

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

“Estratigrafía y paleoambientes de la
Formación Monte León (Oligoceno superior?-
Mioceno inferior), aflorante en el Parque
Nacional Monte León, sudeste de la provincia
de Santa Cruz”



María José Julián
Directora: Dra. Ana Parras
Co-Director: Dr. Miguel Griffin

2006

ÍNDICE

RESUMEN	3
INTRODUCCIÓN	4
OBJETIVOS GENERALES	5
OBJETIVOS PARTICULARES	5
HIPÓTESIS DE TRABAJO	5
ÁREA DE ESTUDIO	5
MARCO GEOLÓGICO Y ANTECEDENTES	6
MATERIALES Y MÉTODOS	9
1. De campo	10
2. De laboratorio	10
3. De gabinete	10
SEDIMENTOLOGÍA	11
1. Descripción de las secciones estratigráficas estudiadas	11
Sección Restinga Norte (50° 19' 31.7'' LS – 68° 52' 00.3'' LO)	13
Sección Cerro Monte León (50° 19' 16.8'' LS – 68° 53' 12.3'' LO)	14
Sección Monte León (50° 21' 25.4'' LS – 68° 53' 05.9'' LO)	16
Sección Cuevas de Monte León (50° 22' 59.1'' LS - 68° 55'34.5'' LO)	18
Sección Yegua Quemada (50° 23' 40.1'' LS - 68° 56' 35.6'' LO)	19
2. Descripción e interpretación de Facies	20
3. Asociación de Facies	33
4. Reconstrucción Paleoambiental	35
TAFONOMÍA Y PALEOECOLOGÍA	38
1. Metodología	38
2. Descripción de las concentraciones esqueléticas	40
3. Interpretación de las concentraciones esqueléticas	49
CONCLUSIONES	52
AGRADECIMIENTOS	53
BIBLIOGRAFÍA CITADA	54
ANEXO I	58
ANEXO II	67

RESUMEN

En este trabajo se describen e interpretan los paleoambientes depositacionales de la Formación Monte León (Oligoceno superior?-Mioceno inferior), aflorante en el área del Parque Nacional Monte León, sudeste de Santa Cruz. Esta unidad posee aquí un espesor máximo de 50 m y está constituida por areniscas y limolitas, con abundante material volcánico y concentraciones de fósiles. Mediante el estudio de cinco secciones estratigráficas se reconocieron nueve facies sedimentarias, a partir de las cuales se interpretaron los mecanismos de depositación dominantes. Éstas se agruparon en cuatro asociaciones de facies permitiendo elaborar un modelo depositacional. La Asociación de Facies I está constituida por areniscas finas y limolitas bioturbadas, con intercalaciones de tobas y tufitas, como así también capas y lentes dominados por moluscos o decápodos. Representa un ambiente de plataforma interna a submareal, con sustratos bien oxigenados y condiciones de baja energía, registrándose episodios esporádicos de mayor energía como tormentas y eventos de caída de ceniza. La Asociación de Facies II, formada por areniscas finas a gruesas masivas o con estratificación entrecruzada en artesa, intercaladas entre limolitas y areniscas muy finas bioturbadas, representaría canales de marea arenosos, desarrollados en un ambiente submareal dentro de la parte más baja de una llanura de marea. La Asociación de Facies III, constituida por areniscas muy finas y limolitas, con alto contenido de material volcánico y laminación heterolítica, representa un ambiente intermareal, desde la zona más baja de planicie arenosa hasta la parte más somera o planicie de fango. La Asociación de Facies IV, constituida por areniscas muy finas y limolitas tufáceas, con lentes que contienen una fauna empobrecida de moluscos e intercalaciones de delgados biohermas ostreros monoespecíficos formados por *Crassostrea orbigny* (Ihering), representaría un ambiente de planicie costera, *i.e.* marismas o estuarios, ubicados en la transición entre un ambiente marino y el fluvial de las sedimentitas de la Formación Santa Cruz suprayacente. El análisis detallado de la composición taxonómica y los rasgos tafonómicos, estratigráficos y sedimentológicos de las concentraciones esqueletales registradas en la Formación Monte León, revela diferencias entre las mismas, sugiriendo una historia compleja en su desarrollo y, en concordancia con los datos sedimentológicos, la depositación durante un ciclo transgresivo-regresivo con condiciones cada vez más someras hacia el techo de la unidad.

INTRODUCCIÓN

Durante el Paleógeno y el Neógeno, Patagonia fue inundada por transgresiones procedentes desde el océano Atlántico, que alternaron con períodos de sedimentación no marina y erosión (Malumián, 1999). Los sedimentos costeros patagónicos depositados durante este intervalo, que comprenden facies continentales y marinas, ofrecen una excelente oportunidad para interpretar las relaciones entre los ecosistemas terrestres y oceánicos en América del Sur y los efectos que sobre ellos tuvieron los cambios climáticos (Casadío, 1999). En este sentido, uno de los problemas más importantes que queda por resolver está relacionado con la determinación de las edades de los depósitos marinos, lo cual es difícil de precisar debido a que las asociaciones de invertebrados están dominadas por especies con escasa resolución bioestratigráfica (Legarreta y Uliana, 1994). No obstante, es en estas sedimentitas donde encontramos las mayores posibilidades de registrar el límite Paleógeno/Neógeno, cuya demarcación ha sido un problema de difícil resolución en América del Sur. Debido a los desacuerdos existentes sobre las relaciones físicas entre los depósitos terrestres y marinos, las edades radiométricas obtenidas en las facies terrestres no permitieron, en muchos casos, elucidar la edad de las capas marinas, por lo que resulta fundamental incrementar el conocimiento sobre el contenido paleontológico y edades de estas últimas.

Durante el desarrollo de esta tesina se efectuó un análisis detallado e integral de la estratigrafía, sedimentología y paleontología de las sedimentitas de la Formación Monte León (Oligoceno superior?-Mioceno inferior), en el área del Parque Nacional Monte León, con el fin de poder interpretar los paleoambientes de depositación y reconstruir las comunidades bentónicas del litoral Atlántico patagónico durante este intervalo. En este área aflora sólo la porción superior de la unidad, correspondiente al Mioceno inferior (Fleagle *et al.*, 1995; Barreda y Palamarczuk, 2000), siendo algunas de las secciones estudiadas, localidades tipo de numerosas especies de invertebrados y conteniendo faunas de moluscos marinos excepcionalmente bien preservadas, que se cuentan entre las mejores del extremo austral de América del Sur. Esto provee información importante relacionada a la historia biogeográfica de la fauna de plataforma continental del hemisferio sur durante el Mioceno inferior, permitiendo ajustar las reconstrucciones paleogeográficas existentes para la región durante el lapso señalado.

OBJETIVOS GENERALES

Obtener un conocimiento detallado de las características paleoambientales y paleogeográficas del sur de Patagonia durante el Mioceno inferior.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Lograr un adecuado conocimiento sedimentológico y paleontológico de las sedimentitas de la Formación Monte León, aflorantes en el área del Parque Nacional Monte León, como así también, de las variaciones en las condiciones paleoambientales registradas en el área durante la depositación de las mismas.

- Determinar los cambios relativos del nivel del mar durante dicho período, mediante el estudio sedimentológico y tafonómico de las concentraciones de conchillas presentes.

HIPÓTESIS DE TRABAJO

Los cambios en la composición faunística y en los paleoambientes depositacionales de las sedimentitas incluidas en la Formación Monte León están vinculados con los cambios relativos del nivel del mar y con las modificaciones ambientales que se produjeron durante su depositación.

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra dentro del Parque Nacional Monte León, situado en el sector sudeste de la provincia de Santa Cruz, en el Departamento Corpen Aike, aproximadamente entre las coordenadas 50° 12' y 50° 28' de latitud Sur y 68° 43' y 69° 11' de longitud Oeste (Figura 1). La superficie del Parque comprende alrededor de 61.000 has de sectores terrestres y costeros, y cerca de 700 km² de mar, lecho y subsuelo marino; abarcando algo más de 30 km de costa en línea recta de extremo norte a extremo sur.

Los centros urbanos más cercanos son Comandante Luis Piedra Buena, distante unos 35 km al norte y Puerto Santa Cruz, a unos 50 km, hacia el noreste; ambas poblaciones están vinculadas históricamente con Monte León. Asimismo, se vincula (por la Ruta Nacional N° 3) con Río Gallegos, distante unos 210 km al sur y con Caleta

Olivia y Comodoro Rivadavia, distantes 420 km y 500 km respectivamente al norte del mismo.

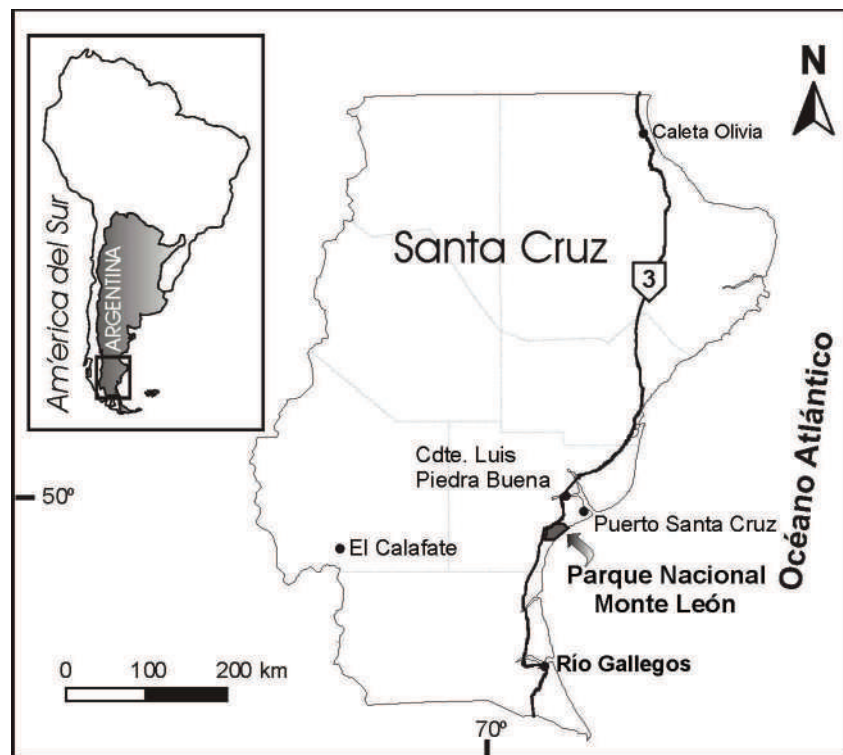


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio.

MARCO GEOLÓGICO Y ANTECEDENTES

La superficie de Patagonia se halla cubierta, en gran parte, por sedimentitas marinas depositadas por transgresiones atlánticas acaecidas durante el Paleógeno/Neógeno. Estas rocas se encuentran expuestas en la provincia de Santa Cruz y en el sector cordillerano de Chile, encontrándose representadas por las formaciones San Julián y Monte León en la costa santacrucense y la Formación Centinela expuesta entre Lago Argentino y Lago Buenos Aires en el sector cordillerano argentino (Figura 2). En el sector cordillerano oriental de Chile, sedimentitas equivalentes son conocidas con el nombre de Formación Guadal.

En la costa, las rocas aflorantes más antiguas corresponden a un complejo piroclástico-lávico, el grupo Bahía Laura (Dogger superior-Malm inferior), integrado por las formaciones Chon Aike (ignimbritas y escasas lavas riolíticas, tobas y tufitas) y La Matilde (tobas, tufitas, pelitas, mantos de carbón), que se encuentran interdigitadas. Sobre esta sucesión se depositaron, en discordancia angular, las sedimentitas de la Formación San Julián, las que son predominantemente marinas epiclásticas (arenoso-

pelíticas), asignadas al Oligoceno superior (Parras y Casadío, 2005). Entre el Oligoceno superior y el Mioceno inferior se depositaron las sedimentitas marinas de la Formación Monte León (tobas, pelitas y areniscas), en probable relación discordante sobre la anterior. Sobre ellas se encuentran las sedimentitas continentales de la Formación Santa Cruz, depositadas en el Mioceno inferior a medio. Las unidades precedentes se encuentran cubiertas, en forma discordante, por depósitos del Cuaternario. Los mismos son acumulaciones de rodados, gravas y arenas genéricamente conocidas como “Rodados Patagónicos” o “Rodados Tehuelches”.

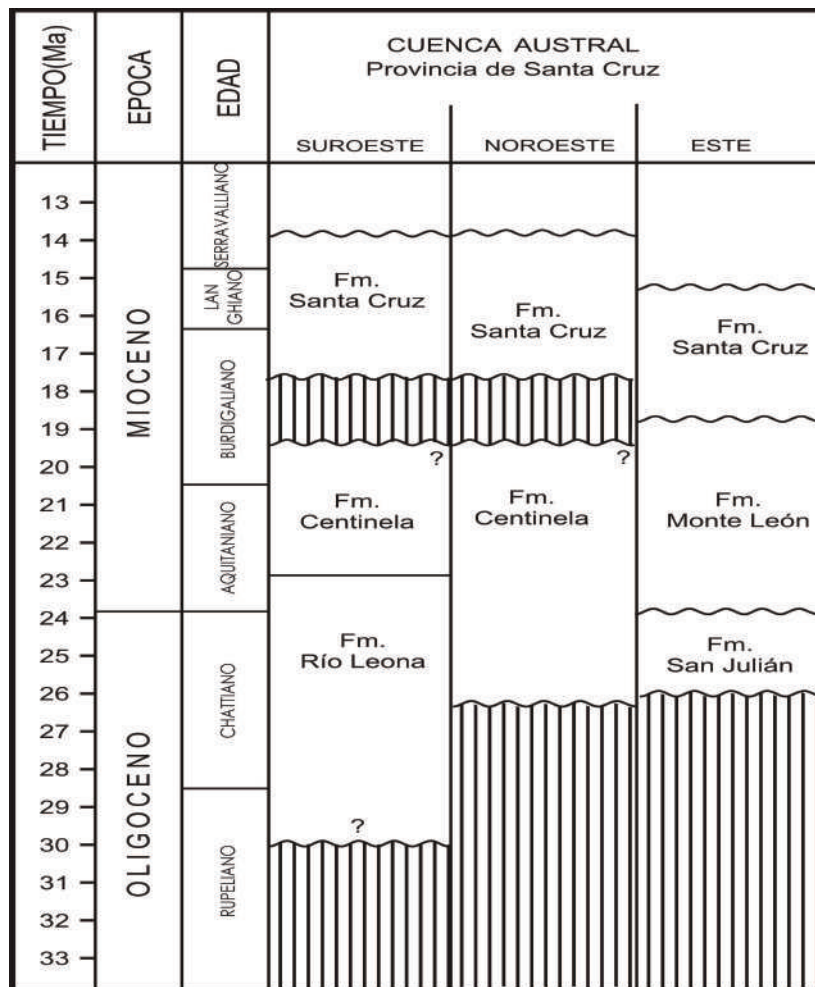


Figura 2. Cuadro cronoestratigráfico, con la edad y las relaciones estratigráficas de las unidades del Oligoceno/Mioceno en Patagonia. Modificado de Guerstein *et al.* (2005).

Las sedimentitas de la Formación Monte León fueron incluidas dentro de las unidades informalmente conocidas como “Patagoniano” y “Suprapatagoniano”, cuya nomenclatura formal y ubicación cronológica fue motivo de discusión desde el siglo pasado (Darwin, 1839; d’Orbigny, 1842; Ameghino, 1898, 1906; Ihering, 1897, 1907;

Hatcher, 1900; Ortmann, 1902; Wichmann, 1922; Windhausen, 1931; Feruglio, 1949), persistiendo aún controversias sobre la edad de las unidades litoestratigráficas involucradas. Un tratamiento completo de los antecedentes y estratigrafía regional puede consultarse en los trabajos de Camacho (1974), Legarreta y Uliana (1994) y Malumián (1999, 2002).

El nombre de Formación Monte León fue propuesto por Bertels (1970). La misma está constituida principalmente por areniscas finas y limolitas de color amarillo grisáceo con abundante material piroclástico e intercalaciones de coquinas. Los afloramientos de esta unidad se extienden entre el límite sur del Parque y la Restinga Norte, volviendo a aparecer como asomos aislados en las inmediaciones de Rincón del Buque. Las mejores exposiciones en el área bajo estudio, se encuentran a lo largo de costa, entre el nivel de la baja marea y la curva de nivel de 130 metros (Figura 3).



Figura 3. Formación Monte León en la localidad Monte León.

Según del Río y Camacho (1998), en el área de estudio esta unidad podría dividirse en tres secciones: 1) una sección inferior compuesta de limolitas bioturbadas con material piroclástico, expuesta a lo largo de las barrancas entre el Cañadón Jack Harvey y la Isla Monte León, 2) una sección media constituida por areniscas, tobas y tufitas, expuesta desde la Isla Monte León al Monte Observación (*i.e.*, Cerro Observación) y 3) una sección superior formada por limolitas y areniscas, expuesta en Cuevas de Monte

León y en Monte Observación (*i.e.*, Cerro Observación). Sin embargo, el relevamiento de campo realizado indica que parte de estas tres secciones se correlacionan lateralmente.

Las sedimentitas de la Formación Monte León registran un ascenso relativo del nivel del mar y el influjo de aguas antárticas sobre la plataforma continental argentina (Malumián, 2002). Las mismas se habrían depositado en un ambiente marino somero, en condiciones neríticas y litorales (Panza *et al.*, 1995; Barreda y Palamarczuk, 2000). Bertels (1980) infirió condiciones de plataforma externa para los términos inferiores de la unidad. Panza *et al.* (1995) indicaron que hacia el techo de la sucesión la profundidad fue paulatinamente menor, culminando en un ambiente parálico, durante un descenso relativo del nivel del mar y la progresiva instalación de un ambiente continental.

La granulometría fina y la presencia de material piroclástico sugieren aporte eólico en un ambiente protegido de la acción de las corrientes marinas (Di Paola y Marchese, 1973). La presencia de bancos de tobas y abundante material cinerítico fue considerada por Bertels (1970) y Di Paola y Marchese (1973) como indicativa de episodios volcánicos coetáneos en el ámbito cordillerano, cuyas cenizas habrían sido transportadas por los vientos hasta la cuenca marina.

Aunque existen aún discrepancias con respecto a la edad de la Formación Monte León, la mayoría de los autores refieren esta unidad al Oligoceno tardío (Bertels, 1970) u Oligoceno tardío-Mioceno temprano (Malumián, 1999, 2002). Basada en los foraminíferos, Nández (1988) la restringió al Oligoceno (sección media de la Zona P19 y techo de la Zona P21), indicando que el techo de la misma podría extenderse al Mioceno temprano. Esto último fue confirmado mediante una datación radimétrica $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ efectuada por Fleagle *et al.* (1995) en el techo de esta Formación en la localidad de Cerro Monte León, la que indicó 19,33 Ma (Burdigaliano, Mioceno temprano). Recientemente, Barreda y Palamarczuk (2000), en base a palinomorfos, consideraron que en el área de estudio la unidad debería ser restringida al Mioceno inferior, criterio que seguimos en el presente estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales utilizados durante el presente estudio fueron imágenes satelitales, cartas topográficas, muestras de rocas y fósiles, tamices de diversas mallas, químicos para limpieza del material paleontológico, lupas binoculares y equipamiento para

fotografía óptica y electrónica de barrido.

Los métodos pueden agruparse en: 1) de campo, 2) de laboratorio, y 3) de gabinete.

1. De campo:

Se realizaron dos campañas al área de estudio, en los meses de marzo y mayo de 2005. Durante las mismas se procedió al mapeo de todas las unidades litoestratigráficas presentes, utilizando GPS, y tomando como base imágenes satelitales y cartas topográficas.

Los datos obtenidos durante estos relevamientos, en conjunto con la información recopilada a partir de la bibliografía específica del área ocupada por el Parque Nacional Monte León, permitieron elegir las localidades donde se efectuaron estudios de detalle. Las localidades que, por su interés paleontológico y/o geológico, fueron escogidas son, de norte a sur: Restinga Norte, Cerro Monte León, Monte León, Cuevas de Monte León y Yegua Quemada. En las mismas se procedió a levantar perfiles estratigráfico-sedimentológicos verticales detallados (escala 1:10), registrando litología, tamaño de grano, estructuras sedimentarias y color. También se efectuó el muestreo de las sedimentitas capa por capa y se coleccionaron y/o fotografiaron los fósiles y trazas fósiles presentes, haciendo especial referencia a los niveles estratigráficos portadores y efectuando observaciones tafonómicas.

2. De laboratorio:

En el laboratorio se efectuó la limpieza y preparación de los fósiles obtenidos. Con tal fin se emplearon medios mecánicos y químicos (peróxido de hidrógeno, ácido acético, ácido clorhídrico). Debido al pequeño tamaño de la mayoría de los fósiles (<0,5 cm), se procesaron volúmenes estandarizados de muestra (1.000 cm³) de los principales niveles fosilíferos, desagregándolos por inmersión en peróxido de hidrógeno, procediendo al tamizado e identificación de los taxa presentes mediante lupa de mano y binocular. El material se registró y depositó transitoriamente en la colección del Departamento de Ciencias Naturales de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de La Pampa (GHUNLPam).

3. De gabinete:

Para la elaboración de los antecedentes se realizó una revisión exhaustiva de los trabajos geológicos y paleontológicos existentes sobre el área abarcada por el Parque

Nacional Monte León, como así también de aquellos efectuados en áreas aledañas.

Las secciones estratigráficas medidas fueron dibujadas a escala 1:200, escaneadas y redibujadas en el programa de computación CorelDRAW 11. Se realizó la diferenciación de facies sedimentarias, el agrupamiento en asociaciones de facies y se procedió al análisis paleoambiental, utilizando bibliografía específica sobre los diferentes temas.

Las determinaciones taxonómicas de los fósiles coleccionados se efectuaron comparando con material de colección o mediante la bibliografía. Se procedió a estimar los porcentajes relativos de los diferentes taxa en cada nivel, con el fin de obtener datos que ayudaran a la interpretación paleoambiental y a la reconstrucción de las comunidades.

SEDIMENTOLOGÍA

1. Descripción de las secciones estratigráficas estudiadas

Las localidades escogidas: Restinga Norte, Cerro Monte León, Monte León, Cuevas de Monte León y Yegua Quemada (Figura 4), son citadas frecuentemente en la literatura geológica y paleontológica (Fleagle *et al.*, 1995; Del Río y Camacho, 1998; Barreda y Palamarczuk, 2000). Sin embargo no se disponía de secciones sedimentológicas y estratigráficas de detalle que permitieran realizar correlaciones y reconstrucciones paleoambientales acordes a la importancia regional que tienen. En muchos casos estas localidades constituyen la localidad tipo de taxa que fueron coleccionados sin una referencia clara del nivel estratigráfico portador. En el Cerro Monte León se encuentra expuesto el contacto entre las formaciones Monte León y Santa Cruz, que reviste importancia al estimar la naturaleza y alcances de las modificaciones ambientales registradas en la región durante la transición Mioceno inferior-Mioceno medio.

A continuación se realiza la descripción de las secciones estratigráficas estudiadas. El dibujo a escala de las mismas puede consultarse en el Anexo I.

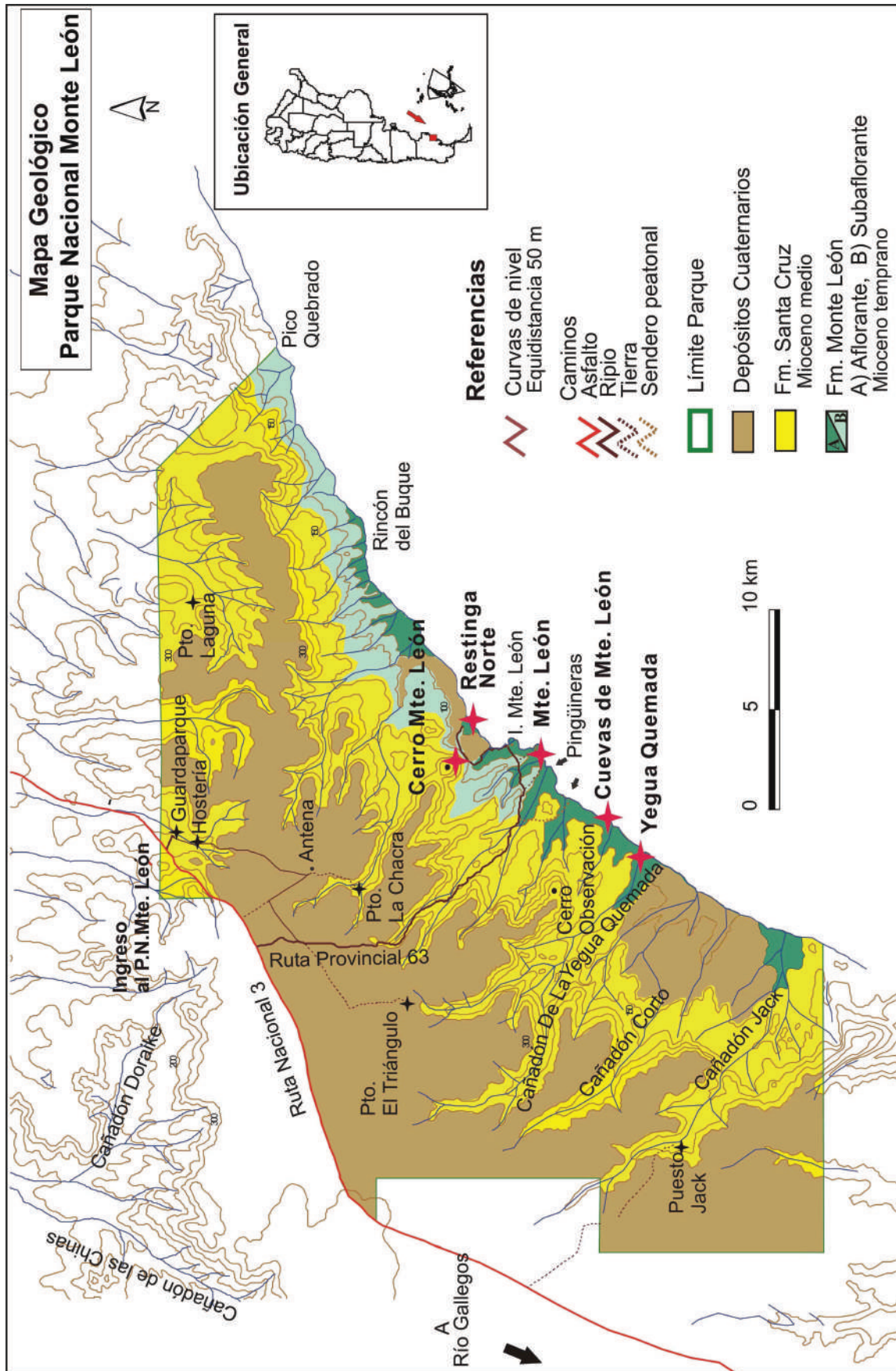


Figura 4. Mapa geológico del Parque Nacional Monte León, con la ubicación de las secciones estudiadas (tomado de Parras *et al.*, 2005)

Sección Restinga Norte (50° 19' 31.7" LS – 68° 52' 00.3" LO)



----- Base cubierta -----

Formación Monte León

- 0-0,5 m 0,5 m de arenisca fina bioturbada, de color verde claro, con contactos ondulados. Presenta intraclastos de 4 a 8 cm de diámetro con bioerosiones. La bioturbación consiste principalmente en trazas horizontales (*Monocraterion?* isp.) y galerías atribuidas a decápodos (*Thalassinoides* isp.). Las concentraciones de fósiles se disponen en forma lenticular y están constituidas por fragmentos de conchillas o por ejemplares de "*Turritella*" *iheringi* Cossmann. El empaquetamiento es disperso en todo el nivel y denso en los lentes, la selección por tamaño es bimodal (constituida por pequeños fragmentos y fósiles enteros de entre 5 y 8 cm de diámetro). Son frecuentes los moluscos y braquiópodos dispuestos perpendiculares o inclinados con respecto a la estratificación, en posición de vida. Los decápodos y las ostras se disponen en forma concordante. La desarticulación y la fragmentación son altas en los primeros 30 cm y moderadas hacia el techo, exceptuando los moluscos y braquiópodos en posición de vida, que se encuentran articulados y enteros. El encostramiento y la bioerosión son bajos, observándose sólo en *Crassostrea? hatcheri* (Ortmann). Se reconocieron ejemplares, predominantemente adultos, de braquiópodos: *Pachymagas patagonica* (Ihering); bivalvos: *Cardium patagonicum* Ihering, *Crassostrea? hatcheri* (Ortmann), *Cucullaea alta* Sowerby, *Dosinia laeviuscula* (Philippi), *Maorimactra indistincta* (Ihering), *Panopea quemadensis* (Ihering), *Pitar iheringi* (Cossmann), *Reticulochlamys proxima* (Sowerby), *Retrotapes striatolamellata* (Ihering), *Spissatella kokeni* (Ihering); gasterópodos: *Adelomelon burmeisteri* (Ihering), *Miomelon* sp., *Neoimbricaria patagonica* (Ihering), *Odontocymbiola pilsbryi* (Ihering), *Penion subrectus* (Ihering), *Proscaphella gracilior* (Ihering), *Proscaphella orbignyana* (Philippi), *Trophon santacruzensis* Ihering, "*Turritella*" *iheringi* Cossmann y decápodos: *Chaceon peruvianus* (d'Orbigny), *Proterocarcinus* sp. M1.
- 0,5-1,0 m 0,5 m de arenisca fina bioturbada, con contactos ondulados. Presenta concentraciones lenticulares constituidas predominantemente por "*Turritella*" *iheringi* Cossmann, *Nucula* sp., y algunos pequeños bivalvos articulados dispuestos en forma caótica. El empaquetamiento es disperso (excepto en los lentes) y la selección por tamaño es baja. La desarticulación es alta, excepto en los lentes, donde los fósiles están completamente articulados. La fragmentación y la abrasión son bajas. Se reconocieron braquiópodos: *Pachymagas patagonica* (Ihering); bivalvos: *Glycymeris* sp., *Nucula* sp., *Reticulochlamys proxima* (Sowerby); gasterópodos: *Odontocymbiola pilsbryi* (Ihering), *Proscaphella orbignyana* (Philippi), *Solariella dautzenbergi* Cossmann, *Struthiolarella patagoniensis* Camacho y Zinsmeister, *Terebra quemadensis* Ihering, "*Turritella*" *iheringi* Cossmann; equinodermos; decápodos y briozoos. M2.
- 1,0-2,5 m 1,5 m de arenisca fina a limolita muy bioturbada, con contactos ondulados. Entre las trazas son comunes *Thalassinoides* isp. y *Chondrites* isp. Presenta lentes de 5 a 10 cm de espesor con "*Turritella*" *iheringi* Cossmann, braquiópodos (Terebratulidae indet.) y pequeños bivalvos (*Cardita?* sp.) subordinados, dispuestos en forma concordante en la base y caótica en el techo. En los mismos el empaquetamiento es denso y la selección por tamaño es buena. La desarticulación y la bioerosión son altas, la fragmentación es moderada y la abrasión es baja. Se reconocieron braquiópodos: *Pachymagas* sp., Terebratulidae indet.; bivalvos: *Astele?* sp., *Cardium patagonicum* Ihering, *Iheringinucula crassirugata* Del Río y

Camacho, *Limopsis insolita* (Sowerby), *Pleuromeris* sp., *Pododesmus* sp.; gasterópodos: *Austrotoma cuevensis* (Ihering), *Cancellaria cruzialis* Ihering, *Eoturris santacruzensis*, (Ihering), *Proscaphella gracilior* (Ihering), *Proscaphella* sp., *Solariella* sp., *Splendrillia santacruzensis* (Ortmann), *Struthiolarella ameghinoi* (Iheringi), “*Turritella*” *iheringi* Cossmann, “*Turritella*” sp.; escafópodos: *Dentalium* sp. y equinodermos. M3 y M4.

- 2,5-3,1 m 0,6 m de arenisca fina a limolita bioturbada, con tubos de 0,2 a 0,5 cm de diámetro rellenos de arcilita. Presenta estratificación entrecruzada en artesa y, en algunos sectores, laminación ondulítica.
- 3,1-8 m 4,9 m de limolitas y arcilitas con estratificación planar y contactos ondulados. En el contacto de cada set, donde la litología es más fina, se observan niveles, de entre 2 y 7 cm de espesor, con laminación ondulítica. Presenta moldes de pequeños gasterópodos, ejemplares juveniles de “*Turritella*” *iheringi* Cossmann, escafópodos y bivalvos (*Nucula* sp.).
- 8-13,5 m 5,5 m de limolitas y arcilitas finamente laminadas, con contactos ondulados.

----- Cuaternario -----

Sección Cerro Monte León (50° 19' 16.8" LS – 68° 53' 12.3" LO)



----- Base cubierta -----

Formación Monte León

- 0-3,0 m 3,0 m de arenisca media arcillosa, laminada, con intraclastos pelíticos. El color es verde amarillento. La base se encuentra cubierta y el techo es ondulado. Presenta bivalvos (nuculoideos, veneroideos, córbulidos) y gasterópodos (Hydrobiidae?). M1 y M2.
- 3-3,5 m 0,5 m de arenisca fina consolidada, de color verde amarillento, que resalta en el perfil. La base es ondulada y el techo es plano. Posee geometría de lente, empaquetamiento disperso (5%) y buena selección por tamaño (la mayoría de los bioclastos entre 0,5 y 1 cm de diámetro). Los fósiles se disponen con orientación caótica. La desarticulación es moderada y la fragmentación y abrasión son bajas. Predominan moldes de individuos adultos, identificándose braquiópodos: Terebratulidae indet.; bivalvos: *Carycorbula hatcheri* (Ortmann), *Eosolen crucis* (Ihering), *Mactra?* sp., *Nucula* sp., “*Nuculana*” sp.; gasterópodos: *Calyptraea* sp. y decápodos: *Chaceon peruvianus* (d’Orbigny). M3.
- 3,5-3,6 m 0,1 m de arcilitas laminadas de color verde. Base y techo planos. M4.
- 3,6-7,8 m 4,2 m de arenisca gruesa, con estratificación entrecruzada en artesa, de color verde amarillento. La base es plana y el techo ondulado. Presenta láminas e intraclastos de pelitas verdes, que hacia el techo contienen bivalvos: *Mactra?* sp., *Pseudoportlandia glabra* (Sowerby) y gasterópodos: *Calyptraea* sp. M5.
- 7,8-8,1 m 0,3 m de arenisca gruesa con matriz de conchillas. Presenta geometría de capa con espesor variable (entre 20 y 40 cm), base ondulada y techo plano. El empaquetamiento es denso

(70%), la selección por tamaño es bimodal (una moda representada por pequeños fragmentos de bivalvos y la otra por fragmentos de ostras de mayor tamaño), la orientación es caótica y la desarticulación y fragmentación son altas. La abrasión es alta en las ostras y baja en los otros moluscos. Predominan los bivalvos: *Crassostrea orbigny* (Ihering), *Maetra?* sp., *Pleuromeris cruzensis* (Ihering), *Yoldia?* sp.; con gasterópodos subordinados: *Adelomelon (Pachycymbiola) ameghinoi* (Ihering). Se observan ejemplares juveniles y adultos, aunque estos últimos no alcanzan su tamaño máximo. M6.

- 8,1-13,6 m 5,5 m de arcilitas y limolitas masivas de color marrón. Aproximadamente un metro antes del techo se intercala un lente de 10-20 cm de espesor con *Crassostrea orbigny* (Ihering). Presenta base y techo ondulado, empaquetamiento denso (55%) y buena selección por tamaño (la mayor parte de los bioclastos entre 8 y 12 cm de diámetro). La orientación de los fósiles es perpendicular al estrato, en posición de vida, formando nidos. La desarticulación, fragmentación, abrasión, encostramiento y bioerosión (*Maeandropolydora* isp.) son bajos. El espectro de edades varía de juveniles a adultos, siendo estos últimos los predominantes, aunque sin alcanzar su tamaño máximo. Además de las ostras se observan escasos gasterópodos (*Calyptraea* sp.). M7 y M8.
- 13,6-13,7 m 0,1 m de limolitas masivas con *Crassostrea orbigny* (Ihering). Es una capa con base y techo ondulados. El empaquetamiento es denso (55%), la selección por tamaño es buena (la mayor parte de los bioclastos entre 8 y 10 cm de diámetro), la orientación es concordante, la desarticulación es alta, la abrasión y la fragmentación son moderadas (fragmentos y valvas enteras en igual proporción). El encostramiento y la bioerosión son muy bajos. Predominan los adultos de pequeño tamaño. Se observan también escasos gasterópodos (*Calyptraea* sp.).
- 13,7-17,5 m 3,8 m de arcilitas y limolitas de color verde, con laminación heterolítica (ondulosa). Base y techo ondulados. M9.
- 17,5-17,8 m 0,3 m de arenisca media y pelitas interestratificadas. Los contactos son ondulados, el empaquetamiento es bajo (15-25%) y la selección por tamaño es pobre. Los bioclastos presentan orientación caótica y un alto grado de desarticulación y fragmentación. La abrasión es alta en las ostras, que parecen reelaboradas y moderada en los otros moluscos. La ostras presentan también alto grado de bioerosión (*Entobia* isp, *Maeandropolydora*, isp., *Caulostrepsis* isp., *Clionolithes* isp. y *Gastrochaenolites* isp.) y encostramiento. Se reconocen ejemplares adultos y juveniles de bivalvos: *Crassostrea orbigny* (Ihering), *Glycymeris cuevensis* (Ihering), *Maetra?* sp. y gasterópodos: *Adelomelon (Pachycymbiola) ameghinoi* (Ihering), *Crepidula gregaria* Sowerby, Muricidae indet., *Valdesia* sp. M10.
- 17,8-20,8 m 3,0 m de arenisca fina laminada. La base es ondulada y el techo plano.
- 20,8-26,9 m 6,1 m de limolitas y arcilitas laminadas. Base y techo planos. M11.
- 26,9-35,4 m 8,5 m de arenisca fina en la base y limolitas hacia el techo.
- 35,4-35,7 m 0,3 m de arenisca muy fina, matriz arcillosa, con nidos de *Crassostrea orbigny* (Ihering), formando un bioherma. La geometría es lenticular con base ondulada y techo plano. El empaquetamiento es denso (55%) y la selección por tamaño es buena (la mayoría de las ostras entre 6 y 10 cm de longitud). Las ostras se disponen en forma perpendicular al estrato, en posición de vida. El grado de desarticulación, abrasión, fragmentación, encostramiento y bioerosión es bajo. Los ejemplares corresponden a juveniles y adultos de pequeño tamaño. Se colectaron también restos de vertebrados (*Propalaeophorus* sp. y *Protypotherium* sp.). M12.
- 35,7- 35,95 m 0,25 m de arenisca muy fina, con base y techo planos.
- 35,95-36,0 m 0,05 m de arenisca muy fina con fragmentos de *Crassostrea orbigny* (Ihering). Presenta forma lenticular, con base ondulada y techo plano. El empaquetamiento es denso (55%) y la selección por tamaño es pobre. Los fósiles se disponen en forma concordante, la mayoría con la convexidad hacia arriba. El grado de desarticulación, fragmentación y abrasión son altos, mientras que el encostramiento y la bioerosión son muy bajos.

Sección Monte León (50° 21' 25.4" LS – 68° 53' 05.9" LO)



----- *Base cubierta* -----

Formación Monte León

- 0,0-6,0 m 0,6 m de arenisca fina masiva, bioturbada. Presenta *Thalassinoides* isp. y galerías meniscadas de hasta 8 cm de diámetro. Son frecuentes los decápodos en su mayoría concordantes al plano.
- 6-16,2 m 10,2 m de arenisca fina arcillosa bioturbada con estratificación planar y contactos ondulados. Los estratos tienen un espesor variable de entre 10 y 40 cm. Las trazas se presentan paralelas, oblicuas y perpendiculares al plano, y tienen entre 0,3 y 3 cm de diámetro (*Thalassinoides* isp. y *Ophiomorpha* isp.). A los 7,2 y 9 m se intercalan lentes de entre 0,5 y 1,5 m de ancho y 8 cm de espesor, con espinas de equinodermos, serpúlidos y briozoos. Se observan también escasos ejemplares de *Crassostrea? hatcheri* (Ortmann) articulados y en posición de vida. El empaquetamiento es disperso (5%) y la selección por tamaño es buena. Los fósiles se presentan con orientación caótica, con alto grado de desarticulación y encostramiento (serpúlidos y briozoos). La fragmentación, abrasión y bioerosión son bajas. M1.
- 16,2-16,4 m 0,2 m de arenisca fina, con geometría de lente de entre 0,5 y 4 m de ancho. Presenta espinas de equinodermos y serpúlidos, como así también escasos bivalvos y braquiópodos, desarticulados y en posición caótica.
- 16,4-17,7 m 1,3 m de arenisca fina bioturbada, similar a la de los niveles anteriores.
- 17,7-17,9 m 0,2 m de arenisca fina a media, con base ondulada y bioturbada y techo plano. La geometría es de capa, con pequeños “pods” en la base, producto del relleno de galerías preexistentes. El empaquetamiento es denso (70%) y la selección por tamaño buena (la mayoría de los bioclastos menores a 1 cm de diámetro). Los fósiles se encuentran en posición caótica, excepto *Panopea quemadensis* (Ihering) que se encuentra perpendicular a la estratificación, en posición de vida. La desarticulación, fragmentación, abrasión y bioerosión son muy bajas. El encostramiento es moderado (briozoos incrustantes sobre gasterópodos). El espectro de edades es completo (protoconchas, juveniles y adultos). Se identificaron bivalvos: *Panopea quemadensis* (Ihering), *Reticulochlamys proxima* (Sowerby), *Spisatella longior* (Ihering); gasterópodos: *Austroimbricaria quemadensis* (Ihering), *Glossaulax vidali* (Philippi), *Polinices santacruzensis* Ihering, “*Turritella*” *ambulacrum* Sowerby, “*Turritella*” *iheringi* Cossmann, *Valdesia collaris* (Sowerby), *Xymenella dautzenbergi* (Ihering); escafópodos; equinodermos y briozoos. Los gasterópodos dominan, representando el 95% del nivel. M2 y M3.
- 17,9-23,5 m 5,6 m de arenisca fina bioturbada, con *Ophiomorpha* isp., *Thalassinoides* isp. y *Monocraterion* isp. Hacia el techo se observan ejemplares articulados, en posición de vida, de *Crassostrea? hatcheri* (Ortmann) y *Panopea quemadensis* (Ihering). Las ostras también

- se encuentran desarticuladas, concordantes, desgastadas y con bioerosiones (*Entobia* isp. y *Gastrochaenolites* isp.). M4.
- 23,5-23,6 m 0,1 m de limolita con material volcánico (tufita) muy bioturbada de color gris oscuro, con base ondulada y techo plano. M5.
- 23,6-24,6 m 1,0 m de arenisca fina bioturbada con *Ophiomorpha* isp. Se observan lentes con fragmentos de *Balanus* sp.
- 24,6-24,8 m 0,2 m de tufita bioturbada. Base ondulada y techo plano. M6.
- 24,8-25,3 m 0,5 m de arenisca media con ceniza, bioturbada. La base es ondulada (marcada por placas desarticuladas de *Balanus*) y el techo es plano (con *Panopea quemadensis* (Ihering) y *Dosinia laeviuscula* (Philippi) en posición de vida). Se intercalan lentes constituidos por balánidos y equinodermos. El empaquetamiento es pobre a denso (15- 55%) y la selección por tamaño es bimodal (bioclastos pequeños -menores a 1 cm- y grandes -entre 5 y 10 cm-). Los fósiles presentan orientación caótica, excepto ejemplares de *Panopea* en posición de vida. La desarticulación es total en balánidos y moderada en bivalvos. La fragmentación, el encostramiento (briozoos) y la bioerosión (marcas de predación) son bajas. No se observa abrasión. Se identificaron bivalvos: *Dosinia laeviuscula* (Philippi), *Jorgechalmys centralis* (Sowerby), *Limaria patagonica* (Ihering), *Panopea quemadensis* (Ihering), *Pododesmus* sp., *Pteromyrtea cruzialis* (Ihering); gasterópodos: *Austrocominella cossmanni* (Ihering), *Bulbus consimilis* (Ihering), *Calliostoma garretti* Ortmann, *Gibbula (Phorculus) margaritoides* Cossmann, *Struthiolarella ameghinoi* (Ihering), *Valdesia dalli* (Ihering); decápodos; briozoos; cirripedios (*Balanus* sp.) y braquiópodos. Predominan ejemplares adultos. M6.
- 25,3-26,6 m 1,3 m de arenisca media con *Ophiomorpha* isp. Presenta intercalaciones lenticulares con contactos ondulados, empaquetamiento denso (55%) y buena selección por tamaño (bioclastos menores a 2 cm). La orientación de los fósiles es caótica, la desarticulación moderada a baja, la fragmentación es alta y el encostramiento, la abrasión y la bioerosión son bajas. Presenta gasterópodos: *Bulbus consimilis* (Ihering) y bivalvos: *Dosinia laeviuscula* (Philippi), *Pteromyrtea cruzialis* (Ihering), en igual proporción, escasos cirripedios y briozoos incrustantes. M7.
- 26,6-27,1 m 0,5 m de arenisca media bioclástica, con base ondulada y techo plano. Es una capa con tubos rellenos ("pods") en la base. El empaquetamiento es denso (70%) y la selección por tamaño es pobre. Los fósiles se encuentran desarticulados y concordantes (la mayoría con la convexidad hacia arriba) en la base y fragmentados y en posición caótica hacia el techo. El encostramiento es alto (briozoos), la abrasión es baja y la bioerosión moderada (marcas de predación y *Entobia* isp.). Presenta braquiópodos: *Pachymagas* sp.; bivalvos: *Cardium patagonicum* Ihering, *Cardium philippii* Ihering, *Glycymeris cuevensis* (Ihering), *Jorgechlamys centralis* (Sowerby), *Nodipecten* sp., *Pleuromeris cruzensis* (Ihering), *Pteromyrtea cruzialis* (Ihering), *Serratina jeguaensis* (Ihering), *Zygochlamys geminata* (Sowerby); gasterópodos: *Antimelatoma quemadensis* (Ihering), *Austrotoma cuevensis* (Ihering), *Borsonia patagonica* Ortmann, *Bulbus subtenuis* (Ihering), *Bulbus consimilis* (Ihering), *Calliostoma observationis* Ortmann, *Calliostoma garretti* Ortmann, Columbelliidae indet., *Crepidula gregaria* Sowerby, *Fusigulareus* sp., *Glossaulax vidali* (Philippi), *Homalopoma philippii* (Ihering), *Neoimbricaria patagonica* (Ihering), *Polinices santacruzensis* Ihering, *Solariella dautzenbergi* Cossmann, *Struthiolarella ameghinoi* (Ihering), "*Turritella*" *iheringi* Cossmann, *Valdesia collaris* (Soweby), *Valdesia dalli* (Ihering), *Xymenella dautzenbergi* (Ihering); escafópodos: *Dentalium* sp. y briozoos. El espectro de edades es completo. M8.
- 27,1-28,6 m 1,5 m de arenisca fina arcillosa, bioturbada, con pequeños tubos y moteados. Presenta estratificación entrecruzada en artesa (sets de entre 10 y 20 cm). Se observan escasos braquiópodos articulados (Terebratulidae indet.), valvas concordantes de *Crassostrea? hatcheri* (Ortmann) y pequeños lentes con fragmentos de conchillas. M9.
- 29,6-47,6 m 19,0 m de pelitas laminadas. Los últimos 6 m presentan laminación heterolítica (lenticular continua y ondulosa). M10, M11, M12.

47,6-48,6 m 1 m de arenisca fina con estructuras de carga. M13.

----- *Techo cubierto* -----

Sección Cuevas de Monte León (50° 22' 59.1" LS - 68° 55'34.5" LO)



----- *Base cubierta* -----

Formación Monte León

- | | |
|---------------|---|
| 0-8,0 m | 8,0 m de arenisca muy fina a limolita bioturbada, de color amarillento, con estratificación planar y contactos ondulados. |
| 8,0-8,05 m | 0,05 m de toba blanca bioturbada. M1. |
| 8,05-9,35 m | 1,30 m de limolita bioturbada, de color amarillento, con estratificación planar y contactos ondulados. |
| 9,35-9,40 m | 0,05 m de toba gris. M2. |
| 9,40-20,40 m | 11,0 m de arenisca muy fina a limolita bioturbada, de color amarillento, con estratificación planar y contactos ondulados. Se observan numerosas concreciones de entre 10 y 50 cm de diámetro. M3. |
| 20,40-20,58 m | 0,18 m de material piroclástico. El primer centímetro es de chonita, continúan 10 cm de tufitas laminadas y culmina con 7 cm de tufita consolidada que resalta en el perfil. M4A y M4B. |
| 20,58-22,38m | 1,8 m de limolitas bioturbadas, de color amarillento, con estratificación planar y contactos ondulados. |
| 22,38-22,48 m | 0,10 m de toba que resalta en el perfil. M5. |
| 22,48-24,38 m | 1,90 m de limolitas y areniscas finas bioturbadas, con estratificación entrecruzada en artesa. Se observan galerías asignadas a <i>Ophiomorpha</i> isp. y <i>Thalassinoides</i> isp. |
| 24,38-28,18 m | 3,80 m de arenisca bioclástica con estratificación entrecruzada en artesa, muy bioturbada (<i>Ophiomorpha</i> isp.), con base y techo ondulados. Presenta numerosos fósiles en una matriz de arenisca media y fragmentos de conchillas. El empaquetamiento es denso (>70%), la selección por tamaño es bimodal (bioclastos pequeños menores de 1 cm y grandes mayores de 5 cm). La mayoría de los ejemplares presentan orientación concordante, con la convexidad hacia arriba. La desarticulación es total (100%); la fragmentación es alta en balánidos y moderada a baja en el resto de los fósiles. El encostramiento, la abrasión y la bioerosión (marcas de predación y briozoos) son bajos a nulos. Se reconocieron bivalvos: <i>Ameghinomya meridionalis</i> (Sowerby), <i>Arca patagonica</i> Ihering, <i>Austromacoma perplana</i> (Ihering), <i>Cardium ameghinoi</i> Ihering, <i>Cardium philippii</i> Ihering, <i>Cucullaria tridentata</i> Ihering, <i>Dosinia laeviuscula</i> (Philippi), <i>Elliptotellina patagonica</i> (Ihering), <i>Glycymeris</i> |

cuevensis, *Jorgechlamys centralis* (Sowerby), *Lahilla* sp., *Lahilla patagonica* Ihering, *Nodipecten* sp., *Pitar iheringi* (Cossmann), *Pleuromeris cruzensis* (Ihering), *Pteromyrtea cruzialis* (Ihering), *Reticulochlamys proxima* (Ihering), *Retrotapes striatolamellata* (Ihering), *Scalpomactra* sp.; gasterópodos: *Argenthina hatcheri* (Ortmann), *Austroimbricaria quemadensis* (Ihering), *Barnea (Anchomasa) paucispina* (Ihering), *Bulbus subtenuis* (Ihering), *Bulbus consimilis* (Ihering), *Calyptraea* cf. *merriami* (Ortmann), *Cancellaria cruzialis* Ihering, *Crepidula gregaria* (Sowerby), *Glossaulax vidali* (Philippi), *Homalopoma philippii* (Ihering), *Kaitoa patagonica* (Ihering), *Neoimbricaria patagonica* (Ihering), *Odontocymbiola cannada* (Ihering), *Odostomia suturalis* Ihering, *Opalia cossmanni* (Ihering), *Penion subrectus* (Ihering), *Peratotoma iheringi* Cossmann, *Polinices santacruzensis* Ihering, *Pyrula carolina* (d'Orbigny), *Retizafra improvisa* (Ihering), *Roxania* sp., *Semiacteon semilaevis* (Ihering), *Struthiolarella ameghinoi* (Ihering), *Struthiolarella patagoniensis* Camacho y Zinsmeister, *Terebra quemadensis* Ihering, *Trophon santacruzensis* Ihering, "Turritella" *ambulacrum* Sowerby, *Valdesia dalli* (Ihering), *Volutidae* indet., *Xymenella dautzenbergi* (Ihering), *Zeadmete ameghinoi* (Ihering); y equinodermos. M6.

28,18-29,38 m 1,20 m de arenisca fina con escasos ejemplares de *Dosinia laeviuscula* (Philippi) articulados, rotados de su posición de vida.

29,38-45,38 m 16,0 m de pelitas. Se intercalan arcilitas verdosas con gran cantidad de moldes de pectínidos y gasterópodos, con limolitas muy bioturbadas que presentan pequeños tubos en todas las direcciones. A los 9 m se observa una capa de toba de 10 cm de espesor. M7 y M8.

----- *Techo cubierto* -----

4.2.5. Sección Yegua Quemada (50° 23' 40.1" LS - 68° 56' 35.6" LO)



----- *Base cubierta* -----

Formación Monte León

0-2,40 m 2,40 m de arenisca fina arcillosa de color verde con concreciones. M1.

2,40-5,20 m 2,80 m cubiertos.

5,20-9,60 m 4,40 m de arenisca fina muy bioturbada, con numerosos tubos de entre 0,5 y 3 cm de diámetro (*Thalassinoides* isp.) y otros más pequeños verticales (*Skolithos* isp.). M2.

9,60-11,0 m 1,40 m de arenisca fina con estratificación entrecruzada en artesa, muy bioturbada con tubos en todas las direcciones y grandes *Thalassinoides* isp. La matriz presenta numerosos fragmentos de conchillas. La base es ondulada y el techo es plano. El empaquetamiento es denso (70%) y la selección por tamaño bimodal (bioclastos pequeños menores a 0,7 cm y grandes entre 5 y 7 cm). Los fósiles están dispuestos concordantes con el estrato, la mayoría con la convexidad hacia arriba. La desarticulación es total (100%), la fragmentación es alta en balánidos y equinodermos y moderada a baja en moluscos. El encostramiento, abrasión y bioerosión son bajos a nulos. Se reconocieron bivalvos: *Cardium philippii* Ihering, *Carycorbula hatcheri* (Ortmann), *Cucullaria tridentata* Ihering, *Glycymeris cuevensis* (Ihering), *Iheringinucula crassirugata* Del Río y Camacho, *Limopsis insolita* (Sowerby), *Nodipecten* sp., *Pitar iheringi* (Cossmann), *Pleuromeris cruzensis* (Ihering), *Pteromyrtea*

cruzialis (Ihering), *Reticulochlamys proxima* (Ihering); gasterópodos: *Austroimbricaria quemadensis* (Ihering), *Borsonia patagonica* Ortmann, *Glossaulax vidali* (Philippi), Naticidae indet., *Opalia cossmanni* (Ihering), *Proscaphella cossmanni* (Ihering), *Terebra santacruzensis* Ihering; equinodermos y cirripedios (*Balanus* sp.). M3, M4.

11,0-14,20 m 3,20 m de arenisca fina a media con fragmentos de conchillas y estratificación entrecruzada en artesa en la base. Se observan numerosos ejemplares de *Dosinia laeviuscula* (Philippi) articulados, rotados de su posición de vida, como así también decápodos articulados. Hacia arriba decrece la granulometría, se observa laminación heterolítica (flaser a lenticular) y los bivalvos se presentan concordantes con la convexidad hacia arriba. En el techo presenta una lente irregular de entre 10 y 15 cm de espesor, con numerosos gasterópodos. M5 y M6.

14,20-15,10 m 0,90 m de limolitas masivas, con moldes de bivalvos: *Cucullaea alta* Sowerby, *Glycymeris cuevensis* (Ihering) y decápodos: *Chaceon peruvianus* (d'Orbigny). M7.

15,10-15,70 m 0,60 m de limolitas con laminación heterolítica (lenticular).

----- Techo cubierto -----

2. Descripción e interpretación de Facies

A continuación se describen e interpretan las nueve facies sedimentarias identificadas, la ubicación de las mismas en las secciones estudiadas, puede consultarse en el Anexo I.

FACIES A

Descripción: Arenisca muy fina a limolita, bioturbada, de color verde claro, con alto contenido de material volcánico. Se dispone en estratos con contactos ondulados. Se observan niveles con numerosos bivalvos y braquiópodos articulados, perpendiculares o inclinados con respecto al plano de estratificación, en posición de vida (Figura 5), como así también decápodos que se encuentran articulados y concordantes al plano (Figura 6). En algunos sectores los fósiles se disponen en concentraciones lenticulares, constituidas por fragmentos de conchillas o por ejemplares bien preservados de bivalvos, gasterópodos, equinodermos, decápodos, braquiópodos y briozoos. Son frecuentes los intraclastos de 4 a 8 cm de diámetro con bioerosiones. La bioturbación consiste principalmente en galerías atribuidas a decápodos (*Thalassinoides* isp. y *Ophiomorpha* isp.) y otras meniscadas de hasta 8 cm de diámetro asignadas a *Rhizocorallium* isp.

Interpretación: La presencia de planos de estratificación con decápodos, bivalvos y braquiópodos articulados y en posición de vida, indicaría un ambiente de baja energía y

baja tasa de sedimentación. Los mismos habrían tenido un enterramiento relativamente rápido que, debido a la presencia de material volcánico, puede atribuirse a eventos piroclásticos, tales como lluvias de ceniza. Por su parte, la presencia de delgados lentes consolidados con fragmentos de conchillas o ejemplares enteros pero en posición caótica, se interpreta como depósitos formados por episodios esporádicos de alta energía, producto de aumentos bruscos de la velocidad de la corriente, con carga de lecho predominante. Las galerías asignadas a *Thalassinoides* isp. y *Ophiomopha* isp., son estructuras de habitación producidas por organismos infaunales, generalmente suspensívoros o predadores pasivos. Las trazas asignadas a *Rhizocorallium* isp., representan estructuras combinadas de alimentación y habitación, construidas por organismos depositívoros. Estos icnofósiles son característicos de la Icnofacies de *Cruziana*, que se desarrolla entre el nivel de olas de tormenta hasta ligeramente por encima del nivel de olas de buen tiempo, tipificando condiciones de energía moderada a relativamente baja (Buatois *et al.*, 2002).



Figura 5. *Panopea quemadensis* (Ihering) en posición de vida, en la sección Restinga Norte.



Figura 6. *Chaceon peruvianus* (d'Orbigny) presente en la sección Restinga Norte.

FACIES B

Descripción: Limolitas y areniscas muy finas, bioturbadas, de color amarillento-verdoso, con alto contenido de material volcánico. La estructura sedimentaria predominante es la estratificación planar, con estratos de entre 10 y 40 cm de espesor, con contactos ondulados, marcados a veces por óndulas simétricas (Figura 7). Presentan escasos lentes con gasterópodos, escafópodos, bivalvos y braquiópodos, desarticulados. En la sección Monte León se intercalan delgados lentes, de entre 0,5 y 1,5 m de ancho y de 5 a 10 cm de espesor, más consolidados, que resaltan en el perfil, con espinas de equinodermos, serpúlidos y briozoos, como así también escasos braquiópodos y bivalvos, desarticulados y en posición caótica. Se observan escasas valvas aisladas, como así también ejemplares articulados y en posición de vida de *Crassostrea? hatcheri* (Ortmann). La bioturbación está dada principalmente por *Chondrites* isp., trazas verticales asignadas a *Monocraterion* isp., estructuras de alimentación complejas asignadas a *Teichichnus* isp. y galerías de entre 0,3 y 3 cm de diámetro, atribuidas a decápodos (*Thalassinoides* isp. y *Ophiomopha* isp., Figura 8). Son frecuentes los intraclastos pelíticos de hasta 8 cm de diámetro, como así también las concreciones redondeadas de entre 10 y 50 cm de diámetro.

Interpretación: La estratificación planar puede ser producida en la fase de lecho plano de alto régimen de flujo. Las óndulas simétricas son producto de flujos oscilatorios que evidencian una disminución en la velocidad de las corrientes u oleaje permitiendo esto el desarrollo de crestas continuas o paralelas típicas en estas óndulas.

La presencia de delgados lentes consolidados con fósiles fragmentados y en posición caótica se interpreta como depósitos formados por episodios esporádicos de alta energía, tales como eventos de tormenta, producto de aumentos bruscos de la velocidad de la corriente, con carga de lecho predominante. La mayor parte de los icnofósiles presentes (*Thalassinoides* isp., *Ophiomopha* isp. y *Teichichnus* isp.) representan estructuras de habitación y/o alimentación, comunes en la Icnofacies de *Cruziana*, que tipifica condiciones de energía moderada a relativamente baja. Por su parte las trazas de cultivo asignadas a *Chondrites* isp., si bien son típicas de la Icnofacies de *Zoophycos*, pueden estar presentes inmediatamente por encima del nivel de olas del buen tiempo, asociadas a icnofósiles característicos de la Icnofacies de *Cruziana*, en ambientes de baja energía con influencia de oleaje (Buatois *et al.*, 2002).

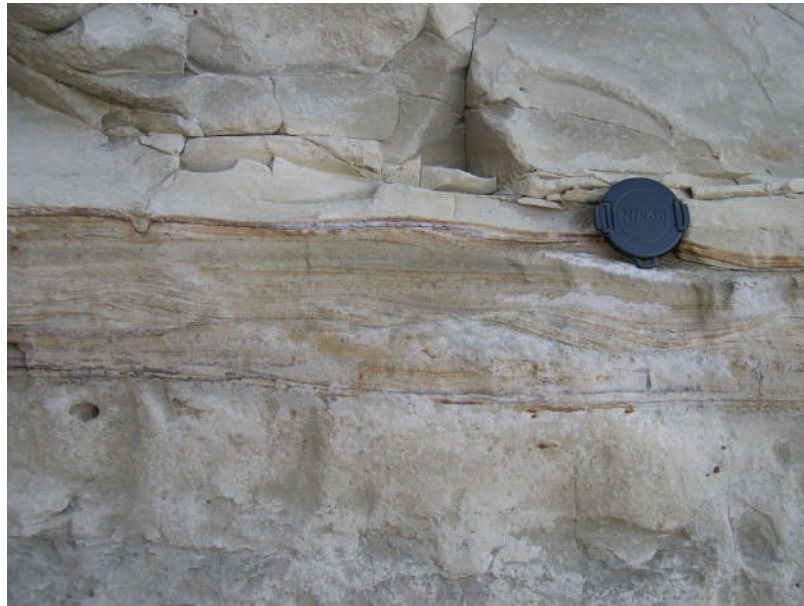


Figura 7. Óndulas simétricas generadas en el sector submareal.



Figura 8. *Thalassinoides* isp.

FACIES C

Descripción: Areniscas finas a medias, masivas, bioturbadas, con base ondulada o bioturbada y techo plano. En la sección Cerro Monte León se observa laminación difusa e intraclastos pelíticos. Presenta numerosos fósiles la mayoría en posición caótica (Figura 9), con algunos bivalvos en posición de vida (Figura 10), principalmente hacia el techo. En esta facies predominan los bivalvos y gasterópodos, observándose en menor medida escafópodos, decápodos, braquiópodos, cirripedios, equinodermos y briozoos. Suelen observarse galerías asignadas a *Thalassinoides* isp. y *Ophiomorpha* isp.

Interpretación: La posición caótica de la mayoría de los fósiles indicaría episodios de alta energía, tales como eventos de tormenta, en la base de esta facies. La presencia de moluscos articulados y en posición de vida hacia el techo, indicarían la colonización del sustrato después de dichos episodios.

El flujo de agua en superficies de sedimentos blandos puede en ciertas condiciones erosionar un canal, que es rellenado generalmente con material sedimentario o biológico procedente de zonas aledañas. Dichos canales son figuras importantes en las áreas de llanuras intermareales (Reineck y Singh, 1973). En estos depósitos el relleno está dado por material sin selección aparente, coexistiendo restos de individuos que representan

diferentes estadios de desarrollo ontogénico, lo que permite inferir que fueron depositados durante un episodio de alta energía (Fernández López, 2000).



Figura 9. Arenisca con invertebrados dispuestos en forma caótica.



Figura 10. *Panopea quemadensis* (Ihering) en posición de vida.

FACIES D

Descripción: Areniscas medias a gruesas, bioclásticas, muy bioturbadas, con base ondulada y techo ondulado a plano, con estratificación entrecruzada en artesa (Figura 11). Se observan numerosos fósiles, en empaquetamiento denso, en una matriz de arenisca media y fragmentos de conchillas. La mayoría de los ejemplares corresponden a gasterópodos y bivalvos, estos últimos desarticulados, orientados concordantes al plano, con la convexidad hacia arriba (Figura 12). También presenta cirripedios, equinodermos y briozoos. Son comunes los intraclastos pelíticos. Se observan numerosas galerías asignadas a *Ophiomorpha* isp. y *Thalassinoides* isp.

Interpretación: La estratificación entrecruzada en artesa es producto de la migración de pequeñas óndulas o megaóndulas en flujos unidireccionales de alto régimen, denotando un ambiente de alta energía. La presencia de intraclastos pelíticos evidencia aumentos bruscos de la velocidad de corriente. La orientación concordante con la convexidad hacia arriba de la mayoría de los bivalvos, evidencia el desplazamiento libre de estos sobre el sustrato en régimen turbulento (Fernández López, 2000).



Figura 11. Arenisca con estratificación entrecruzada en artesa y numerosos fragmentos de conchillas.



Figura 12. Bivalvos y gasterópodos dispuestos concordantes al plano.

FACIES E

Descripción: Areniscas finas arcillosas, bioturbadas, con pequeños tubos y moteados. Presenta estratificación entrecruzada en artesa de pequeña escala, en sets de entre 10 y 20 cm. En algunas secciones se observa laminación ondulática. Contienen escasos braquiópodos articulados, algunos bivalvos desarticulados y pequeños lentes con fragmentos de conchillas.

Interpretación: La estratificación entrecruzada en artesa y la litología fina indicarían la migración de pequeñas óndulas en flujos unidireccionales de alto régimen. La presencia de pequeños lentes con fragmentos de conchillas intercalados con la estratificación se interpreta como producto de episodios de mayor energía con aumentos bruscos de la velocidad de la corriente. La abundante bioturbación indicaría que posteriormente a la depositación, habrían predominado condiciones de baja energía en una zona con abundante cantidad de nutrientes.

FACIES F

Descripción: Limolitas, arcilitas y areniscas finas masivas o con laminación heterolítica: flaser, ondulosa y lenticular (Figuras 13 y 14). En las secciones Cerro Monte León y Cuevas de Monte León se observan escasas intercalaciones lenticulares con gasterópodos y bivalvos en posición de vida, como así también decápodos articulados.

Interpretación: La laminación heterolítica que se observa en esta facies es producto del cese de la tracción que origina la decantación del material en suspensión en un bajo régimen de flujo. Las mismas se forman preferentemente en ambientes donde se producen cambios entre aguas calmas y flujos turbulentos con suministro de sedimento (Häntzschel, 1936; Van Straaten, 1954; Reineck, 1963; Reineck y Wunderlich, 1968; Reineck y Singh, 1973).

Las intercalaciones lenticulares con gasterópodos y bivalvos en posición de vida al igual que la presencia de decápodos articulados indicarían un ambiente de baja a media energía y baja tasa de sedimentación.



Figura 13. Laminación heterolítica presente en la sección Monte León.



Figura 14. Detalle de la laminación heterolítica mostrada en la Figura 13.

FACIES G

Descripción: Areniscas finas tufáceas, con estructuras de carga (Figura 15).

Interpretación: Estas estructuras se forman por la depositación de capas de arena sobre capas de material pelítico (con un comportamiento plástico y en presencia de agua), induciendo una carga desigual y un acomodamiento principalmente vertical en la interfase arena-pelita. Son producidas en ambientes de aguas poco profundas, especialmente en áreas que tienen una rápida sedimentación de material pelítico interrumpido por una ocasional depositación de arenas. Según Reineck y Singh (1973), esto ocurre comúnmente en canales desarrollados en ambientes de llanura de marea, como así también en ambientes fluviales.



Figura 15. Estructura de carga dispuesta encima de la laminación heterolítica en la sección Monte León.

FACIES H

Descripción: Areniscas finas y limolitas, formando lentes de entre 10 a 30 cm de espesor, con base y techo ondulado, conteniendo ejemplares de *Crassostrea orbigny* (Ihering), en posición de vida, formando un bioherma (Figuras 16 y 17). Además de las ostras se observan escasos gasterópodos y restos de vertebrados terrestres semiarticulados.

Interpretación: La presencia de *Crassostrea orbigny* (Ihering) en posición de vida, formando un bioherma, indica baja tasa de sedimentación clástica continental y fondo disturbado, ya que estas condiciones estimulan el rápido desarrollo de comunidades. Las construcciones biogénicas de este tipo de ostras se desarrollan en ambientes de baja salinidad en estratos marinos poco profundos (Pufahl y James, 2005). Según Chinzei (1986), este tipo de biohermas se forma en la transición entre facies marinas y no marinas, en niveles medios o sobre los márgenes externos de la cuenca. La presencia de restos de mamíferos continentales semiarticulados indicaría condiciones de baja energía, y un ambiente cercano a la costa.



Figura 16. Bioherma de *Crassostrea orbigny* (Ihering), en el techo de la Formación Monte León.



Figura 17. Ejemplares de *Crassostrea orbigny* (Ihering) en la sección Cerro Monte León.

FACIES I

Descripción: Tufitas y chonitas bioturbadas, en estratos muy delgados, con bases onduladas y techos planos (Figuras 18 y 19). En algunos niveles se observa laminación.

Interpretación: La depositación de las tufitas y chonitas se produjo en un ambiente marino de baja energía por decantación de material piroclástico. El potencial de conservación de las lluvias de cenizas es muy alto en ambientes de aguas tranquilas del tipo costa afuera o bahía. Asimismo, la bioturbación indicaría que la depositación habría tenido lugar en una zona de abundante cantidad de nutrientes y de baja energía.



Figura 18. Estratos y láminas de tufitas y chonitas.



Figura 19. Detalle de niveles de material piroclástico presente en la Facies I.

3. Asociación de Facies

A partir de la distribución vertical y lateral de facies se han reconocido cuatro asociaciones de facies, nominadas con números romanos. Su ubicación en las secciones estratigráficas estudiadas se observa en el Anexo I.

ASOCIACIÓN I (Facies A; Facies B; Facies D)

Esta asociación está integrada principalmente por las facies A y la facies B. Está compuesta de limolitas y areniscas muy finas, bioturbadas, con alto contenido de material volcánico e intercalaciones de capas y lentes dominados por moluscos y/o decápodos. Los niveles con moluscos y decápodos en posición de vida y articulados (facies A) se ubican en la base de la asociación y sugieren un ambiente depositacional de baja energía y baja tasa de sedimentación, con sustratos bien oxigenados, aptos para la proliferación de organismos. La preservación de los mismos, en conjunto con la composición de las sedimentitas que los contienen, constituidas predominantemente de vidrio volcánico y clastos euhedrales de plagioclasa, sugiere el sepultamiento por un evento piroclástico. Se registran también concentraciones constituidas por fragmentos o conchillas desarticuladas y en posición caótica, con intraclastos pelíticos. Estas concentraciones lenticulares son cada vez más escasas hacia el techo de la asociación y representan episodios esporádicos de mayor energía, tales como eventos de tormenta. Algunas de las concentraciones son canalizadas y monoespecíficas, formadas por ejemplares de “*Turritella*” sp., representando pequeños canales de marea. La presencia de delgados niveles con óndulas simétricas indica el efecto de corrientes oscilatorias o combinadas inducidas periódicamente por tormentas. Los icnofósiles presentes en esta asociación, asignados a la Icnofacies de *Cruziana*, son comunes tanto en ambientes dominados por olas como en llanuras de marea donde el movimiento del sedimento no es muy intenso, tal como ocurre en las zonas de *shoreface* inferior-plataforma interna e intermareal respectivamente. La presencia de trazas de cultivo de ambiente más profundo (e.g. *Chondrites* isp.), junto a trazas características de la Icnofacies de *Cruziana*, indicaría un desplazamiento hacia la transición al *offshore* o plataforma interna, en un ambiente de baja energía (Buatois *et al.*, 2002).

La asociación de facies I representaría un ambiente de transición entre la plataforma interna (transición *offshore-offshore* superior) y la parte submareal de una llanura de marea, por debajo del nivel de olas de buen tiempo, pero por encima del nivel de base de olas de tormenta.

ASOCIACIÓN II (Facies B; Facies C; Facies D; Facies E; Facies I)

Las facies que integran esta asociación están compuestas por areniscas finas a gruesas masivas o con estratificación entrecruzada en artesa (facies C, D y E), intercaladas entre limolitas y areniscas muy finas bioturbadas (facies B). Se intercalan, además, capas de tufitas y chonitas de escasos centímetros de espesor (facies I). La orientación caótica de la mayoría de los fósiles, las bases canalizadas, la estratificación entrecruzada y los intraclastos pelíticos, indican depositación por corrientes unidireccionales canalizadas de alta energía. La presencia de alta bioturbación en la facies E, así como los moluscos en posición de vida en la facies C indican momentos de menor energía, donde se establecieron las condiciones aptas para la colonización de organismos infaunales.

La asociación de facies II, representaría canales de marea arenosos, desarrollados en un ambiente submareal dentro de la parte más baja de una llanura de marea.

ASOCIACIÓN III (Facies F; Facies G; Facies I)

Esta asociación está formada principalmente por la facies F, constituida por areniscas muy finas y limolitas, con alto contenido de material volcánico y laminación heterolítica (flaser, ondulosa y lenticular). Esta estructura sedimentaria es producto de las variaciones entre aguas calmas y flujos turbulentos en un ambiente intermareal de planicie arenosa, mixta y fangosa. Simultáneamente se habría producido la depositación de delgadas láminas de tufitas y chonitas (facies I). La estructura de carga presente en el techo de la asociación (facies G), nos indica un ambiente somero, ya que estas estructuras son formadas comúnmente en canales de fangos dentro de la parte más alta de la llanura de marea.

La asociación de facies III, representa un ambiente intermareal, desde la zona más baja de planicie arenosa hasta la parte más somera o planicie de fango.

ASOCIACIÓN IV (Facies F; Facies H)

Esta asociación está constituida por areniscas muy finas y limolitas tufáceas (facies F), con lentes conteniendo una fauna empobrecida de moluscos e intercalaciones de delgados biohermas ostreros mono-específicos, formados por *Crassostrea orbigny* (Ihering) (facies H). Estos depósitos indican un ambiente de baja salinidad, baja energía

y baja tasa de sedimentación. Las construcciones de ostras monoespecíficas se desarrollan en ambientes salobres, reflejando un óptimo balance entre las aguas provenientes del mar y la descarga de un río, produciéndose una mezcla de aguas y promoviendo un hábitat ideal para el desarrollo prolífico de las ostras. Por su parte la ausencia de bioturbación, así como de bioerosión y encostramiento sobre las ostras, también indican un ambiente poco profundo y de baja salinidad.

La presencia de restos de vertebrados terrestres semiarticulados en la facies H y la fauna empobrecida de moluscos nos indican condiciones muy restringidas típicas de la parte alta de la llanura de marea, representando un ambiente marino marginal, de estuarios o marismas, dentro del sector de la planicie costera.

4. Reconstrucción Paleoambiental

El análisis de facies y la asociación de facies permiten realizar una reconstrucción detallada de los paleoambientes depositacionales de las sedimentitas de la Formación Monte León en el área de estudio. Las mismas forman parte de un ciclo transgresivo-regresivo, y representan un ambiente de plataforma interna a submareal, seguido de un ambiente de llanura de marea, hasta un ambiente de planicie costera (Figura 21).

El modelo de depositación propuesto indica que la sedimentación se produjo en un mar somero de tendencia transgresiva en la base, a regresiva en el techo, en el que se reconocen los subambientes típicos de una llanura de marea. Este modelo permite interpretar variaciones que van desde la plataforma interna hasta la planicie costera, con una marcada acción de las mareas como generadoras de las geoformas presentes.

En la transición entre la plataforma interna y el sector submareal se desarrolla una depositación continua de limolitas bioturbadas con material volcánico producto de la decantación, como principal característica de este fondo. La variedad, posición y grado de articulación de los restos fósiles presentes, indica que éstos se habrían depositado en un ambiente de sustratos bien oxigenados, de baja energía y baja tasa de sedimentación, por debajo del nivel de base de olas de buen tiempo. Los depósitos de areniscas finas con óndulas simétricas y las concentraciones esqueletales lenticulares indican que este ambiente, dominado preferentemente por las mareas, habría sido afectado esporádicamente por la acción de olas de tormenta.

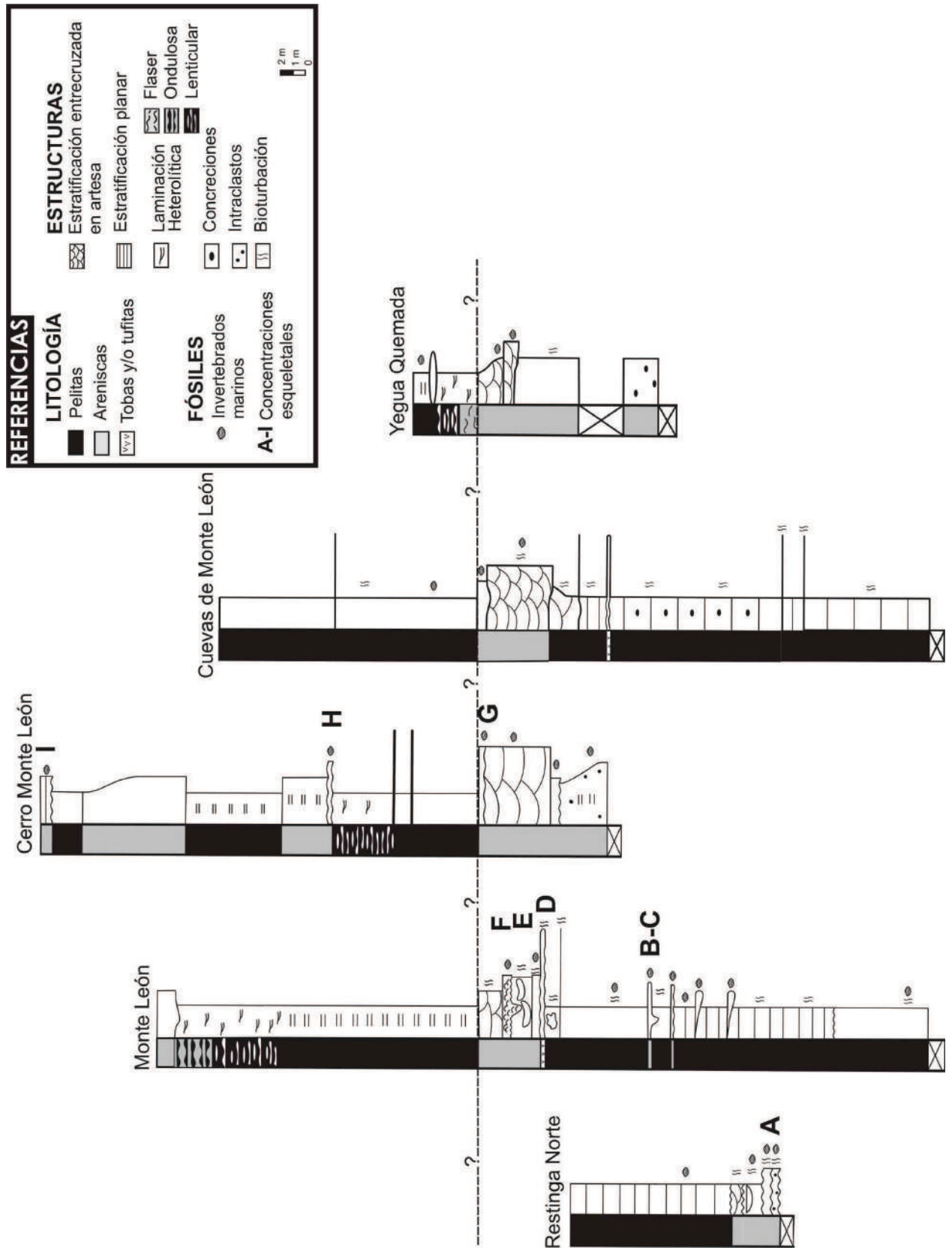


Figura 20. Secciones estratigráficas estudiadas y correlación litológica propuesta

Los cuerpos arenosos (canales de marea) depositados por corrientes unidireccionales canalizadas de alta energía se desarrollaron en un ambiente submareal donde el efecto de las mareas reguló la sedimentación bajo la forma de estas lenguas arenosas. Los moluscos en posición de vida y la bioturbación representan períodos con disminución en la energía del ambiente.

Los procesos de decantación y tracción que produjeron la laminación heterolítica, representan el sector intermareal de la llanura de marea en una planicie que pasó de arenosa a mixta y fangosa.

Finalmente, el ambiente depositacional se habría hecho costero, de marismas o estuarios, representando la transición entre los ambientes marinos subyacentes y las sedimentitas de ambiente fluvial de la Formación Santa Cruz suprayacente. Un óptimo balance entre las aguas provenientes del mar y la descarga de ríos habría promovido el establecimiento de aguas salobres generando un hábitat ideal para el desarrollo prolífico de biohermas ostreros monoespecíficos de *Crassostrea orbigny* (Ihering).

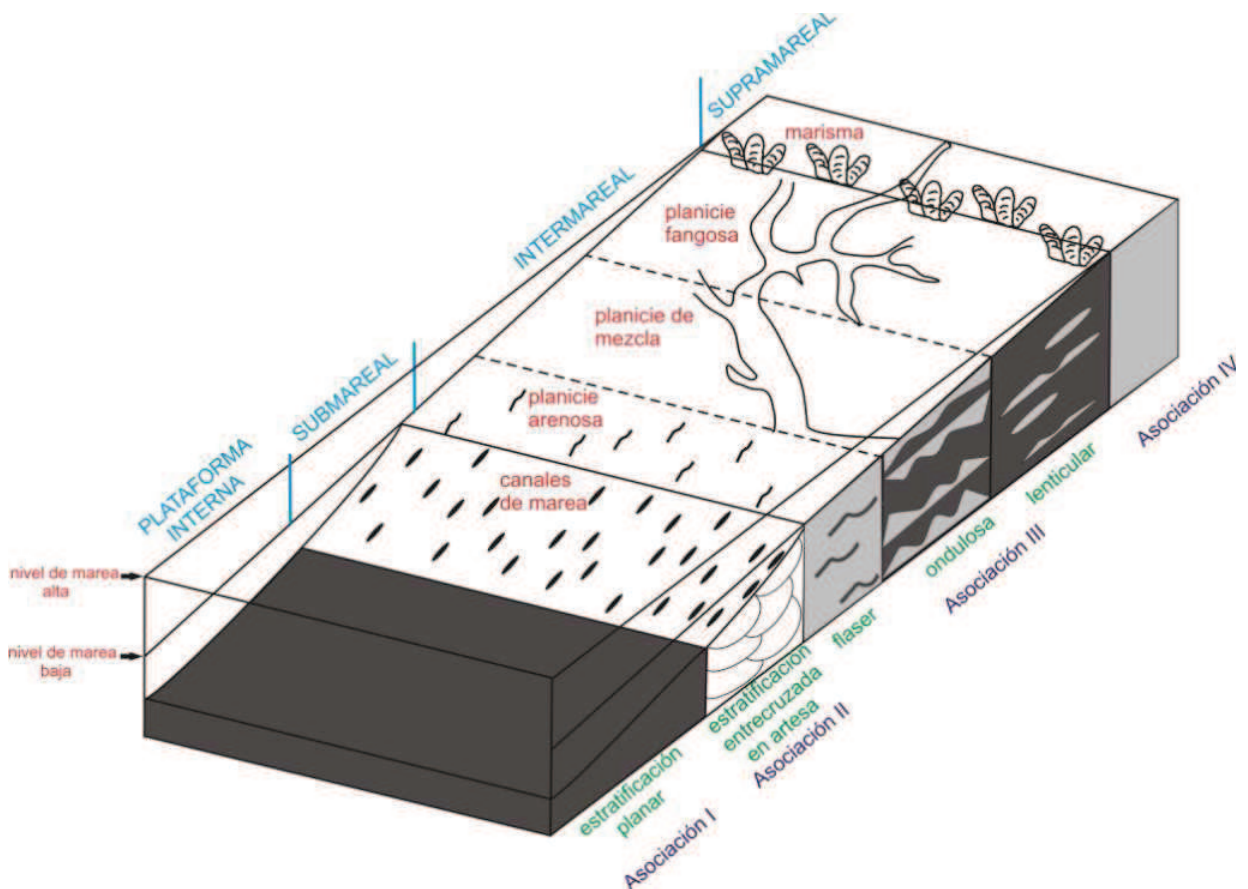


Figura 21. Block diagrama con los ambientes depositacionales inferidos para las sedimentitas de la Formación Monte León en el área de estudio.

TAFONOMÍA Y PALEOECOLOGÍA

La Formación Monte León presenta numerosas concentraciones esqueléticas dentro de limolitas y areniscas finas tufáceas, bioturbadas. Estas concentraciones contienen abundantes fósiles, principalmente moluscos y también están bioturbadas. El estudio de las concentraciones esqueléticas (*sensu* Kidwell *et al.*, 1986) es muy importante en paleontología, debido a que las conchillas que las forman constituyen una fuente importante de información paleobiológica (Kidwell, 1991), habiéndose documentado su complejidad genética y estratigráfica en numerosos ejemplos, principalmente durante los últimos años (*e.g.* Abbott, 1997; Zuschin y Stanton, 2002). Cambios en la composición de las concentraciones esqueléticas en el tiempo dentro de una unidad estratigráfica, pueden ser indicativos de cambios en los elementos dominantes dentro de la comunidad. Sin embargo, estas concentraciones pueden ser inadecuadas para reconstruir paleocomunidades debido a la pérdida de información paleobiológica que se produce durante su formación. Esta pérdida de información puede ser compensada usualmente por la información paleoambiental residente en los rasgos tafonómicos, sedimentológicos y estratigráficos de estas concentraciones (Fürsich y Pandey, 1999).

El principal objetivo de esta sección es evaluar si las concentraciones de conchillas presentes en las diferentes secciones estudiadas de la Formación Monte León, difieren con respecto a sus rasgos tafonómicos, sedimentológicos, estratigráficos y/o paleoecológicos. Si bien la composición taxonómica de estos niveles ha sido analizada en diversos trabajos (Feruglio, 1949; del Río y Camacho, 1998), siempre se ha tomado la fauna en conjunto, sin analizar detalladamente la composición taxonómica de cada una de las concentraciones individuales. Diferencias significativas dentro de estas concentraciones podrían indicar la mezcla de fauna de diferentes hábitats, o reflejar modificaciones en la alteración tafonómica del arreglo fósil. Por el contrario, las similitudes entre estas concentraciones podrían indicar la presencia de un arreglo de conchillas básico modificado por procesos depositacionales y tafonómicos de pequeña escala, que actuando por poco tiempo, no alterarían su composición.

1. Metodología

Se seleccionaron para este estudio las concentraciones de fósiles presentes en las secciones Restinga Norte, Cerro Monte León y Monte León. Las tres secciones en conjunto representan la totalidad de la Formación Monte León, expuesta en la localidad (Figura 20). En cada una de las concentraciones se registraron rasgos estratigráficos

(espesor, extensión lateral, geometría y contactos), sedimentológicos (tipo de matriz, empaquetamiento y selección por tamaño), tafonómicos (orientación, fragmentación, abrasión, desarticulación, encostramiento y bioerosión) y paleoecológicos (composición taxonómica, hábito de vida y espectro ontogenético). El empaquetamiento y la selección por tamaño fueron estimados siguiendo las categorías semi-cuantitativas sugeridas por Kidwell y Holland (1991). Para la geometría de las concentraciones y la orientación de los bioclastos, se siguió la clasificación de Kidwell *et al.* (1986). La ubicación de las concentraciones identificadas (A a I) es señalada en la Figura 20. Los datos registrados son consignados en la Tabla 1.

Para evaluar los rasgos paleoecológicos se extrajeron muestras de 1.000 cm³ de cada una de las concentraciones, las mismas fueron desagregadas, lavadas y tamizadas y la composición taxonómica en cada una fue investigada (Anexo II). Los especímenes fueron identificados utilizando una lupa binocular y se registró su presencia/ausencia en cada muestra. Sólo fueron registradas las conchillas enteras de bivalvos y gasterópodos. Siguiendo a Davies *et al.* (1990), se consideró como una conchilla entera aquella que tiene el 90% de su forma original y para la cual se puede medir el largo antero-posterior en los bivalvos y un eje mayor en los gasterópodos, usualmente el eje apical-basal. Cada pieza de conchilla que no se ajustaba a esta definición fue considerada como un fragmento. Se registró la presencia de 31 especies de bivalvos (pertenecientes a 19 familias) y 77 especies de gasterópodos (pertenecientes a 25 familias). Se registraron otros grupos: vertebrados, briozoos, cirripedios, decápodos, equinodermos, escafópodos, poliplacóforos y braquiópodos, que no fueron incluidos en el análisis estadístico. Para testear la significancia de las diferencias taxonómicas entre las concentraciones se realizó un análisis de cluster usando distancia euclideana y encadenamiento simple. El software utilizado fue Statistic 6.0 y Excel XP.

SECCIÓN	CONCENTRACIÓN	MUESTRA	MATRIZ	CONTACTOS	GEOMETRÍA	EMPAQUETAMIENTO	SELECCIÓN POR TAMAÑO	ORIENTACIÓN	DESARTICULACIÓN	FRAGMENTACIÓN	ENCOSTRAMIENTO	ABRASIÓN	BIOEROSIÓN	TIPO DE CONCENTRACIÓN
RESTINGA NORTE	A	M1	L	O	C	P	Bi	P-Cc	A-M	A-B	N	N	B	B/S
MONTE LEÓN	B	M2	Af-Am	O-P	C	D	B	C-P	B	N	M	N	B	B/S
	C	M3												B/S
	D	M6	Am	O-P	C	P-D	Bi	C-P	A-B	M-B	B	B/N	B	B/S
	E	M7	Am	O	L	D	B	C	M-B	A	B	N	B	S
	F	M8	Am	O-P	C	D	M	Cc-C	A	A-M	A	B	M	S
	CERRO MONTE LEÓN	G	M6	Ag	O-P	C	D	Bi	C	A	A	N	A-B	N
H		M10	Am-L	O	C	P-D	M	C	A	A	N	M-A	N	S
I		M12	Af	O-P	L	D	B	P	B	B	B	B	B	B

Tabla 1. Matriz: Af. Arenisca fina, Am. Arenisca media, Ag. Arenisca gruesa, L. Limolita. **Contactos:** O. Ondulado, P. Plano. **Geometría:** C. Capa, L. Lente. **Empaquetamiento:** D. Denso, P. Pobre. **Selección:** B. Buena, Bi. Bimodal, M. Mala. **Desarticulación, Fragmentación, Encostramiento, Abrasión y Bioerosión:** A. Alta, M. Moderada, B. Baja, N. Nula. **Orientación** C. Caótica. Cc. Concordante. P. perpendicular. **Tipo de Concentración:** S. Sedimentológica, B. Biogénica, B/S. Biogénica/Sedimentológica.

2. Descripción de las concentraciones

En el perfil de la Restinga Norte la Concentración A (Muestra 1), presenta un espesor de 50 cm, geometría de capa y contactos ondulados, matriz arcillosa, grado de empaquetamiento pobre y selección por tamaño bimodal (una moda representada por fragmentos pequeños y la otra por bioclastos de entre 5 y 8 cm). La mayor parte de los fósiles están articulados y en posición de vida, estando los fragmentos concentrados en lentes. La desarticulación y fragmentación son moderadas en los primeros 30 cm y baja hacia la parte superior. La bioerosión y el encostramiento son bajos, observándose sólo en ejemplares de *Crassostrea? hatcheri* (Ortmann). La composición taxonómica está representada por doce familias de bivalvos y once familias de gasterópodos (Figura 22), predominando los individuos adultos. Las familias que presentan mayor diversidad específica son las de los gasterópodos Trochidae y Muricidae. Los bivalvos son tanto

infaunales como epifaunales y suspensívoros, los gasterópodos son epifaunales, con hábito alimenticio variado (suspensívoros, detritívoros, herbívoros y carnívoros).

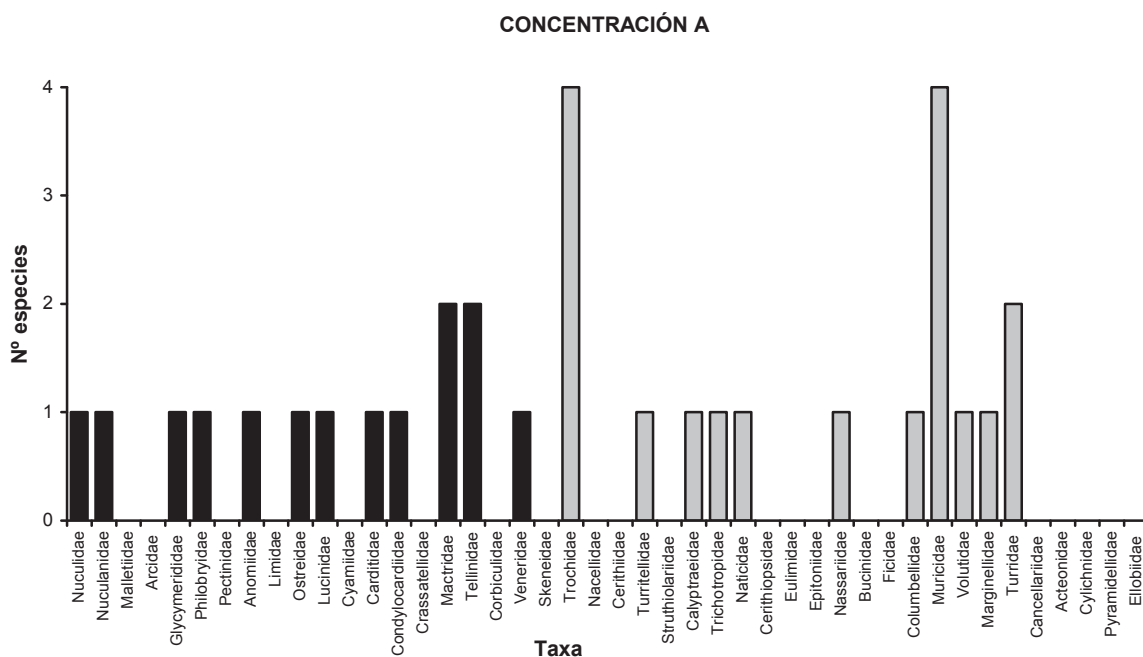


Figura 22. Composición taxonómica de la Concentración A. Las barras en negro representan familias de bivalvos y en gris familias de gasterópodos.

En el perfil Monte León se distinguieron las Concentraciones B (Muestra 2), C (Muestra 3), D (Muestra 6), E (Muestra 7) y F (Muestra 8).

La Concentración B presenta geometría de *pod* y matriz de arenisca fina a media. El grado de empaquetamiento es denso (70%), la selección por tamaño es buena, con la mayoría de los bioclastos menores de 1 cm. La orientación es caótica, la desarticulación muy baja, la fragmentación y abrasión nulas, el encostramiento es moderado y la bioerosión es baja. La composición taxonómica está representada por sólo dos de las familias de bivalvos presentes en el nivel anterior y diecisiete familias de gasterópodos, de las cuales Buccinidae, Pyramidellidae, Cylichnidae, Acteonidae y Cancellariidae, se registran por primera vez (Figura 23). Las familias Columbellidae y Muricidae son las que presentan mayor diversidad específica. El espectro ontogenético es completo (protoconchas, juveniles y adultos). La totalidad de los bivalvos son infaunales y suspensívoros, en tanto que los gasterópodos son epifaunales con hábito alimenticio variado (suspensívoros, detritívoros, herbívoros y carnívoros). Además de moluscos se

registraron briozoos (*Cellaria* spp.), escafópodos (*Dentalium* sp.), equinodermos (espinas de equinoideos y vértebras de ofiuroideos) y cirripedios (*Balanus* sp.).

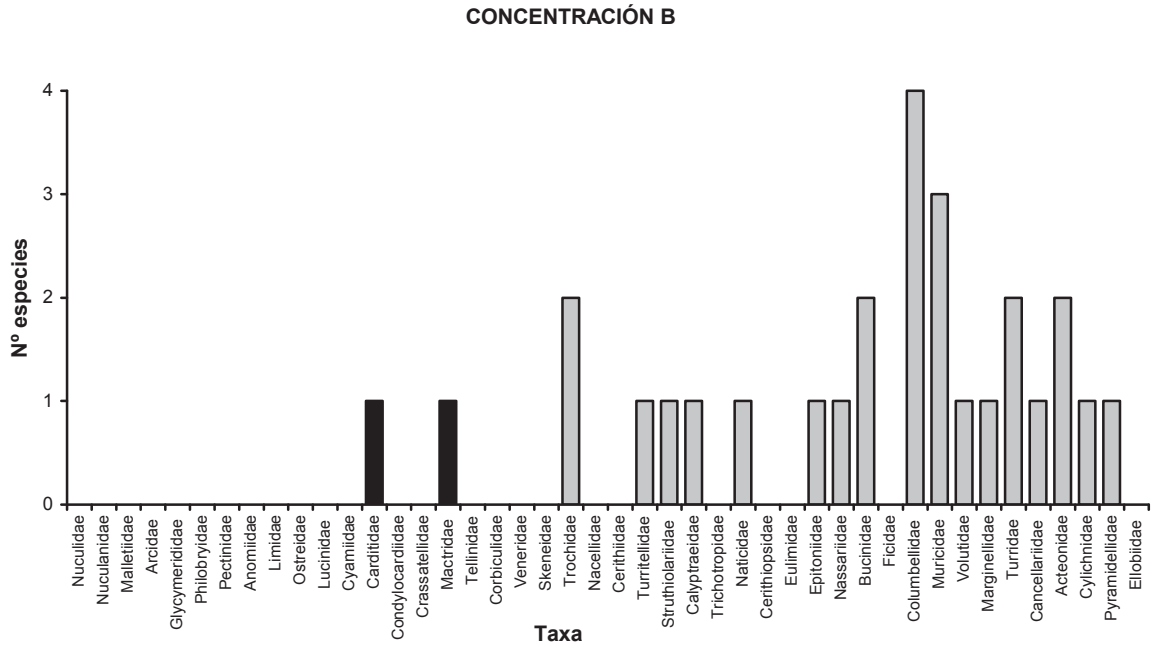


Figura 23. Composición taxonómica de la Concentración B. Las barras en negro representan familias de bivalvos y en gris familias de gasterópodos.

La Concentración C presenta geometría de capa, matriz de arenisca fina a media y contacto ondulado bioturbado en la base y plano en el techo. El grado de empaquetamiento es denso (70%), la selección por tamaño es buena, con la mayoría de los bioclastos menores de 1 cm. La orientación es caótica, salvo en los especímenes de *Panopea quemadensis* (Ihering) que se encuentran en posición de vida. La desarticulación es muy baja, la fragmentación y abrasión son nulas y el encostramiento moderado, observándose colonias de briozoos incrustantes sobre gasterópodos. La bioerosión es baja, observándose sólo marcas de predación y trazas de poliquetos (*Maeandropolydora* isp.). La composición taxonómica está representada por cuatro familias de bivalvos y diecisiete de gasterópodos (Figura 24). Entre los bivalvos se incorporan representantes de la familia Malletiidae y entre los gasterópodos aparecen las familias Cerithiopsidae y Ellobiidae. La mayor diversidad específica la presentan las familias Columbelloidea, Muricidae, Turridae y Acteonidae. El espectro ontogenético es completo (protoconchas, juveniles y adultos). La totalidad de los bivalvos son infaunales suspensívoros, en tanto que los gasterópodos son epifaunales y de hábitos

alimenticios variados (suspensívoros, detritívoros, herbívoros y carnívoros). Se registran además briozoos (*Cellaria* spp. y *Lunulitidae* indet.), braquiópodos (*Terebratulidae* indet.), escafópodos (*Dentalium* sp.), equinodermos (espinas de equinoideos y vértebras de ofiuroides) y cirripedios (*Balanus* sp.).

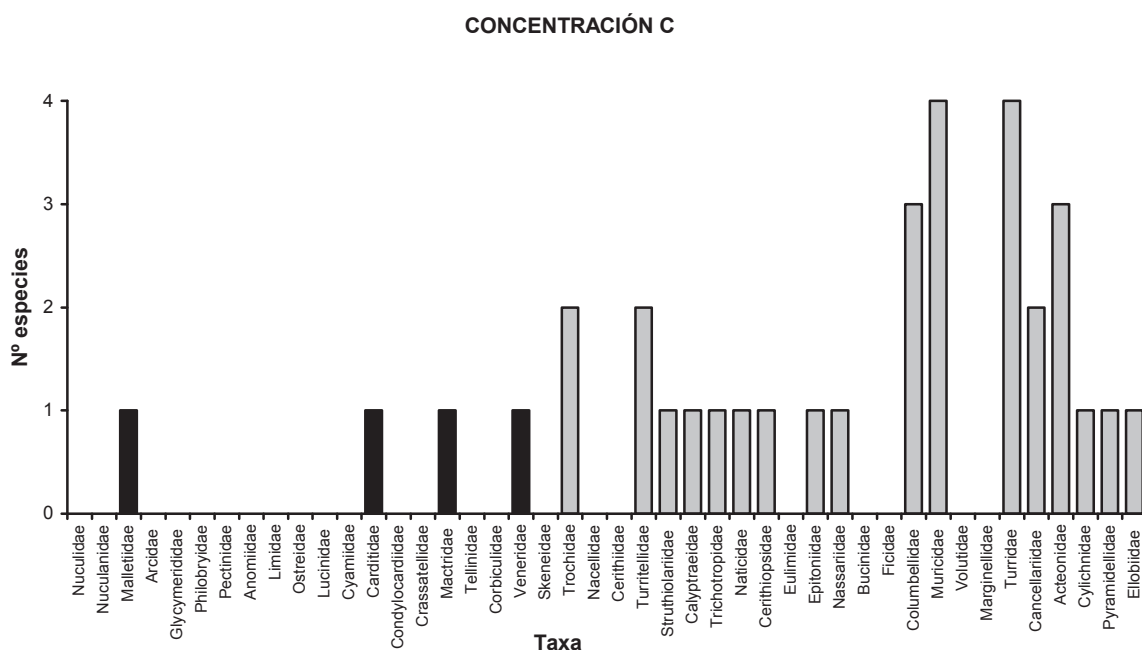


Figura 24. Composición taxonómica de la Concentración C. Las barras en negro representan familias de bivalvos y en gris familias de gasterópodos.

La Concentración D presenta geometría de capa con base ondulada (marcada por placas desarticuladas de balánidos) y techo plano. La matriz es de arenisca media tufácea, el empaquetamiento es de pobre a denso (15% a 55%), aumentando en algunos sectores donde hay concentraciones lenticulares de balánidos o equinodermos; la selección por tamaño es bimodal (una moda representada por bioclastos menores de 1 cm y la otra por bioclastos de entre 5 y 10 cm). La orientación es caótica excepto en el techo donde se observan especímenes de *Panopea quemadensis* (Ihering) y *Dosinia laeviuscula* (Philippi) en posición de vida; la desarticulación para los balánidos es total y en los bivalvos moderada. La fragmentación es de moderada a baja, la abrasión es de baja a nula, el encostramiento y la bioerosión son bajos, observándose colonias de briozoos incrustantes y marcas de predación. La composición taxonómica está representada por seis familias de bivalvos y ocho de gasterópodos (Figura 25). Entre los bivalvos aparecen por primera vez las familias Pectinidae, Anomiidae y Limidae,

mientras que entre los gasterópodos aparecen representantes de las familias Skeneidae. En esta concentración la familia Trochidae es la que presenta mayor diversidad específica. Predominan los individuos adultos. Los bivalvos presentan tanto hábito infaunal como epifaunal (las nuevas familias son todas epifaunales) y son suspensívoros. Los gasterópodos son epifaunales suspensívoros, detritívoros, herbívoros y carnívoros. Se registran además briozoos (*Cellaria* spp.), equinodermos (espinas de equinoideos y vértebras de ofiuroides) y cirripedios (*Balanus* sp.).

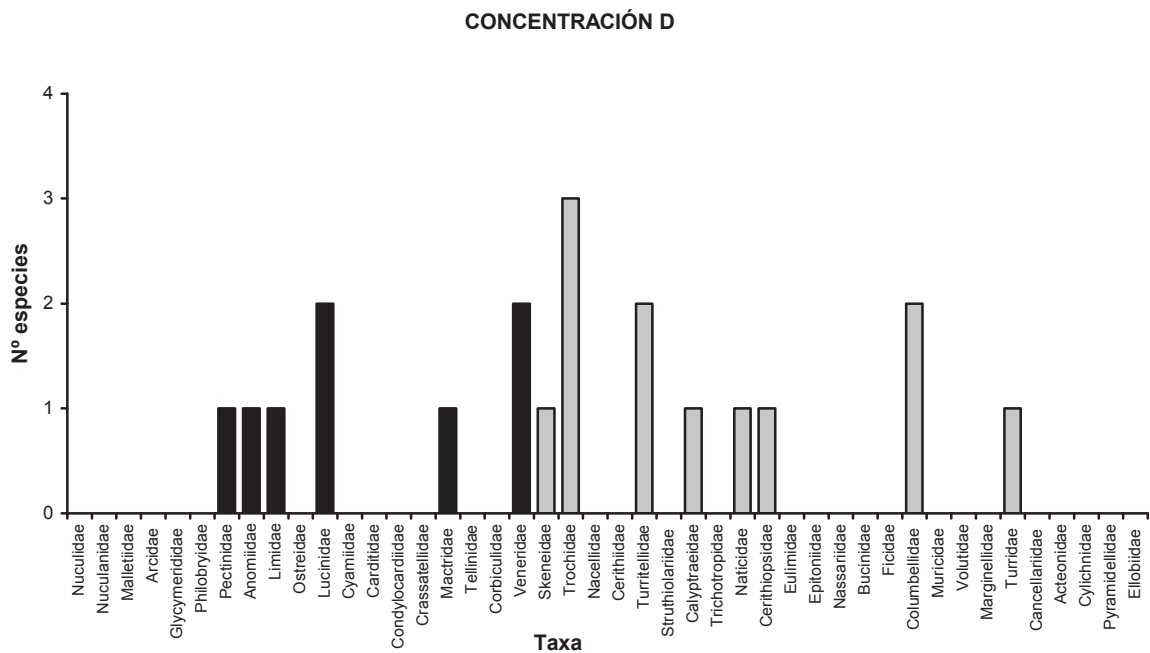


Figura 25. Composición taxonómica de la Concentración D. Las barras en negro representan familias de bivalvos y en gris familias de gasterópodos.

La Concentración E presenta geometría de lente, con contactos ondulados, la matriz es de arenisca media bioturbada, el empaquetamiento es denso (55%), la selección por tamaño es buena (todos los bioclastos menores de 2 cm); la orientación es caótica y la desarticulación moderada. La fragmentación es alta, la abrasión nula y el encostramiento y la bioerosión son bajos, observándose sólo colonias de briozoos incrustantes y marcas de predación. La composición taxonómica está representada por sólo cuatro familias de bivalvos y cinco de gasterópodos (Figura 26), incorporándose las familias Arcidae y Cerithiidae. Los gasterópodos Trochidae son los que presentan la mayor diversidad específica. Los bivalvos son infaunales y suspensívoros, los gasterópodos son epifaunales, herbívoros, carnívoros y detritívoros. Predominan los

individuos adultos. Se registran además briozoos (*Cellaria* spp. y Lunulitidae indet.), equinodermos (espinas de equinoideos y vértebras de ofiuroideos), cirripedios (*Balanus* sp.) y vértebras de peces.

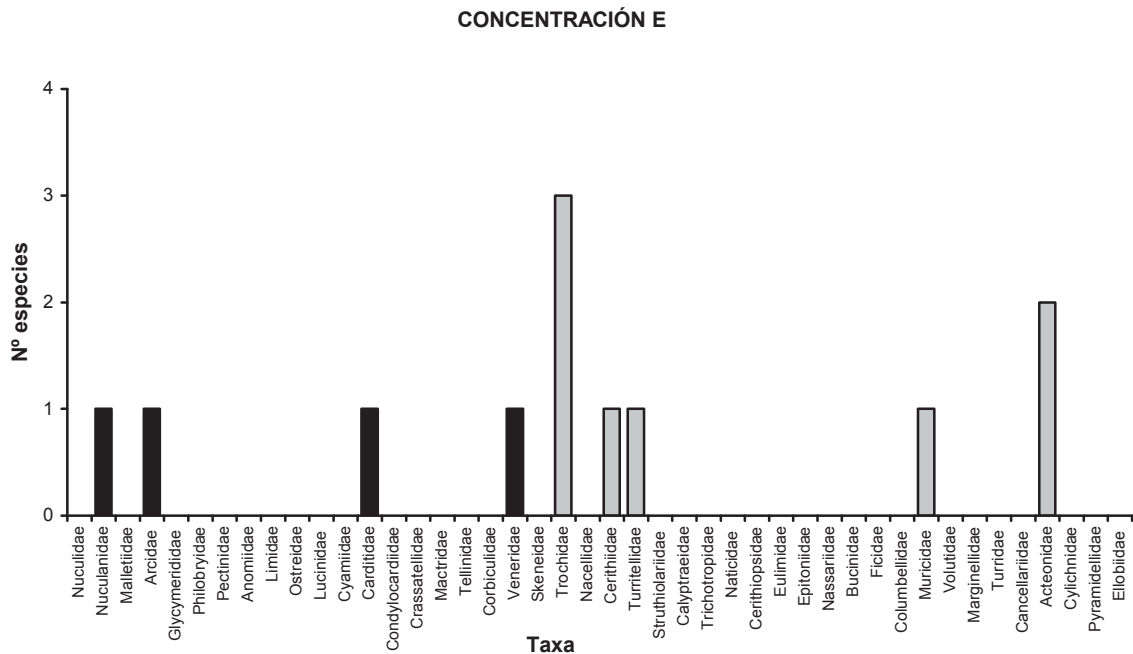


Figura 26. Composición taxonómica de la Concentración E. Las barras en negro representan familias de bivalvos y en gris familias de gasterópodos.

La Concentración F presenta geometría de capa con contactos plano en el techo y ondulado bioturbado en la base con forma de *pod*, la matriz es de arenisca media con algunos clastos mayores de 1 cm. El empaquetamiento es denso (70%) y la selección por tamaño es mala. La orientación de los bioclastos es concordante, con la convexidad hacia arriba en la base y caótica en el techo, la desarticulación es alta como también el encostramiento, representado por numerosas colonias de briozoos. La fragmentación es moderada en la base y alta hacia el techo, la abrasión es baja mientras que el grado de bioerosión es moderado, observándose marcas de predación y trazas de esponjas (*Entobia* isp.). La composición taxonómica está representada por diez familias de bivalvos y veinte de gasterópodos (Figura 27). Esta concentración presenta la mayor diversidad a nivel de familia, con todos los taxa de las concentraciones anteriores a los que se incorporan bivalvos de las familias Cyamiidae y Crassatellidae y gasterópodos de las familias Eulimidae y Ficidae. La mayor diversidad específica la presentan las familias Trochidae y Pyramidellidae. El espectro ontogenético es completo, siendo los

bivalvos en su totalidad infaunales y suspensívoros. Los gasterópodos son epifaunales y de hábito alimenticio variado (depositívoros, herbívoros y carnívoros). Se registran además numerosos briozoos (*Cellaria* spp. y *Lunulitidae* indet.), braquiópodos, escafópodos (*Dentalium* sp.), polioplácoros (*Chitonidae* indet.), equinodermos (espinas de equinoideos) y cirripedios (*Balanus* sp.).

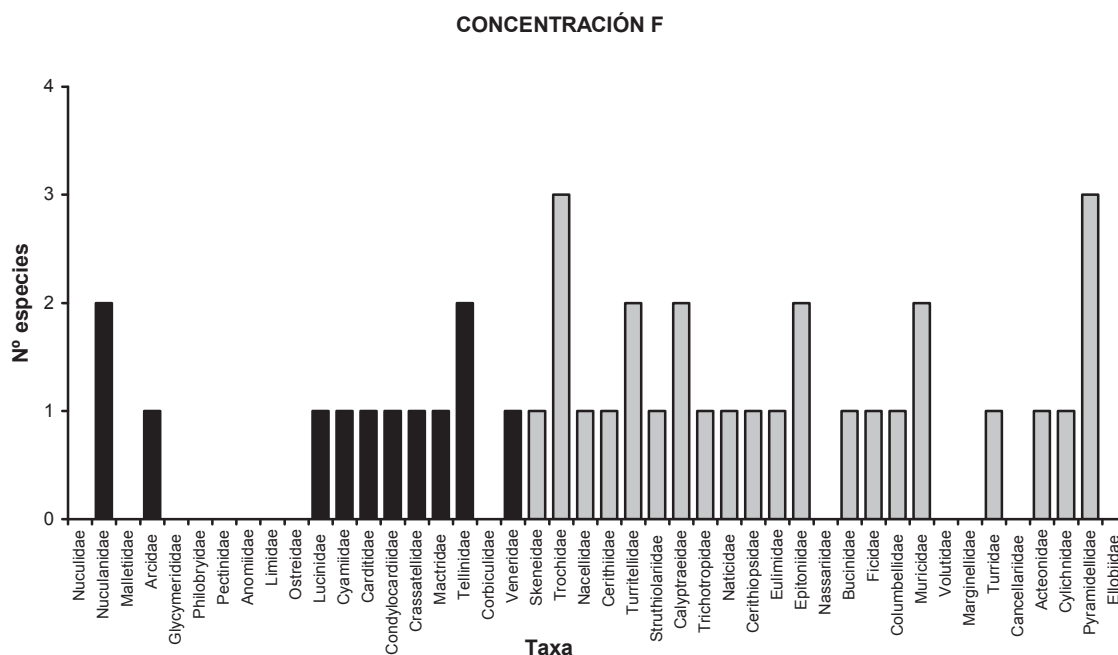


Figura 27. Composición taxonómica de la Concentración F. Las barras en negro representan familias de bivalvos y en gris familias de gasterópodos.

En el perfil del Cerro Monte León se describen las concentraciones G (Muestra 6), H (Muestra 10) e I (Muestra 12).

La Concentración G presenta geometría de capa de espesor irregular, con contactos ondulado en la base y plano en el techo, la matriz es de arenisca gruesa y conchillas, el empaquetamiento es denso (70%), la selección por tamaño es bimodal (una moda representada por fragmentos pequeños y la otra por valvas de ostras de mayor tamaño), la orientación es caótica y la desarticulación es total. La fragmentación y el grado de abrasión son altos en las ostras y bajo en los especímenes de otros taxa. La composición taxonómica está representada por seis familias de bivalvos y nueve de gasterópodos, incorporándose la familia *Corbiculidae* (Figura 28). La diversidad específica es baja, el espectro ontogenético es completo, siendo los bivalvos tanto infaunales como epifaunales y suspensívoros y los gasterópodos, en su mayoría, epifaunales de hábito

alimenticio diverso (detritívoros, carnívoros y herbívoros). Se registraron también escasos briozoos y braquiópodos (Terebratulidae indet.).

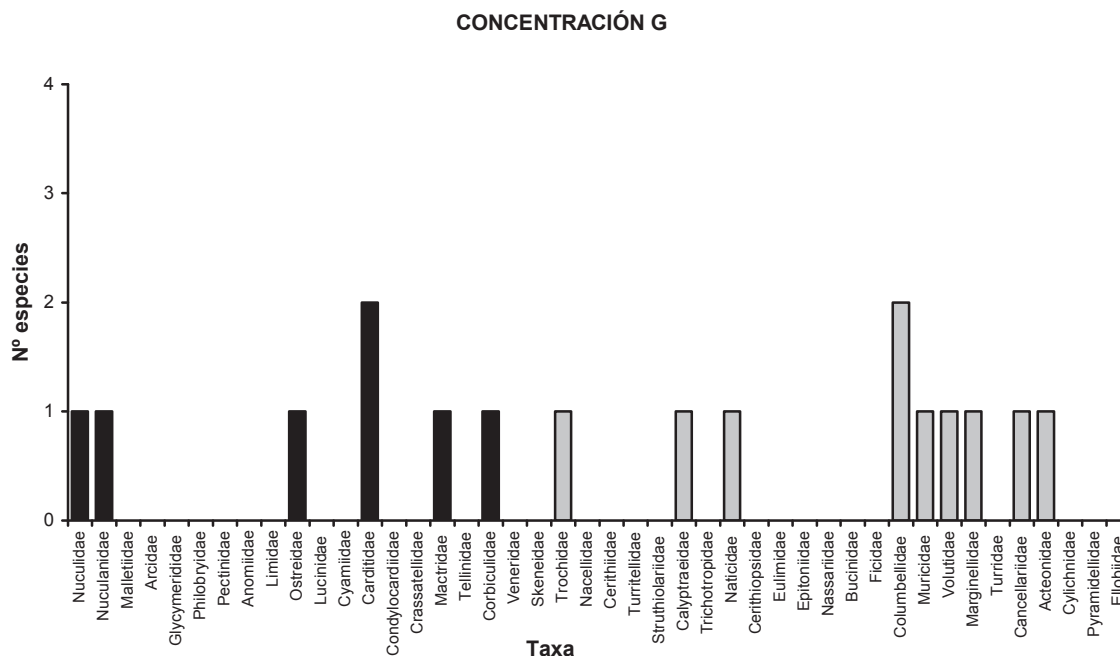


Figura 28. Composición taxonómica de la Concentración G. Las barras en negro representan familias de bivalvos y en gris familias de gasterópodos.

La Concentración H presenta geometría de capa con contactos ondulados, la matriz es de arenisca media arcillosa, el empaquetamiento es de pobre a denso (15%-25%) y la selección por tamaño es mala. La orientación es caótica, el grado de desarticulación, fragmentación y abrasión son altos. El encostramiento es bajo reconociéndose sólo algunas colonias de briozoos incrustantes, pero en particular las ostras tienen un alto grado de bioerosión reconociéndose trazas de esponjas (*Entobia* isp.), poliquetos (*Maeandropolydora* isp., *Caulostrepsis* isp.), bivalvos (*Gastrochaenolites* isp.) y algas (*Clionolithes* isp.). La diversidad taxonómica, tanto a nivel de familias como de especies es muy pobre, representada sólo por tres familias de bivalvos y cuatro de gasterópodos, todas presentes en las concentraciones anteriores (Figura 29). El espectro ontogenético es completo, siendo los bivalvos tanto infaunales como epifaunales y suspensívoros y los gasterópodos epifaunales suspensívoros y carnívoros. Se registraron además briozoos, escafópodos (*Dentalium* sp.), equinodermos y cirripedios (*Balanus* sp.).

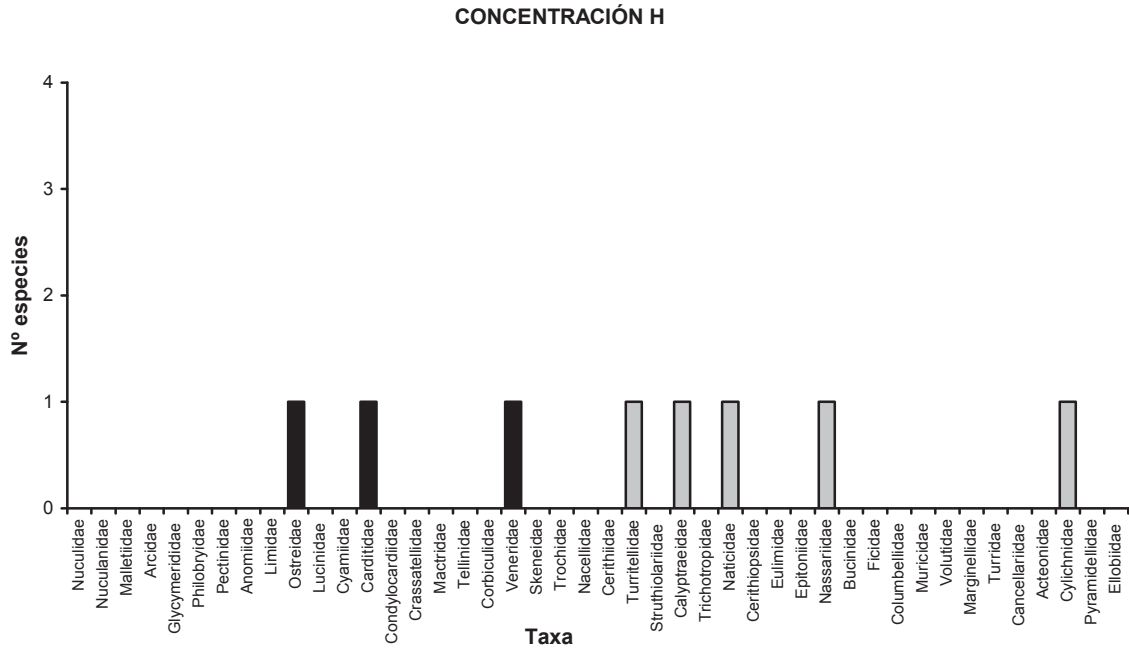


Figura 29. Composición taxonómica de la Concentración H. Las barras en negro representan familias de bivalvos y en gris familias de gasterópodos.

La Concentración I presenta geometría de lentes con contactos ondulado en la base y plano en el techo, la matriz es de arenisca fina, el empaquetamiento es denso (55%) y la selección por tamaño es buena (la mayoría de los bioclastos entre 6 y 10 cm). La orientación es perpendicular al plano de estratificación, en posición de vida. Todos los índices tafonómicos (desarticulación, fragmentación, abrasión, encostramiento y bioerosión) son bajos a nulos. Esta concentración constituye un bioherma formado en su totalidad por especímenes juveniles y adultos de *Crassostrea orbigny* (Ihering), de hábito epifaunal a semi-infaunal suspensívoro (Figura 30).

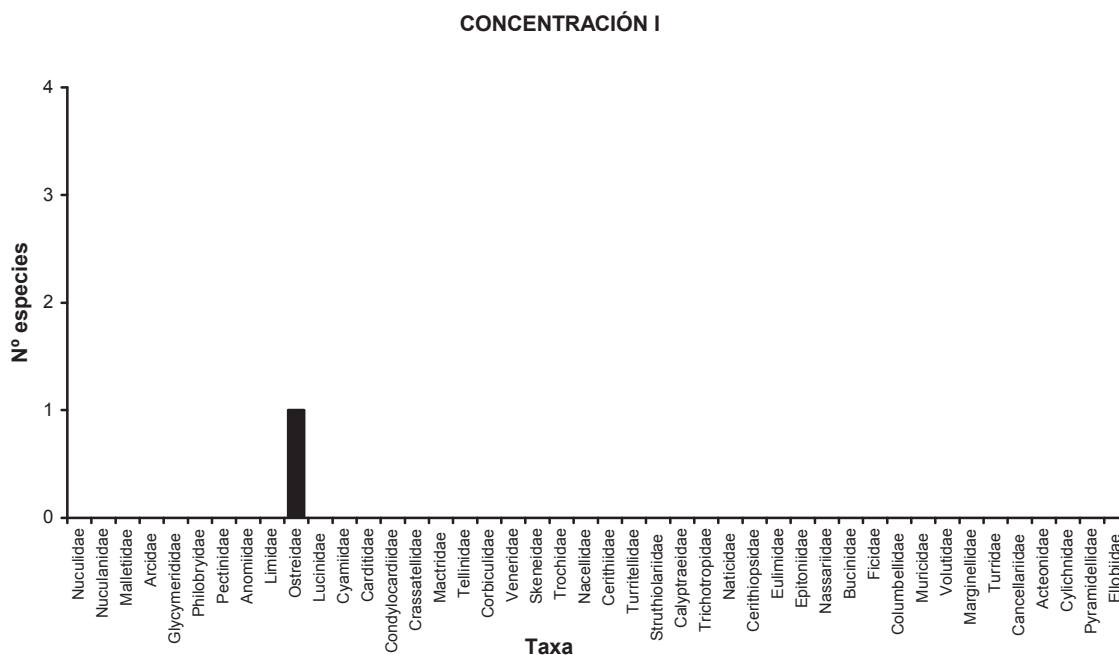


Figura 30. Composición taxonómica de la Concentración I. Las barras en negro representan familias de bivalvos y en gris familias de gasterópodos.

3. Interpretación de las concentraciones

El análisis detallado de la composición taxonómica y los rasgos tafonómicos, estratigráficos y sedimentológicos de las concentraciones esqueléticas registradas en la Formación Monte León, revela diferencias entre las mismas, sugiriendo una historia compleja en su desarrollo.

La Concentración A se encuentra en la Asociación de Facies I de composición limolítica y con alto grado de bioturbación. En la misma, la presencia de moluscos y decápodos en posición de vida y articulados indican la baja energía del ambiente depositacional en el que vivieron los organismos, con algunos eventos esporádicos de alta energía tales como tormentas y caída de cenizas, lo que permitió la excelente preservación de la fauna. Las concentraciones lenticulares de fragmentos o conchillas desarticuladas y en posición caótica se corresponden con episodios de mayor energía. El bajo grado de desarticulación y fragmentación, la posición de vida de la mayoría de los moluscos y decápodos permite inferir que esta concentración es de tipo biogénica/sedimentológica, formada en un ambiente de baja energía, por debajo del tren de olas de buen tiempo, desde la plataforma interna a la zona submareal.

Las Concentraciones B, C y D están presentes dentro de la Asociación de Facies II integrada por areniscas finas a gruesas masivas o con estratificación entrecruzada en artesa, intercaladas entre limolitas y areniscas muy finas con alto grado de bioturbación. El bajo grado de desarticulación, fragmentación y abrasión indicarían un ambiente de baja energía. Este tipo de concentraciones corresponden a la categoría biogénica/sedimentológica, y se habría formado en el sector submareal dentro de un ambiente de llanura de marea.

Las Concentraciones E, F, G y H también se encuentran dentro de la Asociación de Facies II compuesta de areniscas finas a gruesas masivas o con estratificación entrecruzada en artesa, intercaladas entre limolitas y areniscas muy finas bioturbadas. El moderado a alto grado de desarticulación y fragmentación, como así también la orientación caótica a concordante con la convexidad hacia arriba de los bioclastos, permite inferir que estas concentraciones son sedimentológicas, representando el relleno de canales de marea en el sector submareal dentro de un ambiente de llanura de marea.

La Concentración I se presenta dentro de la Asociación de Facies IV y constituye una concentración biogénica monoespecífica, formada por ostras articuladas y en posición de vida, formada en un ambiente marino marginal, de baja salinidad.

El análisis de cluster (Figura 31) revela que la concentración sedimentológica H y la concentración biogénica I son las que se agrupan a menor distancia que las restantes. Esto se atribuye a la menor diversidad taxonómica, tanto a nivel de especies como de familias de ambas concentraciones.

Las dos concentraciones se agrupan luego con las concentraciones sedimentológicas E y G y con la concentración biogénica/sedimentológica D, caracterizadas por una moderada diversidad y similar composición taxonómica.

Las Concentraciones B y C, son de tipo biogénica/sedimentológica, presentan similar composición taxonómica, como así también rasgos tafonómicos, aunque la Concentración C presenta mayor diversidad. Se interpreta a la primera como el relleno de galerías producidas por la acción de organismos infaunales, es decir habría derivado de la Concentración C por bioturbación. Los taxa que distinguen a estas concentraciones de las infra y suprayacentes pertenecen a las familias Malletiidae (*Yoldia* sp.), Veneridae [*Retrotapes striatolamellata* (Ihering)], Trochidae [*Phorcus iheringi* (Cossmann)], Turritellidae ("*Turritella*" *patagonica* Sowerby), Struthiolariidae [*Struthiolarella ameghinoi* (Ihering)], Cerithiopsidae (*Cerithiopsis juliana* Ihering), Buccinidae [*Buccinum annae* (Ortmann)], Columbelloidea (*Zemitrella* sp.), Muricidae

[*Xymene* sp., *Xymene cossmanni* (Ortmann)], Volutidae [*Neoimbricaria patagonica* (Ihering)], Marginellidae [*Austroimbricaria gracilior* (Ihering)], Turridae [*Eoturris* sp., *Fusiguraleus iheringi* (Cossmann), *Splendrillia santacruzensis* (Ortmann)], Cancellariidae [*Zeadmete ameghinoi* (Ihering)], Acteonidae (*Tenuiacteon* sp., *Triploca* sp.), Pyramidellidae (*Turbonilla cuevensis* Ihering) y Ellobiidae (Ellobiidae indet.).

La Concentración A, de tipo biogénica/sedimentológica, se separa desde el punto de vista de la composición taxonómica de las concentraciones suprayacentes. Esto se debe a la presencia de especies de bivalvos y gasterópodos exclusivos de esta concentración, pertenecientes a las familias Nuculanidae [*Scaeolea pueyrredona* (Ihering)], Glycymeridae [*Glycymeris cuevensis* (Ihering)], Philobryidae (*Cosa* sp.), Anomiidae (*Anomia* sp.), Mactridae (*Maorimactra* sp.), Trochidae (*Calliostoma garretti* Ortmann), Turritellidae ("*Turritella*" *iheringi* Cossmann), Trichotropidae (*Trichotropis* sp.), Naticidae (*Polinices* sp.), Muricidae [*Ocenebra* sp., *Urosalpinx* sp., *Xymenella dautzenberg* (Ihering)], Volutidae (Volutidae indet.), Marginellidae [(*Austroimbricaria quemadensis* (Ihering))] y Turridae (Turridae indet.).

Por su parte la Concentración F, es una concentración sedimentológica distinguible tafonómicamente de las otras ocho concentraciones, que también se aleja taxonómicamente de las mismas. Es la de mayor diversidad, incluyendo taxa que están presentes en las concentraciones infrayacentes y que probablemente representan ejemplares retrabajados de éstas, junto con otros taxa que aparecen por primera vez y que podrían haber formado parte de una paleocomunidad distinta que aquella que originó las concentraciones precedentes. Estos taxa pertenecen a las familias Nuculanidae (*Pseudoportlandia* sp.), Cyamiidae (*Cyamomactra* sp.), Crassatellidae [*Spissatella longior* (Ihering)], Veneridae [*Pitar iheringi* (Cossmann)], Trochidae (*Calliostoma* sp.), Nacellidae [*Lucapinella eurytreta* (Cossmann)], Struthiolariidae (*Struthiolarella* sp.), Calyptraeidae (*Crepidula* sp.), Cerithiopsidae (Cerithiopsidae indet.), Eulimidae (*Eulima* sp.), Epitoniidae (Epitoniidae indet.), Buccinidae (*Antistreptus* sp.), Ficidae [*Pyrrula carolina* (d'Orbigny)] y Pyramidellidae (*Odostomia suturalis* Ihering, *Odostomia* sp., *Pyramidella* sp.).

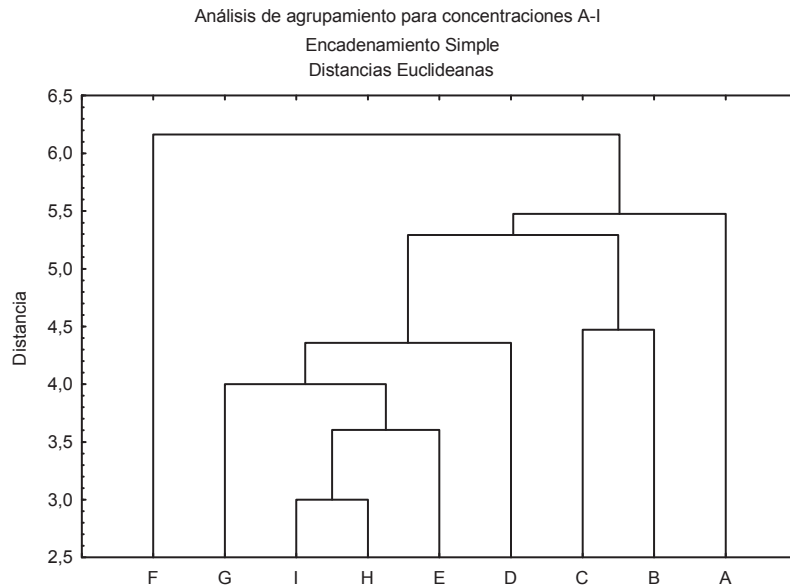


Figura 31. Diagrama de cluster

CONCLUSIONES

Las sedimentitas de la Formación Monte León en el área de estudio forman parte de la fase final de un ciclo transgresivo-regresivo procedente del océano Atlántico que inundó las costas de Patagonia durante el Oligoceno superior-Mioceno inferior.

El ambiente depositacional de la Formación Monte León es el de una llanura de marea, con subambientes que van desde la plataforma interna a submareal en la base, pasando a una planicie arenosa a fangosa en su sector medio y culminando con un ambiente marino-marginal, de planicie costera. Este ambiente de marismas o estuarios, representaría la transición entre el ambiente propiamente marino de la Formación Monte León y el ambiente fluvial de las sedimentitas de la Formación Santa Cruz suprayacente.

El análisis detallado de la composición taxonómica y los rasgos tafonómicos, estratigráficos y sedimentológicos de las concentraciones esqueléticas registradas en la Formación Monte León, reveló diferencias entre las mismas, sugiriendo una historia compleja en su desarrollo. Éstas se caracterizan por contener una abundante fauna de moluscos, representada por 31 especies de bivalvos y 77 especies de gasterópodos, presentando menor diversidad (a nivel de especies y de familias) hacia el techo,

sugiriendo, al igual que los datos sedimentológicos, condiciones cada vez más someras hacia el tope de la unidad.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento:

A la Dra. Ana Parras y el Dr. Miguel Griffin por su predisposición, gran capacidad educadora y la enorme paciencia que me han tenido siempre.

A mis padres que siempre confiaron en mí e hicieron posible que pueda estudiar.

A Darío por ser “mi compañero”.

A mis amigos de siempre y a los que conocí durante mis años de carrera, especialmente a Romina y Mariano que me dieron una mano en la realización de esta tesina.

A Edsel Brussa y Claudia Montalvo por las valiosas sugerencias que enriquecieron esta tesina y a Silvio Casadío por su ayuda en los trabajos de campo.

A aquellos docentes del Pabellón de Geología que me ayudaron compartiendo experiencias, brindando información y bibliografía.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Abbot, S.T. 1997. Mid-cycle condensed shellbeds from mid-Pleistocene cyclothems, New Zealand: Implications for sequence architecture. *Sedimentology* 44: 805-824.
- Ameghino, F. 1898. Sinopsis Geológica-Paleontológica. *Segundo Censo de la República Argentina* 1: 111-225.
- Ameghino, F. 1906. Les formations sédimentaires du Crétacé supérieur et du Tertiaire de Patagonie avec un parallèle entre leurs faunes mammalogiques celles de l'ancien continent. *Anales del Museo Nacional de Buenos Aires* 15 (3): 1-568.
- Barreda, V. y Palamarczuk, S. 2000. Palinomorfos continentales y marinos de la Formación Monte León en su área tipo, provincia de Santa Cruz, Argentina. *Ameghiniana* 37 (1): 3-12.
- Bertels, A. 1970. Sobre el "Piso Patagoniano" y la representación de la época del Oligoceno en Patagonia austral (República Argentina). *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 25 (4): 495-501.
- Bertels, A. 1980. Estratigrafía y foraminíferos (Protozoa) bentónicos de la Formación Monte León (Oligoceno) en su área tipo, provincia de Santa Cruz, Rep. Argentina. 2º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y 1º Congreso Latinoamericano de Paleontología (Buenos Aires, 1978), *Actas* 2: 205-212.
- Buatois, L., Mángano, G. y Aceñolaza, F. 2002. *Trazas Fósiles: Señales de comportamiento en el Registro Estratigráfico*. Museo Paleontológico Edgardo Feruglio, Edición Especial MEF N° 2, Trelew, 382 pp.
- Camacho, H.H. 1974. Bioestratigrafía de las formaciones marinas del Eoceno y Oligoceno de la Patagonia. *Anales de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 26: 39-57.
- Casadío, S. 1999. Variaciones climáticas durante el Paleógeno en el extremo austral de América del Sur y la Península Antártica. 7º Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales (Santa Rosa), *Conferencia* 19-25.
- Chinzei, K. 1986. Shell structure, growth, and functional morphology of an elongate cretaceous oyster. *Palaeontology* 29 (1): 139-154.
- Davies, D.J., Staff, G.M., Callender, W.R. y Powel, E.N. 1990. Description of a quantitative approach to taphonomy and taphofacies analysis: All dead things are not created equal. En: W. Miller (ed.), *Paleocommunity temporal dynamics: The*

- long-term development of multispecies assemblies, *Special Publication Paleontological Society* 5: 328-350.
- Darwin, Ch. 1839. *Narrative of the surveying voyages of H.M.S. Adventure and Beagle, between the years 1826 y 1836*. Colburn, H. (ed.), Londres, vol. 3, 615 pp.
- D'Orbigny, A. 1842. *Voyage dans l'Amérique meridionale*. Paleontologie et Geologie, Pitois-Levrault, Paris, 561 pp.
- Del Río, C.J. y Camacho, H.H. 1998. Tertiary nuculoids and arcoids of eastern Patagonia (Argentina). *Palaeontographica* Abt. A, 250: 47-88.
- Di Paola, E.C. y Marchese, H.G. 1973. Litoestratigrafía de la Formación Patagonia en el área tipo (Bajo de San Julián-desembocadura del río Santa Cruz). Provincia de Santa Cruz. República Argentina. 5° Congreso Geológico Argentino, *Actas* 3: 207-222.
- Fernández López, S. R. 2000. *Temas de Tafonomía*. Departamento de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, 167 pp.
- Feruglio, E. 1949. Descripción Geológica de La Patagonia. Ministerio de Industria y Comercio de La Nación, *Dirección General de Yacimientos Petrolíferos Fiscales* 2: 1-349.
- Fleagle, J.G., Bown, T.M., Swisher, C. y Buckley, G. 1995. Age of the Pinturas and Santa Cruz Formations. 6° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía (Trelew), *Actas* 129-135.
- Fürsich, F.T. y Pandey, D.K. 1999. Genesis and environmental significance of Upper Cretaceous shell concentrations from the Cauvery Basin, southern India: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 145: 119-139.
- Guerstein, G.R., Guler, M.V. y Casadío, S. 2005. Palynostratigraphy and Palaeoenvironments of the Oligocene/Miocene boundary from the Centinela Formation, southwestern Argentina. En: Beaudoin A.B. y Head M.J. (eds.), *The Palynology and Micropalaeontology of Boundaries, Special Publication Geological Society* 230: 325-343.
- Hatcher, J. B. 1900. Sedimentary rocks of Southern Patagonia. *American Journal of Sciences* (4) 9 (50): 85-107.
- Häntzschel, W. 1936. Die Schichtungs-Formen rezenter Flachmeer-Ablagerungen. *Senckenbergiana* 18: 316-356.
- Ihering von, H. 1897. Os Molluscos dos terrenos terciarios da Patagonia. *Revista del Museo Paulista* 2: 217-382.

- Ihering von, H. 1907. Les Mollusques fossiles du Tertiaire et du Crétacé supérieur de l'Argentine. *Anales del Museo Nacional de Buenos Aires* 3 (7): 1-611.
- Kidwell, S.M. 1991. The stratigraphy of shell concentration. En: P.A. Alison and D.E.G. Briggs (eds.), *Taphonomy: Releasing the Data Locked in the Fossil Record*, Plenum Press, New York, p.211-290.
- Kidwell, S.M. y Holland, S.M. 1991. Field description of coarse bioclastic fabrics. *Palaios* 6: 426-434.
- Kidwell, S.M., Fürsich, F.T. y Aigner, T. 1986. Conceptual framework for the analysis and classification of fossil concentration. *Palaios* 1: 228-238.
- Legarreta, L. y Uliana, M.A. 1994. Asociaciones de fósiles y hiatos en el Supracretácico-Neógeno de Patagonia: una perspectiva estratigráfico-secuencial. *Ameghiniana* 31 (30): 257-281.
- Malumián, N. 1999. La sedimentación y el volcanismo terciario en la Patagonia extraandina. En: J. Caminos (ed.), Geología Argentina, *Anales del Instituto de Geología y Recursos Minerales* 29 (18): 557-612.
- Malumián, N. 2002. El Terciario marino. Sus relaciones con el eustatismo. En: M.J. Haller (ed.), Geología y Recursos Naturales de Santa Cruz, *Relatorio 15º Congreso Geológico Argentino* I-15: 237-244.
- Náñez, C. 1988. Foraminíferos y bioestratigrafía del Terciario Medio de Santa Cruz oriental. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 43 (4): 493-517.
- Ortmann, A.E. 1902. Tertiary Invertebrates. *Reports Princeton University Expeditions to Patagonia*, Paleontology 4 (2): 45-332.
- Panza, J.L., Irigoyen, M. V. y Genini, A. 1995. Hoja Geológica 4969-IV, Puerto San Julián, provincia de Santa Cruz, República Argentina. *Boletín de la Secretaría de Minería de la Nación, Dirección Nacional del Servicio Geológico* 211: 1-77.
- Parras, A. y Casadío, S. 2005. Taphonomy and sequence stratigraphic significance of oyster-dominated concentrations from the San Julián Formation, Oligocene of Patagonia, Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 217: 47-66.
- Parras, A., Griffin, M., Casadío, S. y Montalvo, C. 2005. *Estudio de línea de base para la descripción de la riqueza y diversidad paleontológica del Parque Nacional Monte León*. Informe Dirección de Parques Nacionales, 124 pp. Inédito.

- Pufahl, P. y James, N. 2005. Monospecific Pliocene oyster buildups, Murray Basin, South Australia: Brackish water end member of the reef spectrum. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 233: 11-33.
- Reineck, H. 1963. *Sedimentgefüge im Bereich der südlichen Nordsee*. Abh. Senckenbergische naturforsch. Ges. 505, 138 pp.
- Reineck, H. y Singh, I. 1973. *Depositacional Sedimentary Environments*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 551 pp.
- Reineck, H.E. y Wunderlich, F. 1968. Zur Unterscheidung von asymmetrischen Oszillationsrippeln und Strömungsrippeln. *Senckenbergiana Lethaea* 49:321-345.
- Straaten, L.M.J.U. van 1954. Composition and structure of Recent marine sediments in the Netherlands. *Leidse Geol. Mededel.* 19: 1-110.
- Wichmann, R., 1922. Observaciones geológicas en el Gran Bajo de San Julián y sus alrededores (Territorio de Santa Cruz). *Boletín Dirección General de Minas* 30B.
- Windhausen, A., 1931. *Geología Argentina. Segunda Parte: Geología Histórica y Regional del territorio Argentino*. Editorial Peuser, 676 pp.
- Zuschin, M. y Stanton, R. 2002. Paleocommunity Reconstruction from Shell Beds: A Case Study from the Main Glauconite Bed, Eocene, Texas. *Palaios* 17: 602-614.

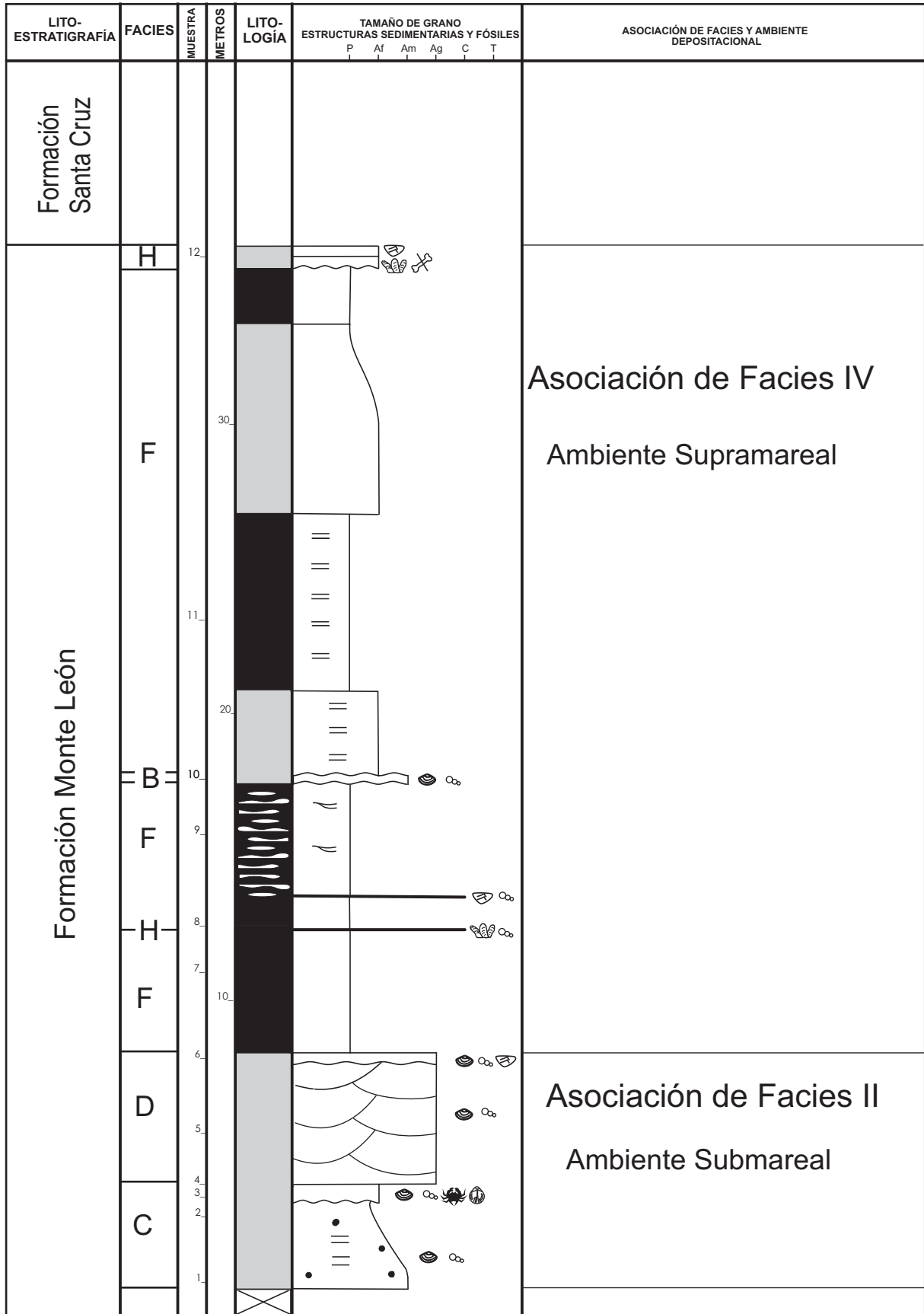
ANEXO I

Secciones estratigráficas

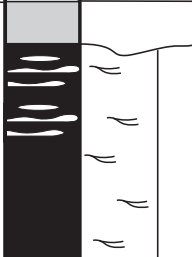
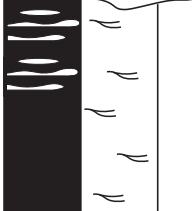
Restinga Norte

LITO-ESTRATIGRAFÍA	FACIES	MUESTRA	METROS	LITO-LOGÍA	TAMAÑO DE GRANO ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS Y FÓSILES	ASOCIACIÓN DE FACIES Y AMBIENTE DEPOSITACIONAL
					P Af Am Ag C T	
Formación Monte León	B		10			Asociación de Facies I Ambiente de Plataforma Interna a Submareal
			5			
			3/4			
			2			
			1			

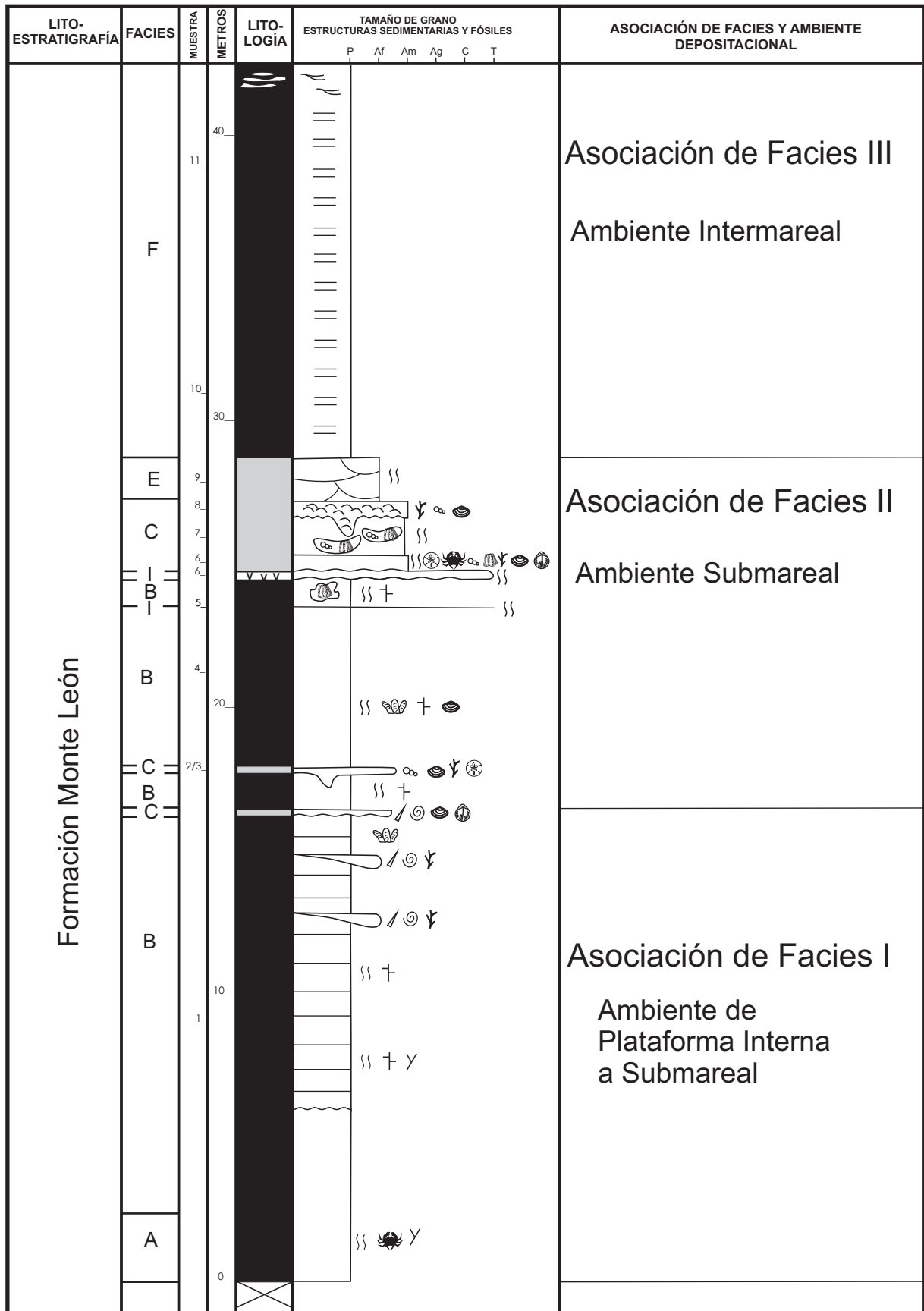
Cerro Monte León



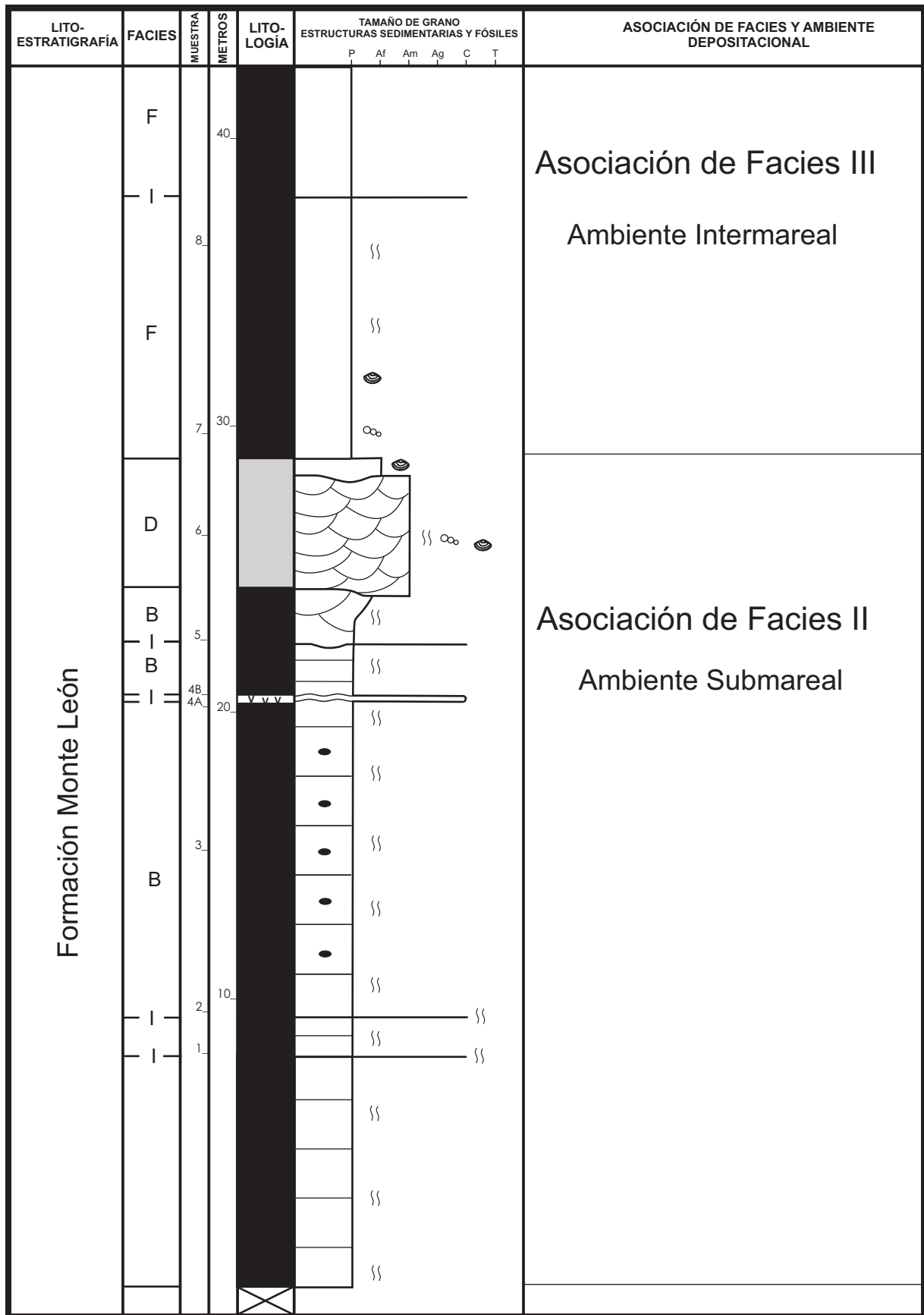
Monte León

LITO-ESTRATIGRAFÍA	FACIES	MUESTRA	METROS	LITO-LOGÍA	TAMAÑO DE GRANO ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS Y FÓSILES	ASOCIACIÓN DE FACIES Y AMBIENTE DEPOSITACIONAL
					P Af Am Ag C	
	G		13			
			12			

Monte León








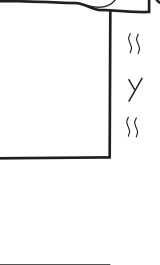


Cuevas de Monte León



Cuevas de Monte León




LITO- ESTRATIGRAFÍA	FACIES	MUESTRA	METROS	LITO- LOGÍA	TAMAÑO DE GRANO ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS Y FÓSILES	ASOCIACIÓN DE FACIES Y AMBIENTE DEPOSITACIONAL
					P Af Am Ag C T	
	F					

Yegua Quemada




LITO-ESTRATIGRAFÍA	FACIES	MUESTRA	METROS	LITO-LOGÍA	TAMAÑO DE GRANO ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS Y FÓSILES	ASOCIACIÓN DE FACIES Y AMBIENTE DEPOSITACIONAL
					P Af Am Ag C T	
Formación Monte León	F		7 6 5			Asociación de Facies III Ambiente Intermareal
	D		4 3			Asociación de Facies II Ambiente Submareal
	B		2 1			
			0			

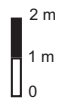
REFERENCIAS

LITOLOGÍA












-  Pelitas (P)
-  Areniscas (A)
-  Tobas y/o tufitas (T)

CONTACTOS

















-  Plano
-  Ondulado
-  Bioturbado



ESTRUCTURAS

-  Estratificación Entrecruzada en Artesa
-  Estratificación Planar
-  Laminación
-  Laminación Heterolítica
-  Óndulas simétricas
-  Concreciones
-  Intraclastos
-  Bioturbación
-  Flaser
-  Ondulosa
-  Lenticular

FÓSILES

-  Bivalvos
-  Ostras en posición de vida
-  Gastropodos
-  Braquiópodos
-  Briozoos
-  Equinodermos
-  Decápodos
-  Balánidos
-  Vertebrados
-  *Ophiomorpha* isp.
-  *Thalassinoides* isp.
-  Serpúlidos
-  Espinas de peces
-  Ostras
-  Fragmentos de vertebrados
-  Trazas de insectos

ANEXO II

Tabla

		CONCENTRACIÓN A	CONCENTRACIÓN B	CONCENTRACIÓN C	CONCENTRACIÓN D	CONCENTRACIÓN E	CONCENTRACIÓN F	CONCENTRACIÓN G	CONCENTRACIÓN H	CONCENTRACIÓN I
FAMILIA	ESPECIE									
BIVALVOS	Nuculidae	<i>Nucula</i> sp.	1	0	0	0	0	1	0	0
		<i>Pseudoportlandia glabra</i> (Sowerby, 1846)	0	0	0	0	0	1	0	0
	Nuculanidae	<i>Pseudoportlandia</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0	0
		<i>Radiosacella ortmanni</i> (Ihering, 1907)	0	0	0	0	1	1	0	0
		<i>Scaeolea pueyrredona</i> Ihering, 1907)	1	0	0	0	0	0	0	0
	Malletiidae	<i>Yoldia</i> sp.	0	0	1	0	0	0	0	0
	Arcidae	<i>Arca patagonica</i> (Ihering, 1897)	0	0	0	0	1	1	0	0
	Glycymerididae	<i>Glycymeris cuevensis</i> (Ihering, 1897)	1	0	0	0	0	0	0	0
	Philobryidae	<i>Cosa</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0
	Pectinidae	<i>Jorgechlamys centralis</i> (Sowerby, 1846)	0	0	0	1	0	0	0	0
	Anomiidae	<i>Anomia</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Pododesmus</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0	0
	Limidae	<i>Limaria patagonica</i> (Ihering, 1907)	0	0	0	1	0	0	0	0
	Ostreidae	<i>Crassostrea? hatcheri</i> (Ortmann, 1897)	1	0	0	0	0	0	1	0
		<i>Crassostrea orbigny</i> (Ihering, 1897)	0	0	0	0	0	1	0	1
	Lucinidae	Lucinidae indet.	1	0	0	1	0	0	0	0
		<i>Pteromyrtea crucialis</i> (Ihering, 1907)	0	0	0	1	0	1	0	0
	Cyamiidae	<i>Cyamomactra</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0	0
	Carditidae	<i>Pleuromeris cruzensis</i> (Ihering, 1907)	0	0	0	0	1	1	1	0
		<i>Pleuromeris elegantoides</i> (Ortmann, 1902)	1	1	1	0	0	0	1	1
	Condylocardiidae	<i>Condylocuna</i> sp.	1	0	0	0	0	1	0	0
	Crassatellidae	<i>Spissatella longior</i> (Ihering, 1897)	0	0	0	0	0	1	0	0
	Mactridae	<i>Maorimactra garretti</i> (Ortmann, 1902)	1	1	1	1	0	1	1	0
		<i>Maorimactra</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0
	Tellinidae	<i>Elliptotellina</i> sp.	1	0	0	0	0	1	0	0
		<i>Serratina</i> sp.	1	0	0	0	0	1	0	0
	Corbiculidae	<i>Polymesoda</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0
Veneridae	<i>Dosinia laeviuscula</i> (Philippi, 1887)	1	0	0	1	1	0	0	1	
	<i>Pitar iheringi</i> (Cossmann, 1898)	0	0	0	0	0	1	0	0	
	<i>Retrotapes striatolamellata</i> (Ihering, 1897)	0	0	1	0	0	0	0	0	
	Veneridae indet.	0	0	0	1	0	0	0	0	
GASTERÓPODOS	Skeneidae	<i>Cirsonella</i> sp.	0	0	0	1	0	1	0	0
		<i>Calliostoma garretti</i> Ortmann, 1900	1	0	0	0	0	0	0	
		<i>Calliostoma peraratum</i> Cossmann, 1899	1	0	0	1	0	0	0	
		<i>Calliostoma santacrucense</i> Cossmann, 1899	1	0	0	0	1	1	0	
		<i>Calliostoma</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0	
	Trochidae	<i>Phorcus iheringi</i> Cossmann, 1899	0	1	0	0	0	0	0	
		<i>Phorcus</i> sp.	0	0	1	0	0	1	0	
		<i>Solariella dautzenbergi</i> Cossmann, 1899	1	1	1	1	0	0	0	
		<i>Valdesia collaris</i> (Sowerby, 1846)	0	0	0	0	1	0	0	
		<i>Valdesia dalli</i> (Ihering, 1897)	0	0	0	1	1	0	0	
		<i>Valdesia?</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	
	Nacellidae	<i>Lucapinella eurytreta</i> (Cossmann, 1899)	0	0	0	0	0	1	0	
Cerithiidae	<i>Bittium</i> sp.	0	0	0	0	1	1	0		

	" <i>Turritella</i> " <i>ambulacrum</i> Sowerby, 1846	0	1	1	1	1	1	0	0	0
	" <i>Turritella</i> " <i>breantiana</i> d'Orbigny, 1847	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Turritellidae	" <i>Turritella</i> " <i>iheringi</i> Cossmann, 1898	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	" <i>Turritella</i> " <i>patagonica</i> Sowerby, 1846	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	" <i>Turritella</i> " indet.	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Struthiolariidae	<i>Struthiolarella ameghinoi</i> (Ihering, 1897)	0	1	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Struthiolarella</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Calyptraeidae	<i>Calyptraea merriami</i> (Ortmann, 1899)	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	<i>Calyptraea pileolus</i> d'Orbigny, 1841	1	1	1	1	0	1	0	1	0
	<i>Crepidula</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Trichotropidae	<i>Cerithioderma</i> sp.	0	0	1	0	0	1	0	0	0
	<i>Trichotropis</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Naticidae	Naticidae indet.	0	1	1	1	0	1	1	0	0
	<i>Polinices santacruzensis</i> Ihering, 1907	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	<i>Polinices</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Cerithiopsidae	<i>Cerithiopsis juliana</i> Ihering, 1907	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Cerithiopsis</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Cerithiopsidae indet.	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Eulimidae	<i>Eulima</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Epitoniidae	Epitoniidae indet.	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	<i>Epitonium</i> sp.	0	1	1	0	0	1	0	0	0
Nassariidae	<i>Hima</i> sp.	1	1	1	0	0	0	0	1	0
Buccinidae	<i>Antistreptus</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	<i>Buccinum annae</i> (Ortmann, 1900)	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Buccinidae indet.	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Ficidae	<i>Pyrula carolina</i> (d'Orbigny, 1847)	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Columbellidae	<i>Anachis</i> sp.	0	1	1	1	0	0	0	0	0
	Columbellidae indet.	0	1	0	0	0	1	1	0	0
	<i>Retizafra</i> sp.	1	1	1	1	0	0	1	0	0
	<i>Zemitrella</i> sp.	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Muricidae	<i>Fuegotrophon</i> sp.	0	0	0	0	0	1	1	0	0
	Muricidae indet.	1	1	1	0	1	0	0	0	0
	<i>Ocenebra</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Urosalpinx</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Xymene</i> sp.	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Xymene</i> sp. A	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Xymene cossmanni</i> (Ortmann, 1900)	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Xymenella dautzenbergi</i> (Ihering, 1897)	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Xymenella elegans</i> (Ortmann, 1900)	0	1	1	0	0	1	0	0	0
Volutidae	<i>Adelomelon (P.) ameghinoi</i> (Ihering, 1896)	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	<i>Neoimbricaria patagonica</i> (Ihering, 1897)	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Volutidae indet.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Marginellidae	<i>Austroimbricaria gracilior</i> (Ihering, 1897)	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Austroimbricaria quemadensis</i> (Ihering, 1897)	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Austroimbricaria?</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Turridae	<i>Eoturris</i> sp.	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Fusiguraleus iheringi</i> (Cossmann, 1899)	0	1	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Neoguraleus</i> sp.	1	0	1	1	0	0	0	0	0
	<i>Splendrillia santacruzensis</i> (Ortmann, 1900)	0	1	1	0	0	0	0	0	0
	Turridae indet.	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Cancellariidae	<i>Oamaruia</i> sp.	0	1	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Zeadmete ameghinoi</i> (Ihering, 1897)	0	0	1	0	0	0	0	0	0

	<i>Zeadmete</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	<i>Acteon</i> sp.	0	0	1	0	1	1	0	0	0
Acteonidae	Acteonidae indet.	0	1	1	0	0	0	1	0	0
	<i>Tenuiacteon</i> sp.	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Tornatellaea</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	<i>Triploca</i> sp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Cylichnidae	<i>Kaitoa patagonica</i> (Ihering, 1897)	0	1	1	0	0	1	0	1	0
	<i>Odostomia suturalis</i> (Ihering, 1897)	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Pyramidellidae	<i>Odostomia</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	<i>Pyramidella</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	<i>Turbonilla cuevensis</i> Ihering, 1897	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Ellobiidae	Ellobidae indet.	0	0	1	0	0	0	0	0	0