



Informe de Geología de Campo

Descripción litoestratigráfica
del Basamento y las
secuencias mesozoicas de la
Cuenca Neuquina (Patagonia,
Argentina)

Alumno: Tec. Emmanuel Roussillon
Docentes: Geol. Alberto Garrido y Lic. José
Gatica

Alumno: Tec. Emmanuel Roussillon
Fecha de cursado: marzo a junio de 2024
Fecha de entrega: 25 de octubre de 2024
Fecha de aprobación: 31 de octubre de 2024; Nota: 10 (diez)



FaIn·UNCo
Facultad de Ingeniería
DEPTO. DE GEOLOGÍA Y PETRÓLEO

Informe de Geología de Campo

Descripción litoestratigráfica del Basamento y las
secuencias mesozoicas de la Cuenca Neuquina (Patagonia
Norte, Argentina).

Alumno: Tec. Emmanuel F. Roussillon (ING-5799)

Profesores: Geol. Alberto C. Garrido y Lic. José Gatica.

Materia: Geología de Campo

Sumario

Resumen	3
Agradecimientos	4
Introducción	5
Objetivos	7
Objetivo general	7
Objetivos específicos	7
Métodos y Materiales	7
Metodología de trabajo	7
Materiales	8
Marco Geológico	10
Neopaleozoico a Triásico Superior	10
El basamento de la Cuenca Neuquina	10
Complejo Plutónico del Chachil (Leanza, 1992)	10
Rift triásico	11
Grupo Precuyo o “Precuyano” (Gulisano, 1981).....	11
Jurásico	12
Subsidencia térmica: primer transgresión en la Cuenca Neuquina	12
Grupo Cuyo (Dellapé et al., 1978).....	12
Grupo Curymil (Zanettini, 2018).....	35
La transgresión marina del Titoniano	39
Grupo Mendoza Inferior (Stipanivic et al., 1968; Leanza, 2009)	39
Cretácico Superior	46
Inicio de la subsidencia flexural (Etapa de antepaís)	46
Grupo Neuquén (Stipanivic et al., 1968).....	46
La transgresión atlántica.....	58
Grupo Malargüe (Gerth, 1925)	58
Conclusión	63
Bibliografía	65

Resumen

A lo largo de la historia de formación de la Cuenca Neuquina, han ocurrido un número determinado de procesos partiendo de una etapa de extensión durante el Triásico Tardío, con la aparición de las primeras estructuras extensionales (etapa de *rift*), y la depositación *sinrift* asociada. Posteriormente, con el inicio de una subducción marcada por un régimen extensional, se generaría una nueva etapa en la evolución de la cuenca, caracterizada por una subsidencia térmica (SAG). Es en este periodo donde ocurren cambios cíclicos y alternancias entre los avances y retrocesos de la línea de nivel de base, dando lugar a los Grupos Cuyo, Curymil, Mendoza y Bajada del Agrio. Finalmente, a comienzos del Cretácico Tardío, la subducción cambia de un régimen extensional a compresivo, generando una mayor deformación y bloqueando el ingreso del océano Pacífico (etapa de antepaís), esto causó la formación de depósitos sinorogénicos con un origen netamente continental (Grupo Neuquén). La mayor deformación del arco magmático, sumado a la subsidencia flexural presente en la cuenca (etapa de antepaís), causaría un cambio en la pendiente regional que permitió el ingreso del océano Atlántico, dando lugar a depósitos costeros y marino someros (Grupo Malargüe). El desarrollo de este trabajo consistió en gran medida de la aplicación de los conocimientos adquiridos a lo largo de la Licenciatura en Ciencias Geológicas (UNCo). Se recorrieron los afloramientos más representativos de los Gpos. Cuyo, Curymil y Mendoza (dentro de la Subcuenca de Picún Leufú) y de los Gpos. Neuquén y Malargüe (en Plottier y Cinco Saltos) con la finalidad de levantar columnas litoestratigráficas y esquemas 2D. La interpretación de los depósitos observados y sus estructuras fue complementada con la revisión de bibliografía científica. Este trabajo inédito tiene como principal implicancia el entendimiento básico, por parte del alumno de grado en Ciencias Geológicas, de los diferentes depósitos que componen a la cuenca y los procesos geológicos que le dieron origen. A lo largo de las tareas de campo se presentaron complicaciones de tipo académicas e institucionales, que, sumado a los cambios estacionales y la llegada del invierno, impidieron la realización de la totalidad de los viajes necesarios. Por dicha razón en este trabajo no se presenta una interpretación de los Gpos. Mendoza Superior y Bajada del Agrio, así como de algunas Formaciones del Grupo Neuquén.

Alumno: Tec. Emmanuel Roussillon
Fecha de cursado: marzo a junio de 2024
Fecha de entrega: 25 de octubre de 2024
Fecha de aprobación: 31 de octubre de 2024; Nota: 10 (diez)



Agradecimientos

Al Estado Nacional Argentino y a la Universidad Nacional del Comahue (UNCo), por brindarme educación pública y laica a lo largo de mi formación.

A mis profesores a cargo de la cátedra de Geología de Campo, Alberto Garrido y José Gatica, por hacer posible estos viajes y brindarme a mí y a mis compañeros su tiempo, conocimiento y dedicación en el aprendizaje de esta ciencia.

A la Asociación de Estudiantes de Geología (AEG-UNCo), y más precisamente a mis compañeros de cursada, por toda su colaboración en la realización de estos viajes de campo, su compañerismo, generosidad y trato fraterno durante la realización de estas prácticas de campo.



***Primer viaje de la Promoción 2024 de la Cátedra de Geología de Campo (28 de marzo de 2024), Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue.
Fondo: calizas silicificadas de la Formación Chachil (RPN°46 a 65 Km de Zapala, Provincia del Neuquén, Argentina).***

Integrantes (de izquierda a derecha): Emmanuel Roussillon, Carla Pizarro, Bruno Cornejo, Myrna Kissner, Leandro Jagla, Tomás Hernández, Fernanda Sandoval, Lucas Rodríguez, Fausto Díaz, Belén Ferrada, Tamara Hernández, Abril Benítez, Delfina Zaragozi, Augusto Gonzales, Juan Manuel Sánchez, Gonzalo Concetti, Julián Naab, Milenka Margheim, Alberto Garrido, Noelia Cabrera, Jeremías Pallero, Lucca Camarero y José Gatica.

Introducción

La Cuenca Neuquina constituye un depocentro mesozoico con un espesor aproximado de 7000 metros. Los depósitos de la cuenca (Figura 1) consisten mayormente en secuencias sucesivas de episodios de transgresión y regresión marina, los cuales inician en el Triásico Tardío-Jurásico Temprano (Arregui et al., 2011).

El basamento de la cuenca está conformado por una serie de unidades de edad paleozoica, donde destaca el “basamento” cristalino compuesto por rocas magmáticas y metamórficas cuya edad va desde el Cámbrico (Serra-Varela et al., 2016), hasta el Neopaleozoico comprendiendo unidades como el Grupo Andacollo y la provincia magmática del Choiyoi, entre otras. Durante el Triásico se produce un régimen extensional, producto de la fragmentación de Pangea, que da origen a la etapa de *rift* de la cuenca. Este régimen dio origen a sistemas de grábenes y hemigrábenes que se desarrollaron en un ambiente continental (Carbone et al., 2011), en los cuales se generaron depósitos de índole clástica, piroclástica y volcánica. La extensión continuaría permitiendo el ingreso del proto Pacífico a partir del estrecho de Curepto. Esta primer transgresión marina daría origen a los depósitos basales del Grupo Cuyo.

En el Jurásico Temprano comienza una etapa de subsidencia térmica que abarcaría gran parte de la evolución histórica de la cuenca, hasta el Cretácico Tardío, representada por una subsidencia más generalizada y no tan localizada como la etapa anterior. Esta etapa consistió en sucesivos ciclos de transgresión y regresión del mar, con alternancia entre depósitos marinos distales y marginales, así como, depositación de clásticos continentales subordinados a periodos puntuales. Dichas alternancias darían origen a los depósitos de diferentes unidades, como los Grupos Cuyo, Curymil (Lota), Mendoza y Bajada del Agrio, culminando este último con depósitos clásticos netamente continentales causados por la regresión permanente del proto Pacífico.

El régimen compresional que inició en el Cretácico Temprano produciría la inversión de las estructuras de tipo extensional preexistentes (Vergani et al., 1995; Macdonald et al., 2003; Garrido, 2011). El inicio del Grupo Neuquén en el Cenomaniano, indica el comienzo de la etapa de antepaís o *Foreland* de la cuenca, con una sedimentación continental de ambiente predominantemente fluvial y eólica subordinada. El desarrollo de un arco magmático occidental, asociado a la Fase Huantráiquica del Ciclo Orogénico Patagónico (Méndez et al., 1995), ocasionó la subsidencia de la cuenca permitiendo un cambio de pendiente regional, desvinculando a la cuenca de la vertiente pacífica, y permitiendo el primer ingreso por parte del océano Atlántico en el Campaniano (Uliana & Biddle, 1988; Legarreta et al., 1989; Garrido, 2011), dando origen a los depósitos del Grupo Malargüe (Uliana y Dellapé, 1981; Rodríguez, 2011), que abarcaron desde el Campaniano hasta el Paleógeno.

Figura 1. Columna litoestratigráfica de la Cuenca Neuquina (extraído y modificado de Zanettini, 2018).

Objetivos

Objetivo general

Estudiar la geología y la historia de depositación, en orden cronológico, de las unidades estratigráficas que conforman la Cuenca Neuquina, así como los procesos geológicos involucrados en su origen.

Objetivos específicos

Aplicar los conocimientos geológicos adquiridos a lo largo de la Licenciatura en Ciencias Geológicas (Universidad Nacional del Comahue), a partir del desarrollo de actividades grupales y mediante el levantamiento de columnas estratigráficas de las unidades observadas en los diferentes afloramientos visitados. Identificar litologías y estructuras, así como también, el contenido paleontológico presente en cada unidad. Determinar los procesos que intervinieron en la formación de las unidades geológicas. Interpretar los tipos de contactos y/o contrastes litológicos presentes entre las unidades geológicas reconocidas en las áreas de estudio. Mediante estos últimos identificar las fases diastóricas que separan los diferentes Grupos que componen a la cuenca.

Métodos y Materiales

Metodología de trabajo

La realización de las prácticas de campo consistió en cuatro etapas principales, donde en cada una se llevaron a cabo un número de salidas o visitas a diferentes locaciones con una importancia geológica particular. En cada etapa se levantaron esquemas y columnas geológicas, en las cuales se identificaron las unidades presentes, así como también los cambios litofacies presentes en ellas.

La primer etapa consistió en cuatro visitas a diferentes ubicaciones dentro de los Departamentos Catán Lil y Zapala (Provincia del Neuquén). La primer parada se llevó a cabo el día 28 de marzo de 2024 en el Departamento Catán Lil, a 65 Kms de la localidad de Zapala, sobre la Ruta Provincial N°46. Las otras tres paradas se realizaron los días 29, 30 y 31 del mismo mes, a lo largo de distintas locaciones en el sector del Anticlinal de Picún Leufú (Ruta Nacional N°40). En cada una de estas tres últimas visitas, se realizaron caminatas con la finalidad de crear columnas estratigráficas donde se observen las variaciones litológicas presentes. En esta primer etapa se llevó a cabo el reconocimiento y estudio de los Grupos Cuyo, Curymil y Mendoza Inferior.

La segunda etapa consistió en dos visitas realizadas el día 19 de mayo, una a los afloramientos ubicados al margen de la Ruta Nacional 22 (ex Autovía Norte), en el límite entre la localidad de Plottier y la Ciudad de Neuquén, y una visita a los afloramientos presentes al margen de la Ruta Provincial N°7 en el ejido de la localidad de Centenario. El objetivo de estas visitas fue el estudio e interpretación de las facies que componen los niveles superiores del Grupo Neuquén.

El tercer viaje o etapa, se realizó el primero de junio con destino a la localidad de Villa El Chocón. Las actividades comprendieron el reconocimiento de litologías y las estructuras sedimentarias en caminatas, y la realización de columnas estratigráficas de los

Alumno: Tec. Emmanuel Roussillon
Fecha de cursado: marzo a junio de 2024
Fecha de entrega: 25 de octubre de 2024
Fecha de aprobación: 31 de octubre de 2024; Nota: 10 (diez)

afloramientos cretácicos ubicados en tres locaciones específicas, dos de ellas en la costa del lago Ezequiel R. Mexía y la tercera dentro del sector urbano de la localidad cerca de la presa. En esta locación se observaron los depósitos de la Formación Candeleros (base del Grupo Neuquén).

La última etapa consistió en una visita a un sector distal de la localidad de Cinco Saltos (Provincia de Río Negro), el día 29 de junio, con la finalidad de realizar un reconocimiento e interpretación de los depósitos del tope del Grupo Neuquén y basales del Grupo Malargüe, así como también, identificar el contacto entre ambas unidades.

Para el análisis de las diferentes litologías y estructuras sedimentarias presentes en los afloramientos, se utilizó la nomenclatura litofacial correspondiente (Tabla 1), modificada de Miall (1996).

Es importante mencionar que, debido a dificultades en cuanto a la logística de los seguros, las condiciones climáticas invernales y la proximidad de la fecha de cierre de cuatrimestre; no se pudieron llevar a cabo los viajes correspondientes a los afloramientos de los Grupos Mendoza Superior y Bajada del Agrio (Tabla 2), por lo cual, este informe no presentará una descripción o análisis de dichas unidades. A pesar de estos inconvenientes se considera y agradece todo el esfuerzo, esmero, tiempo y dedicación aportados por los docentes, Alberto Garrido y José Gatica, durante las prácticas de campo.

Posteriormente, se llevó a cabo un extenso trabajo de digitalización de las columnas litoestratigráficas y de los esquemas realizados en campo. Todos los esquemas y columnas litoestratigráficas fueron realizados a partir de dibujos y apuntes realizados en el campo, y posteriormente digitalizados mediante el uso del programa de dibujo Paint 3D. Hay que destacar que los esquemas 2D no están hechos a escalas, por lo que se recomienda prudencia al analizarlos.

Materiales

En cada una de las expediciones a los sitios de estudio se utilizaron una serie de elementos requeridos para la toma de mediciones en campo:

- ✓ Cinta métrica.
- ✓ Escalas de la Asociación Paleontológica Argentina.
- ✓ Lupa de mano.
- ✓ Brújula Tipo Brunton.
- ✓ GPS Garmin ETrex.
- ✓ Piqueta geológica.
- ✓ Gotero con solución de HCl 10%.
- ✓ Libretas de campo, hojas milimetradas, porta block A4 y elementos de librería varios.

Alumno: Tec. Emmanuel Roussillon
 Fecha de cursado: marzo a junio de 2024
 Fecha de entrega: 25 de octubre de 2024
 Fecha de aprobación: 31 de octubre de 2024; Nota: 10 (diez)



Ambiente	Código	Litología	Estructuras sedimentarias	Interpretación
Fluvial	Gp	Conglomerados	Estratificación cruzada planar o tabular	Migración de ondulas con cresta plana
	Gm		Masivo	Depósitos de fondo de canal
	SGt	Areniscas conglomerádicas	Estratificación cruzada en artesa o asintótica	Migración de ondulas. Depósitos de barra. Régimen de flujo de muy alta energía
	SGp		Estratificación cruzada plana o tabular	
	St	Areniscas finas a gruesas	Estratificación cruzada en artesa o asintótica	Migración de ondulas. Flujo con alta energía
	Sp		Estratificación cruzada plana o tabular	
	Sh		Estratificación horizontal	Bajo régimen de flujo
	Sm		Masiva	
	Sb		Construcciones biogénicas (icnofósiles)	
	Sr		Ondulitas de corriente	Migración de ondulas. Flujos de baja energía
	Fd		Fangolitas	Laminación convoluta
	F	Masiva		Decantación de partículas. Muy bajo régimen de flujo. Posible desarrollo de paleosuelos
	Fl	Laminación horizontal		
Eólico	Ste	Areniscas cuarcíticas finas a medianas	Estratificación cruzada en artesa o asintótica	Migración de dunas. Alto régimen de flujo
	Spe		Estratificación cruzada plana o tabular	Migración de dunas
	Sme		Masivo	Depósitos de interdunas
Costero	Gc	Conglomerados	Masivo	Depósitos aluviales no canalizados
	SGc	Areniscas conglomerádicas	Masiva	Batida de oleaje (foreshore). Alta energía
	Stc	Areniscas finas a gruesas	Estratificación cruzada en artesa o asintótica	Migración de ondulas (foreshore-shoreface). Energía moderada a alta
	Spc		Estratificación cruzada plana o tabular	
	Sw		Ondulitas de oleaje	
	Shc		Estratificación horizontal	Bajo régimen de energía.
	Smc	Masiva		
	Sd		Laminación convoluta	Deformación por carga. Retrabajo por acción de oleaje.
	Fc	Fangolitas	Masivas	Muy bajo régimen de energía
B	Bindstone	Construcciones biogénicas (estromatolitos)	Acreción vertical de matas microbianas en sector marginal de bahía.	
Marino somero	Cr/Crs	Carbonatos cristalinos/silicificados	Masivos	Rampa carbonatada. Baja energía
	CSh	Calcarenitas	Estratificación horizontal	Energía baja a moderada
	Pck	Packstone	Masivo	Retrabajo por oleaje. Energía moderada a alta
Marino profundo	Shf	Areniscas muy finas	Laminación horizontal	Decantación de partículas en zonas profundas
	Fm	Fangolitas	Masivas	
	Lo	Lutitas orgánicas	Laminación horizontal Fisilidad	
	Lcr	Margas	Laminación horizontal Fisilidad	

Tabla 1. Código de litofacies sedimentarias utilizado en este informe (basado y modificado de Miall, 1996; Suriano y Limarino, 2009; Dabrio, 2010).

Marco Geológico

En esta sección se detallarán los elementos litológicos y estructurales hallados a lo largo de todos los afloramientos estudiados. Con la finalidad de seguir el orden de depositación de las diferentes unidades, estas serán descriptas siguiendo un orden cronoestratigráfico.

Neopaleozoico a Triásico Superior

El basamento de la Cuenca Neuquina

Complejo Plutónico del Chachil (Leanza, 1992)

El primer afloramiento $38^{\circ}39'10''S$; $70^{\circ}02'11,9''O$, estudiado se encuentra al margen de la Ruta Provincial N°46. En esta primer parada se han podido reconocer rocas graníticas de color gris y textura granosa (Figura 2), correspondientes a un cuerpo intrusivo de composición félsica con un abundante contenido de cuarzo y feldespato. La roca granítica presenta un alto grado de fracturamiento distinguiéndose dos familias principales de fracturas con rumbo N74O y N12O, y un buzamiento subvertical (Figura 2b), muy probablemente producto de un régimen extensivo. Los sistemas de fracturas presentes en el intrusivo cuentan con un alto grado de alteración hidrotermal del tipo argílica, que le otorga una coloración anaranjada (Figuras 2c y d). El fracturamiento y el grado de alteración disminuyen progresivamente hacia niveles superiores. Este intrusivo se compone fundamentalmente de granitos y granodioritas de textura granuda, correspondientes al Complejo Plutónico del Chachil (Leanza, 1992), el cual data del Carbonífero Tardío a Pérmico Temprano. Esta unidad representa parte del basamento cristalino de la cuenca.

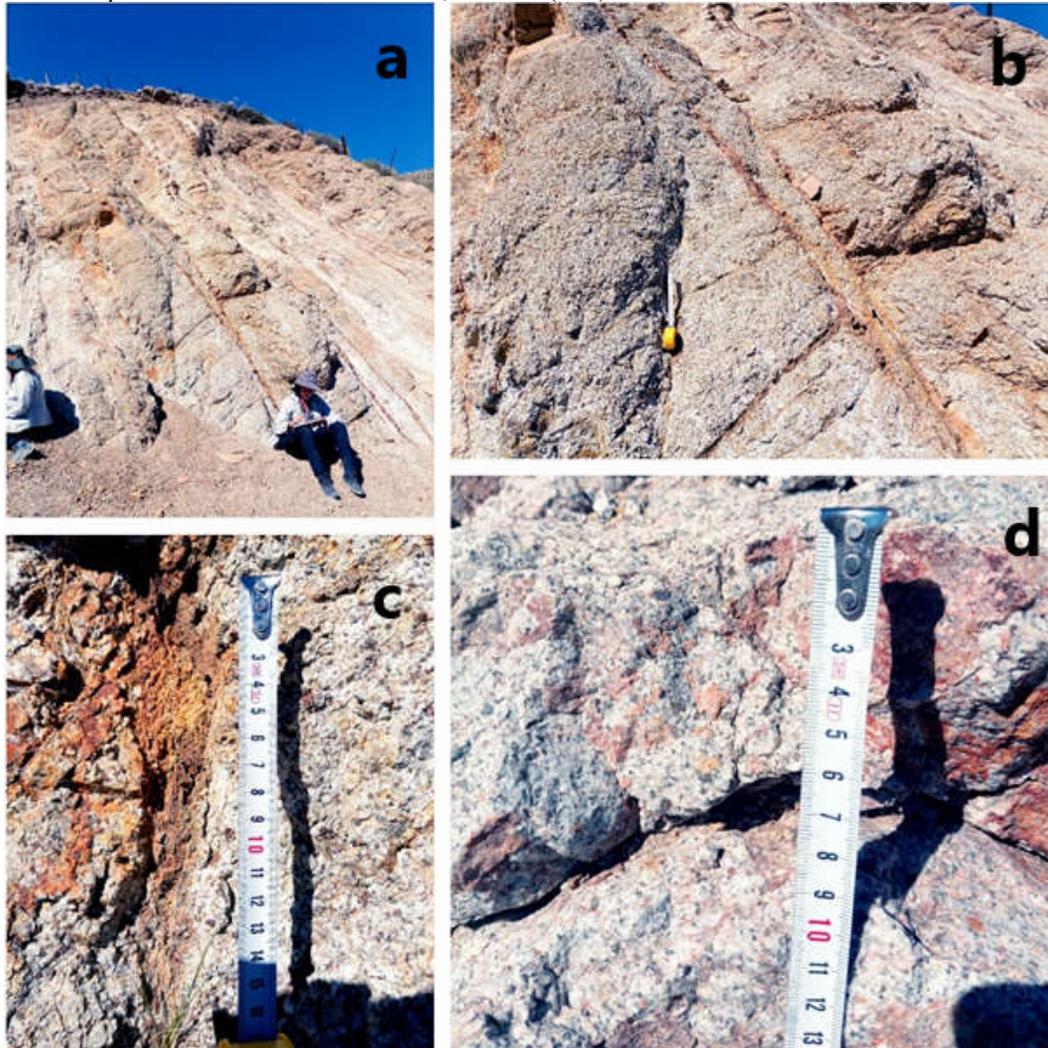


Figura 2. a) Granitoide del Complejo Plutónico Chachil. b) familias de fracturas subverticales. c y d) mineralización producto de alteración argílica en fracturas.

Rift triásico

Grupo Precuyo o “Precuyano” (Gulisano, 1981)

Formación Lapa (Lambert, 1946)

Sobre el cuerpo granitoide se apoyan depósitos retrabajados que corresponden al regolito producto de la alteración de las granodioritas (Figura 3). Este depósito de material retrabajado, en discordancia sobre el granitoide, presenta una composición litológica conformada por areniscas tobáceas (tufitas) de color grisáceo. Esta unidad corresponde a la Formación Lapa (Lambert, 1946; Groeber, 1958; Leanza, 1992) del Ciclo Precuyano (Triásico Tardío, Gulisano et al., 1984). La Formación Lapa representa parte del relleno de la etapa de *sinrift* de la cuenca. Apoya en discordancia sobre el Complejo Plutónico del Chachil, a partir de la discordancia Huárpica (Intratriásica; Azcuy y Caminos, 1987) (Figura 4), mientras que su límite superior coincide con la discordancia Rioatuélica (Intraliásica; Stipanovic y Rodrigo, 1968).

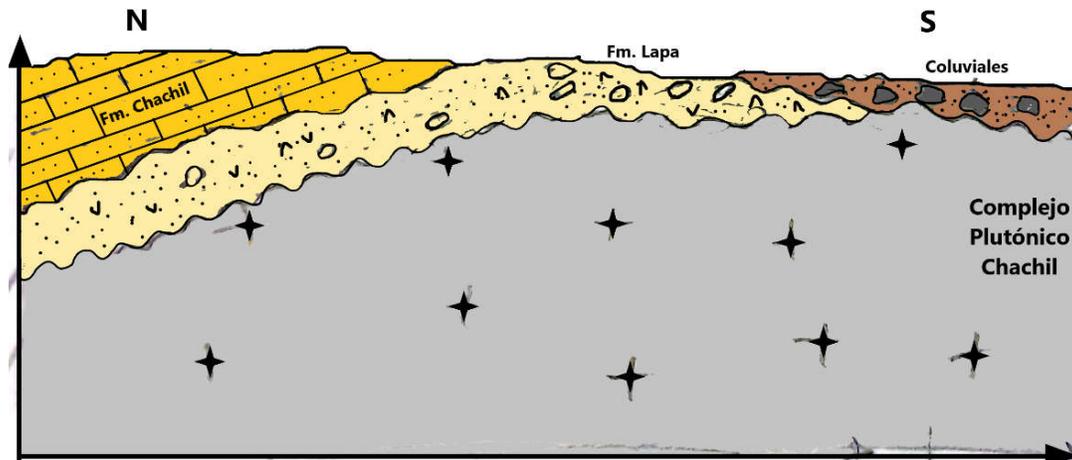


Figura 3. Esquema 2D litoestratigráfico de los afloramientos al margen de la RP46 en la 1ª locación.

Jurásico

Subsidencia térmica: primer transgresión en la Cuenca Neuquina

Grupo Cuyo (Dellapé et al., 1978)

Abarca desde el Pliensbachiano temprano, con el inicio de la depositación de la Formación Chachil y Sierra del Chacaicó, hasta el Calloviano con los depósitos continentales de la Formación Challacó. Su límite inferior coincide con la discordancia Rioatuélica (Intraliásica; Stipanovic y Rodrigo, 1968), que indica el inicio de la primer transgresión marina en la Cuenca Neuquina (Leanza, 2009). El límite superior de este grupo corresponde a la discordancia Loténica (Intracalloviana; Dellapé et al., 1979).

Formación Chachil (Weaver, 1942; Leanza y Blasco, 1990)

Los depósitos suprayacentes a la Formación Lapa, y que apoyan en discordancia sobre esta, presentan una composición litológica basada en material volcanoclástico reabajado (tufolitas), asociado a areniscas y calizas altamente silicificadas (Cr). Estos materiales pertenecen a la Formación Chachil o Calizas Chachil (Weaver, 1942; Leanza y Blasco, 1990), la cual es sincrónica con la Formación Sierra Chacaicó (Volkheimer, 1973), ambas representan el inicio de la depositación de las sedimentitas del Grupo Cuyo, con niveles basales caracterizados por la presencia sedimentos marinos con influencia volcanoclástica. Las tufolitas de las Calizas Chachil presentan un rumbo y buzamiento N23E/15E, y se caracterizan por tener alternancias de tonalidades oscuras con anaranjadas producto de alteración, grano fino, y laminación horizontal. También pueden observarse oquedades y moldes de bivalvos. El contacto o discordancia entre Lapa y las calizas es localizado en el punto 39°12'38,4"S; 70°32'41"O (1408 msnm) (Figura 4).



Figura 4. Discordancia Huárpica (línea violeta) entre el Complejo Plutónico del Chachil y la Fm. Lapa, y discordancia Rioatuélica (línea azul) entre la Formación Lapa y las calizas silicificadas de la Formación Chachil o Calizas Chachil (suprayacente).

A partir de las coordenadas $39^{\circ}12'35,4''S$; $70^{\circ}32'39,7''O$ (1413 msnm), se observaron lutitas grisáceas con presencia de material piroclástico, correspondientes a la Formación Los Molles (Jurásico Temprano) (Figura 5), que indican una transgresión de mar profundo y el inicio de la etapa de subsidencia térmica de la cuenca (SAG).

Alumno: Tec. Emmanuel Roussillon
 Fecha de cursado: marzo a junio de 2024
 Fecha de entrega: 25 de octubre de 2024
 Fecha de aprobación: 31 de octubre de 2024; Nota: 10 (diez)

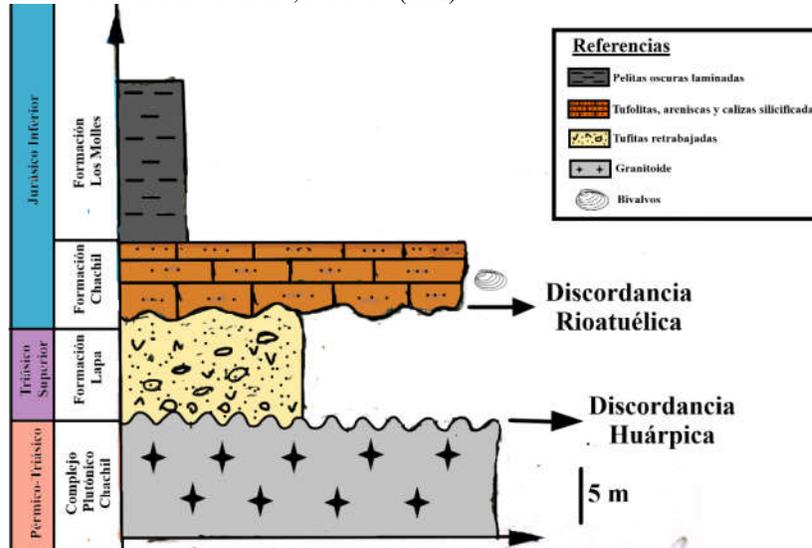


Figura 5. Columna litoestratigráfica de las unidades aflorantes en el sector de estudio $39^{\circ}12'35,4''S$; $70^{\circ}32'39,7''O$.

En la locación $39^{\circ}11'12,3''S$; $70^{\circ}3'59,6''O$ (872 msnm), se observaron alternancias de cuerpos tabulares psamíticos de grano fino, cuarcíticos de tonalidad amarillenta, con intercalaciones de facies de fangolitas laminadas con cemento carbonático (Figura 6a). También se observaron alternancias de areniscas masivas finas con presencia de material piroclástico. Los bancos de arena en este afloramiento tienen un rumbo y buzamiento N70/56E (Figura 6a), presentan dos familias de diaclasas (Figura 6b), con rumbos y buzamiento: N86O/~90 y N6O/42O. Muchas de estas fracturas también tienen relleno de yeso secundario. Garrido (*come. pers.*) propone que es un equivalente a la Formación Chachil.

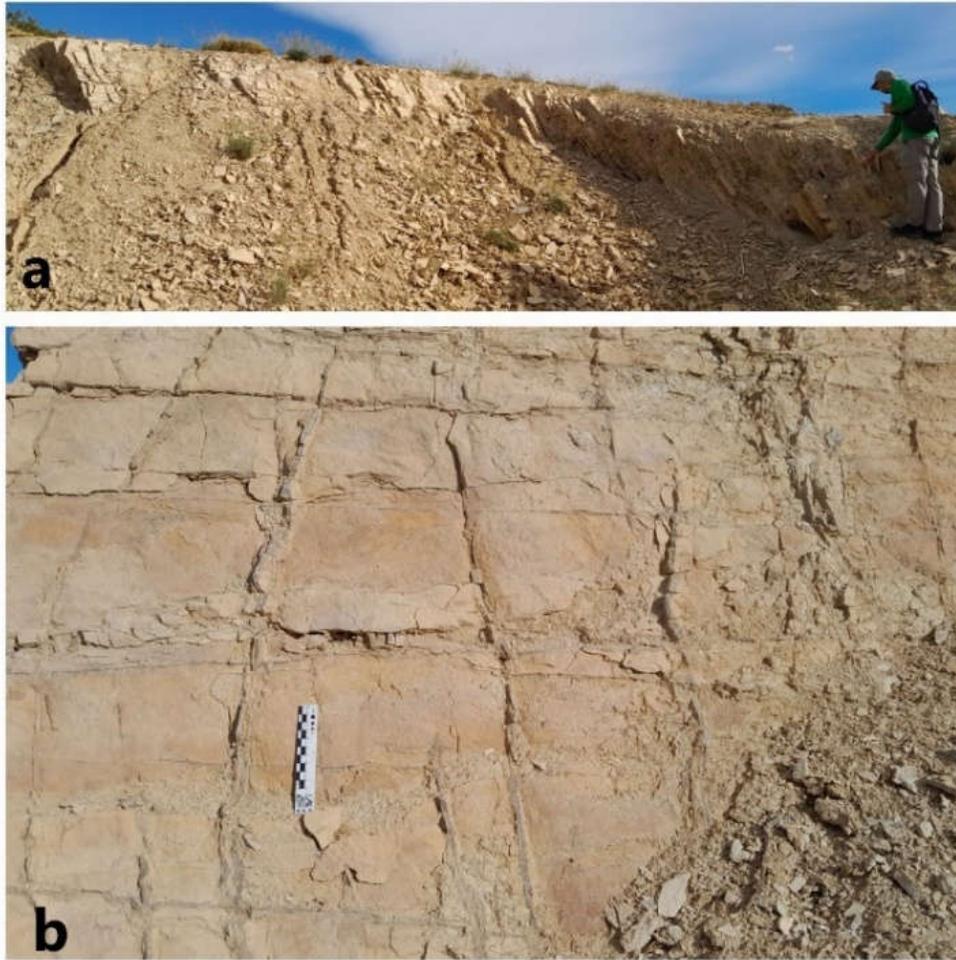


Figura 6. Depósitos arenosos de un equivalente a la Fm. Chachil. a) Niveles arenosos buzantes (estudiante Lucas Rodríguez como escala). b) Familias de diaclasas sobre la superficie de los bancos de arena.

En estos depósitos se han podido identificar pequeñas impresiones de restos de paleoflora, así como también, trazas fósiles de lo que se presume sea *Palaeophycus?* (Figura 7). No hay suficiente información como para poder llegar a interpretar una posible icnofacie.

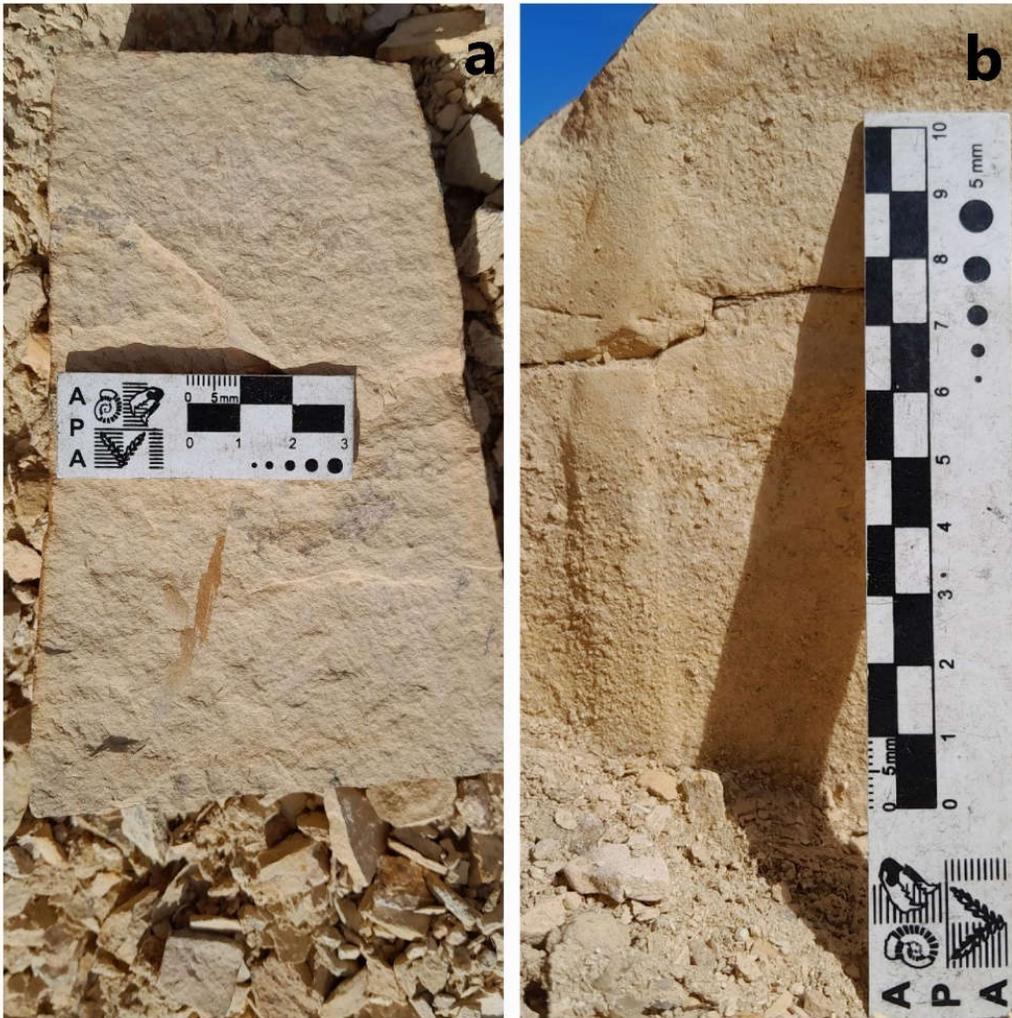


Figura 7. Fósiles hallados en el afloramiento $39^{\circ}11'12,3''S$; $70^{\circ}3'59,6''O$ (872 msnm). a) Restos de paleoflora en placa de arenisca fina. b) Trazas fósiles (*Palaeophycus?*).

A pocos metros del sitio anterior se encuentra una potente secuencia volcanoclástica (Figura 8a), compuesta por conglomerados polimícticos con intraclastos de tamaño máximo ~10 cm, coloración verdosa (producto de alteración), subangulosos y de baja esfericidad. Estos conglomerados presentan matriz arenosa gruesa (Figura 8b). Presentan una estratificación incipiente con rumbo y buzamiento N70/50. Estas facies conglomerádicas cuentan con oquedades, posiblemente por alteración/pérdida de intraclastos. Se encuentran intercalados con areniscas claras a grisáceas, gruesas y areniscas con intraclastos de pómez y tobas (Figura 8c). Junto a las areniscas tobáceas se han identificado niveles ignimbríticos. Los conglomerados arenosos podrían indicar la existencia de abanicos aluviales (Leanza y Hugo, 1997), con presencia de material piroclástico proveniente de actividad volcánica cercana, que habrían sido depositados dentro del depocentro Chachil (Carbone et al., 2011), durante la etapa de *sinrift*.

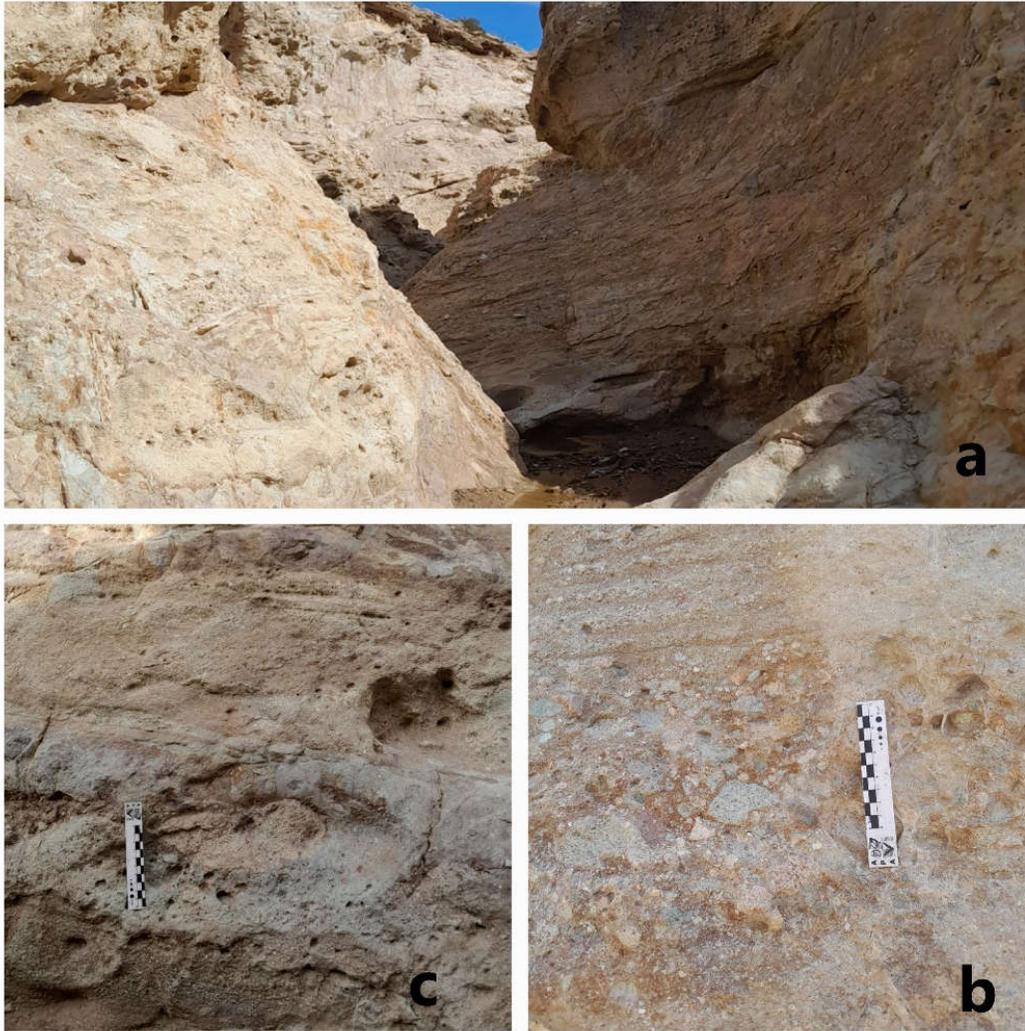


Figura 8. Afloramientos de la Fm. Lapa en la locación $39^{\circ}11'13,8''S$; $70^{\circ}4'0,9''O$ (846 msnm) . a) Potencia de los depósitos volcanoclásticos donde se observa el bajo ángulo de inclinación. b) Conglomerados con matriz arenosa gruesa y material piroclástico. c) Areniscas tobáceas con intraclastos de pómez.

Los depósitos volcanoclásticos de la Formación Lapa se ven afectados por un fallamiento de tipo extensional subvertical (Figura 9 y 10), cercano al contacto con las lutitas de la Formación Sierra del Chacaicó. Dentro del plano de falla se ha encontrado areniscas tobáceas y material ignimbríticos alterado, con coloraciones pardo-rojizas. Las litologías en el bloque yacente de la falla presentan un buzamiento leve de $\sim 5^{\circ}$, mientras que en el bloque colgante el buzamiento alcanza los 40° de inclinación (Figura 10). Es posible inferir que este fallamiento haya ocurrido como consecuencia del régimen extensivo presente durante la etapa de *rift* de la Cuenca Neuquina.

Luego de la falla se puede encontrar el contacto entre las formaciones Lapa y Sierra del Chacaicó, esta última cubriendo de forma discordante a Lapa. Este contacto corresponde a la discordancia Rioatuélica generada por el inicio del Ciclo Aracucánico (Tabla 2), que indica el cambio en la tectónica de la cuenca, pasando de una etapa de *rift*

Alumno: Tec. Emmanuel Roussillon
Fecha de cursado: marzo a junio de 2024
Fecha de entrega: 25 de octubre de 2024
Fecha de aprobación: 31 de octubre de 2024; Nota: 10 (diez)
a una de subsidencia térmica (SAG). Esta misma discordancia puede observarse en las Figuras 3 y 4 (este trabajo), separando a la Formación Lapa de las Calizas Chachil.

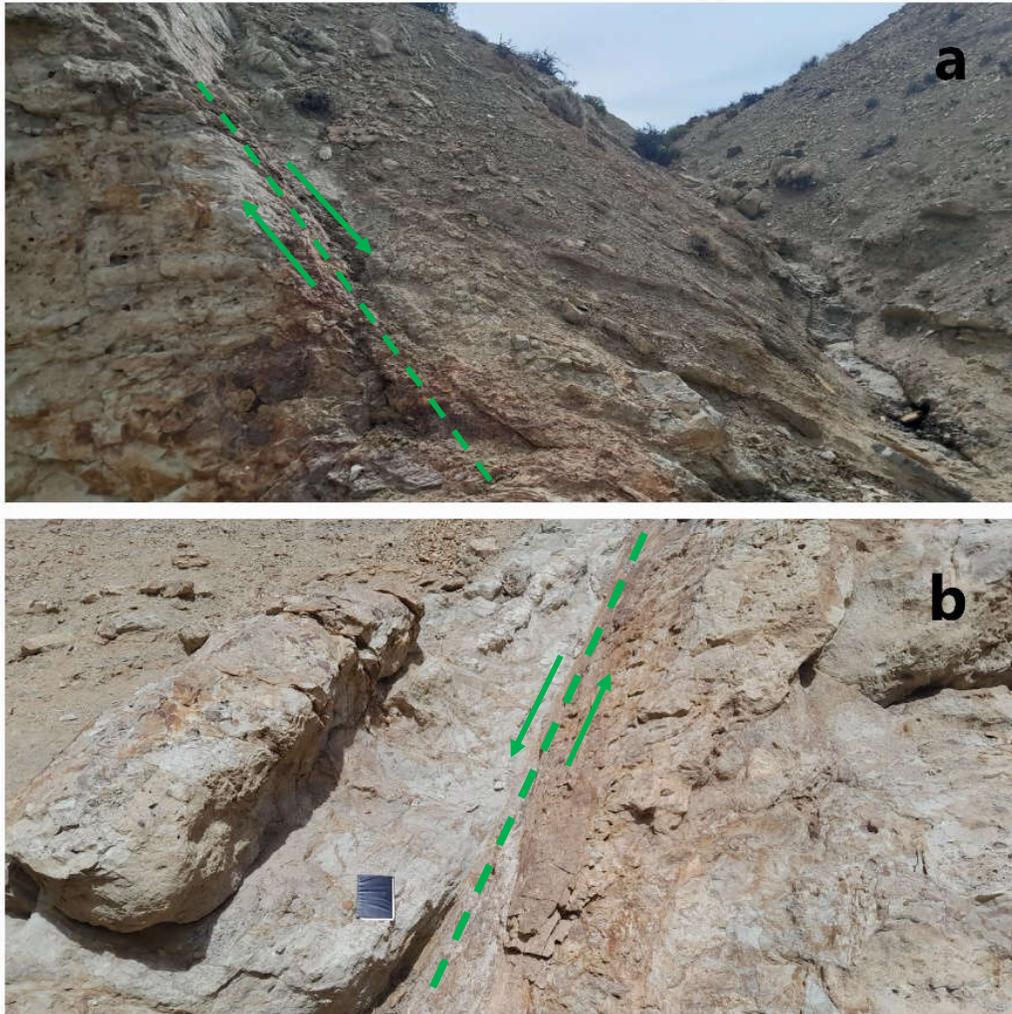


Figura 9. Plano de falla normal subvertical en los depósitos de la Fm. Lapa (Línea verde). a) Vista hacia el norte. b) Vista hacia el sur.

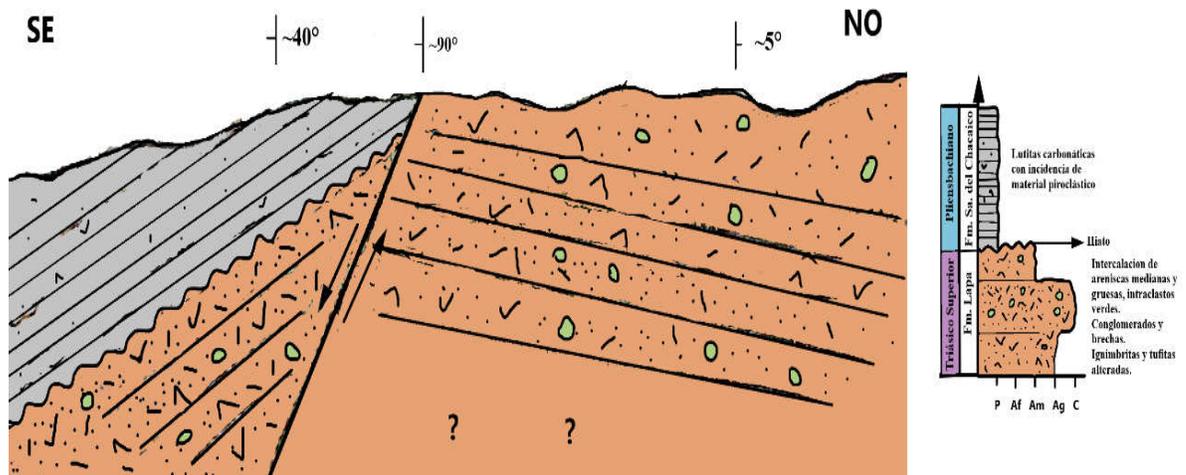


Figura 10. Esquema 2D y perfil litoestratigráfico del contacto discordante entre las Formaciones Lapa y Sa. del Chacaicó en el sitio 39°11'13,8"S; 70°4'0,9"O (846 msnm).

Formación Sierra del Chacaicó (Volkheimer, 1973)

Los depósitos basales de esta unidad apoyan de forma discordante con la Formación Lapa, e inician a partir de aglomerados grisáceos a negros, con rumbo y buzamiento N6E/40E. Estos mismos gradan a niveles finos compuestos por alternancias de lutitas carbonáticas (Lc) y calcarenitas (CSh) (Figura 11), con coloración grisácea a oscura y tonalidades anaranjadas producto de alteración. También se ha observado la presencia de material piroclástico. Estas lutitas basales varían ligeramente en cuanto al ángulo de inclinación, N6E/36E.

Los sedimentos de esta unidad se han depositado en un ambiente marino de alta energía, oscilando entre el sector litoral y el nerítico (Leanza y Hugo, 1997), con aporte de material piroclástico de actividad volcánica cercana. Esta primer etapa transgresiva daría inicio a la depositación del Grupo Cuyo.



Figura 11. Lutitas carbonáticas basales de la Formación Sierra del Chacaicó.

En la locación $39^{\circ}11'14,9''S$; $70^{\circ}3'59,5''O$ (829 msnm), se llevó a cabo la observación, bajo una mirada más amplia, de la relación estratigráfica entre las Formaciones Lapa y Sierra del Chacaicó (Figura 12). Se puede identificar como las litofacies Lc y CSh de Chacaicó cubren a los depósitos volcanoclásticos, sin embargo, lo más llamativo es la morfología propia del contacto. Esta morfología convexa permite inferir que la etapa transgresiva que dio lugar a los depósitos de Chacaicó, habría cubierto un antiguo graben que actuara como paleorrelieve formado durante el régimen extensional en el Triásico Tardío de la cuenca.



Figura 12. Contacto discordante (Disc. Rioatuélica) entre Lapa y Sa. del Chacaicó. En línea azul se indica el contacto discordante entre ambas unidades.

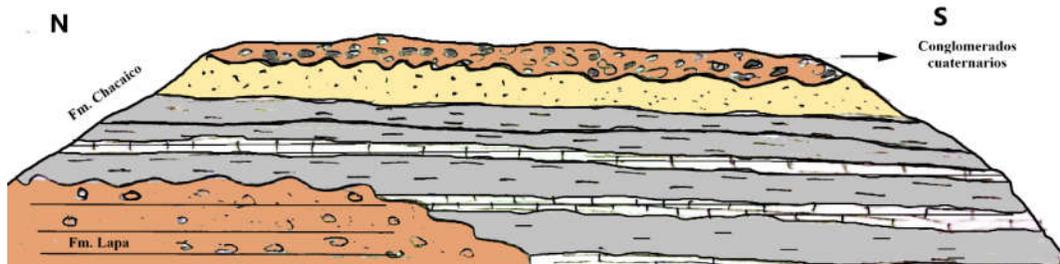


Figura 13. Esquema del contacto discordante entre las formaciones Lapa y Sa. del Chacaicó. Observación desde $39^{\circ}11'14,9''S$; $70^{\circ}3'59,5''O$ (829 msnm).

Formación Los Molles (Weaver, 1931)

A lo largo de la secuencia, comienza a haber un predominio de lutitas carbonáticas de coloración gris oscura a negra. Estos depósitos se caracterizan por presentar la típica laminación horizontal y fisilidad. Sin embargo, en la locación $39^{\circ}11'16,6''S$, $70^{\circ}4'0,4''O$ (811 msnm), aumenta la cantidad de arenas.

El contacto entre las formaciones Sierra del Chacaicó y Los Molles es concordante. El tope de Chacaicó finaliza con lutitas y calcarenitas grises y oscuras, alternadas con areniscas tobáceas. Por otro lado, la Formación Los Molles inicia su secuencia con capas de fangolitas y lutitas oscuras con alto contenido de material orgánico. El origen de la Formación Los Molles consiste en una etapa transgresiva mucho mayor que daría lugar a

Alumno: Tec. Emmanuel Roussillon
Fecha de cursado: marzo a junio de 2024
Fecha de entrega: 25 de octubre de 2024
Fecha de aprobación: 31 de octubre de 2024; Nota: 10 (diez)



una profundización del ambiente ya establecido, con descenso del régimen de energía. Los cuerpos arenosos aislados indican aumentos repentinos de energía en dicho ambiente, posiblemente relacionado con flujos de densidad (Arregui et al., 2011).

Cercano a la locación $39^{\circ}11'16,7''S$; $70^{\circ}4'0,8''O$ (812 msnm) se identificaron concreciones calcáreas de gran tamaño, formadas por acción microbiana (Figura 14a). Afloran areniscas finas claras con cemento carbonático, intercaladas con niveles pelíticos (Figura 14b). Estos depósitos se ven afectados por fallas normales con rumbo y buzamiento $N43O/55S$ y $N44O/36S$, las cuales pueden interpretarse como producto de la subsidencia térmica durante la depositación de los sedimentos. Los estratos presentan rumbo y buzamiento $N5E/38E$. Se destaca la poca o nula presencia de material piroclástico, a diferencia de niveles ya analizados donde este tipo de material esta predominante. En la locación $39^{\circ}11'22,4''S$; $70^{\circ}4'0,7''O$ (840 msnm), se observan lutitas con una tonalidad negra mayor a las anteriores, y reaccionan con HCl lo cual permite concluir en la presencia de margas (Figura 14c). Estos niveles tienen rumbo y buzamiento $N46E/25SE$. Asociados a las facies de lutitas también se observaron micropliegues $N45O/19SO$.

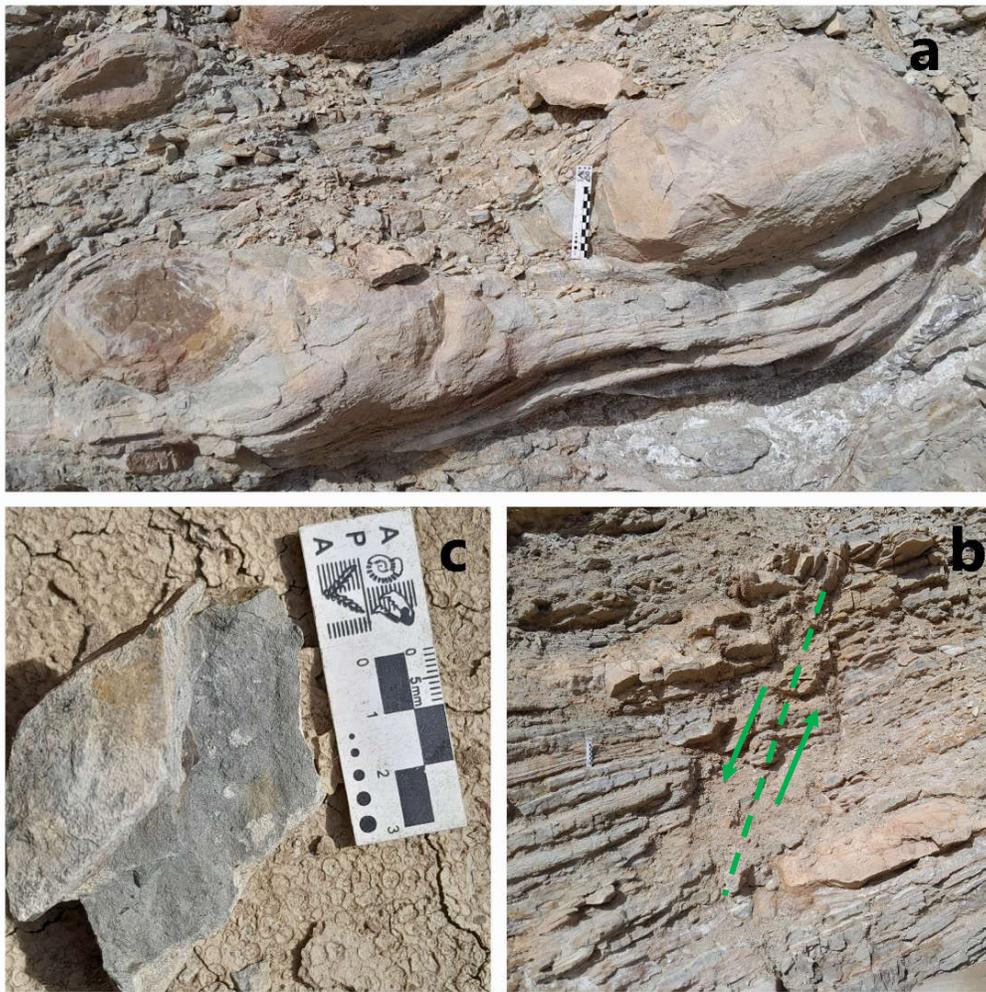


Figura 14. Depósitos basales de la Formación Los Molles. a) Concreciones calcáreas biogénicas. b) Intercalaciones psamíticas y pelíticas con presencia de fallamiento normal (línea verde). c) Margas negras.

Alumno: Tec. Emmanuel Roussillon
 Fecha de cursado: marzo a junio de 2024
 Fecha de entrega: 25 de octubre de 2024
 Fecha de aprobación: 31 de octubre de 2024; Nota: 10 (diez)



Debido a que las litologías presentes de ambas unidades son de una granulometría muy fina, resulta complejo poder llevar a cabo la identificación puntual del contacto entre ambas unidades. Leanza y Hugo (1997) describe la secuencia estratigráfica de la Formación Los Molles en el área de estudio de este trabajo. Un dato relevante es que Leanza y Hugo (1997) indica la presencia de concreciones calcáreas cercanas al contacto basal con la Formación Sa. del Chacaicó (Figura 15). En base a las variaciones litológicas existentes entre las Fms. Sierra del Chacaicó y Los Molles, los cambios litológicos que indican facies de mayor profundidad, y considerando trabajos previos sobre los afloramientos en el área de estudios; se puede interpretar, que el contacto concordante entre ambas unidades se encuentra ubicado entre las locaciones 39°11'16,7"S; 70°4'0,8"O (concreciones) y 39°11'22,4"S; 70°4'0,7"O (margas), esto debido a que las concreciones son más frecuentes en ambientes someros (Dietrich, 1999; Ponce et al., 2018) posiblemente se puede considerar la intercalación de bancos arenosos con presencia de una disminución del material piroclástico y concreciones calcáreas, como niveles marinos de baja profundidad (Fm. Sierra del Chacaicó), mientras que las facies Lcr que presentan una fuerte tonalidad oscura, son evidencia de un ambiente marino más profundo, correspondiente a la Formación Los Molles. Este incremento en la proporción de lutitas orgánicas y margas indicaría que las rocas aflorantes en el sector corresponden al Miembro Pelítico Inferior de Los Molles.

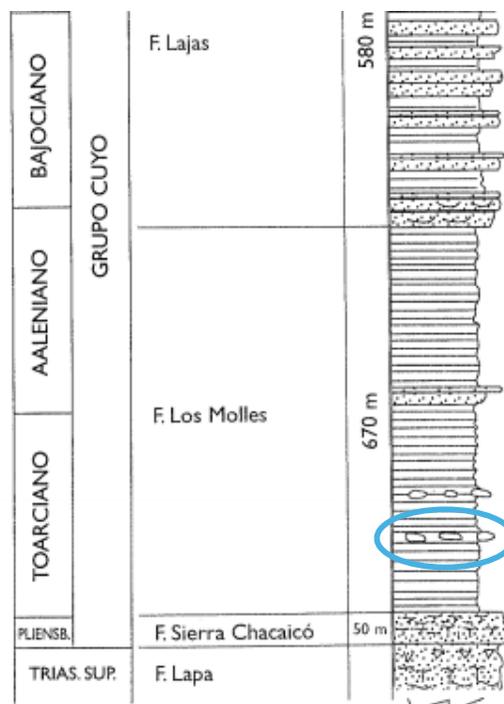


Figura 15. Segmento de la columna estratigráfica del Gpo. Cuyo cercano al cruce entre RN40 y el arroyo Picún Leufú. Se destacan las concreciones de Fm. Los Molles cercanas al contacto con Fm. Sa. del Chacaicó. (extraído y modificado de Leanza y Hugo, 1997).

En la siguiente locación se observaron facies de lutitas grises verdosas (Lo), con detritos vegetales. En el sitio las facies de lutitas se encuentran deformadas, con estructuras decapitadas tipo *slump*, y morfología omega (Figura 16 y 17). En esta secuencia podemos identificar asociación de facies Lo intercaladas con láminas de arenas muy finas (Shf), con la misma coloración gris verdosa, posiblemente indicando

Alumno: Tec. Emmanuel Roussillon
Fecha de cursado: marzo a junio de 2024
Fecha de entrega: 25 de octubre de 2024
Fecha de aprobación: 31 de octubre de 2024; Nota: 10 (diez)



variaciones en el grado de energía del ambiente. El plegamiento (*slump*) de las capas finas, asociadas a niveles de arenas laminadas, podría deberse a deformación sindeposicional asociada a flujos gravitatorios en un talud depositacional. La aparición de una mayor proporción de arenas, alternantes con las lutitas queratogénicas del Miembro Pelítico Inferior, podría indicar el inicio de una pequeña etapa regresiva.



Figura 16. Lutitas grises de la Fm. Los Molles. Arriba: Pliegue decapitado en omega (Ω), $39^{\circ}11'30,2''$; $70^{\circ}4'0,5''$ O (835 msnm). Abajo: Intercalación de lutitas y arenas muy finas, verde grisáceas, con fragmentos de carbón. Geól. Alberto Garrido junto a las alumnas Tamara Hernández, Carla Pizarro, Belén Ferrada y Noelia Cabrera.

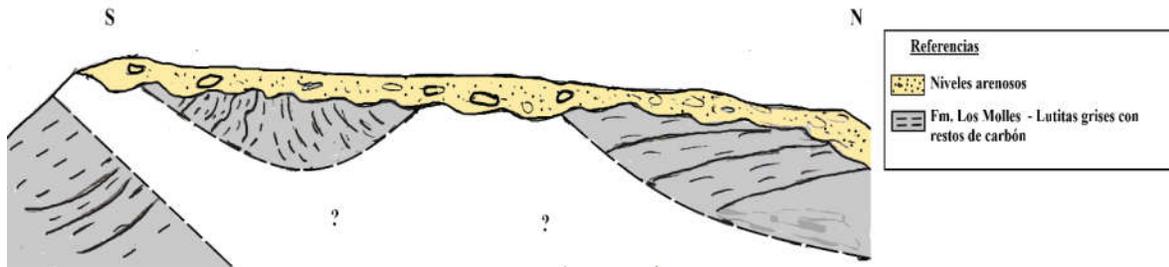


Figura 17. Esquema litoestratigráfico del pliegue omega (Ω) decapitado de las lutitas grises de Fm. Los Molles, en contacto con depósitos arenosos suprayacentes ($39^{\circ}11'34,8''S$; $70^{\circ}3'58,2''O$, 826 msnm).

A lo largo del trayecto la proporción de material arenoso incrementa considerablemente. Hacia el tope de las facies Lo, se apoyan a partir de un contacto erosivo, niveles de arenas de tonalidades claras (Figuras 18 y 19). Estas facies arenosas podrían corresponder a los depósitos del Miembro Cutral Có, generados a partir de abanicos deltaicos y submarinos (Sales y Sosa, 2013). Estas facies arenosas se componen de areniscas masivas con laminación incipiente, de granulometría mediana alternada con láminas de pelitas gris verdosas en la base. Se observan asociaciones de facies Lo y Shf, estas últimas muy subordinadas. Las facies Shf, se componen de areniscas medianas a gruesas, cuarzosas, con laminación horizontal. Estos niveles aislados ($39^{\circ}11'40,3''S$; $70^{\circ}3'59''O$ 823 msnm) presentan deformación con morfología sigmoidal (Figura 20a), producto de deslizamientos gravitacionales. Las facies finas, para este sector en particular, tienen una coloración verdosa, son masivas con laminación horizontal incipiente. En el punto $39^{\circ}11'45,1''S$; $70^{\circ}4'2,5''O$ (816 msnm), se observaron niveles arenosos con presencia de nódulos de areniscas gruesas con cemento silíceo, con un diámetro promedio de ~30 cm (Figura 20b). Estos nódulos están envueltos en una alternancia de facies Shc, Smc y Sw, compuestas por areniscas cuarzosas de granulometría mediana a gruesa. Es posible interpretar esta asociación de facies, junto con la presencia de nódulos arenosos, como un ambiente costero con alternancias en el régimen de energía. El contacto erosivo entre las pelitas verdes del Mb. Pelítico Inferior y las arenas del Mb. Cutral Có, así mismo, la importante granulometría presente en las areniscas de este último, podrían indicar la ocurrencia de una etapa regresiva de escala significativa en la subcuenca. Estos depósitos arenosos pasan de una tonalidad amarillenta a rojiza en algunos sectores ($39^{\circ}11'47,8''S$; $70^{\circ}4'4,6''O$ 813 msnm), esto indicaría un ambiente oxidante, posiblemente con mayor incidencia fluvial.



Figura 18. $39^{\circ}11'39,3''S$; $70^{\circ}3'55,5''O$ (825 msnm). Intercalación de lutitas y areniscas verdes grisáceas del Mb. Pelítico Inferior, en contacto erosivo con areniscas suprayacentes del Mb. Cutral C6 (estudiante Leandro Jagla como escala).

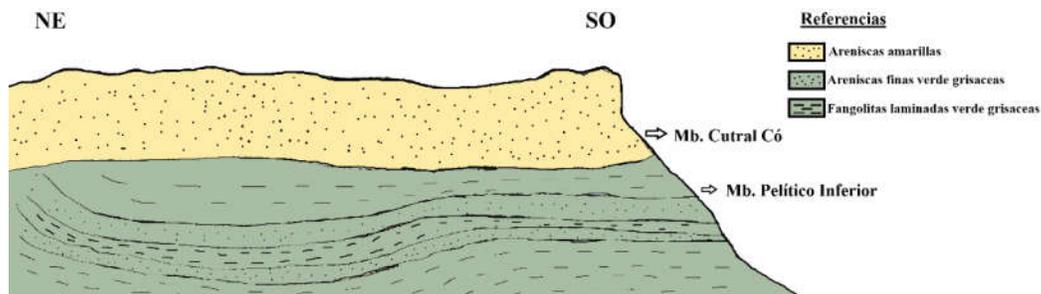


Figura 19. Esquema litoestratigráfico 2D.

A medida que se avanza en la secuencia, la concentración de finos se vuelve predominante. Esta mayor influencia de materiales finos evidencia el inicio de un proceso transgresivo, con profundización marina, y presencia de depósitos de talud.

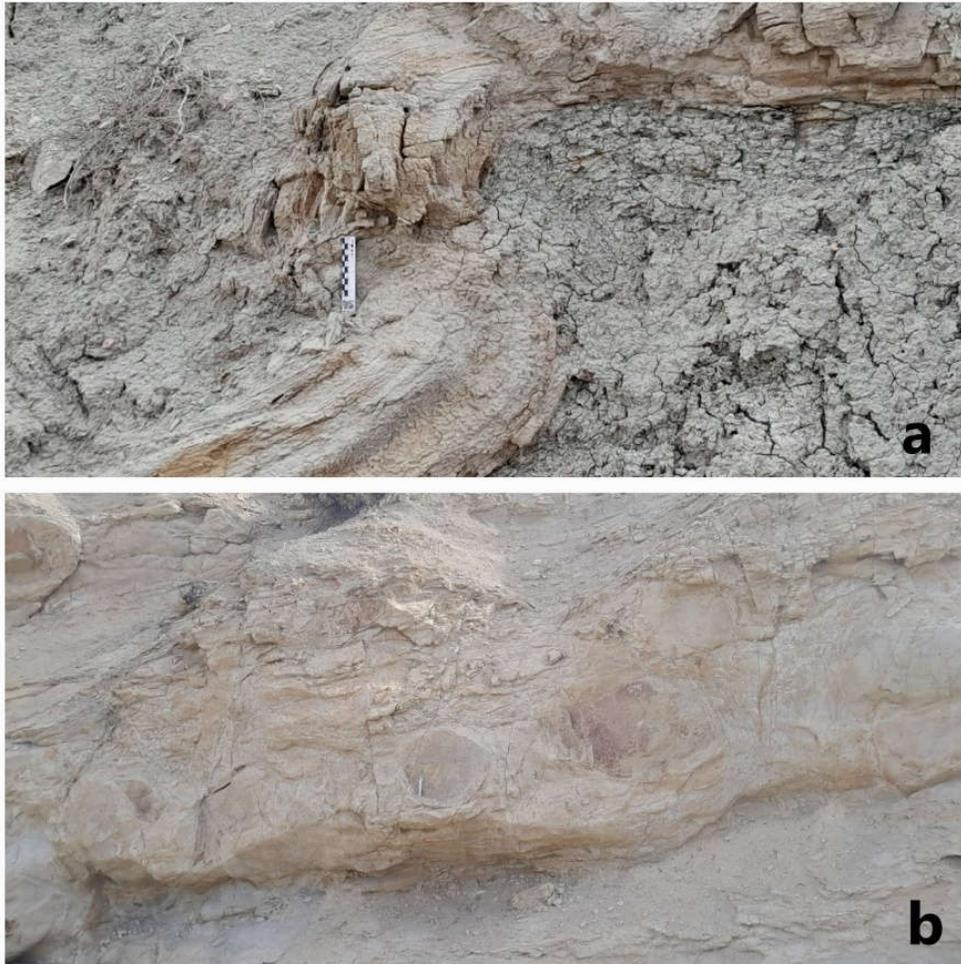


Figura 20. Depósitos arenosos de la Fm. Los Molles. a) Estrato de arenisca con morfología sigmoidal por deformación gravitacional (*slump*). b) Nódulos de areniscas gruesas con cemento silíceo.

Las litofacies Fm con coloración verdosa, cambia rotundamente a una asociación de facies Lo y Lcr (Figura 21a) con alto grado de fisilidad. Esta asociación de facies finas oscuras corresponde al Miembro Pelítico Superior. En estos depósitos se han identificado algunos restos fósiles de bivalvos, correspondientes a *Bositra buchi* (Figura 21b).

Estas secuencias conformadas por sedimentitas finas de coloración oscuro y presencia de carbonatos, dan muestra de una nueva etapa de profundización. Sin embargo, la presencia de niveles arenosos asociados a estas capas finas, y considerando los potentes niveles arenosos pertenecientes al Mb. Cutral Có, es posible considerar un ambiente marino de poca profundidad, con etapas alternantes de avance y retroceso del nivel de base. Es en estas fases regresivas donde se produciría un avance por parte de los ambientes de índole costera, donde se depositarían sedimentos predominantemente arenosos. Por otro lado, dicha etapa regresiva finalizaría con un nuevo evento de avance del nivel de base que daría lugar al Mb. Pelítico Superior. Ballent (2004), propone que los depósitos de la Formación Los Molles, aflorantes en el sector de Picún Leufú, corresponden a un paleoambiente marino somero-marginal, restringido, con aguas bien oxigenadas y con un régimen de energía alto.



Figura 21. Depósitos del Mb. Pelítico Superior. a) Alternancia de litofacies Lo y Lcr. b) Fragmentos de conchilla de *Bositra buchi* en facies Lcr.

Formación Lajas (Weaver, 1931)

A diferencia de las unidades anteriormente analizadas, esta formación se compone predominantemente de areniscas gruesas, con intercalaciones de conglomerados, mientras que las fangolitas pasan a ser muy subordinadas (Leanza y Hugo, 1997), encontrándose intercaladas entre los paquetes de arenas. Gulisano y Hinterwimer (1986) consideran que el paleoambiente de esta unidad, correspondiente al sector de Puesto Seguel al norte del Anticlinal de Picún Leufú (cercano al sitio de estudio de este trabajo), pertenecen a sistemas fluvio deltaicos, formados a partir de un estadio de mar marginal somero.

El análisis de los depósitos de la Formación Lajas para este trabajo, inician en el sitio $39^{\circ}12'15,2''S$; $70^{\circ}4'14,8''O$ (743 msnm). En la base de la secuencia se observaron niveles de arenas oscuras a grises, muy finas con laminación ondulosa y horizontal. Sobre estas últimas apoyan en contacto concordante, areniscas claras de grano fino, con laminación ondulítica. Existe una asociación litofacial entre facies Shc-Smc-Sw (Figura 22), en las cuales se observa una variación en cuanto a la coloración, entre facies claras y oscuras. Esto indica cambios en el grado de oxigenación, con intercalación de periodos de menor concentración de oxígeno posiblemente a causa de etapas de avance del nivel de base. las facies oscuras también cuentan con pequeñas manchas negras de materia orgánica, lo que indicaría la preservación de esta en cuerpos de agua con poco movimiento y aireación, asociada a un mar somero. Los depósitos arenosos finos y oscuros en este afloramiento se interpretan como el tope de la Formación Los Molles, mientras que el inicio de la sedimentación de niveles de areniscas claras, con mayor granulometría indica un cambio paleoambiental con mayor influencia continental (fluvio deltaico), lo que permite asumir la presencia de Lajas. En la Figura 23, se interpreta el contacto de tipo concordante entre ambas unidades.



Figura 22. Ondulitas por oleaje en facies de areniscas finas a medianas. Se observa la alternancia de tonalidades claras y grisáceas.

Hacia niveles superiores predominan facies Stc con variación de coloración entre claros, grises y algunos niveles marrones, estas últimas con presencia de conchillas fósiles (Perfiles a y b), la estratificación asintótica o en artesa indica un incremento importante en el régimen de energía. Los niveles de areniscas grises presentan matriz fangosa y cuentan con bandeamientos de óxidos producto de la diagénesis. Hacia el tope disminuye el espesor de estas capas grises. Los estratos tienen rumbo y buzamiento N61E/53SO.



Figura 23. Arriba: contacto entre las formaciones Los Molles y Lajas (línea azul). Abajo: Contacto entre pelitas laminadas grisáceas y areniscas cuarcíticas.

A lo largo de la secuencia se han podido identificar algunos niveles de areniscas medianas a gruesas con estratificación entrecruzada en artesa, los cuales contenían restos de troncos silicificados. Estos mismos troncos se han podido hallar sueltos de forma dispersa en los afloramientos. Es posible que los restos de troncos petrificados hayan sido re trabajados desde facies continentales y depositados en depósitos de prodelta de las formaciones Lajas y Los Molles.

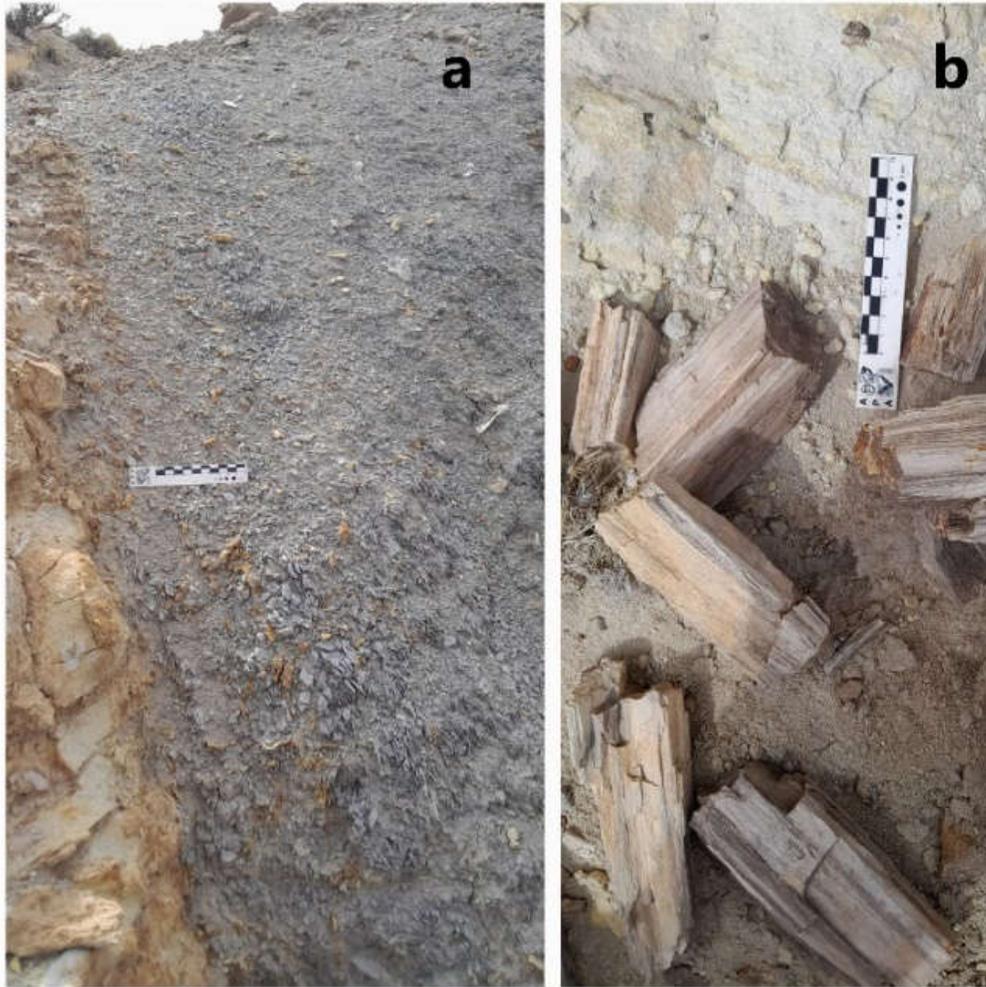


Figura 24. a) Facies de areniscas muy finas con matriz fangosa, de coloración gris oscuro. b) Restos de troncos silicificados.

Desde la columna litoestratigráfica **c** a la **f** (Figura 27) se puede identificar la asociación de facies Sm-St-Sp interpretada como rellenos de canales. Por otro lado, en algunos estratos se observaron facies Gp y St asociadas, lo que también podría indicar migración de depósitos con un régimen de energía muy alto (Figura 27e y f). La columna estratigráfica **f** presenta una secuencia retrogradante con facies Gp y St, que culminan con una capa potente de fangolitas rojas (F_1) que adquieren una coloración verde hacia el tope (F_2). Esto indica un descenso en el régimen de energía del flujo, probablemente asociado a un ambiente de llanura de inundación y al relleno de cauces abandonados. Suprayacente a las facies de fangolitas rojas, apoyan a partir de un contacto erosivo asociaciones de facies St-Sp, compuestas por areniscas gruesas a medianas, indicadoras del relleno de un nuevo cauce con alto régimen de energía. La predominancia de sedimentitas de mayor granulometría asociadas con estructuras de alto régimen, es un indicador de sistemas fluviales entrelazados asociados a un ambiente deltaico.

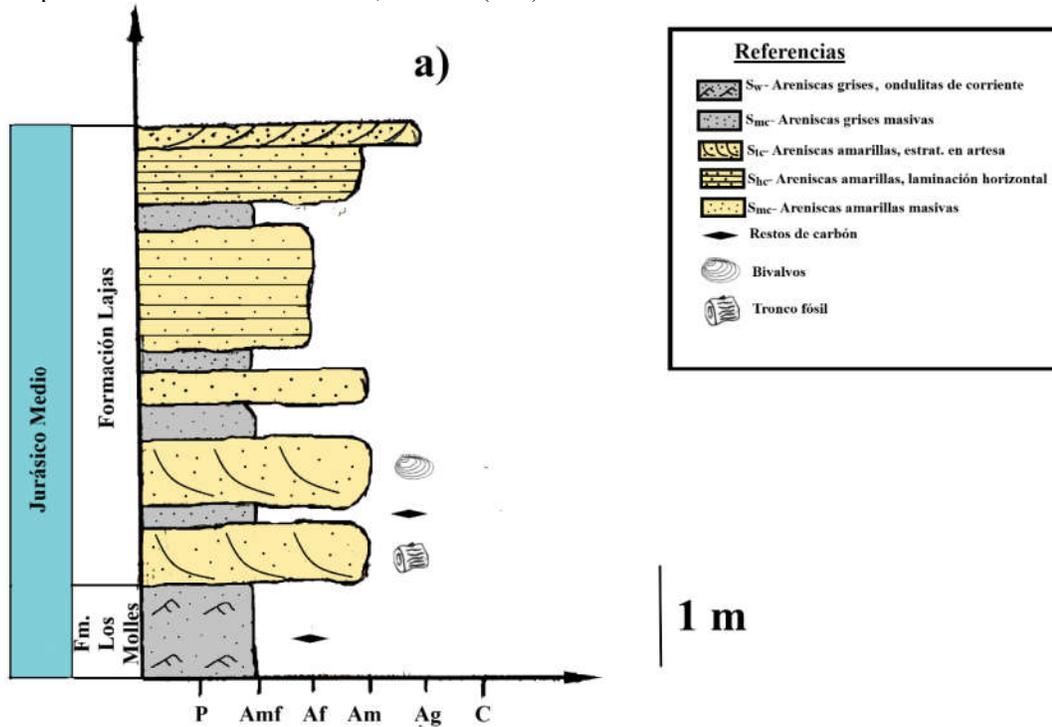


Figura 25. Inicio de los depósitos de la Fm. Lajas y su contacto con los depósitos subyacentes de la Fm. Los Molles (39°12'15,2"S; 70°4'14,8", 743 msnm).

Las columnas estratigráficas **f** y **g** (Figuras 27 y 31) muestran una secuencia retrogradante con mayor un aumento en el porcentaje de fangolitas rojas, intercaladas por bancos de arenas medianas a gruesas interpretadas como relleno de paleocauces. Esta evolución a depósitos más finos con aparición repentina de bancos arenosos, en contraste con facies anteriores que presentaban una mayor granulometría, podría sugerir la evolución a un ambiente fluvial de alta sinuosidad.

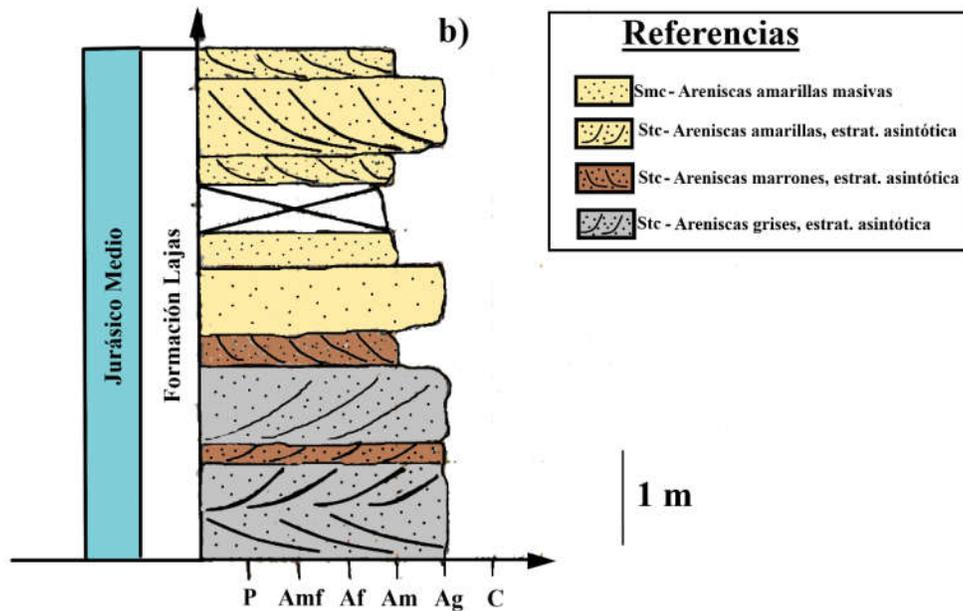


Figura 26. Alternancias de niveles arenosos de la Fm. Lajas, con cambios en la coloración.

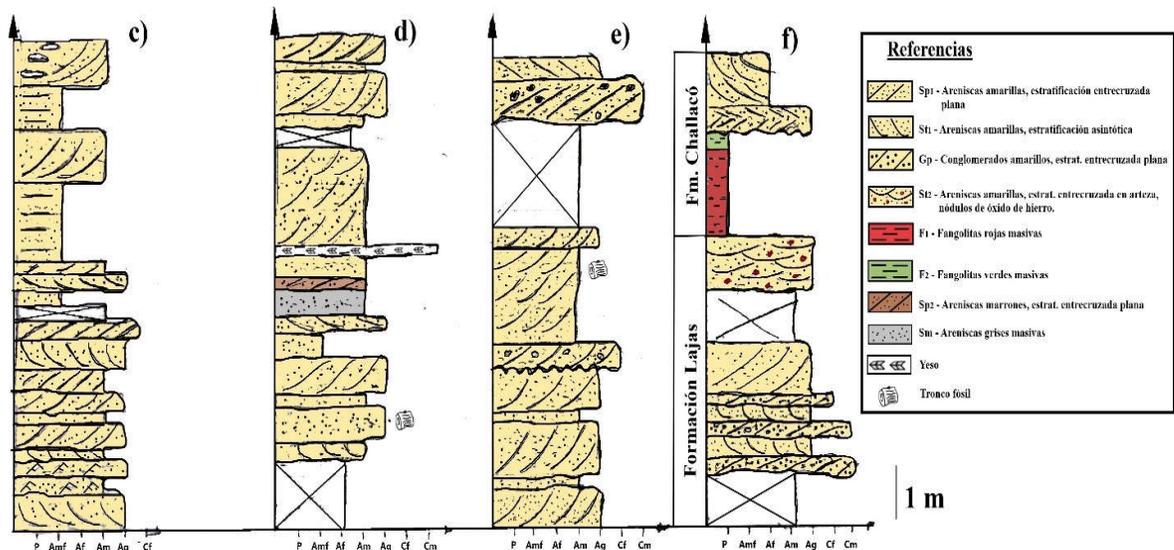


Figura 27. Perfiles c a f donde se observan los depósitos del Jurásico Medio. El perfil f muestra el contacto propuesto en este trabajo para las fms. Lajas y Challacó.

Formación Challacó (de Ferrariis 1947)

La base de Challacó comienza con capas de fangolitas masivas de color rojo, que cambian a tonos verdes hacia el tope (Figura 27f), por encima de estas fangolitas apoyan en discordancia erosiva bancos arenosos conformados por litofacies Sp-St-SGt, con estructuras de gran escala. Esta asociación de facies se compone por areniscas medianas a gruesas, cuarzosas. Las facies St y SGt de mayor granulometría, cuentan con estructuras de grandes dimensiones y niveles con concreciones de óxidos de hierro producto de procesos diagenéticos (Figura 28), esto último indicando un mayor grado de oxigenación

Alumno: Tec. Emmanuel Roussillon
Fecha de cursado: marzo a junio de 2024
Fecha de entrega: 25 de octubre de 2024
Fecha de aprobación: 31 de octubre de 2024; Nota: 10 (diez)



en el ambiente. Las concreciones tienen forma subsférica y un diámetro que ronda los 3 a 4 cm. presentan un relieve positivo o realce sobre la capa de areniscas las cuales varían su coloración entre colores amarillentos a grisáceos. Esta asociación de facies corresponde a un ambiente fluvial de alta energía con baja sinuosidad. Veiga (2001), hace un análisis sobre la sección superior de la Fm. Challacó destacando la presencia de sistema de alta sinuosidad con predominio de depósitos finos propios de llanuras de inundación con poca interconexión de canales (Figura 27f). Así mismo, asocia este último con un sistema entrelazado gravoso, con depósitos de mayor granulometría, probablemente equivalentes a la asociación de facies Sp-St-SGt, mencionadas en este trabajo, los cuales son interpretados como depósitos de barras longitudinales y transversales. El contacto entre las fms. Lajas y Challacó es muy gradual, sin embargo, se establece el contacto entre ambas unidades como la aparición de la primer capa de fangolitas rojas (Figura 27f) (Leanza y Hugo, 1997). Por otro lado, Garrido (*com.pers.*), sugiere que el inicio de Challacó podría estar en el primer banco de arenas o cuando comienza una mayor abundancia de arenas posterior a los niveles pelíticos.

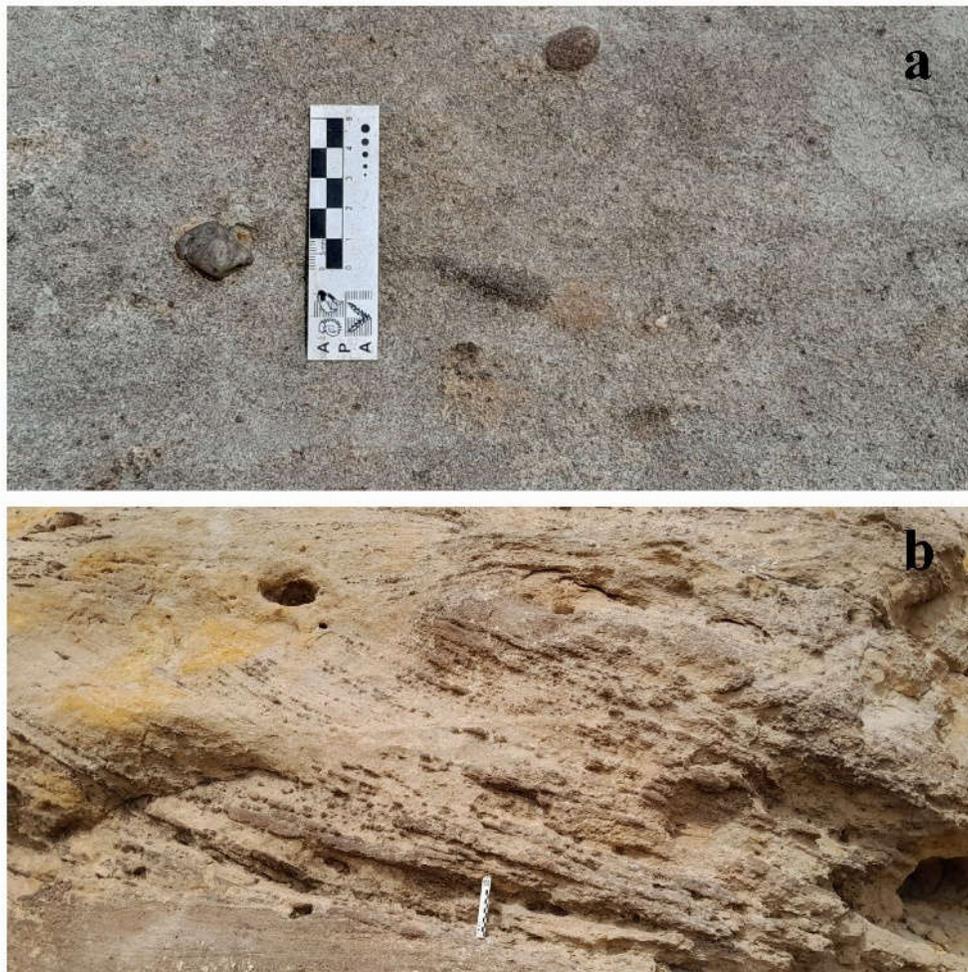


Figura 28. Areniscas de la Fm. Challacó. a) Concreciones de óxido de hierro en areniscas grises. b) areniscas conglomerádicas con estratificación en artesa (SGt).

Alumno: Tec. Emmanuel Roussillon
Fecha de cursado: marzo a junio de 2024
Fecha de entrega: 25 de octubre de 2024
Fecha de aprobación: 31 de octubre de 2024; Nota: 10 (diez)
Grupo Curymil (Zanettini, 2018)



Esta unidad abarca desde el Kimmerigniano al Titoniano, cuyo límite inferior coincide con la discordancia Intracaloviana, y el límite superior con la discordancia Intramálmica. Leanza (1992) denominó Grupo Lotena a los depósitos que previamente eran conocidos como Loteniano por Groeber (1946), incorporando en dicho grupo a las formaciones Lotena y Fortín 1° de Mayo. Sin embargo, el Artículo N°31 Inc. b, del Código Estratigráfico Argentino (1993), recomienda que un Grupo no debe tener el mismo nombre de alguna de las formaciones que lo componen (Leanza y Hugo, 1997). Zanettini (2018), propone la denominación de Grupo Curymil para estos depósitos (Figura 1). Para este informe se utilizará dicha denominación para englobar a las Formaciones Lotena y Fortín 1° de Mayo.

Formación Mutrucó (Garrido y Parent, 2013)

Sobre las areniscas fluviales de la Fm. Challacó apoyan en discordancia facies Gm, compuestas por un ortoconglomerado polimítico (Figuras 29 y 31h), con escasa matriz arenosa grisácea. Los clastos son subredondeados a redondeados, con tamaños máximos que rondan los 20 cm o superior, presentan baja esfericidad (Figura 30). La secuencia es retrogradante con niveles de conglomerados intercalados por lentes de arenas gruesas de color gris. Estos depósitos son tabulares, masivos con nulo desarrollo de estructuras de canal.



Figura 29. Contacto (línea azul) entre las areniscas de la Fm. Challacó y los conglomerados de la Fm. Mutrucó hacia el tope.

Alumno: Tec. Emmanuel Roussillon
Fecha de cursado: marzo a junio de 2024
Fecha de entrega: 25 de octubre de 2024
Fecha de aprobación: 31 de octubre de 2024; Nota: 10 (diez)



Leanza y Hugo (1997), consideran a estos conglomerados como la sección inferior de la Fm. Lotena. Por otro lado, Garrido y Parent (2013), toman en cuenta varias características que permitirían darle a estas sucesiones psefíticas una génesis diferentes en su sedimentación. Se puede asociar a estos niveles psefíticos como producto de la acción de flujos no canalizados, asociados a un ambiente aluvial-marino de baja profundidad (Dellapé et al., 1979; Leanza et al., 2003; Garrido y Parent, 2013). A partir de este análisis, los autores consideran separarla de la Formación Lotena, la cual presenta facies finas netamente marinas.



Figura 30. Ortoconglomerados polimícticos de la Formación Mutrucó.

Formación Lotena (Weaver, 1931)

Los depósitos de esta unidad fueron estudiados en el sitio 39°12'45,6"S; 70°3'54,9"O (785 msnm). La litología se compone de facies Shf-Fm, conformadas por intercalación de areniscas muy finas de un color rojizo grisáceo con matriz pelítica, y laminas delgadas de fangolitas (Figuras 32a y 33). Los niveles de finos presentan

Alumno: Tec. Emmanuel Roussillon
 Fecha de cursado: marzo a junio de 2024
 Fecha de entrega: 25 de octubre de 2024
 Fecha de aprobación: 31 de octubre de 2024; Nota: 10 (diez)



pequeños fósiles de bivalvos. Hacia el tope las areniscas adquieren un color verde, indicador de un ambiente reductor, posiblemente relacionado a una restricción en las corrientes marinas que disminuiría el porcentaje de oxígeno. Hacia el tope limita con la Fm. Fortín 1° de Mayo, a través de una discordancia erosiva (Figuras 32a y 33).

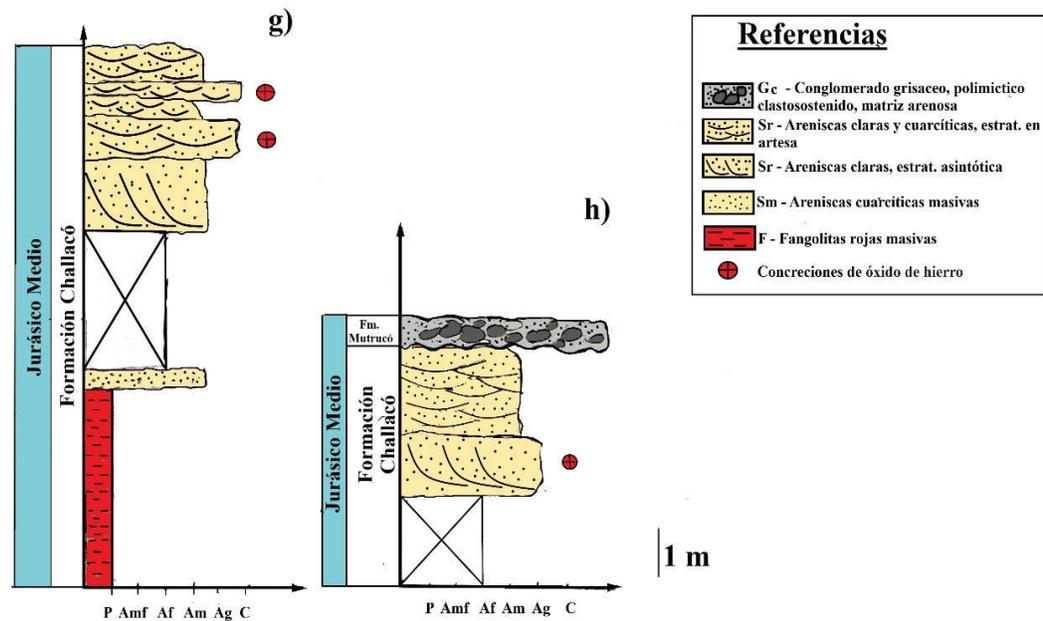


Figura 31. Perfiles litoestratigráficos g y h, donde se observa la secuencia granocreciente desde la Fm. Lajas hasta los conglomerados de la Fm. Mutrucó.

Formación Fortín 1° de Mayo (Gulisano et al., 1984)

La litología de la sección basal de esta unidad se compone por areniscas conglomerádicas e color amarillento, con estratificación entrecruzada asintótica en la base (SGt) (Figuras 32a y 33). Las facies SGt son cubiertas por facies de areniscas medianas, masivas, con coloración rojiza (Sm). Suprayacente a las facies Sm rojizas, se observan nuevamente facies de mayor granulometría, SGm de color gris (Figura 32b). Hacia el tope de la secuencia se pudieron identificar litofacies SGm, compuesta por areniscas conglomerádicas matriz-sostenida, clastos subangulosos con tamaño máximo 5 cm. Esta última litofacie presenta color verde que grada a un rojizo hacia el tope, por acción de alteración (Figura 32c). La asociación de litofacies SGt-Sm-SGm hace referencia a una génesis fluvial con cauces de alto régimen de energía, y depósitos de bajo régimen asociados a llanura de inundación con alto grado de oxigenación (Sm).

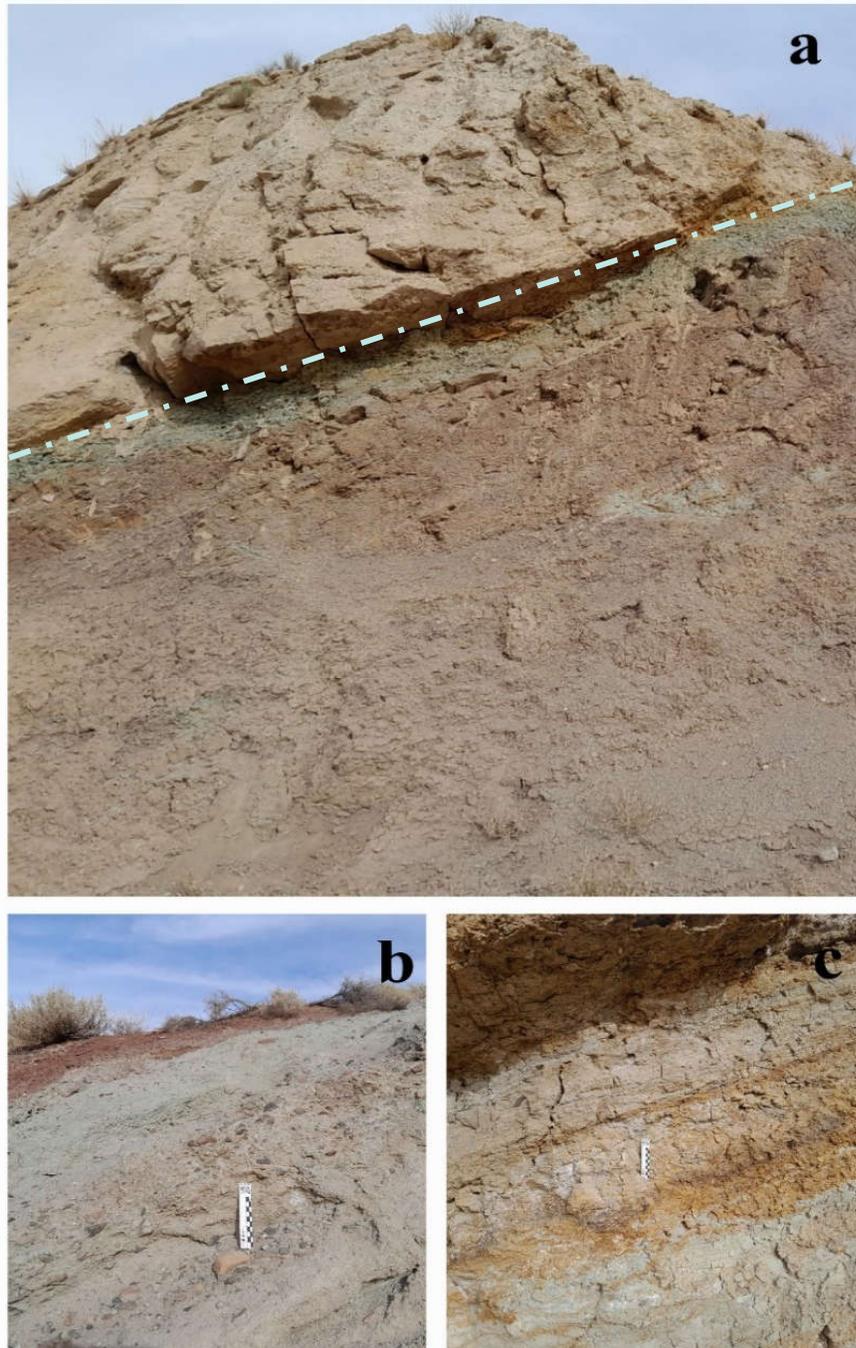


Figura 32. Depósitos del Gpo. Curymil al margen de la Ruta Nacional 40. a) Contacto discordante (línea azul) entre las areniscas conglomerádicas de la Fm. Fortín 1° de Mayo (suprayacente) y las fangolitas rojas de la Fm. Lotena (subyacente). b) Facies Areniscas conglomerádicas masivas, con estratificación horizontal incipiente (Fm. Fortín 1° de Mayo). c) Areniscas conglomerádicas alteradas, matriz sostenidas (Fm. Fortín 1° de Mayo).

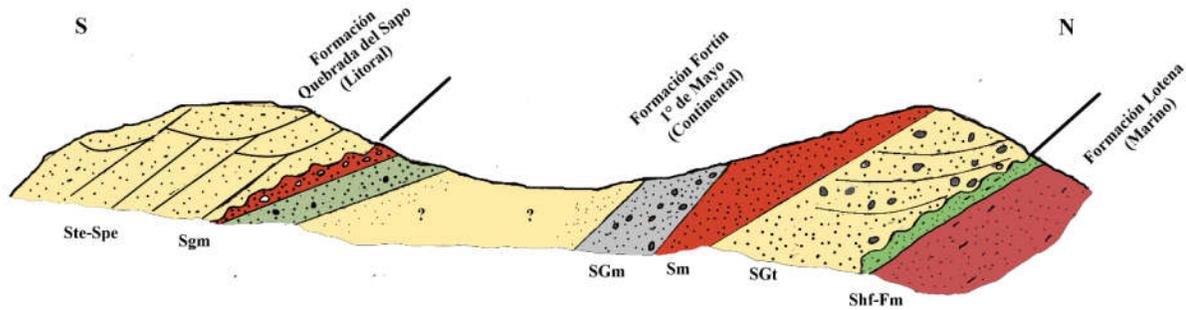


Figura 33. Esquema 2D de los depósitos de las Fms. Lotena, Fortín 1° de Mayo y Quebrada del Sapo en la locación 39°12'45,6''S; 70°3'54,9''O (785 msnm).

La transgresión marina del Titoniano

Grupo Mendoza Inferior (Stipanovic et al., 1968; Leanza, 2009)

El límite inferior de esta unidad corresponde a la discordancia Araucánica (Oxfordiano/Kimmeridgiano; Leanza, 2009), mientras que su límite superior está dado por la discordancia Huncálica o Catanlítica (Intravalanginiana; Leanza, 2009, 2017). Abarca desde la Formación Quebrada del Sapo hasta la Formación Bajada Colorada, esta última no analizada en este trabajo.

Formación Quebrada del Sapo (Digregorio, 1972)

Los depósitos de esta unidad se apoyan a partir de una discordancia erosiva, correspondiente a la discordancia Araucánica (Figura 33) (Leanza, 2009), sobre las facies de grano grueso de la Fm. Fortín 1° de Mayo. Se identificaron facies Ste y Spe superpuestas (Figura 34), indicando migración de dunas. La litología se compone por areniscas medianas a gruesas, cuarzosas, con coloración amarillenta.



Figura 34. Facies eólicas de la Fm. Quebrada del Sapo el margen de la RN 40, Neuquén. Se observan estructuras de estratificación cruzada plana en la base, y en artesa hacia el tope.

Formación Vaca Muerta (Weaver, 1931)

El contacto entre las Formaciones Quebrada del Sapo y Vaca Muerta es concordante, encontrándose en el sitio $39^{\circ}12'50,6''S$; $70^{\circ}0,4'11,9''O$. Cercano a este punto se identificaron litofacies Pck masivas (Figuras 35a y b), compuestos por conchillas de ammonites fragmentadas, intercaladas con capas delgadas de fangolitas y margas. Posteriormente el porcentaje de calizas fosilíferas disminuye, aumentando la proporción de fangolitas y areniscas muy finas con fisilidad (Figuras 35c y d). En el sitio $39^{\circ}12'53,5''S$; $70^{\circ}4'2''O$ (795 msnm), las capas de fangolitas tienen rumbo y buzamiento N74E/36SE. También se han podido identificar fragmentos aislados de estromatolitos (Figura 36), los cuales se formaron a partir de la presencia de matas bacterianas en sectores costeros entre la playa y la línea de costa (Paz et al., 2017), durante la etapa inicial de la transgresión titoniana. La transición de facies de *packstone* (Pck) a intercalación de margas y lutitas con areniscas finas de color grisáceo, es indicador de avance transgresivo, modificando gradualmente el ambiente de marino marginal a distal.

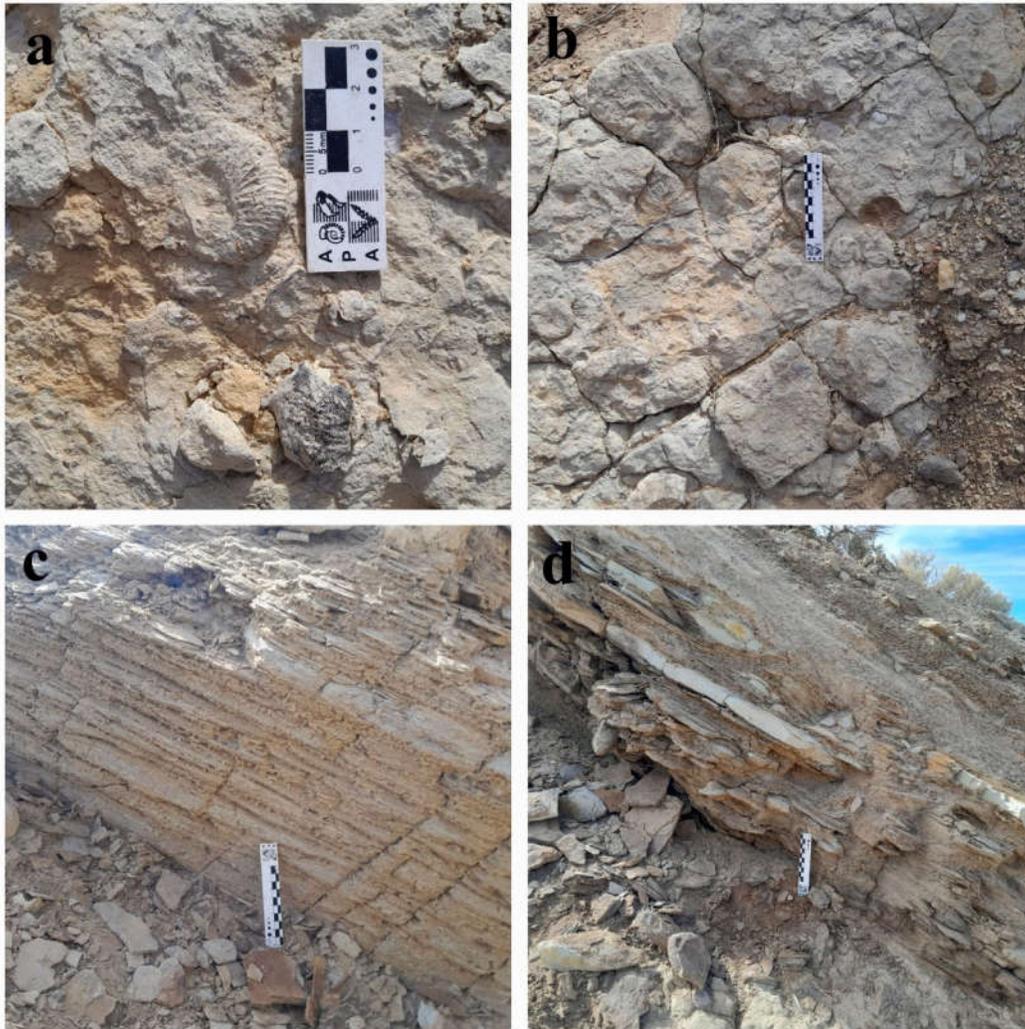


Figura 35. Depósitos de la Fm. Vaca Muerta. a y b) Facies de calizas fosilíferas cercanas al contacto con las areniscas de la Fm. Quebrada del Sapo. c y d) Alternancias de facies Lo/Lcr y Shf.



Figura 36. Fragmento de estromatolito.

Hacia el tope se observaron bancos de areniscas blanquecinas, medianas, con cemento carbonático (N78E/21S). En la locación $39^{\circ}13'7,1''\text{S}$; $70^{\circ}3'38,3''$ (806 mns), se encontraron bancos de areniscas masivas con estratificación entrecruzada incipiente. Alternan niveles con laminación fina y estratos aislados con estructuras de deformación, los cuales presentan coloración oscura a grisácea. La alternancia de arenas finas se corta con un *packstone* de ~70 cm de espesor, con valvas de bivalvos de entre 7 a 10 cm de diámetro (Figura 37a), matriz ligeramente arenosa. Por encima de este nivel carbonático nuevamente se observan alternancias de areniscas finas a medianas. Se interpreta que la capa de *packstone* indica el contacto con la siguiente unidad.

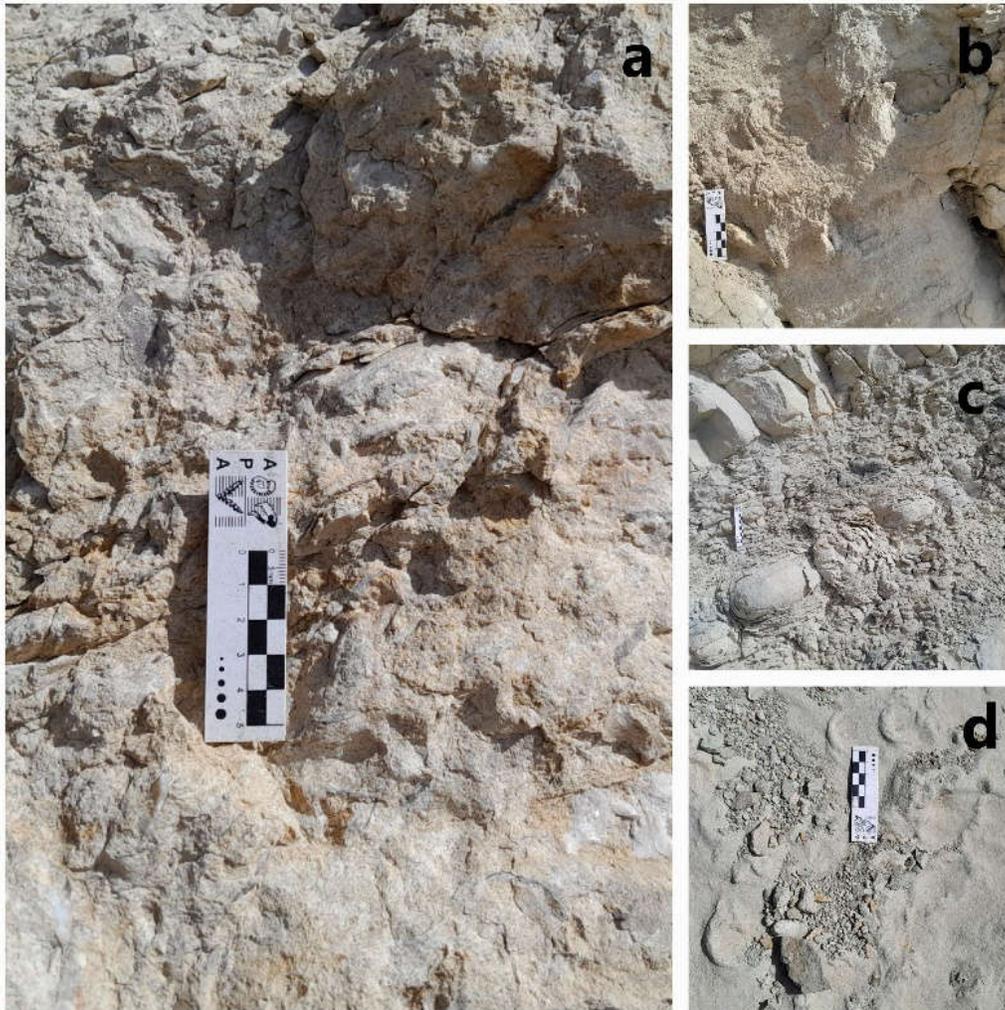


Figura 37. a) Nivel de calizas fosilíferas (packstone). b) Niveles de areniscas basales con laminación horizontal, hacia el tope se observan estructuras de deformación. c) Concreciones en capas de areniscas medianas. d) Areniscas finas a medianas, grises, bioturbadas.

Leanza y Hugo (1997) propone un ambiente marino nerítico marginal, con bajos niveles de oxigenación para los depósitos en la Subcuenca de Picún Leufú. Por otro lado, Paz et al. (2021), describe de forma puntual distintas fases de evolución transgresiva, partiendo desde sistemas eólicos asociados a un ambiente costero (Fm. Quebrada del Sapo).

Formación Carrín Curá (Leanza et al., 1978)

Como se indicó anteriormente, esta unidad inicia con alternancia de capas centimétricas de areniscas finas a medianas, de color blanquecino a grisáceo. Predominan las estructuras de laminación horizontal, con estructuras de deformación subordinadas a niveles delgados. Se observaron niveles de 1,5 m de espesor que contenían concreciones con diámetros de ~50 cm (Figura 37c). Suprayacente a estas concreciones se identificaron estructuras de estratificación entrecruzada plana muy incipiente, en paquetes de arenas de 1,7 m de espesor. En niveles superiores, la estratificación planar tiende a volverse asintótica, la litología comienza a alternar entre areniscas gruesas grises a medianas y

Alumno: Tec. Emmanuel Roussillon
 Fecha de cursado: marzo a junio de 2024
 Fecha de entrega: 25 de octubre de 2024
 Fecha de aprobación: 31 de octubre de 2024; Nota: 10 (diez)



areniscas finas que resaltan debido al cambio en su color que toma tonalidades más verdosas. En algunas facies arenosas se ha podido reconocer la presencia de trazas fósiles (Figura 37d). La predominancia de areniscas de granulometría variada, respecto de niveles subyacentes (Fm. Vaca Muerta), acompañadas de estructuras de deformación y concreciones, indicarían una somerización gradual.

Formación Picún Leufú (Leanza, 1973)

Sobre las capas de areniscas verde grisáceas se apoyan de manera concordante facies de calcarenitas (Cr) con un alto contenido de bivalvos, con una potencia considerable de alrededor de 4 a 5 metros de espesor. Las facies de calcarenitas cuentan con estratificación horizontal, con estratos que rondan los 20 cm de espesor o más. Suprayacente a las facies Cr, apoyan areniscas verdosas finas cuyo color se debe a la presencia de glauconitas autigénicas. La presencia de areniscas asociadas a carbonatos, y un abundante contenido fosilífero, indicaría un ambiente marino de baja profundidad, con alto régimen de energía y buena oxigenación.

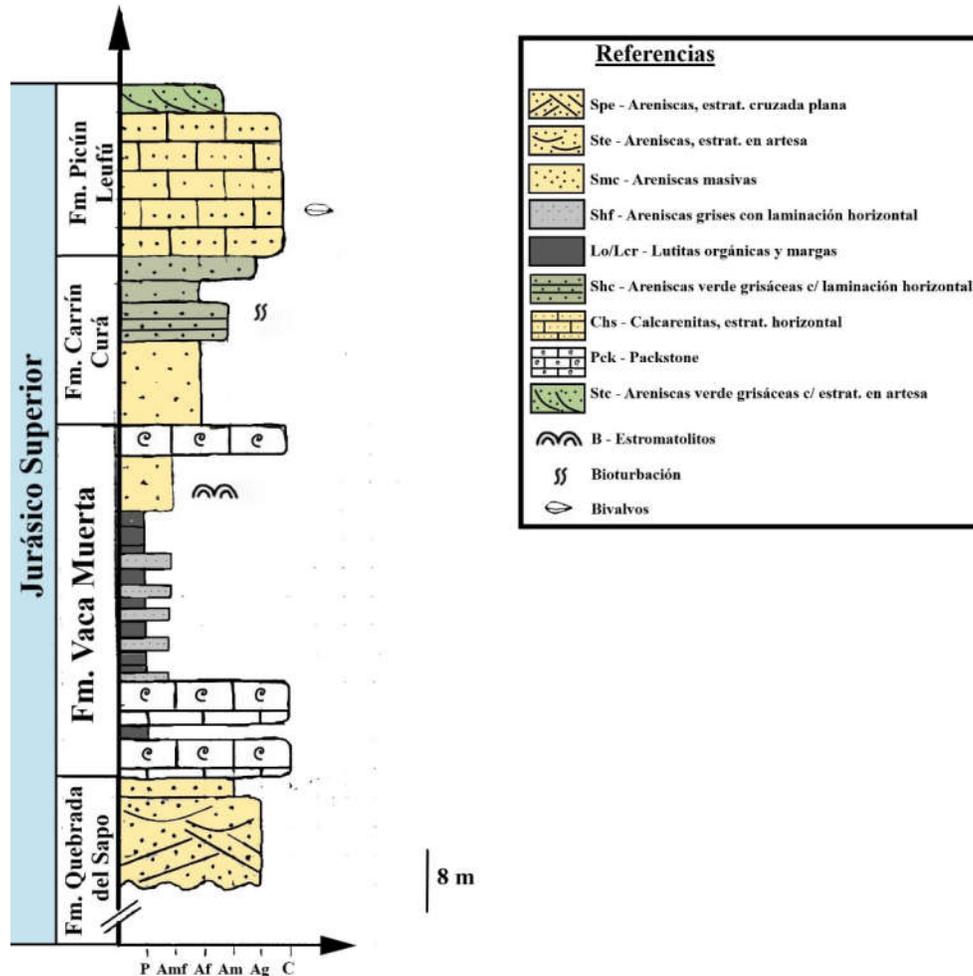


Figura 38. Perfil estratigráfico de las unidades estudiadas cercanas al puente del Arroyo Picún Leufú.



Figura 39. Afloramiento de las formaciones (de izquierda a derecha) Picún Leufú, Carrín Curá y Vaca Muerta, al margen de la Ruta Nacional N°40 (Neuquén).

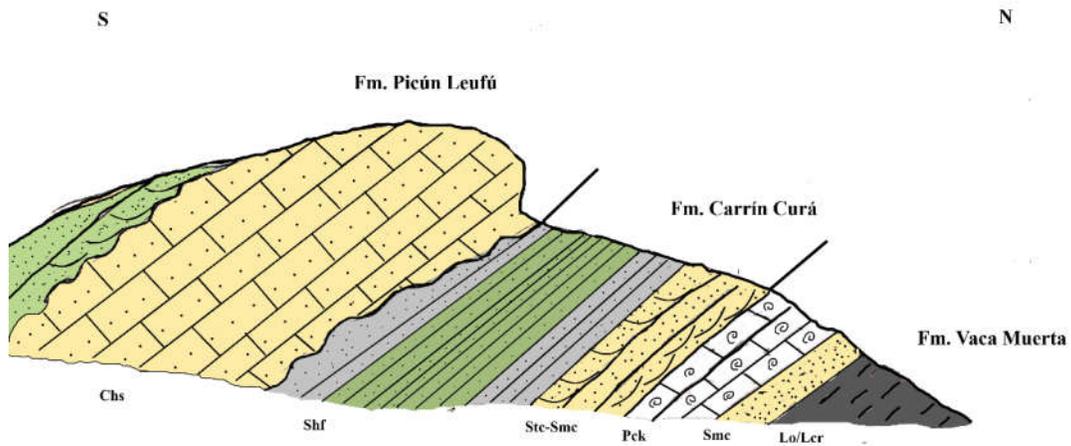


Figura 40. Esquema 2D litoestratigráfico de los afloramientos del Gpo. Mendoza Inferior al margen de la RN 40 (Neuquén).

Cretácico Superior

Inicio de la subsidencia flexural (Etapa de antepaís)

Grupo Neuquén (Stipanovic et al., 1968)

A diferencia de los Grupos estudiados anteriormente, el Grupo Neuquén tiene un carácter netamente continental. Abarca desde la discordancia Patagónica (Albiano/Cenomaniano) y la Huantráiquica (Intracampaniano) (Leanza, 2009). Comprende desde la Formación Candeleros hasta la Formación Anacleto (Figura 41). En este trabajo se analizarán unidades geológicas puntuales dentro de este Grupo.

Edad		Esquema litoestratigráfico vigente (*)		Esquema litoestratigráfico propuesto			
Cretácico Superior	65.5 Ma	Grupo Malargüe (parcial)		Grupo Malargüe (parcial)			
	Maastrichtiano						
	70.6 Ma	Discordancia Huantráiquica		Discordancia Huantráiquica			
	Campaniano	Grupo Neuquén	Subgrupo Río Colorado	F. Anacleto	Grupo Neuquén	Subgrupo Río Colorado	F. Anacleto
	83.5 Ma		Subgrupo Río Neuquén	F. Bajo de la Carpa		Subgrupo Río Neuquén	F. Bajo de la Carpa
	85.8 Ma			F. Plottier			F. Plottier
	Coniaciano			F. Portezuelo			F. Sierra Barrosa
	88.6 Ma		Subgrupo Río Limay	F. Cerro Lisandro		Subgrupo Río Limay	F. Los Bastos
	Turoniano			F. Huincul			F. Portezuelo
	93.6 Ma			F. Candeleros			F. Cerro Lisandro
	Cenomaniano		Discordancia Miránica Principal			Discordancia Patagónica	
	99.6 Ma						

Figura 41. Cuadro cronoestratigráfico del Grupo Neuquén, en el recuadro rojo se indica el esquema elegido para este informe (extraído y modificado de Garrido, 2010).

Formación Candeleros (Keidel en Wichmann, 1927)

Para el estudio de las secuencias de la Formación Candeleros, en inmediaciones de la localidad de Villa El Chocón, se realizaron tres paradas o estaciones donde se llevó a cabo el reconocimiento de las litologías aflorantes y las estructuras presentes. En la primer parada (39°16'19"S; 68°49'28"O), se identificaron capas de areniscas finas de color grisáceo, con estratificación entrecruzada planar, este nivel psamítico presenta huellas de dinosaurios. Hay que destacar que gran parte de los afloramientos cretácicos,

Alumno: Tec. Emmanuel Roussillon
Fecha de cursado: marzo a junio de 2024
Fecha de entrega: 25 de octubre de 2024
Fecha de aprobación: 31 de octubre de 2024; Nota: 10 (diez)



pertenecientes a la Formación Candeleros, son abundantes en huellas fósiles de paleovertebrados (Calvo, 1991), representando un valor patrimonial de gran magnitud para la Provincia del Neuquén. En estos niveles grises también se identificaron ondulitas de corriente, asociadas a marcas de lluvia y trazas fósiles horizontales ligeramente curvadas, correspondientes a icnofacies de *Scoyenia* (Figuras 42 y 43). Los niveles portadores de la icnofacies de *Scoyenia* y de las huellas fósiles, podrían asociarse a llanuras de inundación de sistemas fluviales meandriiformes (Gazzera y Spalletti, 1990). La coloración grisácea de estos depósitos podría ser un indicador de saturación de agua, probablemente por periodos lluviosos que ocasionarían inundaciones efímeras, esto también podría correlacionarse con la presencia de marcas de caída de gotas de lluvia.



Figura 42. Nivel de areniscas grises de la Formación Candeleros ($39^{\circ}16'19''S$; $68^{\circ}49'24''O$, 382 msnm). a) Areniscas finas grises con estratificación entrecruzada plana, nivel de huellas de paleovertebrados. b) Areniscas finas grises con importante bioturbación (icnofacies de *Scoyenia*) y marcas de caída de lluvia (portaminas de escala).

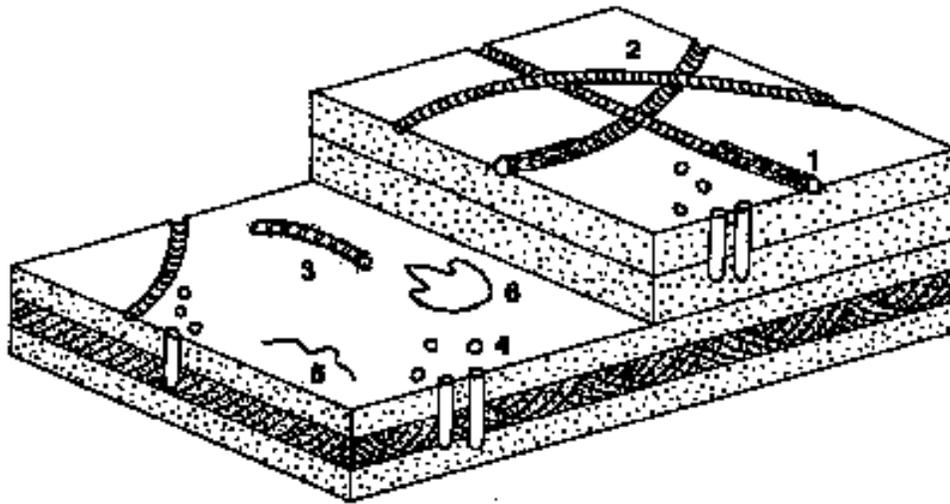


Figura 43. Reconstrucción esquemática de la icnofacies de *Scoyenia* en la localidad de Villa El Chocón (extraído de Aramayo y Bocanegra, 2003). 1. *Scoyenia gracilis* (scratched). 2. *Scoyenia gracilis* (meniscado). 3. *Taenidium* isp. 4. *Skolithos linearis*. 5. *Helminthopsis hieroglyphica*. 6. *Limayichnus major*.

Posteriormente, podemos identificar una secuencia granocreciente (Figura 45), alternante entre areniscas finas y niveles pelíticos de tonalidad rojiza. Las facies arenosas presentan matriz fangosa, alternando estructuras como ondulitas de corriente (Sr) (Figuras 44a y b), y estratificación cruzada en artesa (St). También se observan facies de areniscas con laminación horizontal (Sh). Las alternancias entre litofacies St, Sr y Sh, indicarían paleocorrientes de canales efímeros de baja profundidad. Esto último coincide con los cauces efímeros de poco desarrollo presentes dentro de una llanura aluvial, propuestos por Calvo y Gazzera (1989). Al tope, la granulometría aumenta a areniscas medianas, con presencia de rhizolitos e intraclastos de CaCO_3 lo que indicaría el desarrollo de paleosuelos (Figuras 44c y d). La presencia de caliche indicaría una ligera aridización del clima para este sector de la cuenca, en el Cretácico Tardío.

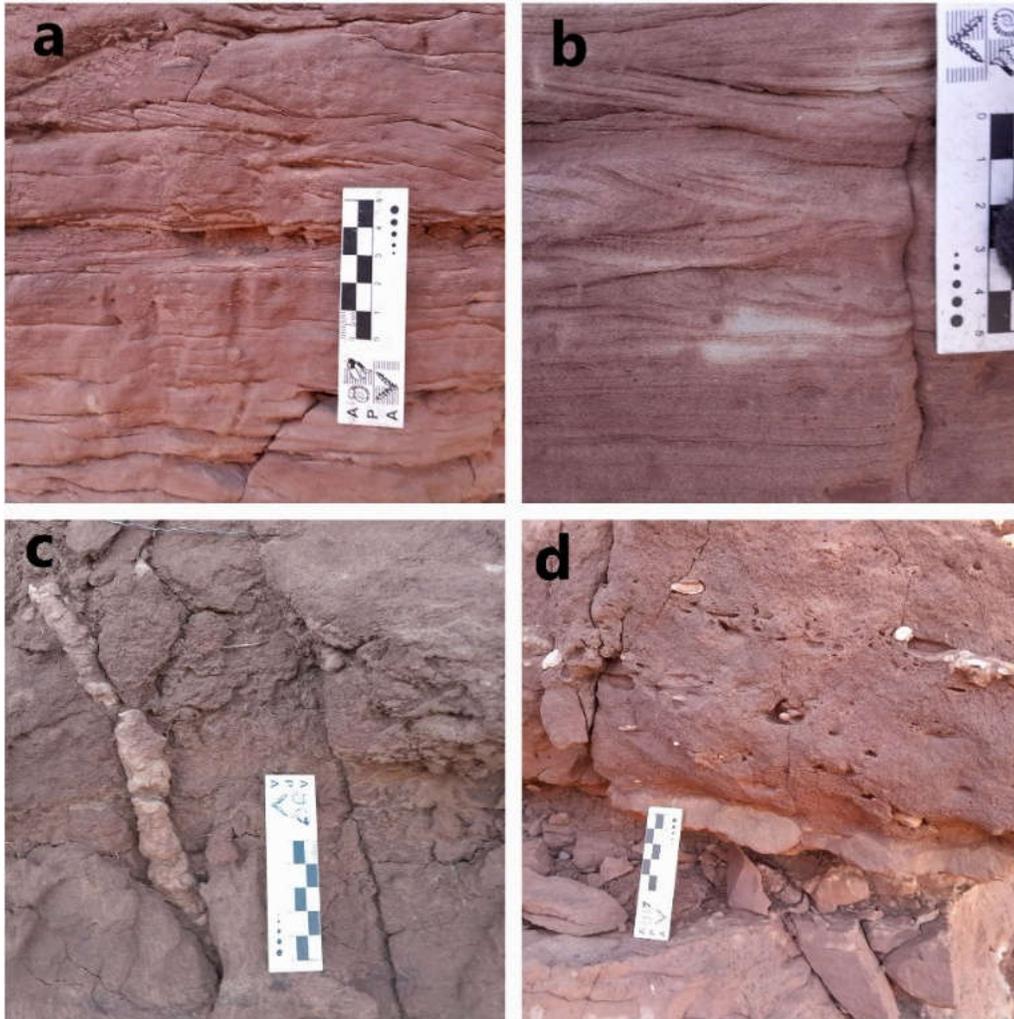


Figura 44. Depósitos de areniscas rojas ($39^{\circ}16'20''S$; $68^{\circ}49'20''O$, 384 msnm). a) Areniscas finas con estratificación ondulítica. b) Estratificación en artesa de pequeña escala. c) Rhizolitos. d) Intraclastos de caliche ($CaCO_3$).

A partir de los datos obtenidos en las primeras dos locaciones podemos interpretar que, durante la formación de los depósitos, se desarrollan cambios ambientales graduales. Estos quedan reflejados por el contraste de coloración entre las capas basales y los niveles al tope de la secuencia estudiada, así como las evidencias de desarrollos de paleosuelos.

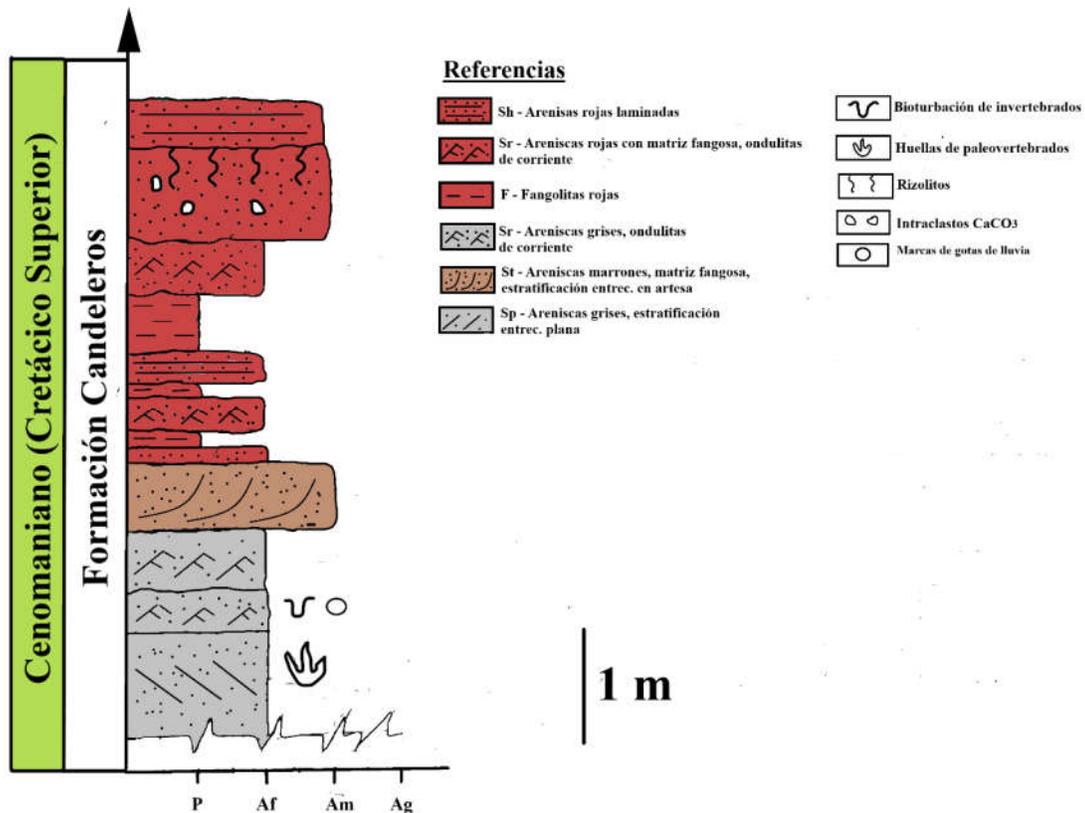


Figura 45. Columna litoestratigráfica de los depósitos de la Fm. Candeleros en el sitio $39^{\circ}16'20,71''S$; $68^{\circ}49'20,49''O$.

Cerca del muro del embalse, se identificaron depósitos psamíticos finos, con estratificación asintótica en la base (Figura 46). La capa subyacente corresponde a areniscas masivas, que pueden interpretarse como una facie de interduna, sin embargo, también podría deberse a alteración diagenética, lo cual es evidenciado por la variación de tonalidades. Gazzera y Spalletti (1994) clasifican a estas areniscas con mega estratificación entrecruzada, como depósitos originados a partir de procesos eólicos.

A lo largo de las locaciones estudiadas se han podido identificar una multiplicidad de litologías y estructuras, las cuales permiten inferir que en el sector estuvieron asociados distintos tipos de ambientes de depositación. Garrido (2010), menciona que resultaría impreciso considerar el generalizar todas las secuencias en un solo ambiente. Así mismo, Garrido (2010) resalta la importancia de las paleocorrientes para los depósitos de esta unidad. Hacia el sur de la Dorsal de Huincul, las paleocorrientes van predominantemente hacia el sureste, por otro lado, en el sector occidental de la Meseta de Rentería (Provincia de Río Negro) la dirección de flujo de las paleocorrientes es hacia el noroeste (Garrido, 2000).



Figura 46. Depósitos eólicos correspondientes a facies de dunas e interdunas de la Formación Candeleros (39°15'44''S, 68°45'55''O, 394 msnm). La variación de tonalidades es debida a cambios diagenéticos.

Podemos considerar que los canales efímeros que formarían los niveles psamíticos y fangosos rojizos (Figura 44), habrían depositado grandes cantidades de material fango-arenoso, en sectores deprimidos o de llanura aluvial, formando barreales salinos con presencia de caliche. Sobre estos depósitos de barreales fangosos, de forma asociada, se habrían desarrollado sistemas eólicos (Garrido, 2010), representados por las potentes secuencias arenosas con estratificación entrecruzada asintótica (Figura 46). Considerando los distintos tipos de depósitos asociados a llanuras aluviales, barreales fangosos, y acumulación de potentes depósitos eólicos; sumado a la oposición en la dirección de flujo de las paleocorrientes, podemos concluir en que dichos depósitos se originaron en una cuenca cerrada o endorreica, limitada al norte por la Dorsal de Huincul. Garrido (2000), propone que esta cuenca endorreica podría corresponder a la Subcuenca Picún Leufú (Hogg, 1993).

Formación Sierra Barrosa (Garrido, 2010)

En el afloramiento ubicado al margen de la Ruta Nacional N°22, en cercanías a la localidad de Plottier, se identificaron alternancias de depósitos arenosos y pelítico en la sección basal del afloramiento (Figura 47), la secuencia es granocreciente indicando alternancias entre niveles psamíticos cuarzosos de color claro, y niveles de pelitas rojas.

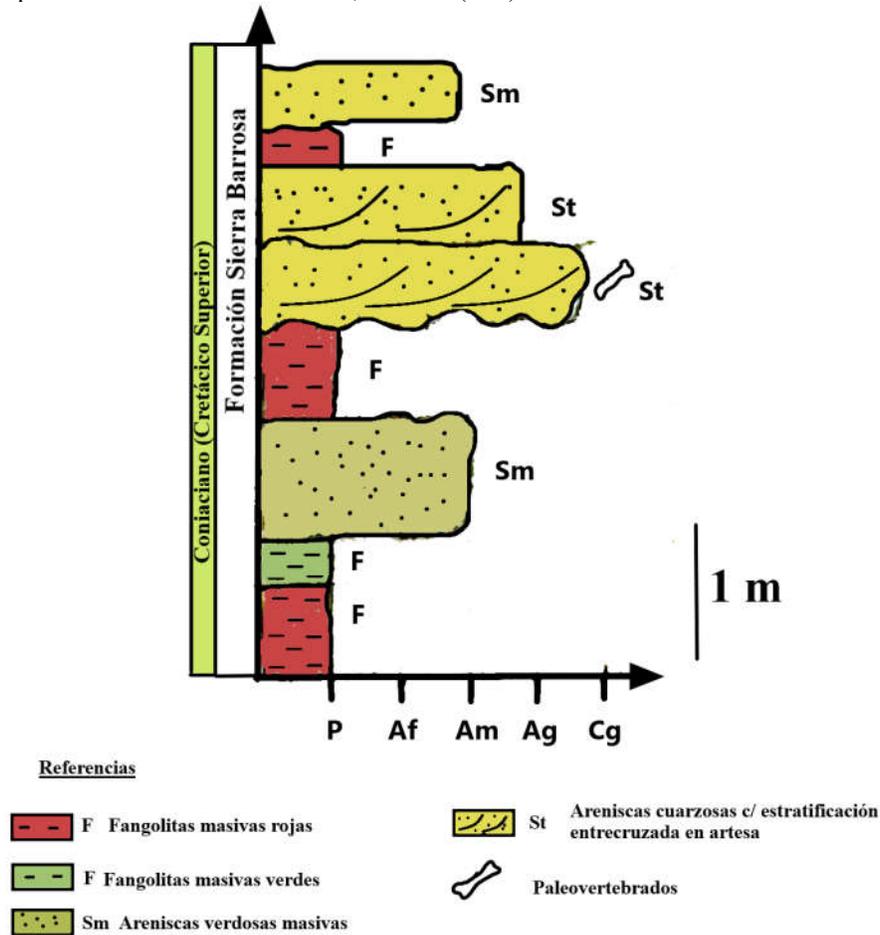


Figura 47. Columna litoestratigráfica de los niveles basales de la secuencia sedimentaria en el sitio de estudio.

Los depósitos inician con capas de pelitas rojas masivas, hacia el techo la coloración pasa de un rojizo a un color verde claro, pudiendo indicar un periodo de saturación de agua. La base de este afloramiento se caracteriza por presentar una predominancia de facies pelíticas (F), las cuales varían de color cambiando entre rojo y verde claro (Figura 47). Estos niveles podrían indicar la presencia de un ambiente de depositación relacionada a una llanura de inundación, en la cual habría periodos alternantes de saturación de agua. Hacia el tope, aumenta el porcentaje de niveles arenosos en relación a las capas de finos.

Sobre los niveles de pelitas rojas apoya en discordancia erosiva (Figura 48a), un banco de areniscas gruesas cuarzosas con estratificación asintótica en la base y en artesa. Este nivel arenoso, podría ser representativo de una corriente o flujo de mayor energía, el cual habría transporte una gran cantidad de material arenoso. La presencia de fragmentos fósiles de paleovertebrados transportados (Figura 48b), actúa como un indicador del nivel de transporte del flujo. Hacia el tope, la estratificación en artesa (Figura 48c) y la granulometría crecen en cuanto a dimensiones, pudiendo indicar aumentos de energía en el flujo que acarrea el material arenoso.

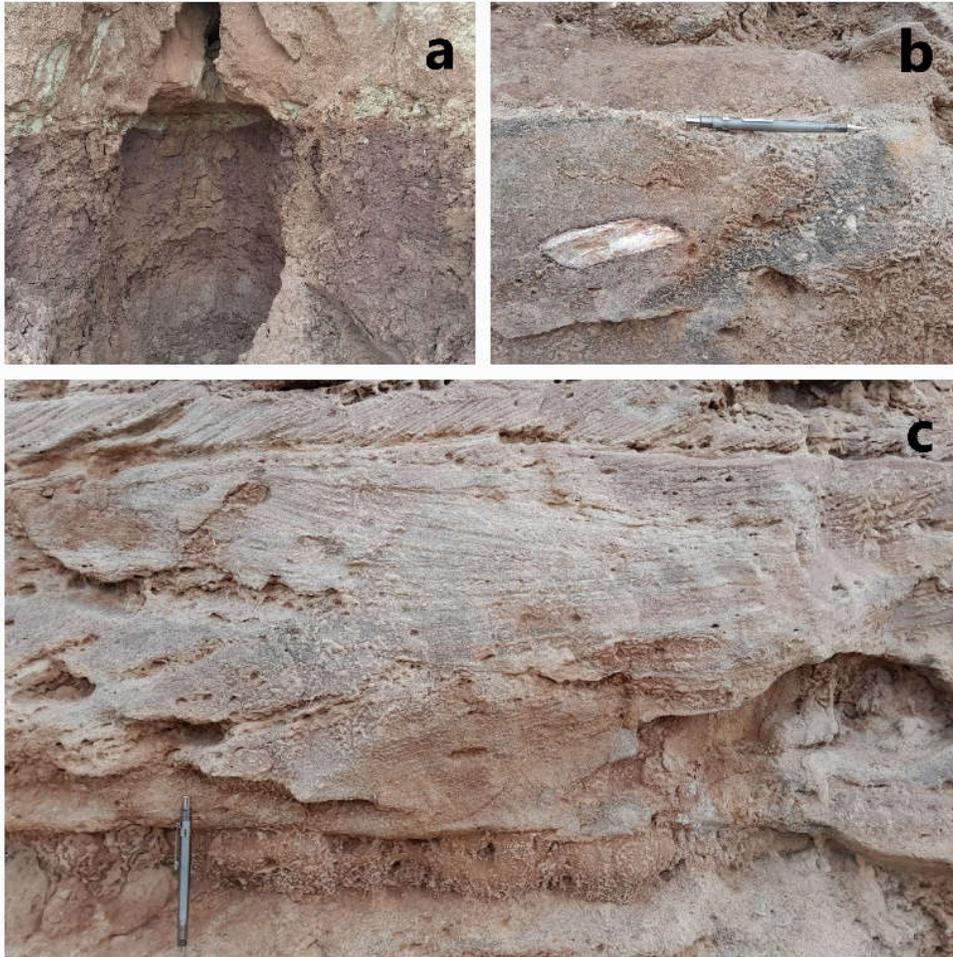


Figura 48. Niveles psamíticos y pelíticos basales en el sitio de estudio. a) Contacto entre niveles pelíticos y areniscas medianas. b) Hueso fósil transportado, dentro de areniscas gruesas cuarzosas. c) Areniscas gruesas cuarzosas con estratificación en artesa. Portaminas como escala.

A lo largo del afloramiento y en una mayor escala de observación, es apreciable la intercalación de bancos de areniscas con escasa presencia de material fino. Bazán (2018), estudia las diferentes litofacies y las asociaciones de las mismas, proponiendo diferentes elementos arquitecturales pertenecientes a ambientes fluviales. En la Figura 49a se pueden distinguir depósitos de canal (Ch), de albardón (Lv) y de planicie proximal (Of) (Bazán, 2018). Los depósitos de canal (Ch), se caracterizan por presentar capas de areniscas gravosas masivas y niveles de arenas gruesas con estratificación en artesa, la asociación litofacial predominante para estos depósitos puede considerarse como SGm, St y Sm. En la Figura 49a es posible observar que las capas subyacentes se componen de intercalación de niveles arenosos tabulares claros y pelíticos (rojizos), con asociaciones de facies F-Sm. También subyacentes a los depósitos de canal, se identificaron depósitos de planicie proximal los cuales se componen predominantemente de material fino (F).

En la locación $38^{\circ}55'54,27''S$; $68^{\circ}18'54,97''O$, se observó un sistema de fallas inversas (Figuras 49c y 50), que pueden deberse a la etapa de deformación compresional

Alumno: Tec. Emmanuel Roussillon
Fecha de cursado: marzo a junio de 2024
Fecha de entrega: 25 de octubre de 2024
Fecha de aprobación: 31 de octubre de 2024; Nota: 10 (diez)



que ocurrió a partir del Mioceno tardío (Yrigoyen, 1979, 1972; Ramos et al., 2011) y dio origen a los Andes.

A partir de los estudios de campo, y de los datos analizados en Garrido (2010) y Bazán (2018), podemos interpretar que los depósitos presentes en el afloramiento corresponden a un sistema fluvial de alta sinuosidad con predominancia de material arenoso y material fino alternante, en el cual habría periodos alternantes de energía moderada a alta. En contraste con la Formación Portezuelo, que cuenta con una mayor proporción de material fangoso, los depósitos estudiados en este trabajo cuentan con un mayor contenido de bancos arenosos, lo cual indica un mayor aporte de agua debido a un cambio en los factores climáticos (alocíclicos), lo que permitiría un mayor transporte de material psamítico. Esto permite inferir que los depósitos analizados a otra unidad, en este caso la Formación Sierra Barrosa (Garrido, 2010).

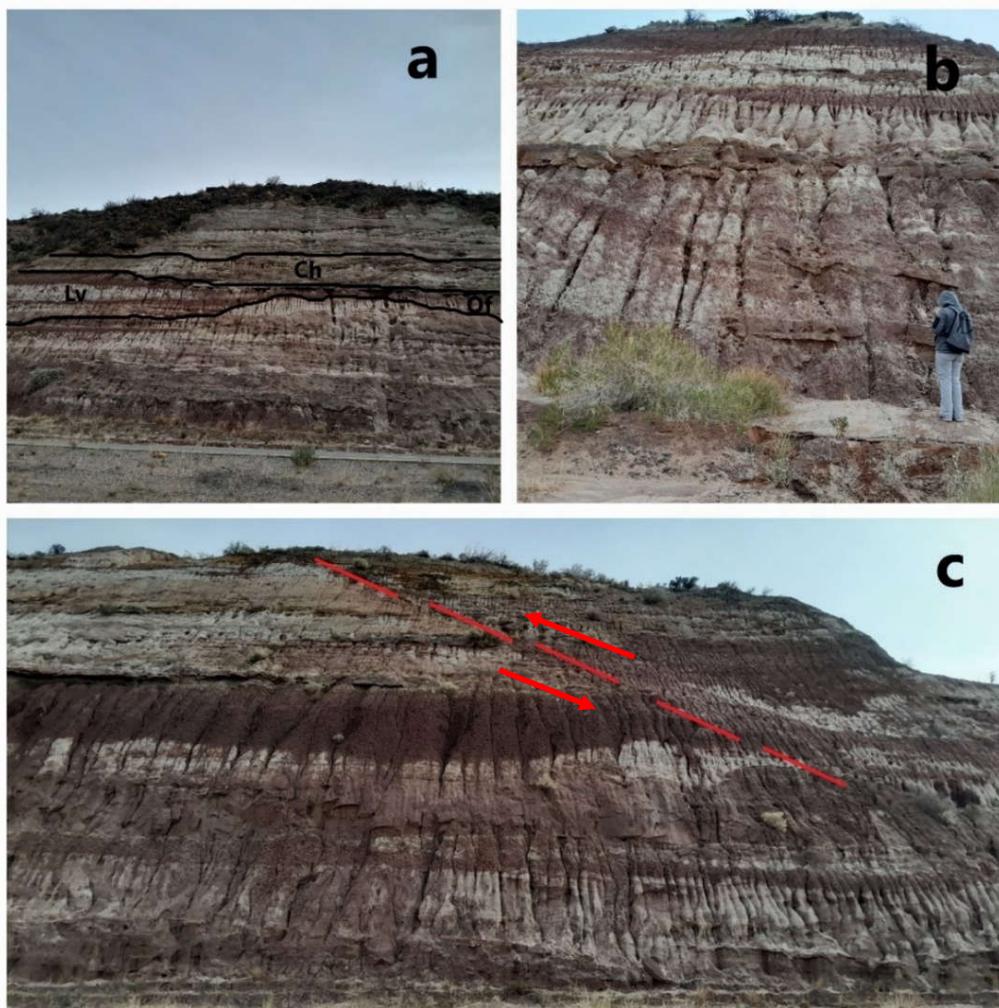


Figura 49. Alternancia entre facies de canal de la Formación Sierra Barrosa. a) Alternancias de facies de canal (Ch), de albardón (Lv) y de planicie proximal (Of) (basado en Bazán, 2018). b) Bancos de arenas con estratificación en artesa (estudiante Myrna Kissner como escala). c) Falla inversa (línea roja) emplazada en el afloramiento ($38^{\circ}55'54,27''S$; $68^{\circ}18'54,97''O$, 325 msnm).

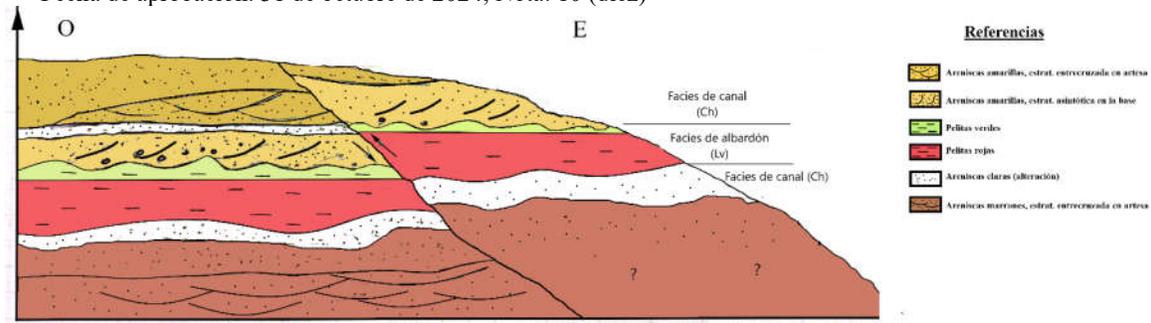


Figura 50. Intercalaciones de depósitos arenosos de facies de canal con depósitos finos correspondientes a facies de albardón. Esquema 2D litoestratigráfico del afloramiento ubicado en el sitio de estudio $38^{\circ}55'54,27''S$; $68^{\circ}18'54,97''O$.

Formación Anacleto (Herrero Ducloux en Fossa Mancini et al., 1938)

La secuencia sedimentaria analizada en el sitio $38^{\circ}52'30,92''S$; $68^{\circ}6'10,76''O$, es granodecreciente hacia el tope (Figuras 50a y 53), iniciando con depósitos de pelitas rojas sobre las cuales apoyan areniscas rojizas, de granulometría mediana a gruesa, con estratificación en artesa (St) (Figuras 50b y c). En estratos suprayacentes se observan niveles de pelitas rojas masivas (F), con alternancia de niveles delgados y muy subordinados de arenas masivas (Sm) y verdes con estratificación horizontal (Sh). Los depósitos de la Fm. Anacleto, culminan nuevamente con una potente capa de pelitas rojas masivas (F). a partir de todo esto se han podido reconocer dos asociaciones litofaciales: St-Sm-F (sección inferior) y F-Sh (sección superior). Los niveles arenosos basales, St-Sm-F, indicarían la presencia de canales fluviales de baja sinuosidad y energía moderada a alta, asociados a una planicie de inundación. Por otro lado, la asociación de facies F-Sh indicaría la presencia de una llanura de inundación con periodos de flujos o avenidas estacionales, las tonalidades verdes en capas arenosas indicarían la saturación de agua y la baja en el nivel de oxígeno durante estas avenidas.

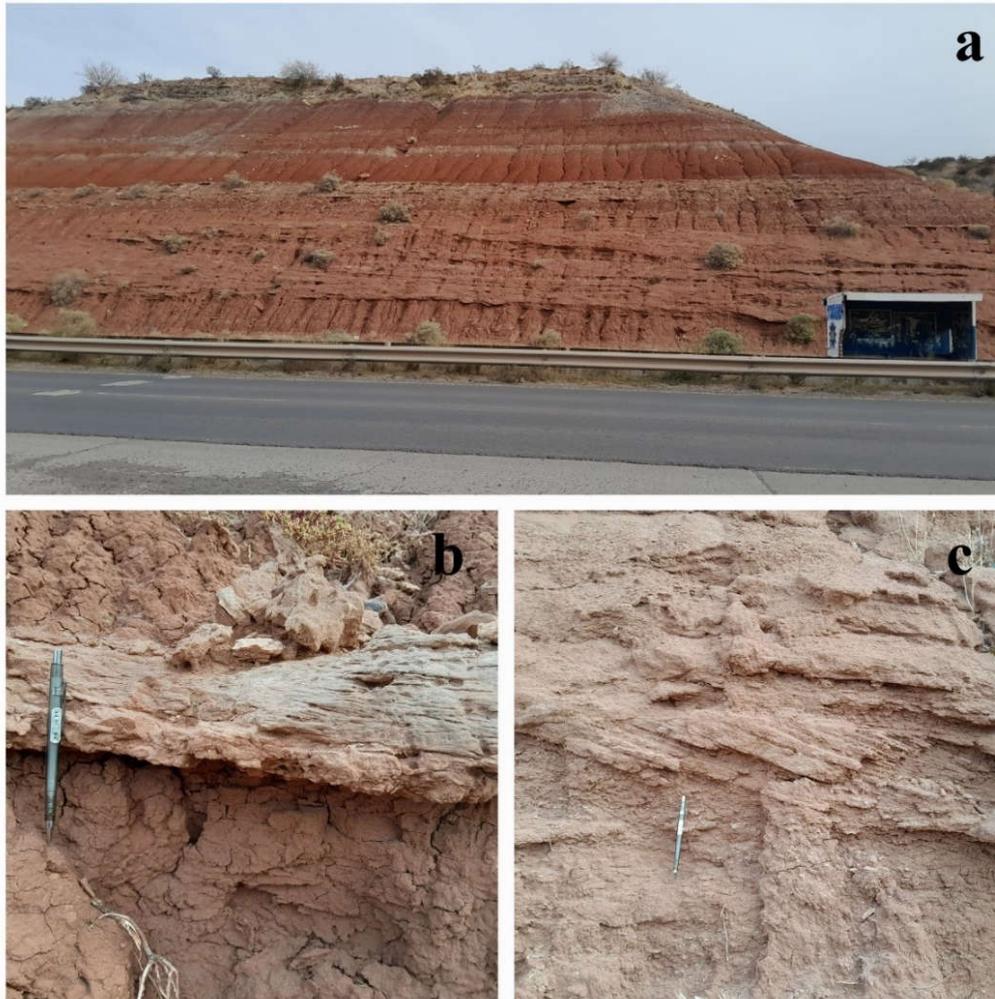


Figura 51. Depósitos de la Fm. Anacleto y conglomerados cuaternarios hacia el tope, 38°52'30,92"S; 68°6'10,76"O (294 msnm). a) Secuencia granodecreciente con areniscas rojizas y mega estratificación en artesa en la base. b y c). Bancos de arenas claras con estratificación entrecruzada en artesa.

Suprayacente a los depósitos de la Formación de Anacleto, se apoyan en discordancia erosiva los depósitos fluviales antiguos de los ríos Neuquén y Negro (Rodríguez et al., 2007). Estos depósitos corresponden a una litofacie Gm, compuesta por un ortoconglomerado polimíctico, de granulometría gruesa, matriz arenosa muy escasa o ausente, clastos bien redondeados, subsféricos a esféricos (Figura 52). Los clastos son de color grisáceo a negro, sin embargo, la mayoría está cubierto por una capa delgada de color claro de caliche (CaCO_3). Se puede distinguir que los clastos presentan imbricación



Figura 52. Ortoconglomerado polimítico correspondiente a los depósitos fluviales antiguos del río Neuquén.

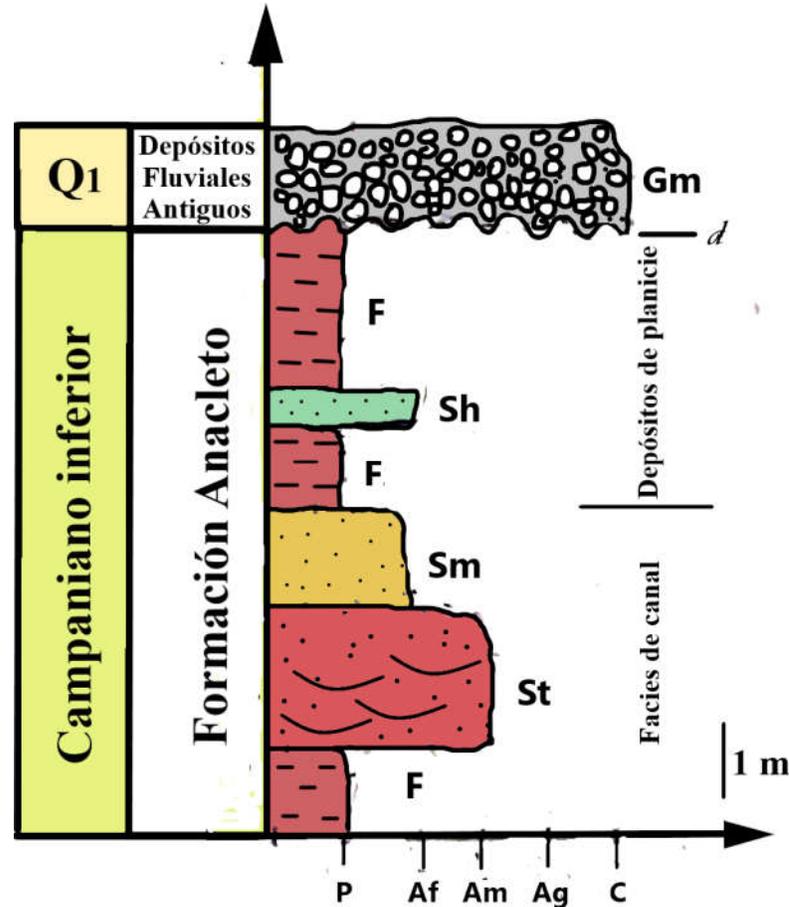


Figura 53. Columna litoestratigráfica del afloramiento ubicado en el sitio de estudio 38°52'30,92"S; 68°6'10,76"O (elaboración propia en Paint 3D). Código de facies modificado de Miall (1996).

La transgresión atlántica

Grupo Malargüe (Gerth, 1925)

Para esta unidad únicamente se estudiaron en campo los depósitos basales, es decir, parte del segmento basal de la Formación Allen, junto con el contacto con la Formación Anacleto. El límite inferior de esta unidad corresponde a la discordancia Huantráiquica (Intracampaniana; Méndez et al., 1995) y culmina con la discordancia Incaica (Paleógeno; Yrigoyen, 1979), no observada durante la realización de las tareas de campo.

Formación Allen (Roll, 1939; Uliana y Dellapé, 1981)

El afloramiento estudiado en esta última locación (38°48'49"S; 68°03'29"O) se encuentra ubicado a pocos kilómetros al noreste de la localidad de Cinco Saltos, Provincia de Río Negro. El afloramiento está compuesto por una secuencia granocreciente predominantemente epiclástica, del Cretácico Tardío (Figura 54). Inicia con un nivel basal predominantemente pelítico que grada a secuencias de intercalación entre material fino y arenoso, que culmina en el tope con un cuerpo de areniscas gruesas, masivas. En este punto se han podido identificar alrededor de siete litofacies (Figura 57) que varían en

Alumno: Tec. Emmanuel Roussillon
Fecha de cursado: marzo a junio de 2024
Fecha de entrega: 25 de octubre de 2024
Fecha de aprobación: 31 de octubre de 2024; Nota: 10 (diez)



cuanto a la litología, estructuras sedimentarias y coloración, dando indicios de cambios en los ambientes de sedimentación.

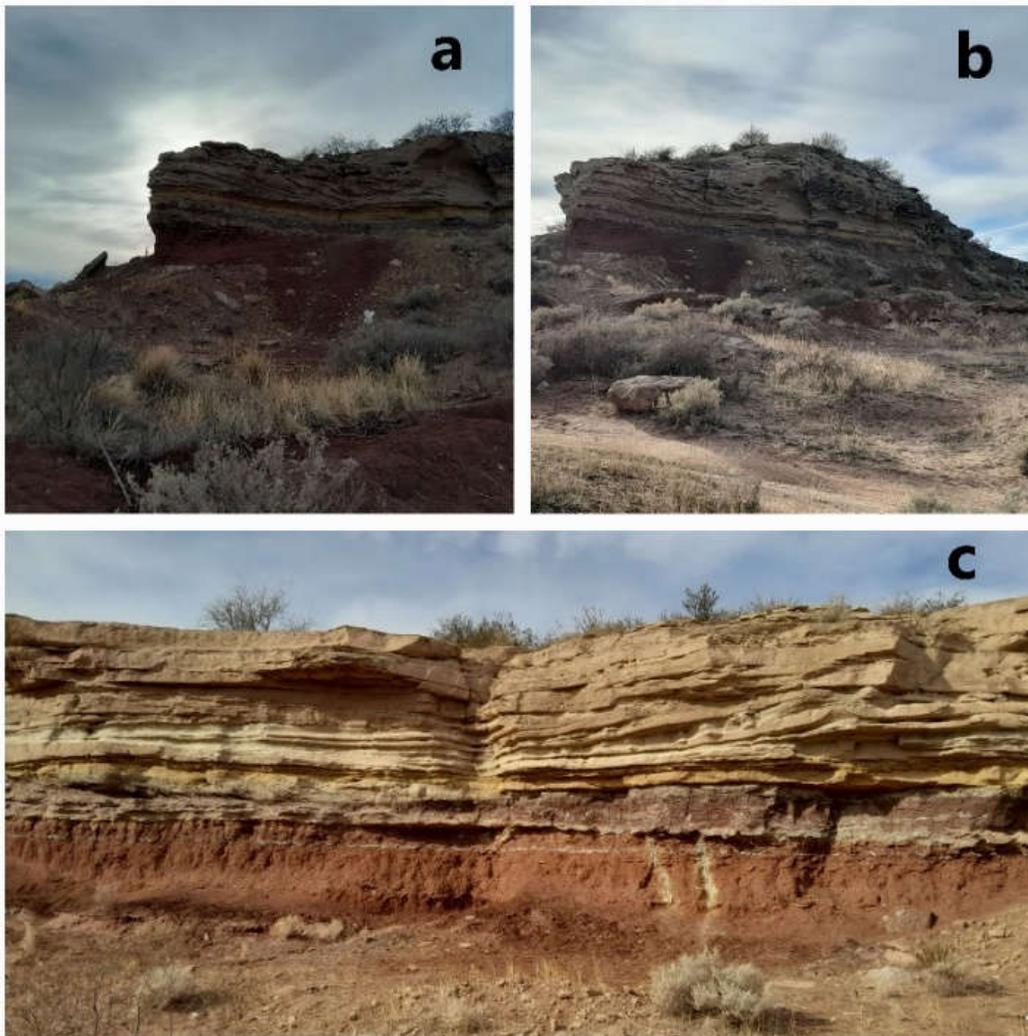


Figura 54. a y b) Afloramiento en el sitio de estudio ($38^{\circ}48'49''S$; $68^{\circ}03'29''O$). c) Contacto formaciones Anacleto y Allen.

Los niveles basales se componen de facies pelíticas rojas masivas, con presencia de deformación por carga (Fd) hacia el tope (Figura 55a). Presenta *slickensides* y espejos de fricción (Figura 55c). Por encima del nivel basal se observa un cuerpo de areniscas finas (Sd) de tonalidad morada, con estructuras tipo dish y convoluta incipiente (Figura 55b). Sobreyace a Sd una capa de fangolitas con una coloración oscilante de morada a verde hacia el tope (Fc). Por encima de las fangolitas verdes se observa un banco de areniscas finas amarillas (Shc y Sw), de matriz limosa, con intercalación de estratificación horizontal y niveles de ondulitas de menor escala (Figura 55b). Fl corresponde a un nivel de limo amarillo laminado. Sw presenta areniscas finas a medianas, cuarzosas, con presencia de ondulitas en la base gradando a una laminación horizontal hacia el techo. Cerca del tope, algunos niveles presentan ondulitas (Sw) en la base, mientras que hacia

Alumno: Tec. Emmanuel Roussillon
Fecha de cursado: marzo a junio de 2024
Fecha de entrega: 25 de octubre de 2024
Fecha de aprobación: 31 de octubre de 2024; Nota: 10 (diez)



el tope se observa niveles con estratificación entrecruzada (de bajo ángulo) asintótica en la base (Stc), niveles sabulíticos o gravosos finos asociados a las areniscas medianas. El tope de la secuencia presenta areniscas gruesas, masivas, cuarzosas (Smc).

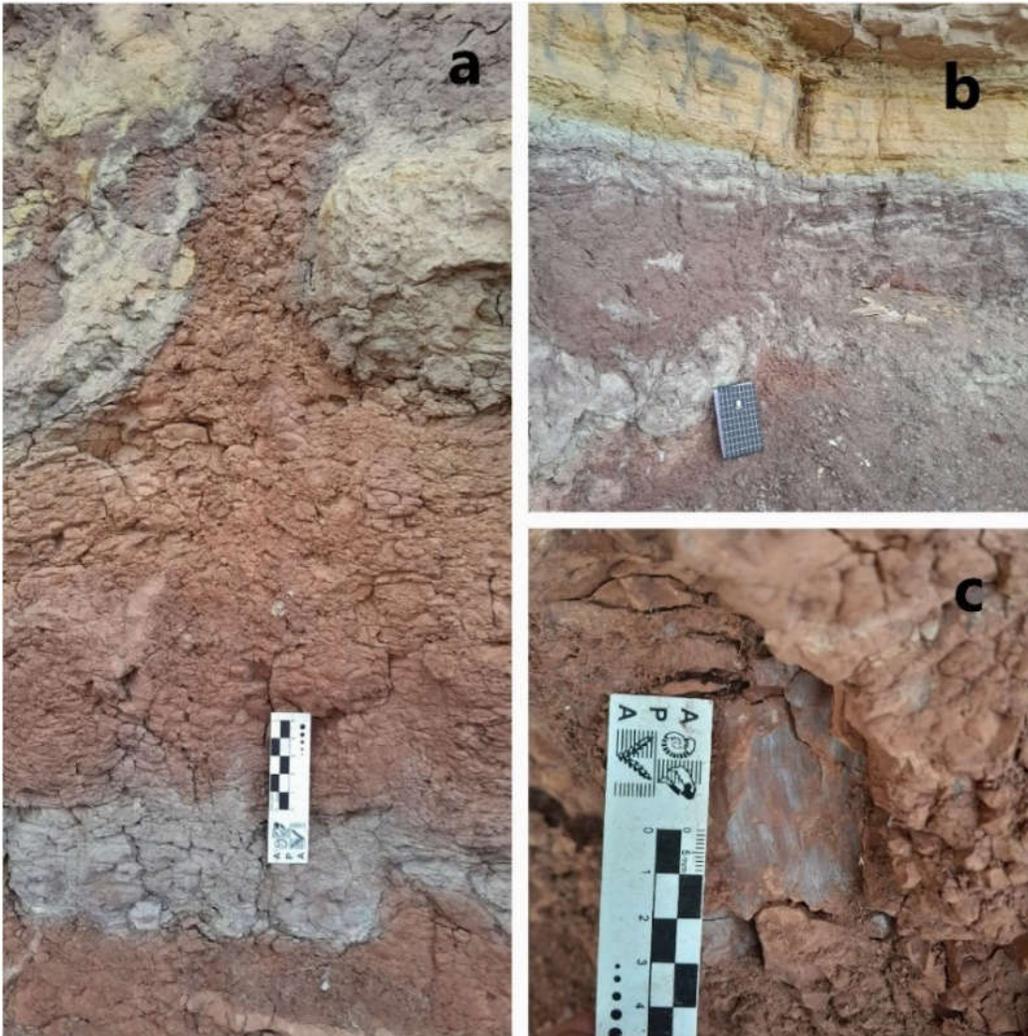


Figura 55. Estructuras sedimentarias al tope de la Fm. Anacleto y base de Allen. a) Estructuras de deformación por carga (flame) en los depósitos de retrabajo mareal (Fm. Allen). b) Niveles basales de Allen, contacto entre la litofacies Sd (submareal) y la litofacies Fm (base de canales mareales). c) Espejos de fricción al tope de Anacleto.

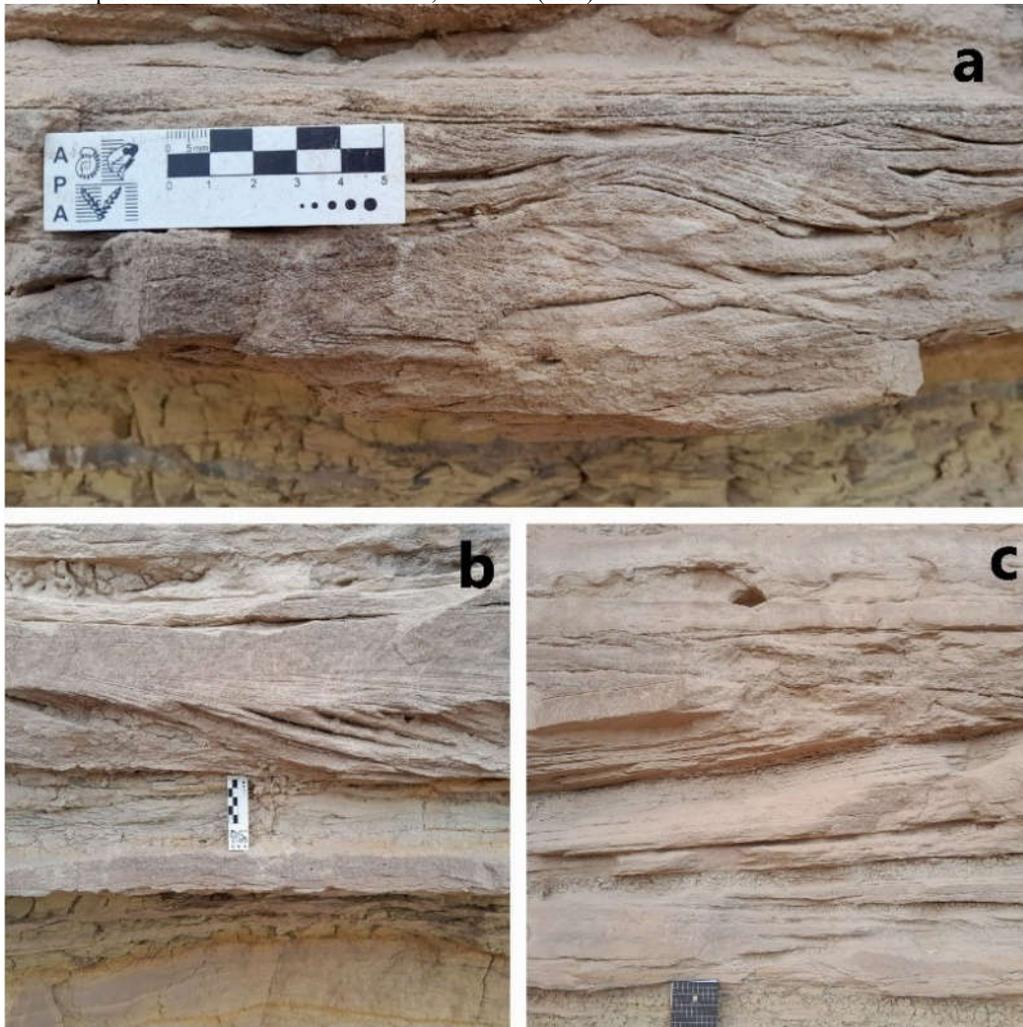


Figura 56. Depósitos arenosos de planicie mareal (Fm. Allen). a) Ondulitas de oleaje (Sw). b) Banco arenoso con estratificación en artesa (Stc). c) Cuerpos arenosos con estratificación entrecruzada plana o tabular (Spc) de bajo ángulo ($\sim 5^\circ$).

Los depósitos finos basales (Fd) corresponden a ambientes de planicie de inundación, de la Formación Anacleto (Cretácico Superior, Fossa Mancini et al., 1938). Las capas suprayacentes que presentan un cambio gradual en la composición de los sedimentos, gradando de facies finas a arenosas, corresponden a la Formación Allen (Cretácico Superior; Uliana y Dellapé., 1981), la cual representa un ambiente supramareal perteneciente a la etapa transgresiva del océano Atlántico. La litofacie Sd corresponde a un ambiente submareal iniciando los depósitos mareales de la Formación Allen. La presencia de *dish* indica un proceso de retrabajo de los depósitos de la Fm. Anacleto, a causa de la acción de las mareas. El contacto entre las facies Fd y Sd podría interpretarse como el contacto discordante entre ambas formaciones, debido al cambio en los controles alocíclicos de sedimentación (Orogenia Patagónica). Este contacto entre ambas unidades corresponde a la Discordancia Huatráiquica (Intracampaniana; Méndez et al., 1995), la cual es producto de la fase homónima del Ciclo Patagónico (Keidel, 1921;

Alumno: Tec. Emmanuel Roussillon
 Fecha de cursado: marzo a junio de 2024
 Fecha de entrega: 25 de octubre de 2024
 Fecha de aprobación: 31 de octubre de 2024; Nota: 10 (diez)
 Méndez et al., 1995; Ramos, 1999; Rodríguez et al., 2007). Esta fase orogénica originó la subsidencia que permitió el ingreso del océano Atlántico.

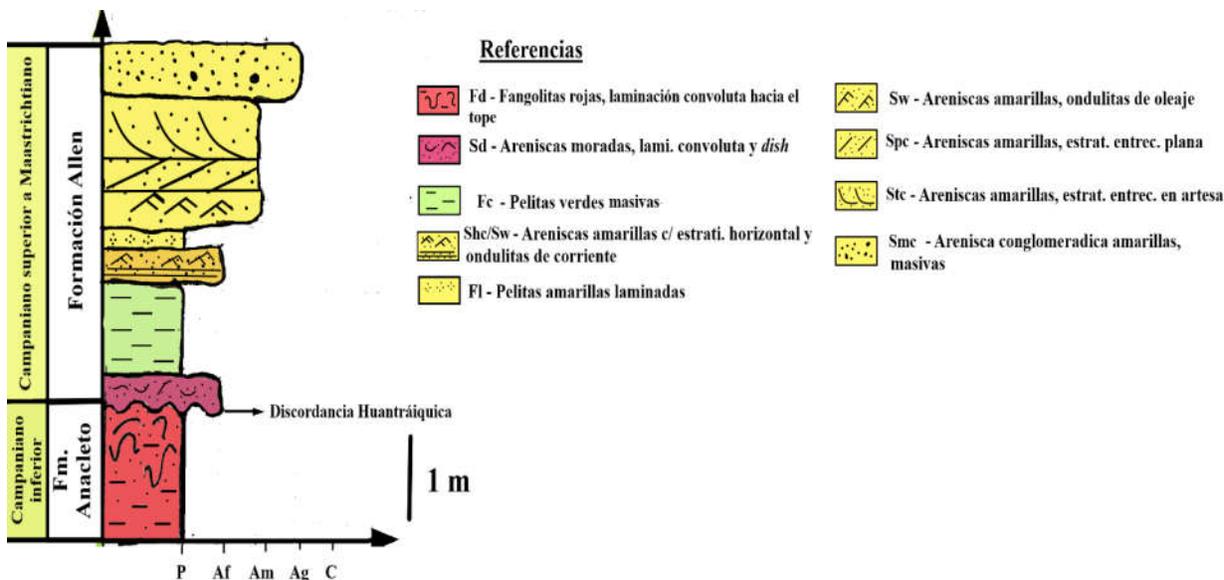


Figura 57. Columna litoestratigráfica de las unidades aflorantes en las coordenadas 38°48'49''S; 68°03'29''O.

Sumado a los niveles basales que componen la secuencia estratigráfica, se han podido interpretar dos asociaciones de facies (Figura 58) la primer asociación de facies (AF1), de escaso espesor, correspondiente a canales mareales abarca desde las pelitas verdosas (Fm) hasta los niveles de limo (Fl), con alternancias de material arenoso. Las tonalidades amarillentas pueden deberse a la presencia de cenizas volcánicas alteradas. Por último, se puede identificar a AF2 (Sw, Spc, Stc y Smc), con facies de mayor granulometría y estructuras entrecruzadas asociadas a niveles ondulíticos de oleaje, indican que corresponden a ambientes de planicie mareal arenosa, con mayor energía.



Figura 58. Ubicación del contacto entre las formaciones Anacleto y Allen. En línea punteada verde se identifica la Discordancia Huantráiquica. Por encima se marca el contacto entre la asociación de facies AF_1 y AF_2 .

Conclusión

Mediante el estudio de los afloramientos, se han podido identificar diferentes secuencias que indicarían las consecutivas etapas de evolución de la Cuenca Neuquina. El inicio de la depositación arranca en el Triásico Tardío, durante la Fase Huárpica, en la cual se origina una etapa de *rifting* donde se forman las primeras estructuras extensionales y los depósitos *sinrift* (Formación Lapa) asociados, que apoyan en discordancia sobre el basamento ígneo paleozoico.

En el Pliensbachiano inicia la subsidencia térmica de la cuenca (SAG), causada por una subducción con extensión, que permitió el ingreso del proto Pacífico. A lo largo del Jurásico ocurren una serie de transgresiones y regresiones marinas durante el Ciclo Araucánico, que darían lugar a los Grupos Cuyo, Curymil y Mendoza Inferior. Para los depósitos del Grupo Cuyo se destaca la presencia de facies arenosas de grano medio a grueso, intercaladas entre los niveles pelíticos inferiores y superiores a dichas arenas. Estas capas psamíticas pueden corresponder al Miembro Cutral Có formado a partir de una etapa regresiva.

En el Cretácico Tardío, el inicio de la Fase Patagónica junto con la evolución a una etapa de antepaís, marca el cierre de las transgresiones provenientes de Pacífico. Esto ocasiona la presencia de sedimentos clásticos netamente continentales, asociados a ambientes fluviales y fluvioeólicos (Grupo Neuquén). Sin embargo, la subsidencia flexural de la cuenca, asociada al desarrollo de un arco magmático, permitió un cambio de pendiente inverso al preexistente en la cuenca, durante gran parte del Mesozoico. Esto

Alumno: Tec. Emmanuel Roussillon
 Fecha de cursado: marzo a junio de 2024
 Fecha de entrega: 25 de octubre de 2024
 Fecha de aprobación: 31 de octubre de 2024; Nota: 10 (diez)



mismo daría inicio al ingreso del océano Atlántico a fines del Campaniano, ocasionando el comienzo de la depositación del Grupo Malargüe.

Como dato no menor, se considera de suma utilidad y practicidad el cambio de denominación del Grupo Lotena, por Grupo Curymil propuesto por Zanettini (2018), buscando evitar repetir la misma denominación para Grupo y Formación

Sistema	Serie	Piso	Grupo	Formación	Ambiente	Diastrofismo	
Cretácico	Superior	Maastrichtiano	Malargüe	Allen	Costero	Fase Huantraíquica	Ciclo Patagónico
		Campaniano	Neuquén	Anacleto	Fluvial	Fase Patagónica	
		Santoniano		Bajo de la Carpa	No estudiadas en este informe		
				Plottier			
		Coniaciano		Sierra Barrosa	Fluvial		
				Los Bastos	No estudiadas en este informe		
		Turoniano		Portezuelo			
				Cerro Lisandro			
	Huincul						
	Cenomaniense	Candeleros	Fluvial-Eólico				
	Inferior	Albiano	Bajada del Agrio	No estudiados en este informe		Fase Pampatrílica	
		Aptiano					
		Barremiano	Mendoza Superior			Fase Huncálica	
		Hauteriviense					
Valanginiense							
Berriasiense							
Jurásico	Superior	Titoniano	Mendoza Inferior	Fm. Bajada Colorada	No estudiada en este informe	Fase Araucánica	Ciclo Araucánico
			Picún Leufú	Marino somero			
			Carrín Curá				
		Vaca Muerta					
	Kimmeridgiense	Quebrada del Sapo	Costero-Eólico				
		Oxfordiano	Fortín 1° de Mayo	Fluvial	Fase Loténica		
	Curymil		Lotena	Marino			
	Medio	Calloviano	Cuyo	Mutrucó	Aluvial-Costero	Fase Rioatúlica	
				Bathoniano	Challacó		
		Bajociano			Lajas		
				Aaleniano	Los Molles		
		Toarciense					
		Inferior		Pliensbachiano	Chachil y Sa. Chacaicó		
	Sinemuriano						
Hettangiense							
Triásico	Superior	Norian?	Precuyo	Lapa	Abanicos aluviales		
Pérmico	Cisuraliense	Kunguriano?	Complejo Plutónico Chachil	-	Magmático	Fase Somuncúrica	Ciclo Gondwánico

Tabla 2. Cuadro cronoestratigráfico de las unidades observadas y analizadas en este informe, junto con las fases distróficas y las orogénias correspondientes (basado en Leanza y Hugo, 1997; Leanza, 2009; Rodríguez et al., 2007; Garrido, 2010; Garrido y Parent, 2013 y Zanettini, 2018).

Bibliografía

- Aramayo, S. A. y Bocanegra, L. M. (2003).** Icnofacies de Scoyenia en la Formación Candeleros (Subgrupo Río Limay, Grupo Neuquén, Cretácico Tardío) provincia del Neuquén, Argentina. Asociación Paleontológica Argentina. Publicación Especial 9: 43-48.
- Arregui, C., Carbone, O. y Leanza, H. (2011).** Contexto tectosedimentario. En: Leanza, H. A., Arregui, C., Carbone, O., Danieli, J. y Valles, J., (Eds.), Geología y Recursos Naturales de la Provincia del Neuquén. 18° Congreso Geológico Argentino. Relatorio: 29-36. Neuquén.
- Asencio, G. M. (2021).** Estratigrafía y paleontología de los afloramientos cretácicos de la Ciudad de Neuquén y su interpretación paleoambiental. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue. Trabajo Final de Licenciatura. 105 pp. Inédito.
- Azcuy, C. L. y Caminos, R. (1987).** Diastrofismo. En: Archangelsky (ed.). El Sistema Carbonífero en la República Argentina, 239-251. Academia Nacional de Ciencias, Córdoba.
- Ballent, S. C. (2004).** A micropalaeontological study of two Jurassic sequences in the Neuquén Basin, central-west Argentina. *Ameghiniana* 41 (3): 331-345.
- Bazán, E. N. (2018).** Estudio litofacial y paleoambiental de los depósitos del Grupo Neuquén (Cretácico Superior) aflorantes en las bardas de Plottier, provincia del Neuquén. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue. Trabajo Final de Licenciatura. 86 pp. Inédito.
- Calvo, J. O. (1991).** Huellas de dinosaurios en la Formación Río Limay (Albiano - Cenomaniano?) Picún Leufú, Provincia de Neuquén, República Argentina (Ornithischia, Saurischia: Sauropoda - Theropoda). *Ameghiniana* 28: 241-258.
- Calvo, J. O. y Gazzera, C. E. (1989).** Paleoecología en el sector inferior del Miembro Candeleros (Fm. Río Limay, Grupo Neuquén, Cretácico) en el área del Lago Exequiel Ramos Mexía, Provincia del Neuquén, Patagonia, Argentina. 6° Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados, Resúmenes: 3-5. San Juan.
- Carbone, O., Franzese, J., Limeres, M., Delpino, D. y Martínez, R. (2011).** El Ciclo Precuyano (Triásico Tardío – Jurásico Temprano) en la Cuenca Neuquina. En: Leanza, H. A., Arregui, C., Carbone, O., Danieli, J. y Valles, J., (Eds.), Geología y Recursos Naturales de la Provincia del Neuquén. 18° Congreso Geológico Argentino. Relatorio: 63-76. Neuquén.
- Cazau, L. B. y Uliana, M. A. (1973).** El Cretácico superior continental de la Cuenca Neuquina. V° Congreso Geológico Argentino. Actas 3: 131-163.
- Dabrio, C. J. (2010).** Playas. En: Arche, A. (Ed.), Sedimentología. Del proceso físico a la cuenca sedimentaria. 441-501.
- de Ferrarís, C. (1947).** Edad del arco o dorsal Antigua del Neuquén oriental de acuerdo con la estratigrafía de la zona inmediata. *Revista de la Sociedad Geológica Argentina* 2(3): 256-283. Buenos Aires.
- Dellapé D.A., Mombrú, C., Pando, G. A., Riccardi, A. C., Uliana, M. A. y Westermann G. E. G. (1979).** Edad y correlación de la Formación Tábanos en

Alumno: Tec. Emmanuel Roussillon
Fecha de cursado: marzo a junio de 2024
Fecha de entrega: 25 de octubre de 2024
Fecha de aprobación: 31 de octubre de 2024; Nota: 10 (diez)



Chacay Melehué y otras localidades de Neuquén y Mendoza. Obra del Centenario del Museo de La Plata 5: 81-105.

- Dellapé, D. A., Pando, G. A., Uliana, M. A. y Musacchio, E. A. (1978).** Foraminíferos y ostrácodos del Jurásico en las inmediaciones del arroyo Picún Leufú y la ruta 40 (Provincia del Neuquén, Argentina) con algunas consideraciones sobre la estratigrafía de la Formación Lotena. 7° Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 489-507. Buenos Aires.
- Digregorio, J. H. (1972).** Neuquén. En: Leanza, A. F. (Ed.). Geología Regional Argentina. Centenario Academia Nacional de Ciencias, 439-506. Córdoba.
- Folguera, A., Rojas Vera, E., Spagnuolo, M., García Morabito, E., Zamora Valcarce, G., Bottesi, G., Zapata, T. y Ramos, V. A. (2011).** Depósitos sinorogénicos y tafrogénicos neógenos a cuaternarios. En: Leanza, H. A., Arregui, C., Carbone, O., Danieli, J. y Valles, J., (Eds.), Geología y Recursos Naturales de la Provincia del Neuquén. 18° Congreso Geológico Argentino. Relatorio: 287-294. Neuquén.
- Folguera, A., Spagnuolo, M., Rojas Vera, E., Litvak, V., Orts, D. y Ramos, V. A. (2011).** Magmatismo neógeno y cuaternario. En: Leanza, H. A., Arregui, C., Carbone, O., Danieli, J. y Valles, J., (Eds.), Geología y Recursos Naturales de la Provincia del Neuquén. 18° Congreso Geológico Argentino. Relatorio: 275-286. Neuquén.
- Fossa Mancini, E., Feruglio, E. y Yussen de Campana, J. C. (1938).** Una reunión de geólogos de YPF y el problema de la terminología estratigráfica. Boletín de Informaciones Petroleras, 15 (171) : 1-67. Buenos Aires.
- Garrido, A. C. (2000).** Estudio estratigráfico y reconstrucción paleoambiental de las secuencias fosilíferas continentales del Cretácico Superior en las inmediaciones de Plaza Huinul, provincia del Neuquén. Escuela de Geología de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. Trabajo Final para el Título de Grado. 78 pp. Inédito.
- Garrido, A. C. (2010).** Estratigrafía del Grupo Neuquén, Cretácico Superior de la Cuenca Neuquina (Argentina): nueva propuesta de ordenamiento litoestratigráfico. de ordenamiento litoestratigráfico Revista Museo Argentino Ciencias. Naturales, 12(2): 121-177. Buenos Aires.
- Garrido, A. C. (2011).** El Grupo Neuquén (Cretácico Tardío) en la Cuenca Neuquina. En: Leanza, H. A., Arregui, C., Carbone, O., Danieli, J. y Valles, J., (Eds.), Geología y Recursos Naturales de la Provincia del Neuquén. 18° Congreso Geológico Argentino. Relatorio: 231-244. Neuquén.
- Garrido, A. C. y Parent, H. (2013).** Estratigrafía y fauna de amonites de los depósitos "lotenianos" (Caloviano medio-Oxfordiano inferior?) del Anticlinal de Picún Leufú, Cuenca Neuquina, Subcuenca Picún Leufú, Argentina. Boletín del Instituto de Fisiografía y Geología 83.
- Gazzera, C. E. y Spalletti, L. A. (1990).** Modelo de sedimentación arenosa y fangosa en canales fluviales: Grupo Neuquén inferior, Cretácico, Argentina Occidental. Revista Geológica de Chile 17: 131-146.
- Gerth, E. (1925).** Contribuciones a la estratigrafía y paleontología de los Andes argentinos. I. Estratigrafía y distribución de los sedimentos mesozoicos en los Andes argentinos. Academia Nacional de Ciencias, 9 (1-2) : 7-55. Córdoba.

Alumno: Tec. Emmanuel Roussillon
Fecha de cursado: marzo a junio de 2024
Fecha de entrega: 25 de octubre de 2024
Fecha de aprobación: 31 de octubre de 2024; Nota: 10 (diez)

- Groeber, P. (1946).** Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70° 1. Hoja Chos Malal. Sociedad Geológica Argentina, Revista 1 (3): 177-208.
- Groeber, P. (1958).** Acerca de la edad del Sañicolitense. Asociación Geológica Argentina, Revista 11 (4): 281-292.
- Gulisano, C. A. (1981).** El ciclo cuyano en el norte de Neuquén y sur de Mendoza. 8° Congreso Geológico Argentino 3: 573-592. San Luis.
- Gulisano, C. A. y Hinterwimer, G. (1986).** Facies deltaicas del Jurásico Medio en el oeste de Neuquén. Boletín de Informaciones Petroleras, 8: 2-31.
- Gulisano, C. A., Gutiérrez Pleimling, A. R. y Digregorio, R. E. (1984).** Esquema estratigráfico de la secuencia jurásica al oeste de la provincia del Neuquén. 9° Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 236-259. Bariloche.
- Herrero Ducloux, A. (1946).** Contribución al conocimiento geológico del Neuquén extrandino. Boletín de Informaciones Petroleras, 23 (226) : 245-281. Buenos Aires.
- Hogg, S. L. (1993).** Geology and hydrocarbon potential of the Neuquén Basin. Journal of Petroleum Geology. 16(4): 383-396.
- Howell, J. A., Schwarz, E., Spalletti, L. A. & Veiga, G. D. (2006).** The Neuquén Basin: an overview. En: Veiga, G. D., Spalletti, L. A., Howell, J. A. & Schwarz, E., (Eds.): The Neuquén Basin, Argentina: A Case Study in Sequence Stratigraphy and Basin Dynamics. Geological Society, London, Special Publications 252: 1-14.
- Keidel, J. (1921).** Sobre la distribución de los depósitos glaciares del Pérmico conocidos en la Argentina y su significación para la estratigrafía de la serie del Gondwana y la paleogeografía del Hemisferio Austral. Academia Nacional de Ciencias, Boletín 25: 239-368, Córdoba.
- Lambert, L. R. (1946).** Contribución al conocimiento de la sierra de Chacay-Có (Neuquén). sociedad Geológica Argentina, Revista 1 (4): 231-252.
- Leanza, H. A. (1973).** Estudio sobre los cambios faciales de los estratos limítrofes Jurásico-Cretácicos entre Loncopué y Picún Leufú, provincia del Neuquén, República Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 28 (2): 97-132.
- Leanza, H. A. (1992).** Estratigrafía del Paleozoico y Mesozoico anterior a los Movimientos Intermálmicos en la comarca del Cerro Chachil, provincia del Neuquén, Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina 45 (3-4): 272-299.
- Leanza, H. A. (2009).** Las principales discordancias del Mesozoico de la Cuenca Neuquina según observaciones de superficie. Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales 11(2): 145-184. Buenos Aires.
- Leanza, H. A. (2017).** Las principales discordancias del Jurásico Superior y el Cretácico de la Cuenca Neuquina. Anales de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 57: 147-155.
- Leanza, H. A. y Blasco, G. (1990).** Estratigrafía y ammonites pliensbachianos del área del arroyo Ñirecó, Neuquén, Argentina, con la descripción de *Austromorphites* gen. nov. Revista Asociación Geológica Argentina 45 (1-2): 159-174.

Alumno: Tec. Emmanuel Roussillon
Fecha de cursado: marzo a junio de 2024
Fecha de entrega: 25 de octubre de 2024
Fecha de aprobación: 31 de octubre de 2024; Nota: 10 (diez)



- Leanza, H. A. y Hugo, C. A. (1997).** Hoja Geológica 3969-III, Picún Leufú. Provincia del Neuquén. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín N°218. 135 pp. Buenos Aires.
- Leanza, H. A., Marchese, H. G., y Riggi, J. C. (1978).** Estratigrafía del Grupo Mendoza con especial referencia a la Formación Vaca Muerta entre los paralelos 35° y 40° l.s. Cuenca Neuquina-Mendocina. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 32 (3): 190-208.
- Leanza, H. A., Repol, D., Escosteguy, L. y SalvarredyAranguren M., (2003).** Estratigrafía del Mesozoico en la comarca de Fortín 1° de Mayo, Cuenca Neuquina suoccidental, Argentina. Servicio Geológico Minero Argentino. Serie Contribuciones Técnicas - Geología 1: 1-22.
- Legarreta, L. y Gulisano, C. A. (1989).** Análisis estratigráfico secuencial de la Cuenca Neuquina (Triásico Superior - Terciario Inferior). En: Chebli, G. y Spalletti, L., (Eds.), Cuencas Sedimentarias Argentinas. 10° Congreso Geológico Argentino. Serie Correlación Geológica 6: 221-243. San Miguel de Tucumán.
- Llambías, E. J. y Aragón, E. (2011).** Volcanismo paleógeno. En: Leanza, H. A., Arregui, C., Carbone, O., Danieli, J. y Valles, J., (Eds.), Geología y Recursos Naturales de la Provincia del Neuquén. 18° Congreso Geológico Argentino. Relatorio: 265-274. Neuquén.
- Macdonad, D., Gómez Pérez, I., Franzese, J., Spaletti, L., Lawver, L., Gahagan, L., Dalziel, I., Thomas, C., Trewin, N., Hole, M. & Patron, D. (2003).** Mesozoic break-up of SW Gondwana: implications for regional hydrocarbon potential of the southern South Atlantic. Marine and Petroleum Geology 20: 287-308.
- Méndez, V., Zanettini, J. C. M. y Zappettini, E. O. (1995).** Geología y metalogénesis del Orógeno Andino Central, República Argentina. Secretaría de Minería, Anales 23: 1-190. Buenos Aires.
- Miall, A. D. (1996).** The geology of fluvial deposits. Sedimentary facies, basin analysis, and petroleum geology. Springer, New York, 582 pp.
- Paz, M., Ponce, J. J., Mángano, M. G., Buatois, L. A., Carmona, N. B., Wetzel, A., Pereira, E., Rodríguez, M. (2021).** The Vaca Muerta transgression (Upper Jurassic), Neuquén Basin, Argentina: Insights into the evolution and timing of aeolian-marine transitions. Sedimentology 68 (1): 1-33.
- Ponce, J. J., Montagna, A. O. y Carmona, N. (2018).** Atlas de estructuras sedimentarias inorgánicas y biogénicas : descripción, análisis e interpretación a partir de afloramientos, testigos corona y registros de imágenes de pozo. Fundación YPF. 170 pp. Buenos Aires.
- Rabassa, J., Coronato, A., Ponce, J. F., Schlieder, G. y Oscar Martínez, O. (2011).** Depósitos glaciogénicos (Cenozoico Tardío – Cuaternario) y geoformas asociadas. En: Leanza, H. A., Arregui, C., Carbone, O., Danieli, J. y Valles, J., (Eds.), Geología y Recursos Naturales de la Provincia del Neuquén. 18° Congreso Geológico Argentino. Relatorio: 295-314. Neuquén.
- Ramos, V. A. (1981).** Descripción Geológica de la Hoja 33c, Los Chihuidos Norte. Provincia del Neuquén. Servicio Geológico Nacional. Boletín 182: 1-103. Buenos Aires.

Alumno: Tec. Emmanuel Roussillon
Fecha de cursado: marzo a junio de 2024
Fecha de entrega: 25 de octubre de 2024
Fecha de aprobación: 31 de octubre de 2024; Nota: 10 (diez)



- Ramos, V. A. y Folguera, A. (2005).** Tectonic evolution of the Andes of Neuquén: constrains derived from de magmatic arc and foreland deformation. En: Veiga, G. D., Spalletti, L. A., Howell, J. A. & Schwarz, E., (Eds.): The Neuquén Basin, Argentina: A case study in sequence stratigraphy and basin dynamics. Geological Society, London, Special Publications 252: 25-35.
- Ramos, V. A., Mosquera, A., Folguera, A., Morabito, E. G. (2011).** Evolución tectónica de los Andes y del Engolfamiento Neuquino adyacente. En: Leanza, H. A., Arregui, C., Carbone, O., Danieli, J. y Valles, J., (Eds.), Geología y Recursos Naturales de la Provincia del Neuquén. 18° Congreso Geológico Argentino. Relatorio: 335-348. Neuquén.
- Rodríguez, M. F. (2011).** El Grupo Malargüe (Cretácico Tardío-Paleógeno Temprano) en la Cuenca Neuquina. En: Leanza, H. A., Arregui, C., Carbone, O., Danieli, J. y Valles, J., (Eds.), Geología y Recursos Naturales de la Provincia del Neuquén. 18° Congreso Geológico Argentino. Relatorio: 245-264. Neuquén.
- Rodríguez, M. F., Leanza, H. A. y Salvarredy Aranguren, M. (2007).** Hoja Geológica 3969-II, Neuquén, provincias del Neuquén, Río Negro y La Pampa. Instituto del Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín 370, 165 pp. Buenos Aires.
- Roll, A. (1939).** La cuenca de los Estratos con Dinosaurios al sur del río Neuquén. Yacimientos Petrolíferos Fiscales. Y.P.F. Gerencia de Exploración. (Informe inédito).
- Serra-Varela, S., Giacosa, R., González, P., Heredia, N., Martín-González, F. & Pedreira, D. (2016).** Geología y Geocronología del Basamento Paleozoico de los Andes Nordpatagónicos en el Área de San Martín de los Andes. En: González, J. M., Carro Flores, B. M., Sarmiento, A. M. y Camacho Cerro, M. A. (Eds.), 9° Congreso Geológico de España, Geo-Temas 16 (2): 431 - 434. Huelva.
- Sosa, T. y Sales, A. (2013).** Maduración y avances del conocimiento de las Formaciones Los Molles y Vaca Muerta como shale plays. ¿Qué sabemos de estas formaciones, qué nos aún falta por conocer y que nos pueden aportar sus análogos para ello? 1° Concurso Jóvenes Profesionales SPE Argentina. 28 pp.
- Spalletti, L. y Gazzera, C. E. (1994).** Eventos eólicos en capas rojas cretácicas (Formación Río Limay, Grupo Neuquén), sector sudeste de la Cuenca Neuquina, Argentina. En: L. Spalletti (Ed.). Contribuciones de los Simposios sobre Cretácico de América Latina. Parte A: Eventos y Registro Sedimentario. Actas: 89-100.
- Stipanovic, P. N. & Rodrigo, F. (1968).** The Jurassic and Neocomian diastrophism in Argentina and Chile. 22° International Geological Congress. Abstracts. Praga.
- Stipanovic, P.N., Rodrigo, F., Baulies, O. L y Martínez, C. G. (1968).** Las formaciones presenonianas del denominado Macizo Nordpatagónico y regiones adyacentes. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 23 (2) : 367-388. Buenos Aires
- Suriano, J. y Limarino, C. O. (2009).** Sedimentación pedemontana en las nacientes del río Jachal y Pampa de Gualilán, Precordillera de San Juan. Revista de la Asociación Geológica Argentina 65 (3): 516-532.
- Tunik, M., Folguera, A., Naipauer, M. & Ramos, V. A. (2010).** Early upliftand orogenic deformation in the Neuquén basin: constraintson the Andean uplift from U-Pb and Hf isotopic data of detrital zircons. Tectonophysics 489: 2 58–273.

Alumno: Tec. Emmanuel Roussillon
Fecha de cursado: marzo a junio de 2024
Fecha de entrega: 25 de octubre de 2024
Fecha de aprobación: 31 de octubre de 2024; Nota: 10 (diez)



- Uliana, M. A. & Biddle, K. T. (1988).** Mesozoic-Cenozoic paleogeographic and geodynamic evolution of southern South America. *Revista Brasileira de Geociências* 18(2): 172-190.
- Uliana, M. A. y Dellapé, D. A. (1981).** Estratigrafía y evolución paleoambiental de la sucesión masstrichtiano-eoterciaria del engolfamiento neuquino (Patagonia Septentrional). 7° Congreso Geológico Argentino. Actas 3: 673-711.
- Veiga, G. D. (2001).** Evolución paleogeográfica y paleoambiental de los depósitos continentales del Jurásico Medio en el sector austral de la Cuenca Neuquina, República Argentina. *Revista de la Asociación Argentina de Sedimentología*, 9(1): 1-26.
- Vergani, G. D., Tankard, A. J., Belotti, H. J. & Welink, H. J. (1995).** Tectonic evolution and paleogeography of the Neuquén Basin, Argentina. En: Tankard, A. J., Suarez Soruco, R. & Welsink, H. J., (Eds.), *Petroleum Basins of South America*. AAPG Memoir 62: 383-402, Tulsa.
- Volkheimer, W. (1973).** Palinología estratigráfica del Jurásico de la Sierra de Chacai Có y adyacencias (Cuenca Neuquina, República Argentina). I. Estratigrafía de las Formaciones Sierra Chacai Có (Pliensbachiano) Los Molles (Toarciano, Aaleniano) Cura Niyeu (Bayociano) y Lajas (Caloviano inferior). *Asociación Paleontológica Argentina.*, Revista 10(2): 105-129. Buenos Aires.
- Weaver, Ch. (1931)** Paleontology of the Jurassic and Cretaceous of West Central Argentina. University of Washington. Memoir 1: 1-469. Seattle.
- Weaver, Ch. (1942).** A general summary of the Mesozoic of South America and Central America. 8° Am. Sci. Congr. (1949), Proc., 4, Geol., 149-193, Washington.
- Wichmann, R. (1927).** Sobre las facies lacustres Senoniana de los estratos con dinosaurios y su fauna. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias* 30(1-4): 383-406.
- Yrigoyen, M. R. (1972).** Cordillera Principal. En: Leanza, A. F. (Ed.), *Geología Regional Argentina*, Academia Nacional Ciencias, 345-364. Córdoba.
- Yrigoyen, M. R. (1979).** Cordillera Principal. En: Turner, J. C. M. (Ed.): 2° Simposio de Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias 1: 651-694. Córdoba.
- Zanettini, J. C. M. (2018).** Recursos Minerales Metalíferos y Metalogénesis de la Provincia del Neuquén. República Argentina Anales 55. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. 252 pp. Buenos Aires.

Alumno: Tec. Emmanuel Roussillon
Fecha de cursado: marzo a junio de 2024
Fecha de entrega: 25 de octubre de 2024
Fecha de aprobación: 31 de octubre de 2024; Nota: 10 (diez)



Último viaje de la promoción 2024 de la Cátedra de Geología de Campo (29 de junio de 2024), Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue. Fondo: depósitos de la Formación Allen cubiertos por conglomerados cuaternarios (Cinco Saltos, Provincia de Río Negro, Argentina).

Integrantes (de izquierda a derecha): Lucas Rodríguez, Delfina Zaragozi, Julián Naab, Augusto Gonzales, Milenka Margheim, Fausto Díaz, Leandro Jagla, Lucca Camarero, Abril Benítez, Juan Manuel Sánchez, Bruno Cornejo, Noelia Cabrera, Micaela Amarilla, Gonzalo Concetti, Fernanda Sandoval, Tamara Hernández, Alberto Garrido, Tomás Hernández, Emmanuel Roussillon, Belén Ferrada, Jeremías Pallero, Carla Pizarro y Myrna Kissner.



¡Muchas gracias!