ma. Por otro lado, merece destacarse que Criado Roqué e Ibáñez (1979) adjudicaron a dicha formación a esquistos hornblendíferos - biotíticos granatíferos de color verde oscuro a negruzco, atravesados en el fondo (262 m a 282 m b.b.p.) del pozo SAOC/LP-C5-IVD/X-1, ubicado en la Hoja al norte de Santa Isabel (perforado por Sinclair para Gulf Oil). Dichos esquistos han sido datados por el método K/Ar en 605 Ma (Criado Roqué e Ibáñez, 1979).

En una zona cercana a la anterior, aunque ya en la provincia de Mendoza, se perforó el pozo SAOC/Md-C5-IV B/X-1 que atravesó (entre 742 m y 774 m b.b.p.) areniscas líticas y lutíticas con bajo metamorfismo, englobadas por Pucci (1976) bajo la denominación de Formación Los Pilches. Se dispone de dataciones K/Ar realizadas por la compañía Gulf Oil que indican una edad cámbrico-ordovícica para las mismas (441 ± 13 Ma y 534 Ma; véase Criado Roqué e Ibáñez, 1979).

Linares *et al.* (1980) habían considerado a la Formación Las Matras como homologable a los afloramientos precámbricos de la sierra de Pie de Palo, cerros Valdivia y Barbosa, en la provincia de San Juan. Las dataciones U/Pb y Rb/Sr efectuadas en la sierra de Pie de Palo (Varela y Dalla Saldá, 1992; Mc Donough *et al.*, 1993, con recálculo en Ramos *et al.*, 1998; Pankhurst y Rapela, 1998) dieron edades entre 1021 y 1105 Ma, confirmando que se trata de rocas formadas durante el mismo ciclo orogénico.

La faja de rocas de edad Grenville localizada en las Sierras Pampeanas Occidentales, en la Cordillera Frontal y en el Bloque de San Rafael es considerada según diferentes propuestas, como el basamento de un terreno alóctono de origen Lauréntico, adosado en el borde suroeste del continente de Gondwana durante el Paleozoico inferior.

2.2. PALEOZOICO

2.2.1. PALEOZOICO INFERIOR

2.2.1.1. Ordovícico inferior

Formación San Jorge (Miembro San Jorge Sur) (2)

Calizas estratificadas micríticas con trombolitos y estromatolitos

Antecedentes

Esta unidad litoestratigráfica fue propuesta por Criado Roqué (1972b) para englobar a las calizas del cerro San Jorge «y las cuarcitas del Cerro Choique Mahuida» (*sic*), elevación ésta que se ubica en el cuadrante suroeste de la Hoja 3966-II, Puelches (véase Espejo y Silva Nieto, 1996). Estudios realizados por Llambías (1976) señalaron que el cerro Choique Mahuida está compuesto por leucoriolitas. Más tarde, Criado Roqué e Ibáñez (1979) incluyeron en esta entidad a las cuarcitas del cerro Limay Mahuida. Linares *et al.* (1980) restringieron la Formación San Jorge a los afloramientos de calizas de los cerros Rogaziano y San Jorge.

Una de las primeras menciones de estas calizas corresponde a Wichmann (1928), quien las comparó con aquellas aflorantes en las Sierras Pampeanas y en la Precordillera. Posteriormente, Ortiz (1967) esbozó las características litológicas del cerro San Jorge, cuyas observaciones parece haber seguido Criado Roqué (1972b) para designar la unidad.

Melchor y Casadío (2000) y Melchor *et al.* (1999b) distinguieron dentro de la formación dos miembros litoestratigráficos que comprenden rocas sedimentarias (Miembro San Jorge Sur) y rocas metamórficas (Miembro Rogaziano).

Melchor *et al.* (1999a) estimaron la edad de la unidad mediante análisis isotópicos (Pb/Pb, U/Pb y $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) del miembro sedimentario. Melchor *et al.* (1999b) realizaron una descripción sedimentológica y estructural de la unidad. Espejo y Sotorres (1999) examinaron los resultados de algunos ensayos tecnológicos, con vistas a la caracterización económica del material del cerro Rogaziano.

Distribución areal

En la Hoja Santa Isabel, los asomos de la Formación San Jorge se encuentran limitados a una zona de 2 km de lado, ubicada al norte de puesto Corvalán

(aproximadamente 36°50' S; 67°19' O), en el límite suroeste de las lomas de Olguín. Allí se reconocieron tres afloramientos pequeños (el mayor de aproximadamente 100 m por 500 m) elongados en dirección norte - sur. Cabe mencionar que estos asomos eran desconocidos y fueron descubiertos en el transcurso del presente estudio (véase Melchor *et al.*, 1999c).

Litología

Se trata de calizas con rasgos sedimentarios, por lo que se las adjudica al Miembro San Jorge Sur de la unidad (véase Melchor y Casadío, 2000). La secuencia aflorante tiene un espesor aproximado de 25 m, aunque la exposición es pobre. Se reconocieron bancos de 0,4 m a 0,8 m de caliza micrítica gris oscura, macizos o mostrando laminación algal, estromatolitos y trombolitos. Son frecuentes los nódulos ahusados de sílice. Los trombolitos presentan fábrica encefálica con tromboides ameboidales (terminología de Armella, 1990). Los estromatolitos son del tipo domal y de hemiesferoides lateralmente unidos (terminología de Logan *et al.*, 1964).

En toda la secuencia se registraron abundantes venas de calcita, con espesores que varían entre pocos milímetros y 3 cm, las que localmente son muy abundantes y obliteran la estructura sedimentaria original.

Ambiente

El perfil tipo del Miembro San Jorge Sur ha sido interpretado como calizas microbialíticas perimareales, que representan emplazamientos de profundidad variable entre submareal e intermareal alto o supramareal, con ocasional exposición subaérea. En virtud de la semejanza litológica de los afloramientos de la Hoja con aquellos de la sección tipo y de la pobre exposición de los primeros, se considera que esta interpretación se puede aplicar a la sucesión descrita.

Estructura

Es una secuencia homoclinal a levemente plegada con un rumbo promedio nor-noroeste (variable entre N12°O y N34°O) e inclinación elevada (subvertical a 42° SO). También se ha localizado una zona de cizalla frágil vertical de 10 cm de potencia cuyo rumbo es N50°O. La misma está rellena con calcita y su morfología interna sugiere que se ha producido por un desplazamiento de rumbo dextral.

Relaciones estratigráficas

A pesar de que a menos de 200 m se encuentran un regolito de arenitas cuarzosas de la Formación Agua Escondida y afloramientos de la Formación El Centinela en las lomas de Olguín, no se ha podido observar relaciones de campo.

En el pozo para agua del puesto Corvalán (ubicado aproximadamente 2 km al sur) y en unas lomas cercanas al mismo (menos de 1 km al sureste), se localiza, también subaflorante, a la Formación Agua Escondida. Conviene mencionar que esta zona es el único sitio conocido en La Pampa donde estas unidades están próximas. Al NE del puesto Corvalán, en una de las cárcavas que descienden de la elevación denominada por los lugareños Tierras Blancas (compuesta por rocas andesíticas de la Formación El Centinela) se advirtió un pequeño afloramiento de calizas de la unidad del epígrafe (aproximadamente 20 m²). Dicha relación sugiere que la Formación San Jorge podría estar intruida o cubierta por rocas volcánicas de la Formación El Centinela.

Edad y correlaciones

El problema de la edad de la Formación San Jorge ha sido extensamente discutido por Melchor y Casadío (2000) y Melchor *et al.* (1999a), contribuciones en la que se basan las siguientes consideraciones. Es necesario remarcar que los afloramientos localizados en el ámbito de la Hoja no han brindado elementos de juicio adicionales para su datación.

Por semejanza litológica con las calizas de la Precordillera y de las Sierras Pampeanas estas rocas fueron consideradas originalmente de edad ordovícica a cámbrico-ordovícica (Wichmann, 1928; Ortiz, 1967; Criado Roqué, 1972b; Criado Roqué e Ibáñez, 1979; Furque y Cuerda, 1979; Linares *et al.*, 1980). Otros autores asignaron la unidad al Carbonífero (Llambías y Leveratto, 1975) o al Pérmico (Terraiza *et al.*, 1981). La incertidumbre acerca de la edad de la formación se debió a la aparente ausencia de macrofósiles, con la excepción de una dudosa mención de Sarmiento y Heredia (1983, *vide* Astini *et al.*, 1995) sobre el hallazgo de conodontes fragmentarios probablemente ordovícicos.

Recientemente, se aplicaron métodos geocronológicos (isocronas Pb/Pb y U/Pb sobre roca total) y de estratigrafía geoquímica (comparación de la relación ⁸⁶Sr/⁸⁷Sr en la secuencia del Miembro San Jorge Sur con la curva de variación secular de

dicha relación), lo que ha permitido acotar la edad de la unidad al Ordovícico temprano (Melchor *et al.*, 1999a).

La formación ha sido reconocida en el ámbito de la Hoja La Reforma (Melchor y Casadío, 2000), y existe otro probable afloramiento en la Hoja 3966-II, Puelches, sobre la ruta provincial 28 (38°03'40'' S; 65°10'12'' O), mencionados por Espejo y Silva Nieto (1985, 1996) (véase también Melchor *et al.*, 1999a, 1999b).

Diversos autores han señalado la similitud litológica de estas rocas con la Formación Ponon Trehue (Bordonaro *et al.*, 1996), la que ha sido asignada al Ordovícico temprano. Sin embargo, la secuencia sedimentaria de ambas unidades es diferente, encontrándose mayores semejanzas litológicas y estratigráficas con la Formación La Flecha (véase Melchor *et al.*, 1999b), la que aflora en la Precordillera.

Las evidencias litológicas, isotópicas y estructurales disponibles sobre la formación (Melchor y Casadío, 2000; Melchor *et al.*, 1999a, 1999b) han permitido sugerir que esta secuencia correspondería a la prolongación austral de la plataforma carbonática ordovícica de la Precordillera (Melchor *et al.*, 1999c). Este hecho fue propuesto por los primeros autores que reconocieron la unidad (y luego también por Astini *et al.*, 1995), sobre la base de su semejanza litológica.

2.2.2. PALEOZOICO SUPERIOR

2.2.2.1. Carbonífero superior (?)

Formación Agua Escondida (Miembro Cerro Guanaco) (3)

Arenitas cuarzosas, arenitas conglomerádicas

Antecedentes

La unidad fue creada por González Díaz y García (1968) para englobar a sedimentitas aflorantes en el ámbito de la Hoja 30e, Agua Escondida (provincias de Mendoza y La Pampa). Criado Roqué (1972b) extendió la denominación para los afloramientos de «*cuarcitas*» de La Pampa, aunque consignando la existencia de calizas asociadas (basándose en Ortiz, 1967), hecho que no pudo ser corroborado por Melchor (1995), ni durante las tareas de campo de este trabajo.

Llambías (1975) y Linares *et al.* (1980) distinguieron dos miembros en esta formación, reservan-

do el nombre de Miembro Cerro Guanaco para los afloramientos constituidos enteramente por ortocuarcitas blancas (cuya localidad tipo se encuentra en el ámbito de la Hoja, la loma de los Guanacos). Por su parte, el miembro restante (Miembro Afilar de Linares *et al.*, 1980) corresponde a ortocuarcitas, subgrauvacas, lutitas y limolitas que se distribuyen principalmente en el ámbito de la Hoja 30e, Agua Escondida (González Díaz, 1972c). El Miembro Afilar muestra una relación de traslape (*onlap*) sobre un regolito granítico generado a partir de la Formación Piedra de Afilar (datada como carbonífera inferior por Linares *et al.*, 1980). Con todo, las edades relativas de los miembros aún no se han establecido.

La primera mención acerca de la unidad en el área abarcada por la Hoja se debe a Wichmann (1928), quien se refirió a los afloramientos del «cerro de Guanacos» (actualmente conocido como loma de los Guanacos, de acuerdo con la toponimia del Instituto Geográfico Militar). Ortiz (1967) describió dicho cerro y elaboró un perfil aproximadamente N-S que incluye a las lomas del Divisadero, loma de los Guanacos y cerro El Centinela.

Melchor (1987) delineó los rasgos geológicos del área de la loma de los Guanacos. En 1996, el mismo autor realizó una interpretación paleoambiental de las secuencias de la unidad aflorantes en La Pampa. Por su parte, Fernández (1996) y Bassan (1996) estudiaron la sedimentología de la formación en localidades próximas al poblado de Agua Escondida. Melchor y Casadío (2000) reseñaron las características de la unidad en la Hoja La Reforma.

Melchor *et al.* (1999c) indicaron que los afloramientos del cerro Poleo podrían pertenecer a una unidad más antigua, esencialmente sobre la base de su contrastante actitud tectónica cuando se los compara con los asomos localizados en la loma de los Guanacos y área de Agua Escondida. Con todo, en este trabajo se prefiere describirlo bajo la formación del epígrafe, dado que no se dispone de elementos de juicio adicionales.

Distribución areal

Los afloramientos de esta unidad están ubicados en el valle del río Atuel - Salado - Chadileuvú, correspondiendo las mejores exposiciones a la loma de los Guanacos. También aflora en los cerros Poleo y Bayo y en forma reducida en las cercanías del puesto Corvalán, situado al suroeste de las lomas de Olguín (36°50'51" S; 67°18'34" O). Estos últimos

asomos habían sido citados con anterioridad por Wichmann (1928), Biondi (1950), Llambías (1975) y Malán *et al.* (1995).

Litología

Esta unidad posee una marcada homogeneidad litológica. Está compuesta principalmente por arenitas cuarzosas finas (en menor proporción medianas a gruesas), de color gris claro (N6 - N8), con estratificación paralela o entrecruzada (planar, tangencial y en artesa). También se observan arenitas cuarzosas rojas (pigmentadas por hematita) y escasos niveles conglomerádicos (Linares *et al.*, 1980; Melchor, 1987, 1996; Melchor y Casadío, 2000). Las arenitas cuarzosas rojas (10 R 6/2 - 5 R 6/2) aparecen en el extremo sur del cerro Poleo.

En la loma de los Guanacos, Llambías y Leveratto (1975) estimaron que la unidad alcanza un espesor de aproximadamente 900 metros. Los espesores medidos durante el presente estudio son sustancialmente menores, de unos 150 metros. Todos los otros afloramientos de la Hoja tienen espesores menores.

La composición promedio de las arenitas de esta unidad en la Hoja La Reforma es $Q_{05,4} : F_{1,9} : L_{2,7}$ (Melchor y Casadío, 2000). Las reducidas exposiciones en el cerro Bayo (dos elevaciones de 300 m de diámetro), muestran principalmente un regolito donde se reconocen las litologías típicas de la unidad.

Ambiente

Generalmente, esta formación ha sido atribuida a un ambiente marino somero, sobre la base de su peculiar monotonía composicional. Melchor (1996) resumió los resultados del análisis paleoambiental de la unidad en La Pampa, notando que se aprecia una transición entre ambientes de playa en el extremo SE de la cuenca (*shoreface* en el cerro Poleo) a plataforma marina siliciclástica dominada por mareas en la provincia de Mendoza (área de la mina Santa Cruz, en la Hoja Agua Escondida).

En el cerro Poleo aflora una secuencia monótona (~ 50 m) donde prevalecen areniscas finas con laminación paralela en capas tabulares asociada a escasos bancos con estratificación entrecruzada tabular que, hacia el techo, posee intervalos con estratificación entrecruzada en artesa (Melchor, 1996).

Por su parte, Melchor (1996) indicó que en la loma de los Guanacos la unidad exhibe un arreglo

general granocreciente. La secuencia totaliza unos 100 m y muestra en su parte basal un predominio de ciclos arenosos levemente granodecrecientes de base erosiva, compuestos por «sets» entrecruzados planares asociados a capas con laminación paralela. Hacia el techo se reconocen superficies erosivas que pueden limitar depresiones canaliformes rellenas por conglomerados finos más capas con estratificación entrecruzada en artesa. Son frecuentes artesas pandas de gran escala (senos de 8 - 9 m de ancho por 0,50 m de profundidad), en ocasiones con indicadores de paleocorriente bipolares. Esta sección fue explicada como una transición entre un ambiente de playa a una plataforma marina somera con influencia de mareas (Melchor, 1996). Esta interpretación concuerda de manera general con las primeras ideas sobre el paleoambiente de la unidad (véase González Díaz y García, 1968).

Estructura

En el cerro Poleo, la secuencia sedimentaria tiene una inclinación subvertical (entre N85°SO y N85°NE) con rumbo aproximado N45°O. En dicho cerro se observa un fallamiento de rumbo sinistral y de orientación N35°E, que lo divide en dos elevaciones mayores (véase Fig. 2). Especialmente en la mitad septentrional del cerro Poleo hay zonas de cizalla mineralizadas de 0,40 m a 0,05 m de ancho, las que tienen una orientación e indicadores de desplazamiento similares. Este fallamiento de rumbo también se evidencia en la silueta sigmoidal del cerro Poleo.

En la loma de los Guanacos las inclinaciones de las capas raramente superan 15° y la estructura mayor consiste en un megaplegamiento suave cuyo eje se ubica en posición NNO (Melchor, 1987). Las direcciones de fracturación (diaclasas y fotolineamientos) más importantes en esta última elevación corresponden a N60°-70° O y N50° - 60° E (Melchor, 1987). En el cerro Bayo la estratificación tiene rumbo N35°O e inclinación N43°SO.

Paleontología

No se han registrado hallazgos de material fósil en esta unidad en el área comprendida por la Hoja. La única localidad fosilífera documentada en La Pampa corresponde a las lomas de las Piedras de Afilar, que se encuentran en el ámbito de la Hoja Agua Escondida. Tampoco se hallaron trazas fósiles, excepto en un único nivel localizado en la loma

de los Guanacos, donde se identificaron probables excavaciones verticales atribuibles a *Skolithos* isp.

Relaciones estratigráficas

En la loma de los Guanacos la unidad está intruida por diques de riolita (Llambías y Leveratto, 1975; Linares *et al.*, 1980) asignados al magmatismo pérmico-triásico (Grupo Sierra Pintada) y cubierta por sedimentitas de la Formación Cerro Azul. Wichmann (1928) describió una veta de una roca filoniana que corta a las areniscas del cerro Bayo. La misma tiene un espesor de aproximadamente 0,30 m y un rumbo N50°O con inclinación N40° SO.

Sato *et al.* (2000) sugirieron que el contacto entre las rocas de esta unidad en el cerro Poleo y la Diorita Las Matras es de carácter tectónico, aunque el mismo no se encuentra expuesto. En el tercio septentrional de dicho cerro, se ha observado una probable intrusión de una roca dacítica afanítica, la que pertenecería a la Formación Choique Mahuida.

Edad y correlaciones

Wichmann (1928) asignó estas rocas al Paleozoico (*l.s.*), en tanto que Sobral (1942) consideró como perteneciente al Silúrico inferior al afloramiento de la loma de los Guanacos y al Ordovícico a los asomos de la unidad ubicados en la Hoja Agua Escondida. Canelle (1950) estimó que son de edad carbonífera.

En este trabajo se incluyen tentativamente en el Carbonífero superior, por extensión de los hallazgos realizados en la unidad en el ámbito de la Hoja 30e, Agua Escondida (González Díaz y García, 1968), en una secuencia perteneciente al Miembro Afilar (de Linares *et al.*, 1980). La hipótesis de probable pertenencia de las rocas de los cerros Poleo y Limay a una unidad más antigua (Melchor *et al.*, 1999c), requiere de estudios específicos que están fuera del alcance del presente trabajo.

Las sedimentitas de la Formación Agua Escondida presentan litofacies muy similares con las rocas del Miembro Inferior de la Formación El Imperial (Dessanti, 1954), que aflora en el área de la Sierra Pintada (Mendoza). Por ello, como lo propusieron Polanski (1970), González Díaz (1972c) y Melchor (1990), se puede considerar como hipótesis de trabajo la coetaneidad, al menos parcial, de ambas unidades.

En el pozo SOAC/SL-C5-IV/C/X-1 realizado en la provincia de San Luis, pero muy próximo al límite

de la Hoja (ubicado en las cercanías de la intersección entre el río Salado y el paralelo 36° LS), se perforaron 67 m (258 m a 325 m b.b.p.) de cuarcitas correlacionables con la Formación Agua Escondida. En la perforación N° 1 en Telén (Dirección Nacional de Geología y Minería; perforación localizada en la Hoja 3766-II, Victorica), se reconocieron ~ 345 m (entre 278 m y 623 m b.b.p.) de sedimentitas paleozoicas. Giai (1975) denominó a dichas rocas Formación Telén y las correlacionó tentativamente con la Formación Agua Escondida.

2.3. PALEOZOICO - MESOZOICO

GRUPO SIERRA PINTADA (4, 5, 6)

Bajo esta denominación se conoce desde el punto de vista formal, en el Bloque de San Rafael y en La Pampa, a las rocas ígneas correspondientes al extendido ciclo magmático pérmico-triásico, equivalente en sentido amplio al magmatismo del Choiyoi en el oeste argentino. El nombre fue propuesto por Criado Roqué (1972a) para el Bloque de San Rafael y extendido por el mismo autor (1972b) a la provincia de La Pampa. Linares *et al.* (1978, 1980) propusieron algunas modificaciones a la definición original del autor, para incluir a todas las facies volcánicas y plutónicas del magmatismo y reconocieron (basándose en Llambías, 1975) tres unidades con rango de Formación: Zúñiga (leucogranitos rosados), El Centinela (andesitas) y Choique Mahuida (riolitas).

Tanto Wichmann (1928) como Sobral (1942) describieron en detalle los afloramientos y petrografía de este grupo. La idea de «cosanguinidad» entre las distintas litologías del magmatismo pérmico-triásico fue originalmente postulada por Wichmann (1928). Groeber (1939) mapeó los principales asomos de estas rocas ígneas en La Pampa. Este magmatismo fue caracterizado por Llambías (1972), Llambías y Leveratto (1975) y Linares *et al.* (1980) como un «plateau riolítico», donde las riolitas extrusivas (frecuentemente ignimbríticas) cubren la mayor extensión areal.

Espejo y Silva Nieto (1996) propusieron reemplazar el topónimo del Grupo por el de Lihuel Calel, argumentando que las rocas de la Sierra Pintada no se encuentran representadas en la provincia de La Pampa.

Rapela *et al.* (1996) compararon el magmatismo jurásico de la Patagonia con aquel del Choiyoi. Finalmente, Quenardelle y Llambías (1997) reconocieron y caracterizaron desde el punto de vista

petrográfico y geoquímico a un nuevo centro eruptivo que corresponde a los afloramientos de la sierra Chica.

En el área comprendida por la Hoja, los afloramientos pertenecientes a este grupo constituyen la mayor parte de los asomos de rocas pre-cenozoicas. Además, se encuentran las localidades tipo del Granito Zúñiga y de la Formación El Centinela.

Edad

El cuadro 3 presenta una recopilación de las edades radiométricas disponibles para el Grupo Sierra Pintada en la Hoja Santa Isabel o en áreas cercanas (véase también la Fig. 3). A pesar de que el error analítico de las determinaciones es alto, es posible apreciar que el magmatismo parece comenzar en el lapso 270 - 265 Ma (Pérmico temprano) y se extiende hasta ~ 207 Ma (Triásico tardío). El intervalo modal corresponde a ~259 - 232 Ma (Pérmico tardío - Triásico medio).

Granito Zúñiga (4)

Pórfidos monzograníticos, aplitas y pegmatitas

Antecedentes

Esta unidad fue reconocida por Llambías (1975) y descrita formalmente por Linares *et al.* (1980), para designar a la facies granítica del ciclo magmático pérmico - triásico. En este trabajo se prefiere utilizar para denominarla el término litológico dominante (*i.e.*, granito) (véase Melchor y Casadío, 2000).

Wichmann (1928) señaló la presencia de pórfidos graníticos en el basamento del oeste de La Pampa. Groeber (1929) también hizo referencia a los granitos pérmico - triásicos de La Pampa. Melchor y Casadío (2000) describieron los escasos afloramientos de la unidad ubicados en la Hoja La Reforma.

Distribución areal

Las exposiciones más extensas del Granito Zúñiga se ubican al noroeste de Algarrobo del Águila, entre los cauces del río Atuel y la Planicie Pedemontana de Chicalcó. Ésta es la única región donde aflora esta unidad en la Hoja, la que comprende la localidad tipo de la misma, el puesto Zúñiga (36°17'42'' S; 67°20'02'' O), actualmente conocido como puesto Loma de los Avestruces.

Los asomos más importantes se encuentran en las vecindades del puesto Los Cerros (36°21'30'' S;

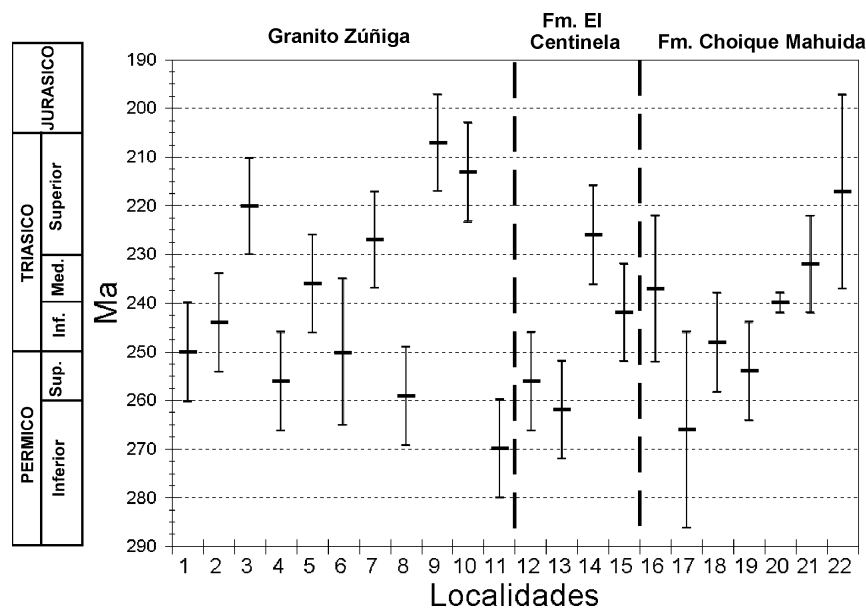


Figura 3. Edades radimétricas disponibles para las distintas unidades del Grupo Sierra Pintada. Véase en el cuadro 3 el detalle de los valores y localidades graficadas.

Cuadro 3. Edades radimétricas del Grupo Sierra Pintada para localidades próximas a la Hoja. ⁽¹⁾ Basado en Rapela *et al.* (1996), el resto de las edades tomadas de Linares *et al.* (1980), ⁽²⁾ promedio de 12 dataciones por el método K/Ar, ⁽³⁾ promedio de 9 dataciones por el método Rb/Sr.

Formación	Localidad	Hoja 1:250.000	Edad	Método
Zúñiga	1 Chos Malal	Agua Escondida	250±10	K/Ar
	2		244±10	K/Ar
	3		220±10	K/Ar
	4 Algarrobo del Águila	Santa Isabel	256±10	K/Ar
	5		236±10	K/Ar
	6 Sierra Chata	General Acha	250±15	Rb/Sr
	7		227±10	K/Ar
	8 Ea. El Huitrú	General Acha	259±10	K/Ar
	9 Loma Alta	General Acha	207±10	K/Ar
	10		213±10	Rb/Sr
	11 Lag. La Amarga	Puelches	270±10	K/Ar
El Centinela	12 Co. El Centinela	Santa Isabel	256±10	K/Ar
	13 Lag. La Amarga	Puelches	262±10	K/Ar
	14 Río Chadileuvú	Puelches	226±10	K/Ar
	15 La Represa	Puelches	242±10	K/Ar
	Choique Mahuida	16 Co. Colón	Santa Isabel	237±15	K/Ar
17 Co. Colón		Santa Isabel	266±20	K/Ar
18 Mayu Quingam		Santa Isabel	248±10	K/Ar
19 La Ramada		Santa Isabel	254±10	K/Ar
20 Sa. de Lihuel Calel ⁽¹⁾		Puelches	240±2	Rb/Sr (isocrona)
21 Sa. de Lihuel Calel ⁽²⁾		Puelches	232±10	K/Ar
22 Sa. de Lihuel Calel ⁽³⁾			217±20	R/Sr

67°15'00'' O.), en el cerro Colorado (36°19' S; 67°16' O) y en el puesto Las Tinajeras (36°18'29'' S; 67°16'09'' O).

Litología

Linares *et al.* (1980) caracterizaron a los afloramientos de la Hoja como leucogranitos de grano fino, miarolíticos, de tonalidades rosadas, no alterados y compuestos por plagioclasa (oligoclasa cálcica), feldespato potásico, cuarzo y muy escasa biotita.

La roca predominante es un pórfido monzogranítico, de grano fino, con textura porfírica y pasta aplítica. Los fenocristales de cuarzo son euhedrales a subhedrales, con incipientes bordes engolfados; a veces se hallan en agregados de dos a tres cristales, de hasta 0,5 cm de diámetro. Los fenocristales de feldespato potásico son de color gris rosado, euhedrales, pertínicos, de hasta 1 cm de longitud. La biotita se presenta como fenocristal en muy escasa proporción. La pasta tiene una textura granular panalotriomorfa, de aspecto sacaroide, similar a las texturas de las aplitas.

Distribuidos en el pórfido monzogranítico se encuentran numerosos cuerpos veniformes de pocos centímetros de espesor, con bordes soldados, compuestos principalmente por cuarzo, feldespato potásico, y en menor proporción plagioclasa sódica. Las texturas van desde aplíticas hasta pegmatíticas. También se observan segregaciones circulares, de unos pocos centímetros de diámetro, de similar composición, las que podrían corresponder a miarolas con alta relación líquido/gas.

Localmente se encuentran variaciones texturales en las cuales los fenocristales de feldespato potásico tienen mayor tamaño, alcanzando hasta 2 cm de longitud. En el cerro Colorado, las texturas predominantes de las rocas son las aplíticas, con fenocristales de cuarzo y de feldespato potásico. En los alrededores de cerro Las Tinajeras las texturas son muy finas y toman el aspecto de rocas volcánicas. Se las interpreta como domos riolíticos estrechamente relacionados con las aplitas.

Estructura

El carácter aislado de los afloramientos y sus pequeñas dimensiones no ha permitido observar las relaciones de los granitos con la roca de caja, ni la forma del cuerpo. De acuerdo con la abundancia de texturas porfíricas y aplíticas, de miarolas y de segregaciones tardías aplítico-pegmatíticas, las rocas

aflorantes corresponden a la cúpula, enriquecida en volátiles, de un plutón granítico. Tal cual como se describe en el apartado estructura de la Formación Choique Mahuida, podría corresponder a la raíz de un edificio volcánico.

La dirección promedio más frecuente de los planos de diaclasas del Granito Zúñiga en el puesto Los Cerros es N20°O (32% de los datos, n = 60), en tanto que la dirección secundaria se ubica en N80°E (Melchor, 1987).

Relaciones estratigráficas

La única relación que ha sido registrada para esta unidad es una cobertura parcial por parte de sedimentos modernos.

El domo riolítico del cerro Las Tinajeras podría ser correlacionado con otros domos riolíticos de la Formación Choique Mahuida (*i.e.* el de loma Negra). La similitud de las composiciones modales, químicas y también de las edades, entre los domos y los granitos avalaría esta vinculación. De confirmarse esta hipótesis, el Granito Zúñiga correspondería a una facies intrusiva del intenso vulcanismo silícico representado por la Formación Choique Mahuida.

Edad y correlaciones

Linares *et al.* (1980) consignaron varias dataciones de estos granitoides, incluyendo dos determinaciones de afloramientos en el área de trabajo (véase cuadro 3 y Fig. 3). Las mismas dieron edades de 256 ± 10 y 236 ± 10 Ma. No obstante, si también se analizan los valores disponibles para áreas cercanas a la Hoja, es posible apreciar que el intervalo modal corresponde al lapso ~259 – 244 M.a. (*i.e.* Pérmico superior-Triásico inferior).

Criado Roqué e Ibáñez (1979) dieron a conocer tres dataciones K/Ar sobre los granitos de esta unidad ubicados en las cercanías de Algarrobo del Águila (realizados para la Compañía Gulf Oil por Geochron), las que arrojaron edades de 279, 277 y 244 Ma (dichos autores no señalaron el error analítico).

Formación El Centinela (5)

Andesitas, ignimbritas, brechas, tobas, pórfiros andesíticos

Antecedentes

La unidad fue definida formalmente por Linares *et al.* (1980), siguiendo a Llambías (1975), para in-

cluir a un conjunto de vulcanitas mesosilícicas, especialmente andesitas, pórfidos andesíticos y filones capa de microdiorita que afloran extensamente en el cerro El Centinela y en las lomas de Olguín (ambas elevaciones ubicadas en el ámbito de la Hoja). Las mismas rocas habían sido reconocidas y descritas por los primeros investigadores que recorrieron la zona (Wichmann, 1928; Sobral, 1942; Canelle, 1950; Ortiz, 1967) bajo la denominación de «pórfidos oscuros» o «pórfidos cuarcíferos». En el área correspondiente a la Hoja La Reforma predominan las lavas y brechas andesíticas (Melchor y Casadío, 2000).

Distribución areal

Los afloramientos más extensos son los del cerro El Centinela (localidad tipo de la formación) y las lomas de Olguín. Otros asomos corresponden a dos pequeñas elevaciones, sin nombre, ubicadas inmediatamente al sur (Melchor, 1987) y aproximadamente 2 km al norte de la loma de los Guanacos, a las lomas Altas, a la loma Negra (Linares *et al.*, 1980), así como a las lomas Cortadas y al cerro Negro (estas dos últimas localidades descritas por Wichmann, 1928).

En el extremo sureste de la Hoja, al norte del puesto El Odre (coordenadas aproximadas 36°52' S; 66°10' O), se encuentran dos elevaciones que apenas se destacan sobre los médanos circundantes en las que aflora un regolito de rocas de esta unidad (Giai, 1975; Herrero Ducloux, 1978; Dristas *et al.*, 1998).

Litología

Comprende lavas, ignimbritas de alto grado, brechas y domos subvolcánicos, generalmente de colores oscuros (verde oscuro, morado o gris oscuro) con frecuente alteración en forma de epidotización y/o cloritización. Las texturas son porfíricas con pastas predominantemente afaníticas y en mucha menor proporción microgranosas. Los fenocristales más frecuentes son de plagioclasa zonal (oligoclasa cálcica a andesina sódica), clinopiroxeno y anfíbol (Linares *et al.*, 1980).

Muchas de estas rocas descritas modalmente como fenoandesitas se clasifican de acuerdo con la nomenclatura propuesta por Le Maitre *et al.* (1989) como traquidacitas y dacitas. En este trabajo se prefiere utilizar las definiciones modales, debido a que el reconocimiento en el campo sólo permite identifi-

carlas dentro del amplio grupo de los andesitoides.

El cerro El Centinela está constituido por una sucesión de bancos groseramente estratificados compuestos por flujos piroclásticos con elevado soldamiento (ignimbritas de alto grado) y que por esta razón tienen el aspecto de flujos lávicos, y flujos piroclásticos. En la ladera oriental del cerro El Centinela se reconocen cuatro bancos principales, con espesores de 5 a 15 m, e intercalaciones de bancos de brechas andesíticas más delgadas. Integrando estos bancos con otros aislados que se encuentran entre el cerro El Centinela y la ruta nacional 152, se puede estimar un espesor aproximado de 100 metros.

El banco que corona el cerro El Centinela también es una fenoandesita y se caracteriza por contener inclusiones ovoides achatadas, rellenas por epidoto, cuyos cristales euhedrales crecen desde la pared de la inclusión hacia el centro. En las superficies pulidas por el viento se pueden observar delgadas *fiammes* de hasta 1,5 cm de longitud con espesores de solamente unos pocos milímetros. El achatamiento de las mismas es muy alto, lo cual indica, junto con la textura fluidal de la pasta, que es una ignimbrita de alto grado y que ha fluido como una lava.

La textura al microscopio es porfírica con pasta pilotáxica. Los fenocristales son predominantemente de plagioclasa zonal de hasta 3 mm de longitud, aunque también se han registrado clinopiroxeno, anfíbol y apatita. Los fenocristales de clinopiroxeno (de hasta 1 mm de longitud) también son relativamente abundantes; mientras que los de anfíbol se encuentran en menor proporción, están alterados en tremolita-actinolita y tienen un reborde de óxido de hierro. Los fenocristales de apatita tienen tamaño algo menor que los de piroxeno, y ocasionalmente llegan a tener hasta 5 mm de longitud; se la reconoce fácilmente por su hábito tabular y su coloración verdosa. La pasta es muy fluidal, en parte vítrea, y se observan cristalitas de plagioclasa orientados. Localmente contienen inclusiones de 1 cm de diámetro, compuestas por agregados de plagioclasa y anfíbol con textura granular hipidiomorfa. Estas inclusiones están intensamente epidotizadas.

La abundancia de apatita es una característica de la Formación El Centinela y en los análisis químicos se traduce en un elevado porcentaje de P₂O₅ de hasta 1 % y valores excepcionales de 3,87 %.

En las lomas de Olguín se encuentran rocas con características similares a las del cerro El Centinela, pero los afloramientos son aislados debido a la co-

bertura arenosa moderna. Las unidades extrusivas forman bancos de pocos metros de espesor y tienen tonalidad gris verdosa a gris rosada. En el extremo noroccidental de estos afloramientos ($36^{\circ}48' S$; $67^{\circ}17' O$) se ha reconocido un posible domo subvolcánico compuesto por una roca muy fluidal con marcada textura porfírica. Los fenocristales de plagioclasa son tabulares, zonales, de hasta 15 mm de longitud y están alterados a sericita, material arcilloso, epidoto y calcita. Le siguen en abundancia fenocristales de clinopiroxeno euhedrales y con débil pleocroísmo que varía entre verde pálido a casi incoloro; en tanto los de anfíbol son muy poco abundantes, están alterados y presentan un reborde de minerales opacos. Al igual que en el cerro El Centinela la apatita es abundante, se halla en cristales tabulares cortos, cuyo tamaño permite reconocerlos con lupa; poseen en su interior inclusiones submicroscópicas que le otorgan tenue opacidad.

En las lomas Altas, al O y NO del puesto La Jarillosa ($36^{\circ}15'18'' S$; $67^{\circ}20'03'' O$), la espesa secuencia está formada principalmente por bancos de ignimbritas fenoandesíticas con muy alto soldamiento. Desde el punto de vista geoquímico se clasifican como traquidacitas y dacitas (Le Maitre *et al.*, 1989) (Fig. 4). Tienen textura porfírica con pasta compacta, afanítica. Las rocas son de color gris verdoso a gris verdoso oscuro, Los fenocristales son de plagioclasa tabular, con marcada zonalidad, y de anfíbol. A diferencia del cerro El Centinela no se ha reconocido la presencia de clinopiroxeno.

En el extremo oriental de las lomas Altas afloran varios bancos subhorizontales de tobas ricas en cristales, muy compactas, con muy buena estratificación, que casi es una laminación. Al igual que las ignimbritas de esta localidad, al ser golpeadas emiten un sonido similar al de una campana. Se caracterizan por poseer muy escaso cuarzo, abundante plagioclasa y feldespato potásico y escasa biotita. De acuerdo con su composición química, la única roca analizada se clasifica como dacita, si bien se encuentra muy cerca del límite con las traquidacitas (Fig. 4).

En la loma Negra ($36^{\circ}18'24'' S$; $67^{\circ}10'22'' O$), las fenoandesitas son brechosas y están muy alteradas a epidoto, clorita y calcita. Son de color gris verdoso a verde oscuro. Los clastos tienen la misma composición que la matriz que los engloba.

Las rocas aflorantes al norte de la estancia El Oudre tienen textura porfírica con elevada relación fenocristales/pasta. Los fenocristales predominantes son de feldespato potásico peritítico y diópsido. En menor proporción hay plagioclasa ácida, cuarzo, hornblenda y microfenocristales de apatita (Herrero Ducloux, 1978; Dristas *et al.*, 1998).

Estructura

La estructura de las unidades que componen la Formación El Centinela no es fácil de observar, porque la mayor parte de los afloramientos son de reducida extensión, de muy escaso relieve y constituyen, en general, exposiciones aisladas. En el cerro

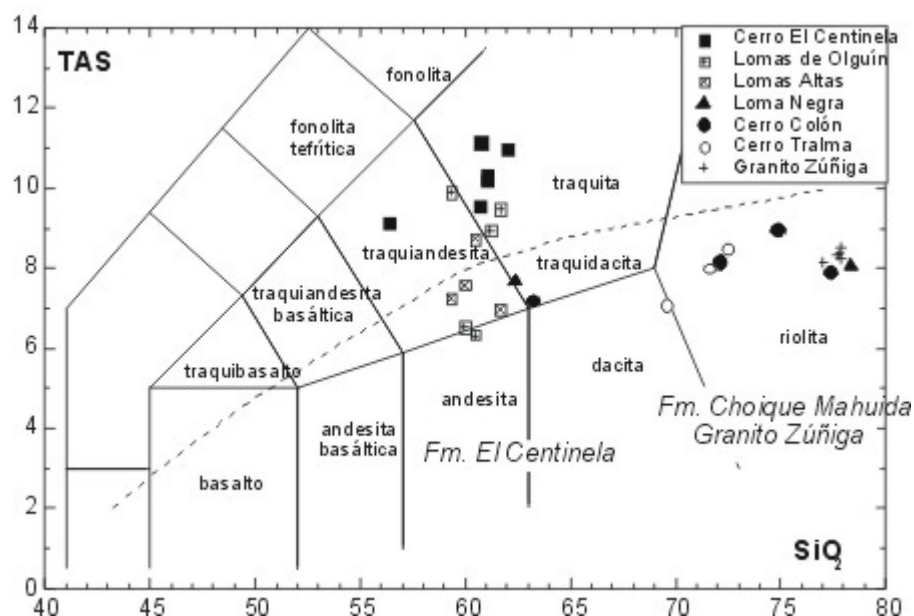


Figura 4. Diagrama TAS (álcalis totales-sílice) de las unidades del Grupo Sierra Pintada en la Hoja Santa Isabel.

El Centinela se advierte una superposición de flujos lávicos y piroclásticos con delgadas intercalaciones de flujos de brechas. El rumbo predominante es N10° O con una inclinación de 14° S. No se tiene información si esta actitud de las capas es primaria o de origen tectónico. En este último caso, los movimientos habrían sido de pequeña magnitud. Probablemente esta secuencia forma parte de un edificio volcánico de suave relieve y los afloramientos del cerro El Centinela podrían corresponder a un sector no muy alejado del conducto de emisión, debido a la presencia de lavas e ignimbritas de alto grado.

La presencia de un posible domo subvolcánico en el extremo noroccidental de lomas de Olgúin, estaría indicando la existencia de un conducto volcánico en ese lugar.

Relaciones estratigráficas

La Formación El Centinela presenta en el área de la Hoja Santa Isabel muy pocas relaciones con

otros grupos de rocas de modo que es difícil establecer con precisión su edad relativa. Sin embargo, se han observado algunas relaciones que sugieren que precede a la Formación Choique Mahuida y éstas son: 1) 500 m al norte del puesto de Romero Bello (36°50' S; 67°12' O) se observa que sobre las ignimbritas andesíticas se apoyan bancos de tonalidades claras de rocas piroclásticas de grano muy fino (1-2 mm) con buena laminación. Por encima de ellas se depositaron ignimbritas riolíticas similares a las de la Formación Choique Mahuida; 2) En el cerro Negro las brechas andesíticas son cortadas por un domo riolítico, equiparable con la Formación Choique Mahuida, y 3) Las ignimbritas riolíticas del cerro Tralma poseen clastos de andesitas, atribuibles a la Formación El Centinela.

Edad y correlaciones

Durante el presente trabajo se analizó radimétricamente (método $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$) una muestra

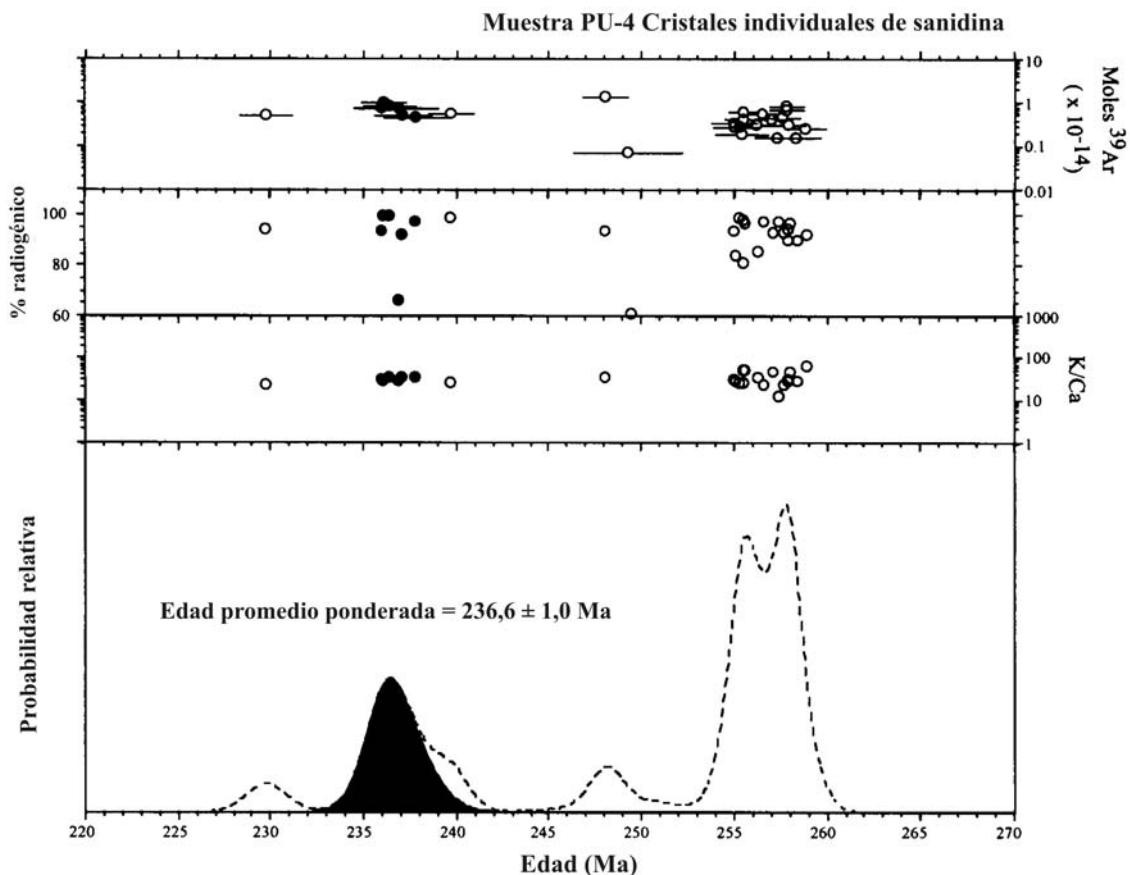


Figura 5. Diagrama de distribución de probabilidades de los resultados de análisis por fusión láser de cristales de sanidina (método $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$)

de esta unidad procedente del cerro Tralma (36°59'25" S; 67°10'24" O), fue realizado en el Laboratorio de Geocronología del New Mexico Bureau of Mines, Nuevo México, Estados Unidos. Concretamente se separó sanidina, la que fue investigada por el método de fusión total láser sobre cristales individuales. Los resultados de estos análisis y las edades aparentes se grafican en un diagrama de distribución de probabilidades (Fig. 5) (Deino y Potts, 1992).

Se examinaron un total de 34 cristales de sanidina de la muestra, 4 de ellos fueron descartados ya que poseían una relación K/Ca típica de plagioclasa. El resto de los datos de edad aparente exhibe valores que varían entre $229,8 \pm 1,1$ Ma y $258,9 \pm 0,8$ Ma; con dos poblaciones cuya media es $236,6 \pm 1,0$ Ma y $256,0 \pm 0,6$ Ma (Fig. 5). Cabe mencionar que los cristales analizados tienen una producción de Ar radiogénico que varía entre 60% y 99,7%, siendo aproximadamente 100% lo esperable para sanidina de la edad referida. Dichas valores radiogénicos variables pueden deberse a una leve alteración o adhesión de vidrio de la mesostasis a los cristales de sanidina.

Estos resultados pueden ser interpretados de dos formas diferentes: 1) El conjunto de edades más jóvenes ($236,6 \pm 1,0$ Ma) representaría la edad de erupción y aquellas más antiguas ($256,0 \pm 0,6$ Ma) procederían de xenocristales existentes al momento de la erupción. La edad más moderna ($229,8 \pm 1,1$ Ma) procede de un único cristal y representaría una singularidad analítica o podría estar vinculado con alteración incipiente. 2) La segunda posibilidad sería que el cristal más joven representa la edad de la erupción y todos los restantes son xenocristales contaminantes, procedentes de erupciones previas.

La hipótesis 1 es la preferida por los autores de este trabajo, sobre la base de las siguientes evidencias: a) Al microscopio se observan fragmentos líticos de andesitas (también distinguidos en muestra de mano) así como clastos riolíticos con sanidina y b) Los cristales de sanidina aparecen frescos aunque algunos tienen fracturas rellenas con material arcilloso, lo que sugiere una incipiente alteración. Probablemente los cristales con edades más antiguas procedan de dichos fragmentos riolíticos, que son claramente previos. La edad del cristal más joven, la baja producción radiogénica de algunos cristales y parte de la dispersión de los valores de edad pueden estar vinculados con dicha alteración incipiente.

Por otra parte, el rango de edades alcanzado en el análisis $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ coincide con aquellas obtenidas en toda la provincia de La Pampa para la unidad en cuestión. Las escasas edades radiométricas disponibles para áreas cercanas a la Hoja (véase cuadro 3 y Fig. 3), indican que estas vulcanitas se habrían generado en el lapso Pérmico inferior - Triásico inferior (Linares *et al.*, 1980). Si bien el error analítico de las edades K/Ar previas es alto, hay valores próximos a 250-260 Ma (incluyendo al dato del cerro El Centinela) y 230-240 Ma (véase Fig. 3).

Las relaciones estratigráficas de la unidad indican que las erupciones de estas rocas precedieron a las de la Formación Choique Mahuida (véase la discusión de las relaciones estratigráficas de la Formación Choique Mahuida). De acuerdo con esta relación podrían ser equivalentes a la sección inferior del Grupo Choiyoi (véase Llambías *et al.*, 1993).

Giai (1984) planteó la hipótesis de una edad cretácica de los afloramientos próximos al puesto El Odre, sobre la base de la información de subsuelo. Sin embargo, su similitud con otras rocas de la Formación El Centinela, en particular su carácter peralcalino a alcalino, no descarta una posible edad pérmico-triásica para las mismas.

Formación Choique Mahuida (6)

Ignimbritas riolíticas, riolitas, tobas

Antecedentes

La formación fue inicialmente propuesta por Llambías (1975) y luego definida formalmente por Linares *et al.* (1980), para incluir a las riolitas de tonalidades y texturas variadas aflorantes en diversas localidades del centro y oeste de la provincia de La Pampa. Esta unidad engloba los «pórfidos rojos» referidos por Wichmann (1928) y Sobral (1942).

Llambías (1972), Llambías y Leveratto (1975), Espejo y Silva Nieto (1985), Conti *et al.* (1990), Conti y Rapalini (1990), Sruoga y Llambías (1992) y Quenardelle y Llambías (1997) trataron diferentes aspectos de la unidad, aunque en su mayoría se refirieron a localidades ubicadas fuera del ámbito de la Hoja.

Distribución areal y litología

Las rocas de esta formación constituyen numerosos afloramientos en el área de trabajo, especialmente en el valle de los ríos Atuel - Salado - Chadileuvú. Los asomos más importantes son, de

norte a sur, las lomas Altas o lomas del Divisadero, el cerro La Ramada, el cerro Colón, la loma de Fuego, Cinco Cerros y el cerro Tralma.

Los mejores afloramientos son los del cerro Colón, que es uno de los rasgos topográficos más destacados de la Hoja. Allí se observa una sucesión de ignimbritas de alto grado con intercalaciones de delgados bancos de tobas de grano fino, finamente laminadas, muy compactas y densas. El espesor total de la secuencia se estima en 150 m, aunque no se conoce ni el techo ni la base. El color predominante es el gris oscuro a rosado y con menor frecuencia negro. La figura 6 muestra un perfil integrado del cerro Colón. Los espesores del mismo son aproximados porque los contactos entre los bancos no son fácilmente identificables y porque los bancos son similares entre sí, dificultando su identificación. En general están constituidos por ignimbritas riolíticas de alto grado, en parte brechosas, con litoclastos de composición similar a la de la matriz. Las *fiammes* son predominantemente laminares, indicando un alto índice de deformación.

La parte más alta del cerro Colón está formada por una ignimbrita de color gris oscuro con una fluidalidad laminar muy marcada, mostrando abundantes pliegues y contorsiones ocasionados por el flujo. Por su aspecto puede ser confundido con una colada dómica, aunque si se observa con atención se pueden reconocer *fiammes* discoidales a

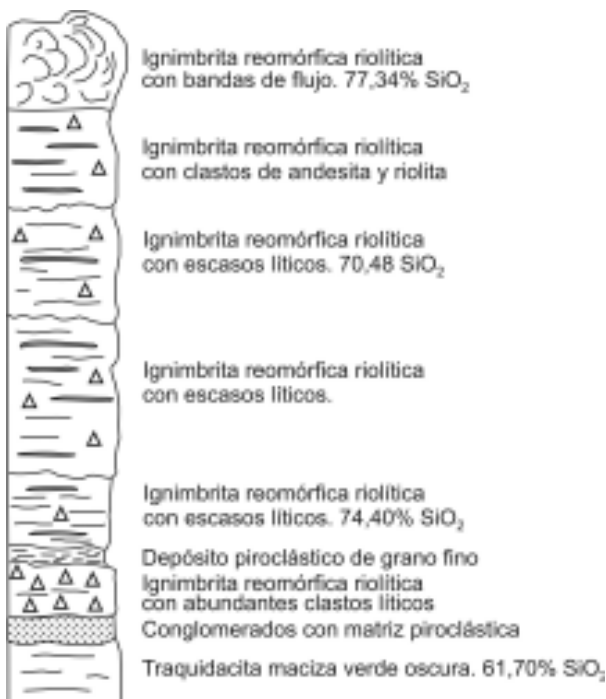


Figura 6. Perfil litológico esquemático de la sucesión del cerro Colón.

laminares de similar textura y color que la ignimbrita. El espesor mínimo de esta colada piroclástica es de 20 m y se desconoce cuanto ha sido erosionada.

La otra localidad geográficamente destacada es el cerro Tralma (36°59' S; 67°10' O), que forma suaves lomas en el borde occidental de la actual llanura de inundación del río Chadileuvú. Está constituido por una sucesión de bancos ignimbríticos, de tonalidad gris oscuro a morado oscuro, frecuentemente brechosos, con clastos de riolitas y fenocristales de cuarzo y sanidina. Las *fiammes* son laminares a discoidales y son comunes las texturas de flujo. Los bancos están groseramente estratificados, pero es imposible efectuar un perfil completo por las escasas exposiciones de las rocas. No obstante, entre los bancos de ignimbritas se advierten capas de tonalidades claras, integradas por material piroclástico fino, con tamaño de grano arena gruesa a fina; los componentes de estas capas son únicamente volcánicos y consisten en cristales y clastos líticos. Los cristales tienen leve redondeamiento y tamaño de grano homogéneo, de alrededor de 1 mm de diámetro. Los clastos líticos son de riolitas iguales a las que constituyen los clastos de los bancos ignimbríticos. Por encima de estos bancos se encuentra uno de una ignimbrita brechosa de color borravino oscuro que contiene, además de clastos de similar composición a la matriz, clastos del banco piroclástico inferior, los que se destacan fácilmente de la matriz por su tonalidad más clara. La textura de las riolitas de los clastos es porfírica, con escasos (<10%) fenocristales de pequeño tamaño (0,5 mm) de cuarzo, sanidina y plagioclasa. Los fenocristales de biotita son muy escasos y tienen alrededor de 0,1 mm de longitud. La pasta es felsítica a vítrea. La textura fluidal es muy marcada y el flujo ha deformado a los fenocristales de biotita produciendo en ellos flexuramientos y bandas *kink*. La mayor parte de los clastos líticos son de fenoriolitas, pero también se encuentran en menor proporción fenoandesitas anfibólicas epidotizadas. Estas andesitas son parecidas a las que afloran en el cerro Negro, unos 5 km al norte, y que forma parte de la Formación El Centinela.

Las lomas de Fuego son elevaciones bajas de escaso relieve y están semicubiertas por los sedimentos arenosos actuales. Están compuestas por ignimbritas fenoriolíticas, con muy alta fluidalidad, similares a las que afloran en el cerro Colón. Otros afloramientos menores, situado al sur de dicha elevación están también constituidos por ignimbritas riolíticas de textura y composición similares.

En el borde occidental de la loma Negra se ha observado una riolita con textura porfírica, con fenocristales de sanidina, cuarzo y plagioclasa en pasta felsítica. Tiene una notable fluidalidad expresada por bandas centimétricas a milimétricas de distintas tonalidades. Se interpreta a este cuerpo como un domo subvolcánico debido a que la fluidalidad corta a los bancos de los andesitoides de la Formación El Centinela.

Los riolitoides que se localizan en las lomas Altas, al norte de Algarrobo del Águila, podrían corresponder a esta formación. A pesar de que sus afloramientos son pequeños y aislados, se ha podido advertir que cortan y se apoyan sobre los andesitoides de la Formación El Centinela. La riolita que se encuentra en las cercanías del puesto La Jarillosa tiene una fluidalidad muy marcada y presenta textura más fina similar a la de un borde enfriado, en el contacto con los andesitoides. La fluidalidad es paralela al contacto. Se interpretan a estas riolitas como un domo subvolcánico.

Estructura

Poco es lo que se puede decir acerca de la estructura de la Formación Choique Mahuida en el ámbito de la Hoja. Esto es consecuencia del tamaño reducido de los afloramientos, su escaso relieve y el carácter esporádico de los mismos.

En el cerro Colón, que corresponde al afloramiento más extenso de la Hoja, se reconoce una sucesión de bancos constituidos predominantemente por flujos piroclásticos y, en menor proporción por depósitos de caída y de oleadas piroclásticas. El rumbo dominante de los bancos es N 80°E con una inclinación de alrededor de 14° al NO. No se ha podido determinar si esta inclinación es primaria o tiene un origen tectónico.

La presencia de domos subvolcánicos en las lomas Altas y en la loma Negra indica una zona de surgencia importante en esta región. Su estrecha asociación espacial y composicional con los granitos de la Formación Zúñiga sugiere que podría corresponder a la raíz de un edificio volcánico.

Relaciones estratigráficas

Diques de la Formación Choique Mahuida cortan las arenitas cuarzosas de la loma de los Guanacos y del cerro Poleo. Con respecto a los andesitoides de la Formación El Centinela las relaciones han sido descriptas en el apartado correspondiente a esta for-

mación, e indican que la Formación Choique Mahuida sucede a la Formación El Centinela.

Edad y correlaciones

La Formación Choique Mahuida posee numerosas dataciones radimétricas (Linares *et al.*, 1980; Rapela *et al.*, 1996), las que se presentan en forma sumaria y gráfica en el cuadro 3 y Fig. 3), respectivamente. Si bien la dispersión de las edades disponibles es bastante amplia (comprende el lapso Pérmico inferior a Triásico superior), el intervalo modal para la unidad corresponde al Triásico medio (240-232 Ma, véase Fig. 3).

Esta unidad sería correlacionable con el miembro ácido de la Formación Los Corrales (González Díaz, 1972c), aflorante en el área de Agua Escondida, SE de Mendoza (Delpino, 1997, propuso darle a esta unidad el rango de Grupo). También sería equivalente a la Formación Cerro Carrizalito (González Díaz, 1972b), que aflora en el Bloque de San Rafael.

2.4. CENOZOICO

2.4.1. NEÓGENO

2.4.1.1. Mioceno superior (?)

Formación Cerro Azul (7)

Limolitas, areniscas, paleosuelos calcáreos y tosca

Antecedentes

Llambías (1975) y Linares *et al.* (1980) propusieron la Formación Cerro Azul para incluir a todos los limos arenosos sin estratificación interna o con estratificación poco visible, con intercalaciones pelíticas y de niveles calcáreos irregulares de origen pedogenético, que afloran en la provincia de La Pampa. Se trata de la Formación Araucana de Doering (1882), a la que Ameghino (1889) le asignó edad miocena. Estos sedimentos fueron luego referidos como Pampeano por Stappenbeck (1926) y como «Formación Pampeana media en su facie terrestre» (*sic*) por Wichmann (1928), quienes los consideraron de edad pliocena. Tapia (1935) rescató el término de Ameghino, denominándolo Piso Araucano, aunque lo atribuyó al Plioceno.

Sobral (1942) designó a estas sedimentitas como «areniscas calcáreas grises» y las asignó al Plioceno, denotando su amplia distribución en el sur de las pro-

vincias de Mendoza y occidente de La Pampa. Dicho autor realizó un detallado estudio composicional de las areniscas de la unidad. Canelle (1950) la llamó Formación Loéssica Bonaerense (véase cuadro 1), estimando que su espesor llegaba a 60 metros. En el este de La Pampa, Salso (1966) la distinguió como Formación Pampeano, señalando un espesor estimativo de 290 metros.

Esta secuencia sedimentaria también fue designada (informalmente) como Formación La Pampa (Giai, 1975), Formación Pampa (Terraza *et al.*, 1981), Formación Punta de la Barda (Bisceglia, 1977) o Miembro Punta de la Barda de la Formación La Pampa (Bisceglia, 1979).

Criado Roqué e Ibáñez (1979) y Calmels (1996) correlacionaron los afloramientos incluidos en la Hoja Santa Isabel con la Formación Arroyo Chasicó. Melchor y Casadío (2000) propusieron la denominación de Formación Gran Salitral, en parte, para las exposiciones ubicadas en la Hoja La Reforma que tienen continuidad física con las comprendidas en la zona que abarca este trabajo. Sin embargo, estudios geológicos y geocronológicos posteriores (Melchor, en prensa) llevaron a restringir la Formación Gran Salitral a aquellos afloramientos esencialmente carbonáticos que bordean la depresión homónima. Se mantiene el nombre de Formación Cerro Azul para los asomos de la Planicie Estructural Punta de la Barda y de la Planicie Pedemontana de Chicalcó y de otros próximos.

Distribución areal

Las rocas de esta unidad componen un rasgo fisiográfico característico, regionalmente denominado como «barda», que corresponde al límite oriental de la Planicie Estructural de Chicalcó (planicie pedemontana que define el límite occidental del valle de los ríos Atuel - Salado - Chadileuvú). Los afloramientos están localizados en las barrancas que constituyen la «barda» y en la pendiente del río Atuel adyacente. Generalmente los asomos son de mala calidad, debido a que están cubiertos por sedimentos coluviales y eólicos. Sin embargo, son de gran extensión ya que aparecen (de manera discontinua) en todo el ámbito de la Hoja al oeste de $\sim 64^{\circ}14'$ de longitud oeste, prolongándose por el sur dentro de la Hoja La Reforma (Melchor y Casadío, 2000) y penetrando por el norte a la provincia de Mendoza.

En el cuadrante sureste de la Hoja Santa Isabel también se detectaron cuatro áreas donde aparecen en superficie estas rocas sedimentarias, ellas son:

sobre la ruta provincial 14, en las proximidades de Árbol Sólo y de la estancia La Ciencia y en el cerro Curru Mahuida ($36^{\circ}31'00''$ S; $66^{\circ}08'31''$ O). En los dos primeros casos aparecen como superficies de deflación o cortes de ruta en un paisaje dominado por depósitos eólicos de la Formación Meaucó.

Litología

Las mejores exposiciones de la unidad se encuentran en el ámbito de la Hoja, particularmente en las intersecciones de las rutas provincial 10 y nacional 151 con la planicie pedemontana de Chicalcó. La sección más potente corresponde a la primera localidad ($36^{\circ}20'48''$ S; $67^{\circ}15'20''$ O), donde alcanza a 58 metros. Hacia el sur y norte de dichos lugares, el espesor se reduce de manera paulatina llegando a casi 3-5 metros.

La secuencia muestra una marcada monotonía litológica, está compuesta esencialmente por limolitas y areniscas finas marrón claro (5 YR 5/6, 5 YR 6/4; 10 R 4/6) con abundante cementación carbonática y rasgos pedogénicos. En casos aparecen niveles arcillosos delgados y capas de arena mediana entrecruzada. Típicamente la sucesión finaliza con una capa de caliza de espesor y estructura variable que es interpretada como un calcrete (tosca).

El perfil medido en la intersección de la ruta provincial 10 y la planicie pedemontana de Chicalcó (véase PC-3 en el mapa geológico) contiene aproximadamente diez paleosuelos. La litología es bastante uniforme en toda la sección, aunque se advierte que los paleosuelos son más abundantes en los 30 m basales. En los paleosuelos se reconocen los siguientes términos (de abajo hacia arriba): a) 1-2 m de arenisca muy fina o limolita pardo clara, con abundantes intraclastos de pocos milímetros a 1-2 cm que se diferencian por poseer un color de tonalidad algo más oscura. Presenta ocasional estratificación subparalela mal definida y puede contener nódulos carbonáticos y/o irregular cementación carbonática, así como también yeso rellenando cavidades. Raramente se observan *slickensides*, aunque los planos de cizalla no están bien marcados. b) Pasaje transicional a un intervalo de 1,0 m - 0,30 m de arcillita o limolita arcillosa pardo rojiza maciza, con *peds* granulares, por lo común recubiertos con pátinas oscuras (manganeso?). En este intervalo se puede distinguir también una o más de las siguientes características: enrojecimiento (rubefacción), venillas carbonáticas subverticales (1-4 mm de ancho), marcas de raíces, rizolitos, rellenos de excavaciones fó-

siles y trazas fósiles de insectos (*Teisseirei* isp. y *Celliforma* isp.). El contacto superior de este intervalo es neto.

El tercio superior del perfil sobre la ruta 10 (PC-3) tiene concreciones carbonáticas con un hábito vertical predominante. El horizonte superior del paleosuelo que se encuentra inmediatamente por debajo del nivel de tosca se diferencia de los anteriores por su granulometría levemente más gruesa (arena fina-limo), menor desarrollo de *peds* y frecuente cementación por yeso. El intervalo de tosca cuspidal en esta localidad se compone por (de abajo hacia arriba): 0,40 m de tosca laminada, 1 m de tosca maciza con ocasionales clastos de grava, 0,60 m de tosca con pisoides de pocos centímetros a 20 cm de diámetro.

Si bien estos rasgos pueden extenderse a la mayoría de los perfiles expuestos en el ámbito de la Hoja, se observaron algunas diferencias: a) En la intersección de la ruta provincial 14 y la planicie pedemontana de Chicalcó, al este del cerro El Centinela (36°43'00" S; 67°12'46" O), se reconocieron abundantes diques clásticos en el tercio basal de la unidad, los que tienen un relleno complejo y orientación variable (semejantes a los descritos por Melchor *et al.*, 2000); b) En el área del puesto Rincón de la Barda (36°10'42" S; 67°21'27" O) la cementación de los sedimentos es menor y parece haber un mayor aporte piroclástico; c) En la zona de Las Torrecitas, a 3 m de la base de la tosca cuspidal, se reconoció un intervalo de 2 m de potencia formado por arenisca mediana a gruesa con clastos de grava compuestos por nódulos carbonáticos y vulcanitas, el que exhibe estratificación entrecruzada en artesa.

El espesor de la capa de tosca del techo de la unidad varía usualmente entre 1 m y 1,20 m, aunque puede llegar a 2 metros. La textura interna de la misma es muy variable lateralmente, pudiendo faltar uno o más de los términos descritos más arriba o ser reemplazada por nódulos carbonáticos no coalescentes. En el cerro Curru Mahuida (afloramiento más occidental en la Hoja) el espesor de la tosca es de 0,40 m y aparece mucho menos cementadas que las exposiciones de la planicie pedemontana de Chicalcó. Las exposiciones de tosca ubicadas al norte de la ruta provincial 10, muestran mayor participación de clastos de grava de vulcanitas (aunque no llega a ser un conglomerado) y localmente se señalaron abundantes (30% en volumen) intraclastos de limolita.

Bisceglia (1977) indicó la existencia de ocasionales lentes de conglomerados polimícticos, regis-

trados en perforaciones realizadas sobre la Planicie Pedemontana de Chicalcó.

Ambiente

Los rasgos geomorfológicos de las exposiciones (véase Planicie Pedemontana de Chicalcó en Geomorfología), sumados a las observaciones de Sobral (1942) acerca de un desarrollo regional de esta secuencia sedimentaria (se la puede seguir de oeste a este por ~ 350 km), más la homogeneidad composicional de la misma (confróntese las observaciones de Sobral, 1942:65-66, con las descripciones petrográficas de Melchor y Casadío, 2000), permitieron sugerir que estos depósitos constituirían una bajada formada probablemente adosada al frente de corrimiento cordillerano. Melchor *et al.* (2000) identificaron paleosuelos con rasgos vérticos en la localidad de Telén, ubicada al este de la Hoja.

En general se considera que estos sedimentos se han depositado en una planicie loésica con relativamente baja tasa de sedimentación, donde se produjeron escurrimientos efímeros. Los suelos están escasamente desarrollados y podrían ser comparables con inceptisoles o mollisoles, aunque no se realizaron estudios micromorfológicos que puedan apoyar estas inferencias. Los rasgos sedimentológicos y las características de la fauna de mamíferos sugiere que podría compararse con una estepa, originada en un clima semiárido (véase también Melchor *et al.*, 2000). El intervalo de areniscas entrecruzadas medianas a gruesas observado en Las Torrecitas, indica que hubo eventos de escurrimiento fluvial de mayor magnitud, pero éstos también podrían constituir fenómenos areal o temporalmente localizados. La formación de un suelo calcáreo con desarrollo de un horizonte petrocálcico (tosca) es el último evento registrado en la unidad, la que representaría la finalización de la actividad de la bajada. No obstante, no se dispone de elementos de juicio para determinar si este proceso de calcretización o entoscamiento se produjo mucho tiempo después de la sedimentación del resto de la unidad.

Paleontología

Esta unidad ha brindado numerosos restos de vertebrados así como escasas trazas fósiles. En ese sentido merecen citarse los hallazgos de Núñez (1976), en el área de Las Torrecitas y de Melchor (1987), en las cercanías de la loma de los Guanacos. Gentili (1964) halló de restos de vertebrados no

identificables en el área próxima a Paso de Los Algarrobos, aunque resulta incierto si los mismos proceden de la Formación Cerro Azul, ya que no se conocen afloramientos de esa unidad en dicha zona.

Los vertebrados recuperados de la formación en la Hoja corresponden a los siguientes taxones: *Vetelia perforata* Scillato Yané, 1977; *Chasicotatus ameghinoi* Scillato Yané, 1977; *Pseudotypotherium subinsigne* (Rovereto, 1914); *Typotheriopsis silveyrai* Cabrera, 1937; *Paedotherium minor* Cabrera, 1937; *Hemihegetotherium* sp.; Protheroheriidae Simpson, 1945; *Lagostomus* (*Lagostomopsis*) sp.; Caviidae Kraglievich, 1930; Dinomyidae Peter, 1873, y Abrocomidae Miller y Gidley, 1818 (Montalvo, 2000; Esteban *et al.*, 2001).

Relaciones estratigráficas

En la Hoja Santa Isabel, la Formación Cerro Azul cubre afloramientos de la Formación Agua Escondida y del Grupo Sierra Pintada y está cubierta por coladas del Basalto El Mollar.

Edad y correlaciones

La mayoría de los autores que trataron estas sedimentitas en la zona comprendida por la Hoja las consideraron de edad pliocena (véase cuadro 1). En los afloramientos próximos a la loma de los Guanacos, Melchor (1987) mencionó el hallazgo de restos fósiles de mamíferos, los que fueron asignados por Casadío (en Melchor, 1987) al Mioceno superior - Plioceno inferior. En la Hoja 31e, Chicalcó, Núñez (1976) denominó a estas sedimentitas como Formación Chicalcó y le otorgó edad pliocena. Este último autor también refirió que en el paraje Las Torrecitas (situado aproximadamente 7 km al norte de la loma de los Guanacos), investigadores del Museo de La Plata recolectaron restos de vertebrados que indicarían una edad pliocena.

En el ámbito de la Hoja La Reforma, Melchor y Casadío (2000) hallaron, en afloramientos de la unidad, fragmentos de mamíferos que usualmente se registran entre los taxones pertenecientes a la Edad Mamífero Huayqueriense (Mioceno tardío), aunque no es posible descartar su pertenencia al Plioceno.

Para los asomos de la Formación Cerro Azul, del centro y oriente de la provincia de La Pampa, se ha documentado su asignación a la Edad Mamífero Huayqueriense (Goin y Montalvo, 1988; Montalvo y Casadío, 1988; Verzi, *et al.*, 1991, 1994, 1995; Montalvo, *et al.*, 1996). Los restos de vertebrados de la unidad en la Hoja (véase *Paleontología*) indi-

can una fauna asignable a la edad Huayqueriense (Mioceno tardío). La presencia conjunta de los únicos representantes del Superorden Xenarthra recuperados hasta el momento en esta localidad, *Chasicotatus ameghinoi* y *Vetelia perforata*, resulta un carácter exclusivo para la misma considerándola en el conjunto de yacimientos donde aflora la Formación Cerro Azul y podría indicar una antigüedad algo mayor de la fauna presente en estos afloramientos (Montalvo, 2000).

Peña Zubiato y Strasser (1981) reconocieron la existencia de sedimentos correlacionables con la Formación Cerro Azul (provincia de La Pampa) en el sur de la provincia de San Luis.

2.4.2. CUATERNARIO

2.4.2.1. Pleistoceno

Basalto El Mollar (8)

Basaltos olivínicos alcalinos

Antecedentes

La Formación El Mollar (González Díaz, 1972a) corresponde a los basaltos que Groeber (1937) identificó en el flanco occidental y sur del Payún Matrú y a los que reunió bajo la denominación de Basalto V o Puentelicense (Groeber, 1946). Las primeras descripciones geológicas de la unidad corresponden a Wichmann (1928) y a Sobral (1942). Más tarde, Cortelezzi y Dirac (1969) realizaron dataciones radimétricas y descripciones petrográficas de los basaltos aflorantes al suroeste de Puelén, aunque aparentemente estos basaltos pertenecerían a una unidad más antigua (Bisceglia, 1977).

Llambías (1966) agrupó bajo el nombre de Basaltos del Mollar a las primeras emisiones basálticas posteriores al desarrollo de la caldera del Payún Matrú. En 1975, el mismo autor incluyó en la Formación Puelén (denominación informal) a las coladas basálticas del oeste de La Pampa, aunque más tarde (en Linares *et al.*, 1980) las detalló como basaltos cenozoicos (*lato sensu*).

Por su parte Núñez (1976), si bien reconoció la equivalencia de los basaltos de la Hoja 31e, Chicalcó, con el Basalto El Mollar, eligió denominarlos Formación Puente. Bisceglia (1977) incluyó a los basaltos aquí descriptos en su Formación El Puente.

Bermúdez *et al.* (1993) propusieron el nombre de Grupo Puente para englobar las efusiones basálticas pleistocenas conocidas con diferentes nombres formacionales.

Bertotto (1996a, 1997, 2000) realizó un estudio vulcanológico, petrográfico y geoquímico de los conos basálticos correspondientes a los cerros del Nido, Amarillo y Agua Poca, los que se ubican en el oeste de la provincia de La Pampa (próximo al límite con Mendoza). El mismo autor (Bertotto, 1996b) describió un túnel lávico desarrollado en coladas probablemente pertenecientes a esta unidad.

Distribución areal

En la Hoja los afloramientos son muy reducidos y de pobre exposición, restringiéndose al área comprendida entre lomas Amarillas, la ruta nacional 151 y el límite sur de la Hoja. Las emisiones forman la mayor parte de un campo lávico emplazado al este del volcán Payún Matrú y penetran en el territorio pampeano, alcanzando su exposición más oriental en Punta de la Barda.

Litología

Un corte de un afloramiento de esta unidad se pudo observar en las proximidades del ángulo suroeste de la Hoja, aunque fuera de los límites de la misma (37°02'45'' S; 67°31'05'' O). Allí el espesor expuesto es de cerca de 6 m (base cubierta) y aparentemente constituye una única colada. En la parte basal se vieron niveles de vesículas aplanadas de manera vertical, cuyos ejes mayores tienen de 5 a 8 cm; separados por intervalos de aproximadamente 10 cm de basalto macizo. Hacia el techo la proporción de vesículas es mayor, son equidimensionales y de alrededor de 1 cm de diámetro. La roca tiene aspecto fresco y al microscopio se advierte una textura porfírica con pasta subofítica predominante, que en sectores es de tipo intergranular. Se observan fenocristales de olivina, augita titanífera y plagioclasa.

Estructura

Este vulcanismo basáltico, ubicado hacia el este del Payún Matrú, se halla relacionado a fracturas de rumbo general este-oeste, la mayor de las cuales alcanza el borde de la caldera y tiene una longitud de 25 kilómetros. Es un vulcanismo de tipo fisural que emitió, en varios pulsos, coladas extremadamente fluidas y de extenso recorrido (Bermúdez y Delpino, 1989). Bertotto (1996a,

1997, 2000) indicó que el centro eruptivo Agua Poca habría estado controlado por una falla de rumbo N60°E.

Relaciones estratigráficas

En el ámbito de la Hoja, la colada de la unidad cubre a sedimentitas de la Formación Cerro Azul y es cubierta por sedimentos modernos eólicos edafizados.

Edad y correlaciones

Wichmann (1928) consideró a esta formación como equivalente al Basalto II de Groeber (1929), es decir del Plioceno, opinión con la que discrepó Sobral (1942) quién la juzgó pleistocena, en virtud de hallarse casi siempre por encima de los Rodados Tehuelches o Patagónicos. Cortelezzi y Dirac (1969) realizaron dataciones de los basaltos ubicados inmediatamente al sur-suroeste de Puelén para los cuales obtuvieron edades K/Ar que interpretaron como pertenecientes al Plioceno (aunque es probable que dichas coladas correspondan a otra unidad).

Las dataciones de Núñez (1976) procederían de la misma colada basáltica que forma los afloramientos aquí tratados, aunque de localidades situadas en la Hoja 31e, Chicalcó. Dichas edades muestran errores analíticos amplios y se ubican en el rango Plioceno superior - Pleistoceno. Sin embargo, Núñez (1976) prefirió atribuir las provisionariamente al Holoceno.

Por su parte, Bermúdez *et al.* (1993), al analizar las edades radimétricas disponibles para la Provincia Basáltica Andino Cuyana, señalaron que el pico eruptivo del evento Puentelicense ocurrió en el Pleistoceno medio - superior (450.000 años).

También se puede mencionar que Mendía y Valencio (1987) realizaron un estudio magnetoestratigráfico de la sección superior de las lavas del volcán Payún Matrú, adjudicando estos flujos a la Época Normal de Bruhnes (0 - 700.000 años).

Melchor y Casadío (2000) dieron a conocer una datación K/Ar sobre roca total del basalto de Punta de la Barda, la que arrojó una edad de $0,40 \pm 0,10$ Ma, la que es concordante con el fechado de $0,60 \pm 0,10$ Ma para el cerro Agua Poca (Bertotto, 1997, 2000), que es considerado más antiguo por sus relaciones geomorfológicas.

2.4.2.2. Holoceno

Formación Meaucó *nom. nov.* (9)

Arenas y areniscas finas a muy finas, paleosuelos

Antecedentes

Tapia (1935) denominó «médano invasor» a esta unidad. Cannelle (1950) reconoció a estos

depósitos como «médanos fluvio-eólicos» y consideró que el material que le dio origen fue transportado a la zona por el río Salado - Chadileuvú y luego acumulado por los vientos predominantes en la región. El hallazgo de un megaterio en estos sedimentos (en las cercanías de Toay) fue dado a conocer por Zetti (1964), quien propuso el nombre de Formación La Movediza para reemplazar al de «médano invasor».

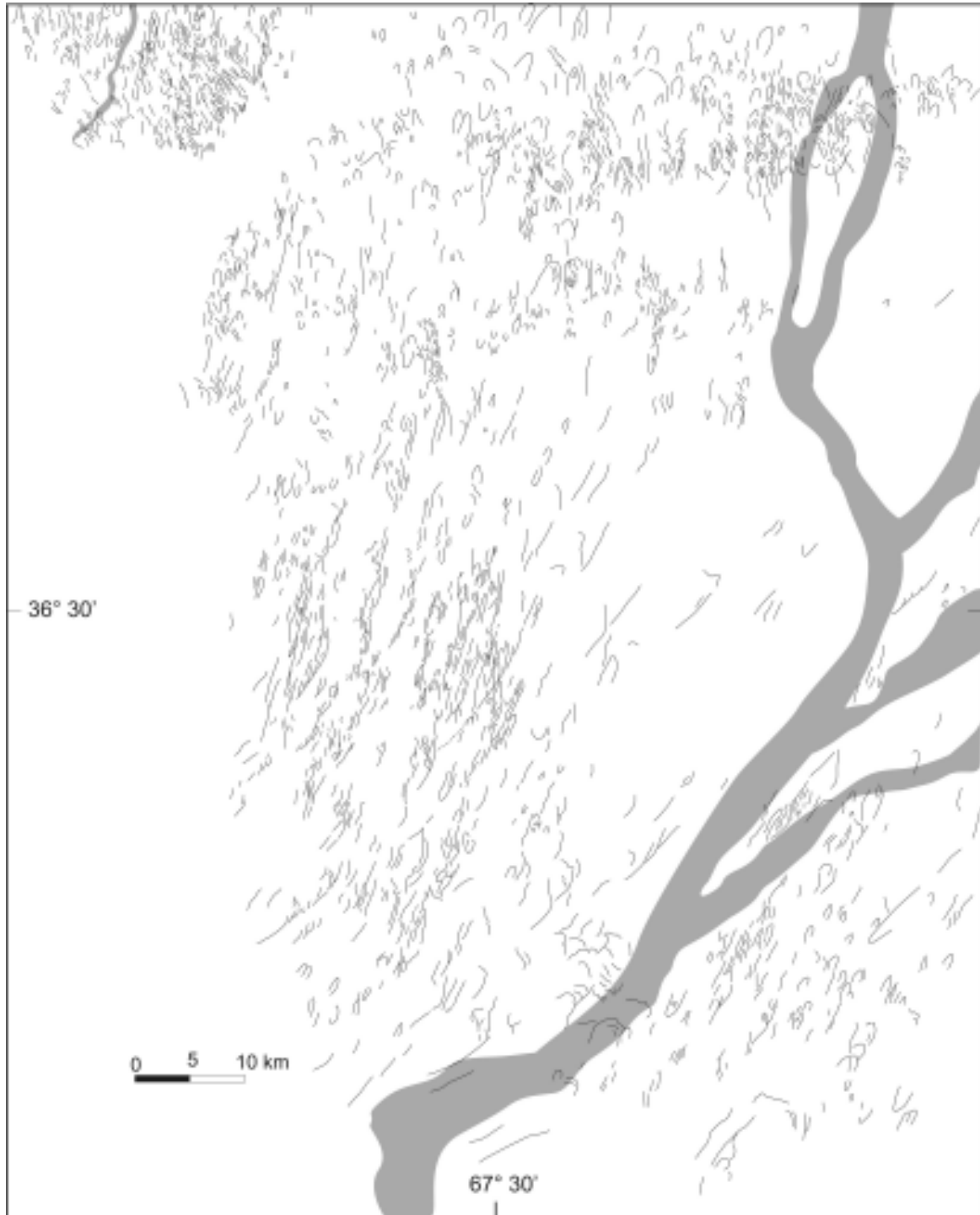


Figura 7. Bosquejo de las líneas de cresta de las dunas de la Formación Meaucó, en el oriente de la Hoja. En gris se marcan los paleocauces de los ríos Salado y Atuel.

Giai (1975) utilizó la denominación del epígrafe para referirse a los extensos mantos modernos de arena y a los cordones de igual origen que ocupan los valles del área correspondiente a la mitad oriental de la Hoja Santa Isabel y parte de la vecina Hoja 3766-II (IGM 1: 250.000).

Zalazar Lea Plaza (en INTA, provincia de La Pampa, Universidad de La Pampa, 1980) también reconoció los depósitos desde el punto de vista geomorfológico. Finalmente, Tullio (1981) mantuvo la designación de Giai (1975) y mapeó su distribución areal, consignando que en su área tipo (la zona de la estancia Meaucó, al este de la Hoja Santa Isabel) alcanza un espesor de 32 metros.

Iriondo y Kröhling (1995) consideraron a estos sedimentos como parte del «Mar de Arena Pampeano», desarrollado en el centro de la Argentina (entre 33° y 38° de LS y 59°20' y 67° de LO), con una extensión de aproximadamente 200.000 km².

En este trabajo se define formalmente la unidad del epígrafe, para englobar a los depósitos eólicos superficiales que cubren la mitad oriental de la Hoja.

Distribución areal

Los afloramientos se reconocen aproximadamente desde la longitud de ~67°48' hacia el este, continuándose en la Hoja contigua. Por el oeste, se interdigita con los sedimentos aluviales del río Atuel - Salado - Chadileuvú. Los depósitos eólicos de este origen se extienden hasta el sur de San Luis y el suroeste de Córdoba (véase también Peña Zubiate y Strasser, 1981).

Litología

Tullio (1981) las describió como arenas de color pardo rojizo, de buena selección, e inmaduras composicionalmente (en partes con alta proporción de componentes volcánicos, como también lo señalaran Vilela y Riggi, 1953). Giai (1975) destacó que forman mantos y cordones medianosos de rumbo general SO - NE, en coincidencia con los vientos dominantes.

Esta unidad se caracteriza por el predominio de campos de dunas longitudinales separados por áreas de depósitos eólicos mantiformes (Fig. 7). Hacia el nordeste de la Hoja comienzan a ser más abundantes las dunas parabólicas (ver Geomorfología). Estas geoformas eólicas están mayormente fijas en la actualidad, aunque en las proximidades de los asentamientos humanos se verifica migración acti-

va de dunas transversales (resultado de la acción antrópica). Las dunas están vegetadas en la actualidad y a 15 - 20 cm de la superficie del terreno se reconocen glaebulos probablemente carbonáticos que representan los indicios de una formación incipiente de suelos bajo las condiciones climáticas actuales.

Desde el punto de vista litológico se compone de arenas y areniscas finas o muy finas, macizas, con estratificación entrecruzada de gran escala (se han medido capas entrecruzadas de hasta 4 m de potencia) o estratificación de bajo ángulo. En una depresión ubicada 2 km al sur del paraje de Jagüel del Monte, fuera del ámbito de la Hoja (36°42'40'' S; 65°46'59'' O), se registró dentro de la unidad un nivel cementado por carbonato con rizolitos y excavaciones fósiles. El nivel está limitado por encima y por debajo por arenas finas friables entrecruzadas.

Ambiente

Iriondo (1997) señaló que los detritos que forman el mar de arena que compone el sector oriental de la Hoja, fueron transportados desde el piedemonte cordillerano hasta la latitud de ~37°/38° por el sistema de los ríos Bermejo - Desaguadero - Salado. Allí resultaron capturados por vientos procedentes del SSO que iniciaron la acumulación eólica en el Pleistoceno superior.

La unidad representa un gran campo de arena que migraba bajo la acción de vientos predominantes con una dirección aproximada del sur y oeste - suroeste.

Paleontología

No se han hallado restos fósiles en esta unidad dentro de la Hoja. Sí se han recuperado rizolitos carbonáticos que quedan expuestos en superficies de deflación actuales o en las proximidades de bajos con lagunas.

Edad y correlaciones

Acercas de la edad de la unidad, podemos decir que comprende depósitos holocenos antiguos («fosilizados») y médanos actuales parcialmente vegetados y móviles (véase también Zetti, 1964). Iriondo y Kröhling (1995) estimaron que la formación del «Mar de Arena Pampeano», del cual esta unidad forma parte, se habría producido entre 77.000 años y 60.000 años A.P. No se disponen de elementos de juicio adicionales para datar la unidad.

Pascual y Bondesio (1981:145) discutieron las unidades de la región central del país que probablemente sean equivalentes a estos depósitos.

Depósitos aluviales de los ríos Atuel - Salado - Chadileuvú (10)

Arenas finas a medianas, limos y arcillas

Antecedentes

Estos sedimentos corresponden a aquellos que Cannelle (1950) en su estudio hidrogeológico del valle del Atuel - Salado - Chadileuvú denominó Formación Fluvio-Palustre-Lacustre y que fueron registrados en la perforación Santa Isabel N°1 (0,75 m - 6,2 m b.b.p.) de la Dirección Nacional de Geología y Minería (año 1941). Por su parte, Vilela y Riggi (1953, 1956) los distinguieron como «Platense», y consiguieron que se distribuyen al menos desde la localidad de Santa Isabel hasta la de Puelches. Gentili (1964) consideró a los depósitos cuaternarios del área como parte de una «*cuenca palustre marginal al borde del manto de hielo pleistoceno*» (sic). Bojanich Marcovich (1979) utilizó la denominación de Formación Santa Isabel, y luego Tullio (1981) sugirió llamarla Formación La Plata, ambas de carácter informal.

Esta unidad comprende los sedimentos clásticos y evaporíticos depositados en el valle de los ríos Atuel, Salado y Chadileuvú. Se incluyen tanto los depósitos actuales, como los de mayor antigüedad, dado que no se han encontrado criterios válidos para diferenciarlos.

Distribución areal

La unidad constituye una faja de aproximadamente 25 km - 30 km de ancho con rumbo general N15°O (que corresponde al río Atuel - Chadileuvú - Salado), que se dispone en el occidente de la Hoja. También corresponde a una faja de mucho menor dimensión (2 km - 3 km) de rumbo NE que se une a la anterior al sur de Santa Isabel.

Litología

Cannelle (1950) caracterizó esta unidad como limos con *Planorbis* sp. y *Littoridina australis* d'Orbigny, abundante materia orgánica y arcillas. Tullio (1981) la describió como depósitos de arenas muy finas de color pardo grisáceo, «*con trocitos de toba cinerítica, arcilla limosa, laminitas de mica,*

vidrio y ceniza volcánica» (sic), a veces alternando con arenas grises y bancos rosados limo-arcillo-arenosos. No está cementada y tiene frecuentes eflorescencias salinas.

Lavado *et al.* (1978) analizaron suelos desarrollados en esta unidad por su contenido en Li (procedentes de las localidades de Santa Isabel, Paso de Los Algarrobos y Árbol de la Esperanza) y encontraron que las mayores concentraciones de dicho elemento se verifican en suelos salinos.

En un estudio de las arenas actuales de toda América del Sur, Potter (1994) tipificó a la asociación presente en la Argentina, como arenitas líticas con neto predominio de fragmentos volcánicos. Estos rasgos son esencialmente semejantes a los registrados en la Formación Cerro Azul.

Las observaciones realizadas durante este trabajo se refieren a perfiles de pocos metros de espesor, correspondientes a exposiciones naturales o canteras. La sección más potente (4,75 m) se midió en el paraje La Puntilla, en la margen izquierda del arroyo de la Barda (36°14'46'' S; 67°11'08'' O). Allí se registró arena fina pardo clara, maciza o con laminación paralela en la que se intercalan (tercio inferior) dos niveles de arcilla pardo rojiza maciza o con laminación paralela. Esta última tiene excavaciones con relleno arenosos y restos de gasterópodos (*Biomphalaria* sp.). En el resto del perfil se identificó un nivel cementado por carbonatos y excavaciones, que podría pertenecer a un paleosuelo.

Otro de los perfiles relevados corresponde a los sedimentos expuestos sobre la ruta nacional 151 en las cercanías de la Estación Experimental del Oeste Pampeano (36°20'47'' S; 67°02'26'' O). Su potencia es de 2,10 m y está formada básicamente por arenas finas, color marrón oscuro, con glaucofilitas y rizolitos carbonáticos. También se reconoce un nivel de yeso pulverulento friable de hasta 0,30 m de potencia.

Ambiente

Tullio (1981) indicó que se habrían sedimentado en un ambiente fluvio-lacustre con marcada influencia volcánica. Melchor y Casadío (2000) sugirieron que esta unidad se habría sedimentado principalmente por la acción de un sistema fluvial de alta sinuosidad, aunque también registraron depósitos asociados de pequeñas lagunas y médanos.

Los perfiles descriptos en este trabajo son interpretados como correspondientes a dos emplazamientos

tos distintos, sobre la base de sus rasgos sedimentológicos y ubicación geográfica. El perfil de La Puntilla pertenecería a facies proximales al canal fluvial, con depósitos eólicos (en parte probablemente retrabajados por un curso de agua) en los que se intercalan depósitos lagunares o de desbordamiento distales (arcillas). El perfil expuesto en la ruta nacional 151 representaría depósitos de planicie de inundación distal, que fueron con frecuencia colonizados por plantas (y edafizados) y alternativamente inundados y desecados.

Paleontología

Es usual la presencia de *Biomphalaria* sp. («*Planorbis*») y *Littoridina* sp., habiéndose registrado además diatomeas, silicoflagelados, espículas de esponjas, células de gramíneas y restos de caráceas (Vilela y Riggi, 1956). Los restos de *Biomphalaria* sp. y los clastos redondeados de pumita son muy característicos de los sedimentos de los ríos Atuel - Salado - Chadileuvú.

Edad

Cannelle (1950) ubicó a estos sedimentos en el Pleistoceno superior (aunque este autor excluyó a los actuales). Vilela y Riggi (1953) y Tullio (1981) los atribuyeron al Holoceno, criterio que se sigue en esta contribución.

Depósitos coluviales modernos (11)

Arenas finas a gruesas y gravas

Tullio (1981) denominó a estos depósitos Formación Valle de Maracó (véase también Melchor, 1987), caracterizándolos como compuestos por areniscas grises con clastos de tamaño grava de tosca diseminados y en forma de lentes.

Corresponden a los materiales coluviales asociados a las planicies estructurales de Chicalcó y de Punta de la Barda, desarrollándose particularmente a partir de la destrucción de la Formación Cerro Azul.

Esta unidad presenta semejanzas con la Formación Puesto Alfí (Espejo y Silva Nieto, 1987), reconocida en la Hoja IGM 3966-II, Puelches (1:250.000).

Depósitos eólicos modernos (12)

Arenas finas y medianas

Son acumulaciones de arenas volcánicas asociadas a los sedimentos fluviales del río Atuel

(donde se presentan como dunas longitudinales de bajo relieve) y a zonas de reducción de velocidad del viento adyacentes a la Planicie Pedemontana de Chicalcó y a cerros de rocas antiguas.

Depósitos de bajos y lagunas (13)

Limos, arcillas, evaporitas

Estos depósitos están compuestos por sedimentos finos y evaporitas correspondientes a bajos conectados al sistema fluvial del Atuel - Salado. Se ubican en el contacto entre dicho sistema y el antepaís cristalino compuesto por los cerros Las Matras, Poleo, Bayo, Negro, Colon y lomas de Olguín.

3. ESTRUCTURA

Las primeras observaciones estructurales del área estudiada se deben a Wichmann (1928) y a Sobral (1942), en tanto que Vilela y Riggi (1953, 1956) se ocuparon de los grandes rasgos de fracturación de la parte central de la provincia de La Pampa. Bisceglia (1979) realizó un perfil geológico entre Punta de la Barda y Limay Mahuida (controlado por algunas perforaciones poco profundas), e interpretó al valle del río Atuel - Chadileuvú como originado por un proceso de *rifting*. Por su parte, Giai (1975) utilizó información de perforaciones para delinear el basamento estructural de zona ubicada inmediatamente al nordeste de la Hoja. En la misma zona, Herrero Ducloux (1978) empleó sondeos eléctricos verticales para modelar el «basamento hidrogeológico».

3.1. EVOLUCIÓN ESTRUCTURAL

Dentro de la Hoja es posible diferenciar, al menos, cuatro ciclos estructurales: una intrusión diorítica mesoproterozoica (de edad Grenville?), una deformación del Precámbrico más alto asignada al Ciclo Pampeano, eventos magmáticos y deformativos correspondientes al Ciclo Gondwánico y aquellos correspondientes al Ciclo Ándico (Cenozoico superior).

3.1.1. CICLO PRE-PAMPEANO (¿GRENVILLE?)

Se adjudican a este evento a las rocas mesoproterozoicas de la Formación Las Matras (Sato *et al.*, 1998). No es sencillo relacionar estas rocas

con otras de edad semejante en las Sierras Pampeanas Occidentales, especialmente porque carecen de deformación.

3.1.2. CICLO PAMPEANO

La única evidencia de rocas pertenecientes a este ciclo corresponde a esquistos hornblendífero-biotíticos hallados en un pozo de exploración ubicado al norte de Santa Isabel (véase *Edad y correlaciones* en Formación Las Matras). Estas rocas fueron datadas por el método K/Ar en 605 Ma, según lo consignaron Criado Roqué e Ibáñez (1979), quienes las atribuyeron a la Formación Cerro de la Ventana.

3.1.3. CICLO GONDWÁNICO

Fase Sanrafaélica

Esta etapa está puesta de manifiesto por las rocas sedimentarias de la Formación Agua Escondida. En la loma de los Guanacos, la deformación sufrida por estas sedimentitas puede caracterizarse como un suave megaplegamiento (longitud de onda 1 - 2 km) con ejes de rumbo noroeste (Melchor, 1987, 1995). Melchor (1987) atribuyó tentativamente el plegamiento de las arenitas cuarzosas de la loma de los Guanacos a la Fase Sanrafaélica. Sin embargo, la marcada actitud de las mismas sedimentitas en el cerro Poleo, contrasta con las anteriores y plantea numerosos interrogantes acerca de su asignación litoestratigráfica y cronológica.

3.1.4. CICLO ÁNDICO

Las sedimentitas de la Formación Gran Salitral tienen un buzamiento aparente de 3° al sur en la costa meridional del Gran Salitral (fuera del ámbito de la Hoja). Una inclinación semejante de las sedimentitas del Neógeno que forman la planicie estructural de Chicalcó ya había sido citada previamente (INTA, provincia de La Pampa, Universidad Nacional de La Pampa, 1980). El basculamiento de las sedimentitas de la Formación Gran Salitral estaría vinculado con la Fase Diaguítica.

Bisceglia (1979) encontró evidencias de campo que consideró suficientes como para postular un fallamiento gravitacional holoceno de las sedimentitas que forman la Planicie Estructural de Punta de la Barda (Formación Cerro Azul), en la zona homónima, según fallas directas de rumbo aproximadamente N-S, con su labio hundido ubicado al este.

Los depósitos de la Formación Cerro Azul pueden constituir la expresión más distal (oriental) de la cuña sinorogénica desarrollada en asociación con la faja plegada y corrida de Malargüe. Ramos (1993) señaló que dicha cuña está bien documentada a partir del Mioceno, indicando que alcanza espesores superiores a 1500 m en la provincia de Mendoza. En este contexto se consideran depósitos de una cuenca de antepaís.

3.2. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS PRINCIPALES

En general, el área se caracteriza por la presencia de una cubierta sedimentaria cenozoica subhorizontal (que puede llegar a ~ 300 m de potencia), que se apoya en discordancia sobre un basamento principalmente precámbrico a triásico, el que se compondría por bloques fallados y basculados.

Se reconocen dos zonas de fallas de magnitud regional: la falla del Valle Fértil - Desaguadero - Salado (que en el área de la Hoja coincide con el río Salado) y la falla del Atuel (Pucci, 1976; Criado Roqué *et al.*, 1981).

Vicente (1975), basándose en información de subsuelo en un área lindante por el norte con la Hoja, interpretó que la falla del río Atuel (y otras asociadas de rumbo semejante) ha sufrido un movimiento transcurrente dextrógiro en el Cretácico temprano. Según el autor referido, dicha deformación habría plegado la secuencia triásica de la Subcuenca Alvear. Pucci (1976) consideró que estas estructuras son de edad paleozoica.

Giai (1975) y Herrero Ducloux (1978) registraron una falla directa de rumbo NE y varios cientos de metros de rechazo que pasa por la localidad de Telén, la cual probablemente ingrese a la Hoja a la latitud de 36°30' aproximadamente. Al norte de la Hoja, en el sur de la provincia de San Luis, Criado Roqué *et al.* (1981) reconocieron la falla de Nueva Esperanza, que podría ser la continuación septentrional de la de Telén.

Giai (1975, 1984) y Herrero Ducloux (1978) observaron una falla, probable, al este del paraje El Odra con orientación N-S. Bastías *et al.* (1993) investigaron el lineamiento Diamante en el sureste de Mendoza (de dirección NO-SE), el que podría extenderse a la Hoja Santa Isabel e inclusive afectar a la vecina Hoja La Reforma.

Es probable que el régimen tectónico imperante en la Hoja en los últimos millones de años sea de carácter netamente extensional. En este caso, el

desarrollo de bloques de basamento fallados y basculados podría vincularse a uno o varios hemigrábrenes. La potencia de los sedimentos registrados en perforaciones al oeste de la falla de Telén sumado a la progresiva disminución de la profundidad del basamento hacia el oeste sugiere que dicha estructura sería la falla maestra del hemigraben y, el basamento a poca profundidad al este de la misma constituiría la pared basal (*roof wall*). Los bloques de la pared colgante (*hanging wall*) del hemigraben corresponderían a aquellos inferidos entre Telén y la Planicie Pedemontana de Chicalcó.

Costa y Cortés (1993) identificaron estructuras extensionales de tipo hemigraben generadas en época plio-pleistocena, en la parte sur de las Sierras de San Luis. Cisneros y Bastías (1993) reconocieron un fallamiento activo cuaternario (y ¿neógeno?) de carácter claramente distensivo en el límite oriental del Bloque de San Rafael. Melchor y Casadío (2000) también mencionaron el vulcanismo basáltico cuaternario y la migración del río Chadileuvú como evidencias en favor de un régimen extensional en el occidente de La Pampa.

4. GEOMORFOLOGÍA

Esta reseña acerca de las características geomorfológicas del área se basa parcialmente en el Inventario integrado de los recursos naturales de la provincia de La Pampa (INTA, provincia de La Pampa y Universidad Nacional de La Pampa, 1980) y en Calmels (1996).

Otras contribuciones al conocimiento geomorfológico del área abarcada por la Hoja son aquellas correspondientes a Urbiztondo (1974) y Giai (1975). También se han consultado revisiones sobre la geomorfología de las provincias vecinas de San Luis (González Díaz, 1981) y Mendoza (González Díaz y Fauqué, 1993).

Fueron reconocidas las unidades geomórficas que se detallan a continuación.

4.1. PAISAJE DE PENEPLANICIE PRE-TERCIARIA

Se incluyen en esta unidad geomórfica a las elevaciones que componen los afloramientos rocosos de edad precámbrica a triásica, que se interpretan como pertenecientes a un paleorrelieve exhumado. Dichas geofomas, en general, presentan una diferencia de

altura menor a 40 m, con relación a la planicie circundante. Aparecen como cerros aislados cuya mayor altura absoluta corresponde aquellos que se ubican sobre la Peneplanicie Pedemontana de Chicalcó.

4.2. PENDIENTE DEL ATUEL - SALADO - CHADILEUVÚ

Es un área que bordea la margen derecha del río Chadileuvú, caracterizada por su inclinación hacia el este (gradiente promedio de 7%). La pendiente es más marcada en las proximidades de la «barda», para luego reducir su inclinación hacia el este. Los materiales proceden básicamente de la destrucción de las sedimentitas de la Formación Cerro Azul, y de manera frecuente cubren a afloramientos rocosos pertenecientes a la anterior unidad. Los tipos de drenaje reconocidos son semiparalelo y semidendrítico.

4.3. PLANICIE ESTRUCTURAL DE PUNTA DE LA BARDA

Esta unidad geomórfica ha sido reconocida en el ángulo suroeste de la Hoja, la cual está parcialmente cubierta por los derrames lávicos procedentes del campo volcánico del Payún Matrú. Su origen es de carácter endógeno, diferenciándose de la Planicie Pedemontana de Chicalcó por la presencia de coladas basálticas coronando el relieve. Muestra una pendiente hacia el este, siendo su altura máxima de alrededor de 450 m sobre el nivel del mar. El relieve es plano y uniforme, interrumpido por áreas planocóncavas alargadas en dirección NO-SE. Los componentes litológicos esenciales son basalto y una cubierta arenosa eólica de poco espesor.

4.4. PLANICIE PEDEMONTANA DE CHICALCÓ

Conforma una planicie pedemontana que se puede seguir hacia el oeste hasta los frentes de corrimientos de la cordillera (faja plegada y corrida de Malargüe). Ocupa aproximadamente un sexto de la Hoja y muestra pendiente hacia el este, que localmente puede ser marcada, por ejemplo en la latitud de la loma de los Guanacos.

4.5. LLANURA ALUVIAL DEL ATUEL - SALADO - CHADILEUVÚ

Esta extensa y alargada unidad geomórfica atraviesa de N a S la Hoja, en ella predominan los procesos

fluviales y, en menor medida, los eólicos. Se desarrolla aproximadamente entre las cotas de 330 y 280 m sobre el nivel del mar. El relieve es plano, en general sólo interrumpido por formas positivas asociadas con afloramientos de rocas duras y con geoformas eólicas.

Los arroyos que surcan esta llanura aluvial son de tipo divagante (por ejemplo el arroyo de la Barda), en general tienen cauces intermitentes y por lo común forman bañados y lagunas. Al sur de Paso de Los Algarrobos, el arroyo de la Barda se une con el río Salado, para dar origen al río Chadileuvú.

La llanura aluvial tiene un ancho aproximadamente constante en la Hoja, alcanzando aproximadamente 30 km al sur de Algarrobo del Águila. Cazenave (1987) realizó un análisis pormenorizado del sistema hidrográfico de esta unidad, en toda la provincia.

Esta unidad geomórfica muestra límites bien definidos hacia el oeste, con la Pendiente del Atuel - Salado - Chadileuvú, y hacia el este, con la Planicie Medanosa Oriental.

4.6. ABANICO ALUVIAL DEL ARROYO DE LA BARDA

Dentro de la planicie aluvial se registra un área de 40 km de largo por 17 km de ancho máximo, que conforma un abanico aluvial. Su ápice se ubica en el límite norte de la Hoja y se vincularía con el fallamiento que limita las lomas Altas. La porción distal contiene bañados donde desembocan el arroyo de la Barda y los cauces temporarios asociados.

4.7. PALEOCAUCES DE LOS RÍOS SALADO Y ATUEL

En el sector oriental de la Hoja se reconocieron depresiones de 2-3 km de largo, interconectadas y entrelazadas, con un rumbo aproximado N15E (véase Fig. 7), que son interpretadas como paleocauces del río Salado. Otra depresión adicional que cruza aproximadamente con el mismo rumbo a la planicie medanosa al norte de Santa Isabel es considerada como un paleocauce del río Atuel.

4.8. DEPÓSITOS EÓLICOS ASOCIADOS A LA PENDIENTE Y LLANURA ALUVIAL DEL ATUEL - SALADO - CHADILEUVÚ

Son geoformas de 1 a 3 km de diámetro con dunas longitudinales de escaso relieve (2 m) y con una longitud en el orden de algunos cientos de metros.

4.9. PLANICIE MEDANOSA ORIENTAL

Estas geoformas son el resultado de una intensa acción eólica, con acumulación de una potente cubierta sedimentaria y la presencia de geoformas típicas, como dunas y planicies arenosas. La altura promedio es de 300 m s.n.m., correspondiente a un relieve regional plano a suavemente ondulado. Toda el área se encuentra cubierta por una capa de arena fina que puede alcanzar ~15 a 20 m de potencia, donde generalmente faltan los afloramientos rocosos.

Esta unidad se caracteriza por el predominio de campos de dunas longitudinales separados por áreas de depósitos eólicos mantiformes (*eolian sand sheet*). Los campos de dunas longitudinales tienen una longitud máxima de 22 km, ancho variable entre 1 km y 3 km y el espaciado entre campos de dunas es de aproximadamente 3 kilómetros. Las dunas longitudinales pueden medir hasta 6 km de largo. Esta configuración se verifica en el cuadrante suroeste del campo de dunas, pero hacia el nordeste las dunas longitudinales son de menor longitud y comienzan a ser frecuentes dunas parabólicas y barjanoides asociadas. Dichas dunas alcanzan un tamaño máximo de 2 km de ancho y 3 km de largo.

4.10. DEPRESIONES SALINAS

Las depresiones se ubican esencialmente en el ángulo suroeste de la Hoja y se relacionan (en su mayoría) con la llanura aluvial del río Atuel. En particular, se puede apreciar que se desarrollan estrechamente vinculadas con un contrafuerte de rocas cristalinas que se emplaza al oeste y/o suroeste de las depresiones. La mayor parte constituye parte de una cadena de depresiones de rumbo aproximado N-S que finaliza en el extremo sur con la amplia cubeta del Gran Salitral (Melchor y Casadío, 2000). Las mismas reciben agua intermitentemente del río Atuel - Salado en épocas hidrológicamente favorables.

5. HISTORIA GEOLÓGICA

En el ámbito de la Hoja, el primer acontecimiento geológico conocido es la intrusión de un cuerpo diorítico en caja desconocida durante el Mesoproterozoico (Sato *et al.*, 1998). En el subsuelo, también se ha registrado un evento metamórfico que podría pertenecer al Ciclo Pampeano (Formación

Cerro de la Ventana). En el Carbonífero superior se reconoce sedimentación siliciclástica en facies marina somera (o fluvial?) en la parte centro-septentrional. Esta área corresponde al extremo más meridional de la «Bahía Pampeana» de la Cuenca de San Rafael, de acuerdo con la denominación de Polanski (1970).

Como fuera señalado por Melchor (1995), las rocas de la Formación Las Matras podrían haber conformado (junto a las calizas de la Formación San Jorge, aflorantes al sur de la Hoja) una dorsal que delimitó por el sureste a la Cuenca de San Rafael. La sedimentación de esta cuenca en el área del río Diamante - Cañón del Atuel (provincia de Mendoza), se extendió hasta el Pérmico inferior, habiendo sido interrumpida por la Fase Sanrafaélica (Espejo, 1990). No se dispone de elementos de juicio para definir el lapso temporal de la sedimentación de la Formación Agua Escondida en la provincia de La Pampa.

Durante el Pérmico inferior habría comenzado la actividad volcánica extrusiva e intrusiva del ciclo magmático pérmico-triásico, el que posiblemente cubrió la mayor parte de la Hoja (y del oeste pampeano) como un extenso *plateau* riolítico (Llambías y Leveratto, 1975; Linares *et al.*, 1980; Sruoga y Llambías, 1992). Este magmatismo habría rigidificado la corteza del área, comportándose en adelante esencialmente como un bloque que sólo se deformó en forma frágil. Luego de la orogenia del Ciclo Gondwánico (en el Pérmico superior - Triásico inferior), la cual probablemente deformó las sedimentitas de la Formación Agua Escondida y quizá se vinculó con el cese del vulcanismo riolítico, un extenso período que abarca todo el resto del Mesozoico y parte del Cenozoico, no ha quedado registrado en las rocas. Es factible que todo el oeste de La Pampa se haya comportado como una zona esencialmente positiva en ese lapso de tiempo.

Un extenso ambiente de llanura cubrió la mayor parte de la provincia durante el Mioceno y probablemente parte del Plioceno, en facies fluvio-lacustres, con frecuente desarrollo de paleosuelos, donde prosperó una variada fauna de mamíferos. Estos depósitos constituirían los representantes distales de la cuña de sedimentos sinorogénicos vinculados a la deformación de la Cordillera del sur de Mendoza. En el Cuaternario se registraron las efusiones pleistocenas del Campo Basáltico Payún Matrú (Bermúdez y Delpino, 1989; Bermúdez *et al.*, 1993). Estos basaltos se habrían extruido gracias al desarrollo de regímenes extensionales de carácter local, en respuesta a la subducción de la Placa de Nazca (Bermúdez *et*

al., 1993), condiciones tectónicas que pueden estar relacionadas con la configuración actual del valle del río Atuel - Salado - Chadileuvú (véase también Bisceglia, 1979).

En la actualidad, los sedimentos eólicos cubren la mayor parte del área comprendida en la Hoja, seguidos en importancia volumétrica por aquellos depositados por el sistema fluvial Atuel - Salado - Chadileuvú y los sedimentos coluviales producto de la destrucción de la Planicie Pedemontana de Chicalcó.

6. RECURSOS MINERALES

Las explotaciones mineras en actividad en el ámbito de la Hoja son escasas, limitándose a algunas canteras de las que se extraen, en forma discontinua, materiales pétreos para la construcción de caminos.

En el año 1971, la Dirección de Minas de La Pampa compiló un mapa minero de la provincia (escala 1:750.000), en el que no aparece ningún tipo de manifestación minera mapeada, en el área de la Hoja. Sighel *et al.* (1977) actualizaron el anterior mapa y, más tarde, Sighel (1981), Spartan (1981), Sotorres y Muñoz (1986), y Malvicini y Delpino (1987) trataron diversos aspectos de la minería provincial.

El área de afloramiento de las rocas del Grupo Sierra Pintada constituye una zona adecuada para la prospección por minerales metalíferos y uranio (véase Spartan, 1981 y Chiaradía, 1986).

6.1. DEPÓSITOS DE MINERALES METALÍFEROS

No existe ninguna manifestación o yacimiento en actividad o en exploración. Sin embargo, la intensa actividad magmática durante el pérmico-triásico inferior asociada a un régimen tectónico distensivo, no desalienta una prospección más intensa que pueda concretarse en futuros hallazgos. Las manifestaciones de cobre color halladas sugieren cierta actividad hidrotermal aún no evaluada. Con todo, no se ha comprobado la presencia de alteraciones hidrotermales.

En la parte central de las lomas de Olguín se han visto diaclasas tapizadas con pátinas cobre color verde (en la Formación El Centinela). Las rocas en su alrededor están frescas y el desarrollo de las mencionadas pátinas es localizado. También en el extremo norte de la misma elevación se identifica-

CUADRO - RESUMEN DE INDICIOS Y OCURRENCIAS MINERALES. HOJA 3766-I- SANTA ISABEL.

N° INDICIO	SUSTANCIA	LOCALIDAD	COORDENADAS		HOJA 1:100.000	LITOLOGÍA	UNIDAD CARTOGRÁFICA	EDAD	LABORES MINERAS
			Latitud S	Longitud O					
1	Granito (Gr)	Pto. Los Cerros	36° 21' 30"	67° 15' 00"		Pórfido granítico	Granito Zúñiga	Pérmico-Triásico	cantera
2	Áridos de machaqueo (Arm)	Ruta 10	36° 20' 48"	67° 15' 18"		Tosca	Fm. Cerro Azul	Mioceno superior?	cantera
3	Áridos de machaqueo (Arm)	Ruta 151	36° 32' 48"	67° 13' 53"		Tosca	Fm. Cerro Azul	Mioceno superior?	cantera
4	Conglomerado (Cgl)	La Puntilla	36° 15' 36"	67° 15' 13"		Conglomerado	Depósitos coluviales	Holoceno	cantera
5	Áridos de machaqueo (Arm)	Loma Negra				Riolita y andesita	Fms. Choique Mahuida y El Centinela	Pérmico-Triásico	cantera
6	Caliza (Clz)	Pto. Corvalán	36° 50' 06"	67° 19' 00"		Caliza micrítica	Fm. San Jorge	Ordovícico	no
7	Cuarzo (Qz)	Cerro Poleo	36° 46' 12"	67° 29' 15"		Roca silícea afanítica	Fm. Agua Escondida	Carbonífero superior?	no
8	Cuarcita (Qzt)	Cerro Bayo				Arenita cuarzosa	Fm. Agua Escondida	Carbonífero superior?	cantera
9	Basalto (Bas)	Sureste del cerro Colón	36° 58' 54"	67° 28' 00"		Basalto olivínico	Basalto El Mollar	Pleistoceno	no
10	Áridos de machaqueo (Arm)	Ruta 151	36° 54' 11"	67° 28' 05"		Tosca	Fm. Cerro Azul	Mioceno superior?	no
11	Áridos de machaqueo (Arm)	N del puesto El Odre	36° 52' 55"	66° 09' 29"		Andesita y tosca	Fm. El Centinela	Pérmico-Triásico	calicata
12	Áridos de machaqueo (Arm)	Cerro Curru Mahuida	36° 31' 00"	66° 08' 31"		Tosca	Fm. Cerro Azul	Mioceno superior?	no
13	Arena silícea (Ars)	Ea. El Cañón	36° 41' 30"	66° 01' 11"		Arena fina eólica	Fm. Meaucó	Holoceno	no
14	Áridos de machaqueo (Arm)	Ea. La Ciencia	36° 50' 01"	66° 24' 09"		Tosca	Fm. Cerro Azul	Mioceno superior?	no
15	Andesita (And)	Loma Alta	36° 15' 00"	67° 23' 30"		Andesita	Fm. El Centinela	Pérmico-Triásico	no
16	Arena silícea (Ars)	Campo La Horqueta	36° 11' 30"	66° 56' 00"		Arena fina eólica	Fm. Meaucó	Holoceno	no
17	Arena silícea (Ars)	Ea. El Caldén	36° 17' 47"	66° 59' 09"		Arena fina y arcilla	Dep. aluviales de los ríos Atuel-Salado-Chadlieuvú	Holoceno	cantera
18	Áridos de machaqueo (Arm)	Cerro Centinela	36° 43' 20"	67° 22' 15"		Andesita	Fm. El Centinela	Pérmico-Triásico	Cantera
19	Pórfido (Por)	Cerro Colón	36° 55'	67° 19'		Riolitas	Fm. Choique Mahuida	Pérmico-Triásico	no
20	Yeso (Yes)	Oeste de Paso de los Algarrobos	36° 42' 35"	67° 02' 13"		Yeso pulverulento	Dep. aluviales de los ríos Atuel-Salado-Chadlieuvú	Holoceno	no
21	Cuarcita (Qzt)	Lomas de los Guanacos	36° 28' 30"	67° 15' 40"		Arenita cuarzosa	Fm. Agua Escondida	Carbonífero	no

ron pátinas de cobre color, en un regolito grueso de la Formación Agua Escondida. Las mismas no tienen una distribución homogénea y en los fragmentos observados se reconoce una fracturación frágil con incipiente formación de brechas.

En el tercio septentrional del cerro Poleo (Formación Agua Escondida) se hallaron *in situ* brechas cementadas por sílice muy fina de tonalidad gris clara a rojiza. Las mismas están relacionadas con fracturas de rumbo N35°E que desplazan a los bancos de arenitas cuarzosas, las que son cortadas por fracturas N40°O y N55°O.

Rejalgar (AsS)

Existe sólo una mención acerca de la presencia de una manifestación de este sulfuro en el cerro Colón (Biondi, 1950). Dicha manifestación no pudo constatarse durante las tareas de campo.

6.2. DEPÓSITOS DE MINERALES INDUSTRIALES

Arcillas

No se conocen depósitos de arcillas, no obstante las sedimentitas de la Formación Cerro Azul pueden contener intervalos arcillosos de interés.

Cuarzo

Las areniscas de la Formación Agua Escondida tienen elevadas proporciones de cuarzo, no obstante no se tienen datos de análisis que estimen la proporción de impurezas de estas rocas.

6.3. ROCAS DE APLICACIÓN

Basalto

Si bien la colada basáltica atribuida al Basalto El Mollar tiene escaso desarrollo en la Hoja corresponde enumerar las probables aplicaciones de esta roca. Ellas son como balasto, como materia prima para la elaboración de lana de vidrio y para mejorar permeabilidad y porosidad de suelos muy arcillosos.

Vulcanitas

En la loma Negra se encuentra una cantera que ha sido explotada para extraer piedra para base de cami-

nos. No obstante, existen numerosos asomos (pertenecientes a las unidades del Paleozoico superior - Triásico) que son susceptibles de ser explotados para tal fin.

Granitos

Se trata de los afloramientos del Granito Zúñiga, los que están constituidos de una roca muy rica en cuarzo y feldespato y con escasa mica. Es de buena calidad para ser utilizada como piedra partida, de hecho existe una cantera en el puesto Los Cerros, de donde fue extraído material para la construcción de parte de la ruta nacional 151. El material se encuentra muy diaclasado para ser usado como roca ornamental, ya que es poco probable conseguir bloques de dimensiones comerciales.

Tosca

Cantera sobre ruta 10

Se reconocen algunas canteras de tosca que han sido explotadas con el objeto de ser utilizadas como árido para la construcción de caminos. El material pertenece al techo de la Formación Cerro Azul.

Canto rodado

En el paraje conocido como La Puntilla, ubicado al OSO de Santa Isabel, sobre el camino que sale al oeste desde la ruta nacional 151, al sur de dicha localidad (36°15'27" S; 67°11'26" O), existen dos canteras inactivas en las que se ha explotado canto rodado y tosca. Los sedimentos corresponden a depósitos del arroyo de la Barda, que han sido luego cementado por carbonatos.

Cuarcita

Se ha detectado una cantera inactiva en el cerro Bayo, ubicado en el ángulo suroeste de la Hoja, inmediatamente al oeste de la ruta provincial 104. Allí se ha explotado la arenita cuarzosa de la Formación Agua Escondida, presumiblemente para ser utilizada como piedra partida.

7. SITIOS DE INTERÉS GEOLÓGICO

Mar de Arena Pampeano

Esta extendida acumulación de arenas y areniscas eólicas (Formación Meaucó) reviste singular

importancia tanto desde el punto de vista geológico-geomorfológico como hidrogeológico. Esta zona es adecuada para realizar estudios detallados sobre la evolución ambiental y climática holocena de la provincia de La Pampa. Se considera que debería ponerse énfasis en las interrelaciones entre los depósitos fluviales de los ríos Atuel y Salado y los eólicos de la Formación Meaucó, en la probable presencia de niveles edafizados y/o de depósitos lagunares, en estudios que permitan verificar la presencia y datar los depósitos de paleocauces de dichos ríos y en la probables implicancias para los asentamientos humanos antiguos en el área.

Desde el punto de vista hidrogeológico esta zona es importante ya que los depósitos arenosos eólicos favorecen la recarga y alojan niveles acuíferos (véase Giai, 1975). Dichas condiciones hidrogeológicas favorecen las explotaciones agropecuarias (e inclusive agrícolas), con el consiguiente beneficio para la

economía regional. Se estima que mediante estudios más detallados y el establecimiento de un aprovechamiento integral de este recurso hídrico se podría lograr un mayor desarrollo de las actividades económicas en el área.

Cerro Las Matras

Recientemente se ha corroborado que estas rocas son las más antiguas de La Pampa como lo postularon Linares *et al.* (1980). Su edad fue definida en aproximadamente 1200 Ma (Sato *et al.*, 1998, 1999, 2000), constituyéndose en la prolongación más austral de la faja de rocas de edad Grenville en el oeste de la Argentina. Este hallazgo tiene importantes consecuencias tectónicas y constituye uno de los argumentos esenciales para postular la prolongación del terreno Cuyania - Precordillera en La Pampa (Melchor *et al.*, 1999c).

BIBLIOGRAFÍA

- AMEGHINO, F., 1889. Contribución al conocimiento de los mamíferos fósiles de la República Argentina. *Actas Academia Nacional de Ciencias de Córdoba*, 6:1-1028. Córdoba.
- ARMELLA, C., 1990. Guía práctica para la clasificación descriptiva de trombolitos. 11° Congreso Geológico Argentino, 2: 195-198. San Juan.
- ASTINI, R., J.L. BENEDETTO y E. VACCARI, 1995. The Early Paleozoic evolution of the argentine precordillera as a Laurentian rifted, drifted and collided terrane: a geodynamic model. *Geological Society of America, Bulletin*, 107: 253-273.
- BASSAN, J.A., 1996. Paleoambientes y Estratigrafía de las sedimentitas neopaleozoicas aflorantes en el cerro Áspero, departamento Malargüe, Mendoza. Trabajo final de Licenciatura. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de La Pampa. Informe inédito, 37 pp. Santa Rosa.
- BASTÍAS, H., G.E. TELLO, L.P. PERUCCA y J.D. PAREDES, 1993. Peligro sísmico y neotectónica. En: Ramos, V. (Ed.), *Geología y Recursos Naturales de Mendoza*. 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos. Relatorio, 6(1):645-658. Mendoza.
- BERMÚDEZ, A. y D. DELPINO, 1989. La Provincia Basáltica Andino Cuyana (35o-37o LS). *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 44(1-4):35-55. Buenos Aires.
- BERMÚDEZ, A., D. DELPINO, F. FREY y A. SAAL, 1993. Los basaltos de retroarco extraandinos. En: Ramos, V. (Ed.), *Geología y Recursos Naturales de Mendoza*. 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos. Relatorio, 1(13):161-172. Mendoza.
- BERTOTTO, G.W., 1996a. Características volcánológicas del centro eruptivo Agua Poca, Cenozoico, Departamento Puelén, Provincia de La Pampa. *Comunicaciones 6^{as} Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales*: 10-12. Santa Rosa.
- BERTOTTO, G.W., 1996b. Morfología del túnel lávico Cenozoico «Cueva de Halada», Departamento Puelén, Provincia de La Pampa. *Comunicaciones 6^{as} Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales*: 13-15. Santa Rosa.
- BERTOTTO, G.W., 1997. Estudio volcánológico y petrográfico de los conos basálticos cerros del Nido, Escorial y Agua Poca. Departamentos Puelén y Chicalcó, sector occidental de la provincia de La Pampa. Trabajo final de Licenciatura, 114 pp. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNLPam. Santa Rosa.
- BERTOTTO, G.W., 2000. Cerro Agua Poca, un cono basáltico cuaternario portador de xenolitos ultramáficos, en el oeste de la provincia de La Pampa, Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 55(1-2): 59-71. Buenos Aires.
- BIONDI, J.L., 1950. Resumen de estudios geológicos realizados en el Territorio de Neuquén, NO de Río Negro, departamentos Puelén y Chicalcó (Territorio de La Pampa) y sur de la Provincia de Mendoza. (*sic*) Yacimientos Carboníferos Fiscales. Informe inédito, 94 pp. + 1 mapa. Buenos Aires.
- BISCEGLIA, H.A., 1977. Estudio hidrogeológico de la región de la meseta basáltica, con especial referencia a los manantiales. Ministerio de Obras Públicas, Administración Provincial del Agua, Informe inédito, 92 pp., mapas, cuadros y figuras. Santa Rosa.
- BISCEGLIA, H.A., 1979. Perfil geológico Punta de La Barba - Limay Mahuida. Ministerio de Obras Públicas, Administración Provincial del Agua, Dirección de Recursos Hídricos. Informe inédito, 13 pp. Santa Rosa.
- BOJANICH MARCOVICH, E., 1979. Investigación de los aspectos geológicos, geomorfológicos e hidrogeológicos sobre la cuenca de los ríos Atuel - Salado - Chadileuvú (provincias de La Pampa y Mendoza). Ministerio de Obras Públicas, Administración Provincial del Agua, Dirección de Recursos Hídricos. Informe inédito, 188 pp. Santa Rosa.
- BOJANICH MARCOVICH, E., 1980. Estudio de investigación geológica - geomorfológica - hidrológica de la cuenca del río Atuel. *Presentación de la provincia de La Pampa ante la Corte Suprema de la Nación*, 3:1-88. Santa Rosa.
- BORDONARO, O., M. KELLER y O. LEHNNER, 1996. El Ordovícico de Ponón Trehue en la provincia de Mendoza (Argentina): redefiniciones estratigráficas. 13° Congreso Geológico Argentino, 1:541-550. Buenos Aires.
- CALMELS, A.P., 1996. Bosquejo geomorfológico de la provincia de La Pampa. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de La Pampa. 110 pp. Santa Rosa.
- CANNELLE, L.E., 1950. Condiciones hidrogeológicas de la zona comprendida entre Telén y Santa Isabel y el valle de los Ríos Salado, Atuel, Chadileuvú. Territorio de La Pampa. Ministerio de Industria y Comercio, Dirección General de Industria Minera. Informe inédito, 35 pp., Carpeta 954. Buenos Aires.
- CAZENAVE, H.W., 1987. Diagonal fluvial pampeana. Un análisis hidrográfico por satelitaria. 3^{as} Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales:137-145. Santa Rosa.

- CHIARADÍA, V., 1986. El magmatismo permo-triásico en la Provincia de La Pampa y su favorabilidad uranífera. 2^{as} Jornadas de Biología y 2^{as} Jornadas de Geología de La Pampa, Universidad Nacional de La Pampa, Serie Suplementos N° 2]: 25-36. Santa Rosa.
- CINGOLANI, C.A. y R. VARELA, 1999. Rb/Sr isotopic age of basement rocks of the San Rafael Block, Mendoza, Argentina. II South American Symposium on Isotope Geology (Villa Carlos Paz, Argentina), Actas: 23-26.
- CISNEROS, H. y H. BASTÍAS, 1993. Neotectónica del borde oriental del Bloque de San Rafael. 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 3:270-276. Mendoza.
- CONTI, C.M. y A.M. RAPALINI, 1990. Paleomagnetismo de la Formación Choique Mahuida, aflorante en la sierra homónima, provincia de La Pampa, República Argentina. 11° Congreso Geológico Argentino, 2:235-238. San Juan.
- CONTI, C.M., A.M. RAPALINI, A. SÚNICO y H. VIZÁN, 1990. Geología de la Sierra Choique Mahuida, provincia de La Pampa, República Argentina. 11° Congreso Geológico Argentino, 2:7-10. San Juan.
- CORTELEZZI, C.R. y M. DIRAC, 1969. Edad de los basaltos de Neuquén y La Pampa. 4^{as} Jornadas Geológicas Argentinas, 2:95-100. Buenos Aires.
- COSTA, C.H. y J.M. CORTÉS, 1993. Tectónica extensional en el extremo sur de la Sierra de San Luis. 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 3:113-118. Mendoza.
- COWIE, J.W. y M.G. BASSETT, 1989. Global Stratigraphic Chart. International Union of Geological Sciences. Episodes, 12(2) (Suplemento). Ottawa.
- CRIADO ROQUÉ, P., 1972a. El Bloque de San Rafael. En: Leanza, A.F. (Ed.), Geología Regional Argentina: 287-295. Academia Nacional de Ciencias. Córdoba.
- CRIADO ROQUÉ, P., 1972b. Cinturón Móvil Mendocino-Pampeano. En: Leanza, A.F. (Ed.), Geología Regional Argentina: 297-303. Academia Nacional de Ciencias. Córdoba.
- CRIADO ROQUÉ, P. y G. IBÁÑEZ, 1979. Provincia Geológica Sanrafaelino-Pampeana. En: Turner, J.C.M. (Coord.), Geología Regional Argentina, 1:837-869. Academia Nacional de Ciencias. Córdoba.
- CRIADO ROQUÉ, P., C. MOMBRÚ y V.A. RAMOS, 1981. Estructura e interpretación tectónica. En: Yrigoyen, M. (Ed.), Geología y Recursos Naturales de la provincia de San Luis. Relatorio 8° Congreso Geológico Argentino:155-192. San Luis.
- DEINO, A. y R. POTTS, 1992. Age-probability spectra from examination of single-crystal ⁴⁰Ar/³⁹Ar dating results: Examples from Olorgesailie, Southern Kenya Rift, Quaternary International, 13/14: 47-53.
- DELPINO, D.H., 1997. Geología regional y petrología del Complejo Los Corrales, Paleozoico Superior - Triásico. Provincia de Mendoza. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata. Tesis doctoral, 254 pp. La Plata.
- DESSANTI, R.N., 1954. La estructura geológica de la Sierra Pintada (San Rafael, Provincia de Mendoza). Revista de la Asociación Geológica Argentina, 9(4):246-252. 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 D. Julio A. Roca. Entrega 3:295-530. Buenos Aires.
- DRISTAS, J.A., T. HANSTEEN, A.O. DEGUILLÉN y S. KUNIS, 1998. Glass and CO₂-dominated fluid inclusions in diopside rich xenoliths and clinopyroxene phenocrysts from comenditic trachyte, La Pampa province, Argentina. Terra Nostra, 16. Geowissenschaftliches Lateinamerika-Kolloquium 98/5: 31 Bayreuth.
- ESPEJO, I.S., 1990. Análisis estratigráfico, paleoambiental y de proveniencia de la Formación El Imperial, en los alrededores de los Ríos Diamante y Atuel (Provincia de Mendoza). Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Buenos Aires, Tesis doctoral inédita, 227 pp. Buenos Aires.
- ESPEJO, P.M. y D.G. SILVA NIETO, 1985. Descripción geológica de las Hojas 34h, Puelches; 34i, Estancia La Unión (Provincia de La Pampa) y 35h, Cerro Choique Mahuida; 35i, Pichi Mahuida (Provincias de La Pampa y Río Negro). Escala 1:200.000. Dirección Nacional de Geología y Minería. Informe inédito, 133 pp. Buenos Aires.
- ESPEJO, P.M. y D.G. SILVA NIETO, 1987. Estratigrafía, litología y geomorfología de la Formación Puesto Alí. 3^{as} Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de La Pampa, Serie Suplementos, 3]: 65-71. Santa Rosa.
- ESPEJO, P.M. y D.G. SILVA NIETO, 1996. Hoja Geológica 3966-II Puelches (1:250.000), Provincias de La Pampa y Río Negro. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina. Dirección Nacional del Servicio Geológico, Boletín N° 216, 35 pp. Buenos Aires.
- ESPEJO, P.M. y E. SOTORRES, 1999. Factibilidad de aprovechamiento de las calizas del cerro Rogaziano, provincia de La Pampa. VII Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales, Actas: 149-154.
- ESTEBAN, G.I., N.L. NASIF y C.I. MONTALVO, 2001. Nuevos registros de Dasypodidae (Xenarthra) del Mioceno tardío de la provincia de La Pampa, Argentina. Revista Española de Paleontología, 16(1):77-87. Madrid.

- FERNÁNDEZ, M.A., 1996. Sedimentología de la Formación Agua Escondida en las cercanías de Puesto Yantén, sureste de la provincia de Mendoza, Argentina. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de La Pampa. Trabajo final de Licenciatura, inédito, 61 pp. Santa Rosa.
- FERUGLIO, E., 1942. Mapa geológico de la región al oeste del meridiano 62o, entre los paralelos 32o y 42o. Yacimientos Petrolíferos Fiscales. Informe inédito. Buenos Aires.
- FERUGLIO, E., 1965. Mapa Geológico de La Pampa (Compilación). Yacimientos Petrolíferos Fiscales, Expediente 143-440. Buenos Aires.
- FURQUE, G. y A. CUERDA, 1979. Precordillera de La Rioja, San Juan y Mendoza. En: Geología Regional Argentina, 1:455-522. Córdoba.
- GENTILI, C.A. 1964. Informe hidrogeológico de la zona de Paso de los Algarrobos. Dirección Nacional de Geología y Minería, Informe Técnico N° 21, 22 p.
- GIAI, S.B., 1975. Plan de Investigación de aguas subterráneas (P.I.A.S.). Informe preliminar inédito. 56 pp. + 25 figuras + 6 mapas. Santa Rosa.
- GIAI, S.B., 1984. Ambientes de las Sierras Pampeanas en el subsuelo de La Pampa. Pampa Geológica, 1(3):2-4.
- GOIN, F.J. y C.I. MONTALVO, 1988. Revisión sistemática y reconocimiento de una nueva especie del género *Thylatheridium* Reig (Marsupialia, Didelphidae). Ameghiniana, 25(2):161-167. Buenos Aires.
- GONZÁLEZ DÍAZ, E., 1972a. Descripción geológica de la Hoja 30d, Payún-Matru. Dirección Nacional de Geología y Minería. Boletín 130:1-92. Buenos Aires.
- GONZÁLEZ DÍAZ, E., 1972b. Descripción geológica de la Hoja 27d, San Rafael. Dirección Nacional de Geología y Minería. Boletín 132:1-127. Buenos Aires.
- GONZÁLEZ DÍAZ, E., 1972c. Descripción geológica de la Hoja 30e, Agua Escondida. Dirección Nacional de Geología y Minería. Boletín 135:1-78. Buenos Aires.
- GONZÁLEZ DÍAZ, E., 1981. Geomorfología. En: Yrigoyen, M. (Ed.), Geología y Recursos Naturales de la provincia de San Luis, Relatorio:193-236. 8° Congreso Geológico Argentino. San Luis.
- GONZÁLEZ DÍAZ, E. y L.E. FAUQUÉ, 1993. Geomorfología. En: Ramos, V. (Ed.), Geología y Recursos Naturales de Mendoza. 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos. Relatorio, 1(17):217-234. Mendoza.
- GONZÁLEZ DÍAZ, E. y H. GARCÍA, 1968. El hallazgo del neopaleozoico plantífero en el área de Agua Escondida (sureste de Mendoza y noroeste de La Pampa). 2^{as} Jornadas Geológicas Argentinas, 1:341-345.
- GROEBER, P., 1937. Descripción geológica de la Hoja 30 c, Puntilla de Huincán, provincia de Mendoza. Dirección Nacional de Geología y Minería. Informe inédito. Buenos Aires.
- GROEBER, P., 1939. Mapa Geológico de Mendoza. Physis. Revista de la Asociación Argentina de Ciencias Naturales, Sección Geología, 14(46):171-220. Buenos Aires.
- GROEBER, P., 1946. Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70o, 1. Hoja Chos Malal. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 1(3):177-207. Buenos Aires.
- HERRERO DUCLOUX, J.J., 1978. Informe de prospección geofísica en la región comprendida entre los paralelos 36° y 37°20' de latitud S y los meridianos de 64° y 66° de longitud W de Greenwich (provincia de La Pampa). Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídricas, Centro de Hidrología Aplicada. Informe inédito, 152 pp. + 28 figuras + 4 cuadros + 36 anexos. Buenos Aires.
- INTA, PROVINCIA DE LA PAMPA y UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA, 1980. Inventario integrado de los recursos naturales de la provincia de La Pampa. Clima, Geomorfología, Suelo y vegetación. 491 pp. Buenos Aires.
- IRIONDO, M.H., 1997. Models of deposition of loess and loessoids in the Upper Quaternary of South America. Journal of South American Earth Sciences, 10(1):71-79. Oxford.
- IRIONDO, M.H. y D.M. KRÖHLING, 1995. El sistema eólico pampeano. Comunicaciones del Museo Provincial de Ciencias Naturales «Florentino Ameghino», (Nueva serie), 5(1): 1-46. Santa Fe.
- LAVADO, R.S., J.A. GONZÁLEZ QUINTANA y G.G. HEVIA, 1978. Content and distribution of Lithium in La Pampa soils (Argentina). Communications in Soil Science and Plant Analysis, 9(4):299-310.
- LEMAITRE, R.W., P. BATEMAN, A. DUDEK, J. KELLER, M.J. LAMEYRELEBAS, P.A. SABINE, R. SCHMID, H. SORENSEN, A. STRECKEISEN, A.R. WOOLLEY Y B. ZANERTIN, 1989. A classification of igneous rocks and glossary of terms. Blackwell, Oxford.
- LINARES, E., E.J. LLAMBÍAS y C.O. LATORRE, 1978. Geología y Geocronología de las rocas eruptivas de la provincia de La Pampa, República Argentina. 7° Congreso Geológico Argentino, 1:795-808. Buenos Aires.
- LINARES, E., E.J. LLAMBÍAS y C.O. LATORRE, 1980. Geología de la provincia de La Pampa, República Argentina y Geocronología de sus rocas metamórficas y eruptivas. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 35(1):87-146. Buenos Aires.

- LLAMBÍAS, E.J., 1966. Geología y petrología del volcán Payún Matrú. Acta Geológica Lilloana, 8:265-310. Tucumán.
- LLAMBÍAS, E.J., 1972 (publicado en 1973). Las ignimbritas de las Sierras de Lihuel Calel, Provincia de La Pampa. Quinto Congreso Geológico Argentino, 4:55-67. Buenos Aires.
- LLAMBÍAS, E.J., 1975. Geología de la provincia de La Pampa y su aspecto minero. Informe inédito, 38 pp. Dirección de Minas de La Pampa. Santa Rosa.
- LLAMBÍAS, E.J., 1976. Alunita en el Cerro Choique Mahuida, provincia de La Pampa. Revista de la Asociación Argentina de Mineralogía, Petrología y Sedimentología, 7(1-2):29-30. Buenos Aires.
- LLAMBÍAS, E.J. y M.A. LEVERATTO, 1975. El «plateau» riolítico de la provincia de La Pampa, República Argentina. 2° Congreso Iberoamericano de Geología Económica, 1:99-114. Buenos Aires.
- LLAMBÍAS, E.J., L.E. KLEIMAN y J.A. SALVARREDI, 1993. El magmatismo Gondwánico. En: V.A. Ramos (Ed.), Geología y Recursos Naturales de Mendoza. 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos. Relatorio 1(6): 53-64. Mendoza.
- LLAMBÍAS, E.J., R.N. MELCHOR, H. TICKYJ y A.M. SATO, 1996. Geología del Bloque del Chadileuvú. 13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 5:417-425. Buenos Aires.
- LOGAN, B.W., R. REZAK y R.N. GINSBURG, 1964. Classification and environmental significance of algal stromatolites. Journal of Geology, 72:68-83. Chicago.
- MALÁN, J.M., E. MARIÑO, E. DE ELORRIAGA y M.A. FERNÁNDEZ, 1995. Estudio de los Recursos Minerales de la Provincia de La Pampa. Región Oriental. Segundo informe parcial inédito. Convenio CFI, Gobierno de La Pampa y Universidad Nacional de La Pampa. 24 pp. Santa Rosa.
- MALVICINI, L. y D.H. DELPINO, 1987. Metalogénesis de los complejos riolíticos de la provincia geológica Sanrafaelino Pampeana y la Comarca Nordpatagónica, Argentina. 10° Congreso Geológico Argentino, 5:63-82. San Miguel de Tucumán.
- McDONOUGH, M.R., V.A. RAMOS, C.E. ISACHSEN, S.A. BOWRING y G.L. VUJOVICH, 1993. Edades preliminares de circones del basamento de la Sierra Pie de Palo, Sierras Pampeanas Occidentales de San Juan: Sus implicancias para el supercontinente proterozoico de Rodinia. 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 3:340-342. Mendoza.
- MELCHOR, R., 1987. Características geológicas de las Lomas de los Guanacos, Dpto. Chicalcú, provincia de La Pampa. Argentina. Universidad Nacional de La Pampa, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Trabajo final de Licenciatura, inédito, 102 pp. Santa Rosa.
- MELCHOR, R., 1990. Sedimentitas plantíferas eopérmicas de la Formación Carapacha en las cercanías de Puelches, Provincia de La Pampa. Análisis paleoambiental e importancia. 3ª Reunión Argentina de Sedimentología: 366-371. San Juan.
- MELCHOR, R., 1995. Sedimentología de las unidades paleozoicas aflorantes del centro-oeste de La Pampa, Argentina. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata. Tesis doctoral, inédita, 272 pp. + Anexo (60 p.). La Plata.
- MELCHOR, R., 1996. La Bahía Pampeana de la Cuenca San Rafael. Comunicaciones Reunión Anual del Grupo Argentino de Trabajo del Paleozoico Superior: 26-27. Buenos Aires.
- MELCHOR, R.N., en prensa. Depósitos continentales eocenos del sudoeste de La Pampa, Argentina: Edad, estratigrafía y paleoambientes. En: Cabaleri, N., C.A. Cingolani, E. Linares, M.G. López de Luchi, H.A. Osters y H.O. Panarello (Eds.), 15° Congreso Geológico Argentino. Buenos Aires.
- MELCHOR, R.N. y S.A. CASADÍO, 2000. Descripción Geológica de la Hoja 3766-III «La Reforma» (1:250.000), Provincia de la Pampa. Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín 295: 1-56. Buenos Aires.
- MELCHOR, R.N., Z. CHENG y K. FOLAND, 1999a. Isotopic dating of San Jorge Fm. limestones (Early Paleozoic): Preliminary results from a Pb/Pb isochron and 87Sr/86Sr ratios. 2° Simposio Sudamericano de Geología Isotópica, 414-417. Villa Carlos Paz.
- MELCHOR, R.N., H. TICKYJ y L.V. DIMIERI, 1999b. Estratigrafía, Sedimentología y Estructura de la Fm. San Jorge (Paleozoico Inferior), La Pampa, Argentina. 14° Congreso Geológico Argentino, 1: 389-392. Salta.
- MELCHOR, R.N., A.M. SATO, E.J. LLAMBÍAS y H. TICKYJ, 1999c. Confirmación de la extensión meridional del terreno Cuyania/Precordillera en la provincia de La Pampa, Argentina. 14° Congreso Geológico Argentino, 1: 156-159. Salta.
- MELCHOR, R.N., G. VISCONTI y C. MONTALVO, 2000. Late Miocene calcic vertisols from central La Pampa, Argentina. 2° Congreso Latinoamericano de Sedimentología y 8ª Reunión Argentina de Sedimentología, Resúmenes: 119-120. Mar del Plata.

- MENDÍA, J. y D.A. VALENCIO, 1987. La cronología de los flujos lávicos del Volcán Payún Matrú. Simposio Internacional sobre Vulcanismo Andino. 10° Congreso Geológico Argentino, 4:228. San Miguel de Tucumán.
- MONTALVO, C.I., 2000. Informe sobre los restos de vertebrados fósiles recuperados en la zona de Algarrobo del Águila - lomas de los Guanacos (Departamento Chicalcó, La Pampa). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa. Informe inédito, 5 pp. Santa Rosa.
- MONTALVO, C.I. y S. CASADÍO, 1988. Presencia del género *Palaeoctodon* (Rodentia, Octodontidae) en el Huayqueriense (Mioceno tardío) de la Provincia de La Pampa. *Ameghiniana*, 25(2):111-114. Buenos Aires.
- MONTALVO, C.I., G. VISCONTI, A. PÚGENER y C. CARDONATTO, 1996. Mamíferos de edad Huayqueriense (Mioceno tardío), Laguna Chillhue, provincia de La Pampa. 4^{as} Jornadas Geológicas y Geofísicas Bonaerenses, 1:73-79. Junín.
- NÚÑEZ, E., 1976. Descripción geológica de la Hoja 31e Chical-Có, provincias de Mendoza y La Pampa. Servicio Nacional Geológico Minero. Informe inédito, 92 pp. + 2 Tablas + 3 perfiles + 1 mapa. Buenos Aires.
- ORTIZ, A., 1967. Estudio geológico de la zona occidental de La Pampa, desde La Escondida hasta Pichi Mahuida. Yacimientos Petrolíferos Fiscales. Comisión Geológica N° 6, Informe inédito, 23 pp. + 10 adjuntos. Buenos Aires.
- PASCUAL, R. y P. BONDESIO, 1981. Sedimentitas cenozoicas. En: Yrigoyen, M. (Ed.), *Geología y Recursos Naturales de la provincia de San Luis*. 8° Congreso Geológico Argentino. Relatorio:117-154. San Luis.
- PANKHURST, R.J. y C.W. RAPELA, 1998. The proto-Andean margin of Gondwana: an introduction. En: Pankhurst, R.J. y Rapela, C.W. (Eds.), *The Proto-Andean Margin of Gondwana*. Geological Society Special Publications 142:1-9. Londres.
- PEÑA ZUBIATE, C.A. y E.N. STRASSER, 1981. Suelos. En: Yrigoyen, M. (Ed.), *Geología y Recursos Naturales de la provincia de San Luis*. 8° Congreso Geológico Argentino. Relatorio:345-353. San Luis.
- PLUMB, K.A., 1991. New Precambrian time scale. *Episodes*, 14(2):139-140.
- POLANSKI, J., 1970. *Carbónico y Pérmico de la Argentina*. Eudeba. 216 pp. Buenos Aires.
- POTTER, P.E., 1994. Modern sands of South America: composition, provenance and global significance. *Geologische Rundschau*, 83:212-232. Stuttgart.
- PUCCI, I.C., 1976. Contribución al conocimiento del subsuelo de General Alvear (provincia de Mendoza) y regiones adyacentes. Tesis doctoral inédita. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires.
- QUENARDELLE, S. y E.J. LLAMBÍAS, 1997. Las riolitas de sierra Chica (37°48' S, 65°26' O): un centro eruptivo gondwánico en el bloque del Chadileuvú, provincia de La Pampa, Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 52(4): 549-558. Buenos Aires.
- RAMOS, V.A., 1993. Interpretación tectónica. En: Ramos, V. (Ed.), *Geología y Recursos Naturales de Mendoza*. 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos. Relatorio, 1(19):257-266. Mendoza.
- RAMOS, V.A., R.D. DALLMEYER y G. VUJOVICH, 1998. Time constraints on the Early Palaeozoic docking of the Precordillera, Central Argentina. En: Pankhurst, R.J. and Rapela, C.W. (Eds.), *The Proto-Andean Margin of Gondwana*. Geological Society Special Publications 142:143-158. London.
- RAPELA, C.W., R.J. PANKHURST, E.J. LLAMBÍAS, C. LABUDÍA y A. ARTABE, 1996. «Gondwana» magmatism of Patagonia: Inner cordilleran calc-alkaline batholiths and bimodal volcanic provinces. *Proceedings Third International Symposium on Andean Geodynamics*: 791-794. Saint Malo.
- SALSO, J.H., 1966. La cuenca de Macachín, provincia de La Pampa. Nota preliminar. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 21(2):107-117. Buenos Aires.
- SATO, A.M., H. TICKYJ y E.J. LLAMBÍAS, 1998. Rb-Sr Grenvillian age from the Las Matras Diorite, La Pampa Province, Argentina. 10° Congreso Latinoamericano de Geología y 6° Congreso Nacional de Geología Económica, 2: 418. Buenos Aires.
- SATO, A.M., H. TICKYJ, E.J. LLAMBÍAS y K. SATO, 1999. Rb/Sr, Sm/Nd and K/Ar age constraints of the Grenvillian Las Matras pluton, central Argentina. II South American Symposium on Isotope Geology (Villa Carlos Paz, Argentina): 122-126.
- SATO, A.M., H. TICKYJ, E.J. LLAMBÍAS y K. SATO, 2000. The Las Matras tonalitic - trondhjemitic pluton, Central Argentina: Grenvillian age constraints, geochemical characteristics, and regional implications. *Journal of South American Earth Sciences* 13: 587-610.
- SEGEMAR, 1994. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina. Modelo de Carta Geológica - Normativa de Realización. Instituto de Geología y Recursos Naturales. 62 pp. Buenos Aires.

- SEGEMAR, 1996. Anexo al documento: Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina. Modelo de Carta Geológica - Normativa de Realización. Instituto de Geología y Recursos Naturales. 10 pp. Buenos Aires.
- SIEMIRADZKI, J. von, 1893. Eine Forschungsreise in Patagonien. Petermans geographische Mitteilungen, Band 39:49-62. Gotha.
- SIGHEL, R., 1981. Minería de la Provincia de La Pampa. Universidad Nacional de La Pampa. Fascículo 1^{as} Jornadas de Geología de la Provincia de La Pampa, 1:90-111. Santa Rosa.
- SIGHEL, R., Y. ZLATARALE y J.O. RODRÍGUEZ, 1977. Rocas y minerales susceptibles de ser explotados en la provincia de La Pampa (Aplicaciones). Dirección de Minas de La Pampa. Informe inédito, 2 pp. + 1 mapa. Santa Rosa.
- SOBRAL, J.M., 1942. Geología de la comarca del territorio de La Pampa situada al occidente del Chadi-Leuvú. Boletín de Informaciones Petroleras, 212:33-81. Buenos Aires.
- SOTORRES, E. y M.A. MUÑOZ, 1986. Datos estadísticos de la Minería Pampeana. Período 1970-1980. Pampa Geológica, Publicación Especial, 1:81-91. Santa Rosa.
- SPARTAN, 1981. Aprovechamiento minero de la provincia de La Pampa. Consejo Federal de Inversiones, 1, 236 pp. Buenos Aires.
- SRUOGA, P. y E.J. LLAMBÍAS, 1992. Permo-Triassic leucorhyolithic ignimbrites at Sierra de Lihue Calel, La Pampa Province, Argentina. Journal of South American Earth Sciences, 5(2):141-152.
- STAPPENBECK, R., 1926. Geologie und Grundwasserkunde der Pampa. Stuttgart. Traducción oficial de la Dirección de Minas, Geología e Hidrología. 20 pp. (1943). Buenos Aires.
- TAPIA, A., 1935. Pilcomayo. Contribución al conocimiento de las llanuras argentinas. Dirección de Minas y Geología, Boletín 40:1-124. Buenos Aires.
- TERRAZA, J.C., C.J. SCHULZ y J.A. SBROCCO, 1981. Geología de los valles de Utracán, Quehué y Chapalcó. Provincia de La Pampa. 8° Congreso Geológico Argentino, 3:183-192. Buenos Aires.
- TERRAZA, J.C., S.B. BAZAN y E.E. DE ELORRIAGA, 1982. Geología del oeste de la provincia de La Pampa, República Argentina. 5o Congreso Latinoamericano de Geología. Resúmenes: 24-25. Buenos Aires.
- TICKYJ, H., 1999. Estructura y petrología del basamento cristalino de la porción centro - sur de la provincia de La Pampa, Argentina. Universidad Nacional de La Plata. Tesis doctoral, inédita, 228 pp. La Plata.
- TULLIO, J.O., 1981. El Cuaternario en la provincia de La Pampa. Dirección de Recursos Hídricos. Informe preliminar inédito, 16 pp. Santa Rosa.
- URBIZTONDO, A.M., 1974. Fotointerpretación del área de los ríos Salado y Atuel (con cartografía reducida) desde el paralelo 35°45' al paralelo 38°, a escala 1:50.000. Dirección de Recursos Hídricos de La Pampa. Informe inédito, 21 pp. Santa Rosa.
- VARELA, R. y L. DALLA SALDA, 1992. Geocronología Rb-Sr de metamorfitas y granitoides del tercio sur de la Sierra de Pie de Palo, San Juan, Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 47:271-275. Buenos Aires.
- VERZI, D.H., C.I. MONTALVO y M.G. VUCETICH, 1991. Nuevos restos de *Xenodontomys simpsoni* Kraglievich y la sistemática de los más antiguos Ctenomyinae (Rodentia, Octodontidae). Ameghiniana, 28(3-4):325-331. Buenos Aires.
- VERZI, D.H., M.G. VUCETICH y C.I. MONTALVO, 1994. Octodontid-like Echimyidae (Rodentia): An Upper Miocene episode in the radiation of the family. Palaeovertebrata, 23(1-4):199-210.
- VERZI, D.H., M.G. VUCETICH, y C.I. MONTALVO, 1995. Un nuevo Eumysopinae (Rodentia, Echimyidae) del Mioceno tardío de la provincia de La Pampa y consideraciones sobre la historia de la subfamilia. Ameghiniana, 32(1):191-195. Buenos Aires.
- VICENTE, M.O., 1975. Caracteres estructurales del área al sur de General Alvear, provincia de Mendoza. 2° Congreso Iberoamericano de Geología Económica, 1:197-214. Buenos Aires.
- VILELA, C.R. y J.C. RIGGI, 1953. Descripción geológica de las Hojas 33 h, Sierra de Lihue Calel, y 33 i, Sierra Chica, provincia de La Pampa. Dirección Nacional de Geología y Minería. Informe inédito. Buenos Aires.
- VILELA, C.R. y J.C. RIGGI, 1956. Rasgos Geológicos y Petrológicos de la Sierra Lihue Calel y área circundante de La Pampa. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 11(4):217-272. Buenos Aires.
- WICHMANN, R., 1928. Contribución a la geología de los departamentos Chical-Có y Puelén, de la parte occidental de La Pampa Central. Dirección General de Minas, Geología e Hidrogeología, Publicación 40. Buenos Aires.
- ZETTI, J., 1964. El hallazgo de un *Megatheriidae* en el «Médano Invasor» del SW de Toay, Provincia de La Pampa (sic). Ameghiniana, 3(9):257-265. Buenos Aires.

Entregado en noviembre de 2000

Validado en julio de 2001