



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

Departamento de Geología

Trabajo Final de Licenciatura en Ciencias Geológicas

**ESTRATIGRAFÍA Y BIOESTRATIGRAFÍA DEL PALEOZOICO
INFERIOR Y MEDIO EN LA QUEBRADA POBLETE NORTE, ÁREA
DE TALACASTO, PRECORDILLERA CENTRAL, SAN JUAN,
ARGENTINA.**

Autor: Fernando Enrique López

Director: Prof. Víctor Hugo Contreras

Co-Director: Prof. Dra. Laura Inés León

2019

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, el soporte necesario para aguantar y sobrellevar la distancia. Por estar siempre a mi lado y demostrarme que “estar solo” no es más que un estado subjetivo. Por darme la oportunidad de cumplir un sueño.

A mi dotación de amor diaria, Luciana, por mostrarme el lado tierno de las cosas, y por acompañarme sin reproches a cada lugar que voy. Mi coproductora de un millón de planes y sueños. Mi musa...

A la familia Gordillo, mi segunda casa. Por resguardarme y cuidarme como propio. Por abrirme su corazón y hacerme sentir querido. Mis segundos padres y hermanos postizos.

A mis directores, Víctor y Laura, por los consejos técnicos y personales, por las charlas y horas bajo el sol o bajo el bendito árbol en campo. Por aportar un gran grano de arena a un sueño que se concreta y otro que comienza.

Al tribunal corrector, Graciela, Liliana y María Martha, por dar ese punto de vista fundamental para alcanzar un mejor trabajo.

A mis amigos, Osvaldo, Alejandro y Maximiliano, por el apoyo logístico y personal. Por estar conmigo y darme una mano siempre.

A Pelusa, mi compañera de la vida, por las horas a la espera de un cariño mientras escribía. Aquí el producto de tu paciencia y sacrificio.

ÍNDICE

RESUMEN	pág. 4
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	
1.1- Motivo.....	pág. 6
1.2- Objetivos.....	pág. 6
1.2.1- Objetivo General.....	pág. 6
1.2.2- Objetivos Específicos.....	pág. 7
1.3- Metodología.....	pág. 7
1.4- Ubicación y vías de acceso.....	pág. 9
1.5- Antecedentes.....	pág. 11
CAPÍTULO II: GEOLOGÍA REGIONAL	
2.1- Ubicación Geológica.....	pág. 15
2.2- Geología Estructural.....	pág. 15
2.3- Estratigrafía.....	pág. 17
2.3.1- Estratigrafía Local.....	pág. 17
2.3.1.1- Formación San Juan.....	pág. 17
2.3.1.2- Grupo Tucunuco.....	pág. 21
2.3.1.2.1- Formación La Chilca.....	pág. 21
2.3.1.2.2- Formación Los Espejos.....	pág. 26
2.3.1.3- Grupo Gualilán.....	pág. 29
2.3.1.3.1- Formación Talacasto.....	pág. 30
2.3.1.3.2- Formación Punta Negra.....	pág. 32
2.3.1.4- Depósitos Coluviales, Aluviales y de Cauce Actual.....	pág. 34
CAPÍTULO III: CONCEPTOS BÁSICOS DE BIOESTRATIGRAFÍA	
3.1- Nacimiento de la Bioestratigrafía.....	pág. 35
3.2- Concepto y Aplicaciones.....	pág. 35
3.3- Marco bioestratigráfico para Precordillera.....	pág. 36
3.4- Marco bioestratigráfico para Qda. Poblete Norte.....	pág. 39
3.4.1- Formación La Chilca – Miembro Salto Macho.....	pág. 39
3.4.2- Formación Los Espejos y base de Formación Talacasto.....	pág. 39

CAPÍTULO IV: DESCRIPCIÓN DEL PERFIL GEOLÓGICO

4.1- Descripción de la Columna.....	pág. 40
4.1.1- Techo de Formación San Juan y Formación La Chilca.....	pág. 40
4.1.2- Formación Los Espejos y base de la Formación Talacasto.....	pág. 44
4.2- Descripciones taxonómicas.....	pág. 48
4.2.1- Formación La Chilca – Miembro Salto Macho.....	pág. 48
4.2.2- Formación Los Espejos y base de Formación Talacasto.....	pág. 53
4.3- Descripción de muestras.....	pág. 82
4.3.1- Formación La Chilca – Miembro Salto Macho.....	pág. 82
4.3.2- Formación Los Espejos y base de Formación Talacasto.....	pág. 83
CAPÍTULO V: INTERPRETACIÓN PALEOAMBIENTAL.....	pág. 92
CAPÍTULO VI: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	pág. 94
6.1- Formación La Chilca – Miembro Salto Macho.....	pág. 94
6.2- Formación Los Espejos y base de la Formación Talacasto.....	pág. 94
6.3- Secciones Delgadas (ANEXO III).....	pág. 95
6.4- Interpretación Paleoambiental.....	pág. 96
CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA.....	pág. 98

ANEXO I – Mapa Geológico

ANEXO II – Columna Estratigráfica de la Formación Los Espejos

ANEXO III – Descripción Petrográfica

RESUMEN

Bajo el marco del Trabajo Final de Licenciatura (TFL) en Ciencias Geológicas, se realizó un muestreo paleontológico en los niveles cuspidales de la Formación San Juan, Formación La Chilca, Formación Los Espejos, y base de la Formación Talacasto, aflorantes en la quebrada Poblete Norte, en la sierra de Talacasto.

Se propuso un análisis en detalle de las facies calcáreas que subyacen a la Fm. La Chilca y los niveles correspondientes a la base del Grupo Tucunuco, por lo que se decidió realizar secciones delgadas de los mismos. Los resultados han sido colocados en forma de ANEXO en el presente trabajo final. Los mismos detallan, para la Formación San Juan, la presencia de Intramicrita y Wackestone para la muestra PN-001, Bioesparita y Packstone para PN-002, Biodolomita y Wackestone para PN-003, Biodolomita y Caliza cristalina para PN-005, Bioesparita – Intramicrita y Grainstone para PN-006, Intramicrita y Wackestone – Packstone para PN-006', y Bioesparita y Wackestone para PN-007. Por otro lado, para la Formación La Chilca se describe como Arenisca lítica y Litoarenita a la muestra PNLC-001, Limolita a PNLC-002 y 003, Cuarzoarenita para PNLC-004, Limolita para PNLC-005, Cuarzoarenita para PNLC-006, Cuarzoarenita y Arenisca lutítica para PNLC-007, y Limolita (Base) y Sublitoarenita (Centro) para PNLC-008.

En primer lugar, con el relevamiento de la Formación La Chilca dio como resultado la obtención de cuatro niveles productivos, de los cuales: a) PN-010 a 1,05 m desde el contacto, conteniendo a *Lagarograptus? praeacinaces*, *Normalograptus normalis*, *Metabolograptus persculptus*; b) PN-012, con *Normalograptus? acceptus* y *Diplograptus? sp.*, a 5,5 m; c) *Monograptus sp.* en PN-013 a 7,4 m; y *Monograptus? cf. priodon* para PN-014 a 18,5 m. Otros niveles fueron analizados (antes y después de los ya nombrados), pero solo se obtuvieron organismos fósiles en mala a muy mala conservación. La asociación presente en el primer nivel permite inferir la presencia de la Biozona de *Metabolograptus persculptus* para al menos el primer metro de la unidad, y de la posible Biozona de *Parakidograptus acuminatus* con mayor seguridad a los 5,5 m, significando la presencia de los niveles cuspidales del Hirnantiano y el pasaje al Rhuddaniano, respectivamente.

Se confirma, además, la extensión del biocrón de *L. praeacinaces*, previamente acotado al Silúrico, hasta alcanzar niveles del Hirnantiano. Finalmente, se realiza la correlación entre los niveles basales de la Formación La Chilca, analizada en el presente trabajo, con aquellas estudiadas en quebrada Ancha, cerro del Fuerte y quebrada de los Baños de Talacasto.

En segundo lugar, para la Formación Los Espejos y base de la Formación Talacasto, se obtuvieron 17 niveles productivos conteniendo 25 taxones diferentes, siendo los mismos: *Harringtonina acutiplicata*, en PN-015-016; *Clarkeia* sp., en PN-028; *Australina jachalensis*, en PN-017-018-019-025-026 y 028; *Australocoelia intermedia?*, en PN-030; *Isorthis cuyanum?*, en PN-028; *Amosina* sp., en PN-015-017-019-020-021 y 023; *A. pediculorum?*, en PN-030; *Stropheodonta fascifer*, en PN-024’; *Scaphiocoelia? boliviensis*, en PN-030; *Dalmanites* sp., en PN-028; *Zorotoxotis* sp., en PN-018-019 y 020; *Hemsiella? sp.*, en PN-019-020; *Australobollia fuertensis?*, en PN-020; *Seretites sanjuanensis*, en PN-015-017-018-019-020-021-023 y 024; *Nuculites argentinum*, en PN-028; *Palaeneilo? sp.*, en PN-028; *Anthracoleda minuta*, en PN-030; *Deceptrix jachalensis*, en PN-030; *Glossites? sp.*, en PN-028; *Loxonema* sp., en PN-025 y 028; *Bellerophontidae* (Género INDET), en PN-023 y 028; *Monograptus uncinatus* var. *notouncinatus*, en PN-021-022-023-024-024’ y 027’; *Saetograptus argentinus?*, en PN-027; *Conularia quichua*, en PN-030; y *Enterolasma* sp., en PN-030.

Dada la existencia de la segunda y cuarta asociación de braquiópodos, se infiere una edad de Ludloviano temprano – Pridoliano temprano para la sección central (Asociación 2), Lochkoviano para la base de la Formación Talacasto (Asociación 4). El Pridoliano temprano – medio estaría representado en la cúspide de la Formación Los Espejos (edad atribuida por posición bioestratigráfica). El hallazgo de *C. quichua* y *S.? boliviensis* en los niveles basales de la Formación Talacasto da soporte a la edad obtenida por braquiópodos. Por otro lado, se menciona la posible presencia de *M. uncinatus* var. *notouncinatus* en conjunto con *S. argentinus?*, lo cual significaría la primera mención de la misma para la Formación Los Espejos. Finalmente, se confirma que el arreglo bioestratigráfico, basado en macrofósiles, de las unidades del Paleozoico en la quebrada Poblete Norte se corresponde con el descrito en C° del Fuerte, Qda. Ancha, entre otras áreas previamente analizadas por otros autores.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.

Los depósitos paleozoicos aflorantes en la quebrada Poblete Norte revisten gran importancia desde el punto de vista estratigráfico y paleontológico. Sin embargo, las investigaciones han resultado escasas en la zona, centrandose su atención en áreas como quebrada Ancha y Salto Macho, e incluso en los Baños de Talacasto, dejando la interpretación del registro de la quebrada Poblete Norte a la extrapolación de datos. Su importancia macrofósilífera fue dada a conocer por diversos autores durante los años 90' y recientes, solo para la Formación Los Espejos, atendiendo a grupos taxonómicos particulares desde un punto de vista de categorización, sin alcanzar conclusiones biocronoestratigráficas. El siguiente trabajo aplica los conocimientos y bases bioestratigráficas, planteadas en zonas aledañas, alcanzando una determinación biozonal con base en macrofósiles, por primera vez para la Formación La Chilca y la Formación Los Espejos en la quebrada Poblete Norte.

1.1- MOTIVO

Se pretende cumplir con el Trabajo Final de Licenciatura como requisito para obtener el grado de Licenciado en Ciencias Geológicas, perteneciente al Departamento de Geología de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de San Juan.

1.2- OBJETIVOS

El objetivo del presente trabajo final es el estudio estratigráfico y bioestratigráfico de la sección paleozoica de la Quebrada Poblete Norte (Talacasto, San Juan), con base en macrofósiles, el que se prevé aportará valiosa información inédita para el desarrollo de una base de datos sobre el Paleozoico inferior y medio de la Precordillera de San Juan.

1.2.1- Objetivo General

Realizar un estudio detallado de la estratigrafía, petrografía y bioestratigrafía de los depósitos del Paleozoico inferior y medio, abarcando los términos superiores de la Formación San Juan, la totalidad del Grupo Tucunuco y la base de la Formación Talacasto, en el sector de la quebrada Poblete Norte, Talacasto, departamento de Ullum (San Juan).

1.2.2- Objetivos Específicos

- Conocer la disposición vertical y horizontal de las unidades aflorantes en la quebrada Poblete Norte mediante la obtención de mapas geológicos y columnas estratigráficas detalladas.
- Determinar clases taxonómicas de significancia bioestratigráfica para el contenido macrofósilífero de las unidades a analizar.
- Obtener información bioestratigráfica, identificando biozonas e interpretando edades relativas para los niveles en estudio.
- Definir microfacies carbonáticas y características microscópicas de rocas clásticas, para la Formación San Juan y Formación La Chilca respectivamente.
- Elaborar un esquema biocronoestratigráfico para la sección estudiada.
- Plantear un cuadro de correlación local y regional, basados en la información bioestratigráfica del área.

1.3- METODOLOGIA DE TRABAJO

Las tareas realizadas para el presente trabajo constaron de tres etapas:

- En primer lugar, el trabajo de gabinete, el cual consistió en la recopilación de bibliografía referida a la zona de estudio, generando un modelo teórico necesario para la correcta realización de la etapa siguiente. Se fotointerpretó el área a escala 1:7500, obteniendo imágenes satelitales de detalle mediante el software libre SAS Planet (descarga de imágenes) y con el software libre QGIS (digitalización), confeccionando un mapa geológico con unidades litoestratigráficas y estructuras, material de ayuda para el planteo de posibles zonas de ingreso y afloramientos en estudio;
- La siguiente etapa consistió en trabajos realizados plenamente en campo (un total de siete campañas por el día), llevando a cabo: relevamiento de datos y perfiles geológicos detallados, con los cuales se elaboró una columna estratigráfica de la sección expuesta allí. Se planteó un muestreo sistemático fósilífero, seleccionando niveles propicios (principalmente con presencia carbonática/pelítica, estructuras *hummocky*, con nula o

ausente bioturbación y/o acumulación de concreciones) para la presencia de macrofósiles (graptolitos, braquiópodos, trilobites, gastrópodos, entre otros) separados equidistantemente (0,5 metros entre sí) o por distancia de aparición entre niveles de coquinas. Con el fin de respetar la medida de separación (y fundamentalmente en la Formación La Chilca y Formación Talacasto), varios segmentos de la sucesión rocosa debieron ser escavados, lavados y/o exhumados de los depósitos de caída de roca, mediante la realización de trincheras de 1 m de ancho y largo, y 1,5 m de profundidad (hasta alcanzar la roca inalterada) mediante el uso de pico, pala y piqueta. Una vez obtenidas las muestras, se les colocó la numeración de identificación correspondiente (Poblete Norte <PN>, y tres dígitos de números comenzando en el 001, separados por un guión intermedio), y luego fueron cuidadosamente envueltas y guardadas para evitar el deterioro o rotura durante el transporte. Posteriormente se les realizó un tratamiento de lavado a base de agua y pincel, completado luego con ácido clorhídrico al 10%, vaselina líquida y/o alcohol para mejorar la visualización. Ésta preparación se llevó a cabo en el Laboratorio de Preparaciones Paleontológicas que posee la COPAINGEO (INGEO), en el edificio de la FCEF.N.

Durante el reconocimiento general de la columna estratigráfica (en las formaciones San Juan, La Chilca y Los Espejos), se tomaron muestras de roca con el fin de realizar secciones delgadas a *posteriori*, y mediante un análisis con microscopio petrográfico, ampliar la descripción sedimentológica en puntos estratégicos. Aquellas tomadas en el tramo de la Formación San Juan recibieron el nombre de campo PN-001/007, mientras que las tomadas en Formación La Chilca (y por cuestiones de no interferir con el orden de numeración paleontológico) han sido nombradas como PNLC-001/008 (Poblete Norte La Chilca);

- Y una tercera etapa, la cual trató de la preparación y descripción de muestras obtenidas en campo, consistiendo en una determinación taxonómica de macrofósiles con el fin de interpretar la presencia y extensión de biozonas. El procedimiento involucró una digitalización del material fósil mediante una lupa 50X con cámara incluida, con una posterior impresión a escala y calcado en fondo blanco (sólo para graptolitos). Tal dibujo fue sometido a análisis dimensionales con el fin de alcanzar niveles sistemáticos ciertos

para poder establecer una biozonación posterior. Tal tarea fue realizada en el Gabinete de Estratigrafía (INGEO).

Mediante el uso del software libre SedLog 3.1 se volcaron los datos mensurales y sedimentológicos, obteniendo una columna estratigráfica con detalle en litología, ubicación de muestras, contenido paleontológico y taxones determinados.

El estudio se completó con una descripción petrográfica de secciones delgadas bajo microscopio petrográfico. Para ello se utilizaron gráficos de clasificación de rocas sedimentarias clásticas (Diagrama de Dott modificado por Pettijohn y Diagrama Composicional de Folk para areniscas) (Fig. 1-A y B) y sedimentarias químicas (Diagrama de Folk y Diagrama de Dunham) (Fig. 1-C y D). Los mismos fueron analizados en el Gabinete de Petrología de la FCEF, a cargo de la Dra. Nilda Mendoza.

1.4- UBICACIÓN Y VIAS DE ACCESO

La zona de estudio se ubica en la quebrada Poblete, que para mejor identificación la designaremos como quebrada Poblete Norte, a la sección que se ubica al norte de la ruta provincial 436, en el margen izquierda del río Talacasto ($31^{\circ}00'02,03''S - 68^{\circ}46'25,72''O - 1497$ msnm), el cual corre en dirección mayormente O-E, en el departamento de Ullum, provincia de San Juan. Pertenece al borde austral de la Sierra de Talacasto, la cual culmina en dicho río y da lugar a la sierra de la Dehesa hacia el sur (Ver figura N°2).

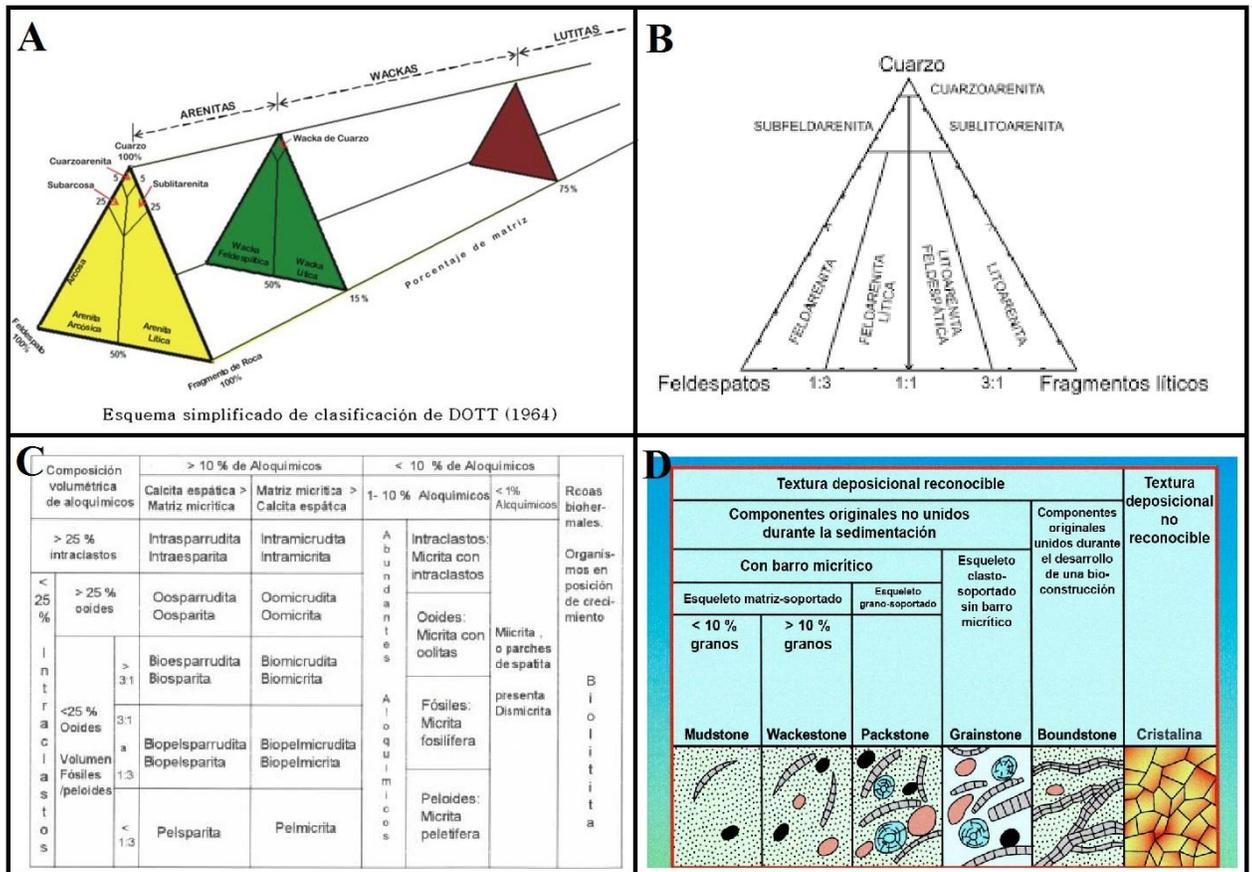


Fig. 1: A) Diagrama de Dott modificado por Pettijohn *et al.* (1972); B) Diagrama de Folk *et al.* (1970) para areniscas; C) Diagrama de Folk (1959) para rocas carbonáticas; D) Diagrama de Dunham (1962).

Para acceder desde la ciudad de San Juan se dirige hacia el norte por la Ruta Nacional N°40 un total de 52 km hasta alcanzar el empalme hacia el oeste con la Ruta Provincial N°436, por la cual se circula un total de 17 km hasta el paraje de “Baños de Talacasto”. Finalmente, 5 km al oeste se alcanza el sitio de explotación de la empresa SCOP. Al este de la cantera norte se ubica la desembocadura de la quebrada en estudio, punto desde el cual se debe ingresar 1,5 km hasta la sección estudiada (Ver figura N°2).

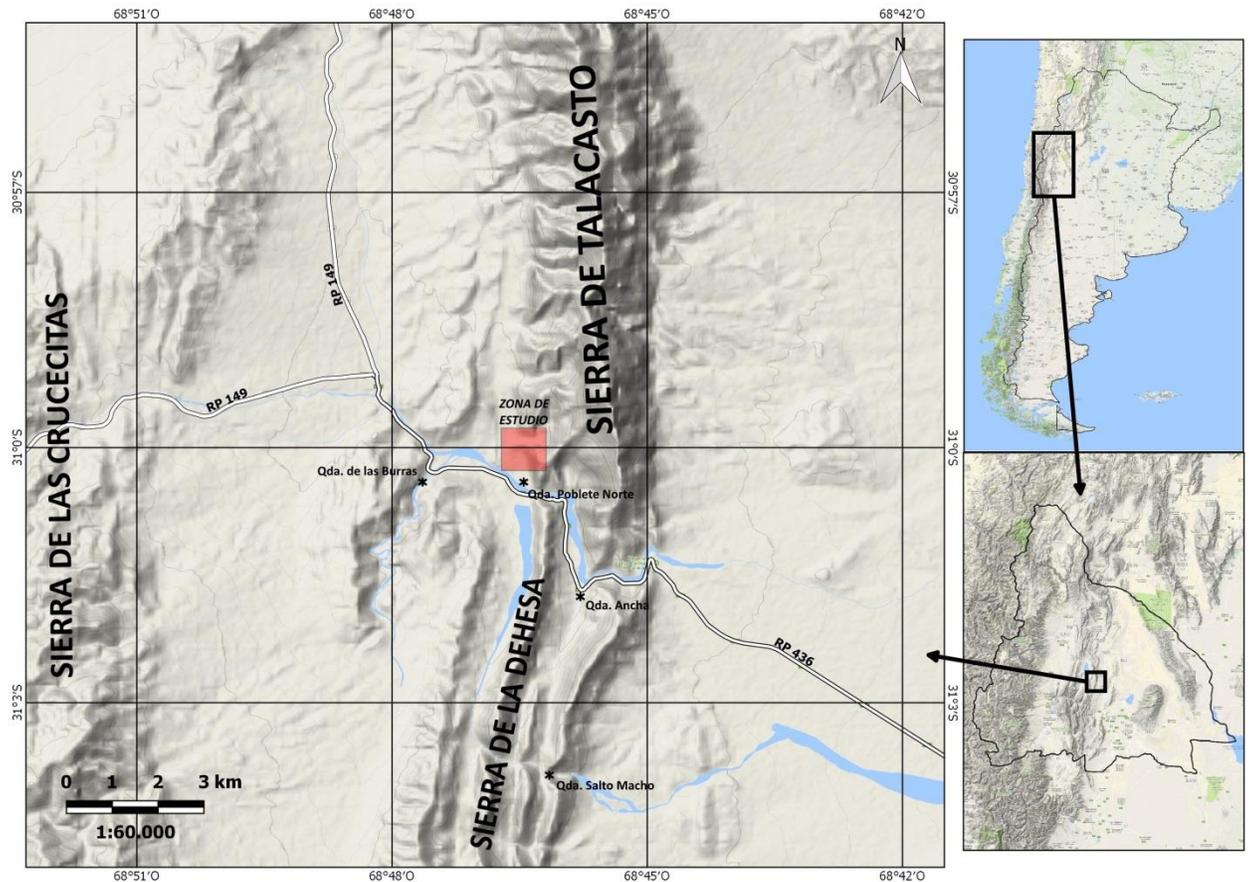


Fig. 2: Mapa de ubicación geográfica. El área de estudio se representa mediante el rectángulo de color rojo. Obtenido desde QGIS 2.18.

1.5- ANTECEDENTES

Las primeras referencias de rocas paleozoicas en la Precordillera de San Juan corresponden a los trabajos de Stelzner (1873) y Kayser (1876) realizado en el área de Jáchal, al norte de San Juan. En la zona de estudio, el registro paleozoico comienza con rocas del periodo Ordovícico de la Fm. San Juan (Furque, 1963; emend. Keller *et al.*, 1994), sobre la cual se han realizado diferentes trabajos de dataciones absolutas (con base en niveles de Bentonitas-K) y relativas (biozonación de braquiópodos y microfósiles). La misma fue acotada a un rango de edad entre el Tremadociano superior en Pachaco (Sarmiento, 1986) y Llanvirniano inferior (Sarmiento, 1987; Sarmiento y Rábano, 1992; Herrera y Benedetto, 1991). Finalmente, el techo del Ordovícico se encuentra presente en la base de la Fm. La Chilca (Ramos *et al.*, 1978; Cuerda *et al.*, 1988; entre otros), representado por la Zona de *Metabolograptus persculptus*.

La Fm. San Juan se depositó en un ambiente de plataforma carbonática abierta, con profundización hacia el oeste hacia un talud continental y depósitos de cuenca oceánica (Albanesi *et al.*, 2006).

El periodo Silúrico está representado por el Grupo Tucunuco (Cuerda, 1965), el cual presenta su localidad tipo en el Cerro La Chilca, al oeste de Tucunuco (Jáchal), y se subdivide a su vez en dos formaciones Las unidades que integran el grupo, formaciones La Chilca y Los Espejos, han sido objeto de numerosas investigaciones. Estas unidades estratigráficas contienen macrofaunas integradas por braquiópodos, equinodermos, graptolitos, microfósiles (conodontes) y palinomorfos, descritos en diversos trabajos, a saber: Cuerda (1969; 1971); Cuerda *et al.* (1982, 1988); Hünicken (1975); Hünicken y Sarmiento (1988); Volkheimer *et al.* (1980); Pöthe de Baldis (1981); Kerlleñevich y Cuerda (1986); Peralta (1986a, 1986b); Aceñolaza y Peralta (1986); Benedetto (1995); Benedetto *et al.* (1992); Vannier *et al.* (1995); Rubinstein (1992a, 1992b, 1995); Lehnert (1995); Rickards *et al.* (1996); Peralta (1998) y Rubinstein y Brussa (1999).

La Fm. La Chilca (Cuerda, 1965), cuya base ha sido asignada al Hirnantiano (expresado previamente) y un techo, datado con base en braquiópodos y acritarcas, asignado al Llandoveryano tardío – Wenlockiano temprano? (Benedetto, 1995; García Muro y Rubinstein, 2015). Finalmente, la Fm. Los Espejos (Cuerda, 1965), es poseedora de una variada fauna de graptolitos, braquiópodos y microfósiles: los primeros fueron estudiados por Cuerda (1969), el cual describe a *Saetograptus argentinus* Cuerda y *Monograptus uncinatus* var. *notouncinatus* Cuerda, y ubica a la formación entre el Llandoveryano tardío y el Ludloviano temprano – tardío; por otro lado, Benedetto *et al.* (1992) estudiaron la valvifauna presente y determinaron una edad entre el Wenlockiano medio a Pridoliano – Lochkoviano inferior (sólo para el área del Cerro del Fuerte); Hünicken y Sarmiento (1988) registran en Quebrada Ancha de Talacasto, en el tramo medio de la formación, una fauna de conodontes que corresponden a la Zona de *Polygnathoides siluricus* y parte basal de la Zona de *Pedavis latialata*, del Ludloviano medio superior – Ludloviano superior.

Estas dos unidades se inician con delgados conglomerados o paraconglomerados de base con rodados de chert y oolitas ferruginosas (Peralta *et al.*, 1986; Astini, 1992) que implican la presencia de hiatos erosivos aún dentro de la sedimentación silúrica (Astini y Maretto, 1996). Los

mismos caracterizan la fase inicial de un proceso transgresivo y le suceden pelitas que indicarían el momento de máxima inundación en la cuenca silúrica (Astini y Maretto, 1996).

Baldis *et al.* (1984) dividieron la Formación La Chilca en dos miembros, uno inferior, denominado: *Salto Macho*, de composición predominantemente pelítica, y otro superior, con mayor contenido de areniscas y cuarcitas, denominado: *Cuarcitas Azules*. Previamente, Cuerda (1969) subdividió a la Formación Los Espejos en tres miembros: *Miembro Inferior* (con abundancia de arcilitas y limolitas); *Miembro Medio* (conteniendo las primeras coquinas de braquiópodos); y el *Miembro Superior* (compuesto mayormente por areniscas).

Los depósitos silúricos de la Precordillera corresponden a facies predominantemente clásticas de colores verdosos y ambiente de plataforma, con abundante fauna de macroinvertebrados, en sus términos superiores, y conodontes y graptolitos, localizados en niveles restringidos. Estudios estratigráficos de la cuenca silúrica indican que la misma se había desarrollado en un ambiente de antepaís (*e.g.*, Benedetto *et al.*, 1986; Astini y Maretto, 1996).

Finalmente, el periodo Devónico está representado por el Grupo Gualilán (Baldis, 1975a), y se compone por las formaciones Talacasto (Padula *et al.*, 1967) y Punta Negra (Braccini, 1949; *nom. subst.* 1950).

Espisúa (1968) y Baldis (1975a y b) subdividieron la Formación Talacasto en cuatro miembros: *Miembro de lutitas verdes*, de fangolitas y lutitas verdes con *Connularia quichua*, braquiópodos, bivalvos y *Skolithos isp.*; *Miembro de areniscas azules*, de areniscas finas y muy finas con braquiópodos malvinocáfricos, trilobites, pelecípodos, nautiloideos, gastrópodos y la icnofacies de *Zoophycus*; *Miembro de areniscas con concreciones esferoidales*, de areniscas muy finas y fangolitas verdes con concreciones, compuesto por braquiópodos malvinocáfricos; y *Miembro superior de lutitas verdes y moradas*, de pelitas con concreciones y sin macrofósiles diagnósticos. Por otro lado, la Fm. Punta Negra posee menor contenido macrofósilífero, compuesta mayormente por trazas, braquiópodos (Herrera, 1995), trilobites (Rustán y Vaccari, 2010), bivalvos (Sterren *et al.*, 2015) y restos de fósiles vegetales (Frenguelli, 1951, 1952; Baldis, 1973). La unidad más antigua fue referida por Baldis (1975a y b) y Amos y Boucot (1963) al Emmsiano inferior (Devónico inferior) como edad mínima alcanzada en su localidad tipo. Por otro lado, la segunda unidad fue acotada en su base al Pragiano superior – Emmsiano inferior para la zona de Talacasto (Rubinstein, 2014), y en su techo al Devónico superior, con un cierto porcentaje de duda (Frenguelli, 1951).

El paleoambiente para el Devónico ha sido interpretado como una evolución desde un sistema depositacional de plataforma fangosa desarrollado en condiciones de nivel de mar alto (Astini, 1991), a uno relacionado con turbiditas deltaicas con incidencia de procesos eustáticos cíclicos en una cuenca de antepaís en rampa (Bustos y Astini, 1997).

En particular, la quebrada Poblete Norte, y desde un punto de vista paleontológico, ha sido descrita por Sánchez *et al.* (1991), Benedetto *et al.* (1992), Albanesi *et al.* (2006), Peralta (2013) y Garcías Páez (2016) para la Formación Los Espejos, y López *et al.* (2018) para la Formación La Chilca.

CAPÍTULO II: GEOLOGÍA REGIONAL

2.1- UBICACIÓN GEOLÓGICA

La Qda. de Poblete se ubica en la Provincia Geológica de Precordillera, la cual fue descripta por Furque y Cuerda (1979), y posteriormente dividida en tres subunidades, siendo de este a oeste: Oriental, Central y Occidental (Baldis y Chebli, 1969; Ortiz y Zambrano, 1981; Baldis *et al.*, 1982, respectivamente). Mientras que la Precordillera Occidental y Central poseen vergencia oriental y un comportamiento de piel fina, la Precordillera Oriental posee vergencia opuesta y piel gruesa, presentando su máxima expresión en las sierras de Villicum y Chica de Zonda. En Precordillera Oriental afloran unidades del Cámbrico Inferior, unidades consideradas como bancos de despegue de las estructuras falladas, a diferencia de la Precordillera Central y Occidental (en la provincia de San Juan), donde los niveles de despegue se ubican en unidades posteriores.

2.2- GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

El área estudiada pertenece a la Precordillera Central, la cual según Giampaoli y Cegarra (2003), se define como una faja plegada y corrida de piel fina sobre rocas sedimentarias paleozoicas, limitada hacia el este por las estructuras de piel gruesa de la Precordillera Oriental, y al oeste por un cambio estructural (aparición de fallamiento antitético) con la Precordillera Occidental. Figueroa y Ferraris (1989) establecen la existencia de una zona triangular ubicada entre la sierra de Pedernal y el río de las Peñas, con posible extensión hacia el norte en el faldeo occidental de las sierras Chica de Zonda y Villicum (Fig. 3).

Braccini (1946 y 1950) introduce el concepto de estructuras de fallamiento dominantes y acompañadas por pliegues, que dan lugar al modelo actual de bloques imbricados. Baldis y Chebli (1969) indican que los corrimientos se resuelven en un único plano de muy bajo ángulo ubicado en la caliza llanvirniana, y que aumenta rápidamente su valor de inclinación hacia la superficie. Además el ancho de la faja de corrimientos decrece hacia el Sur, la cual desaparece en el extremo austral del cerro Pedernal. Ramos y Vujovich (2000) destacan el carácter variable en la inclinación de las fallas aflorantes, las cuales en su sector frontal (oriental) rondan los 30°, mientras que al acercarse al contacto con su par Occidental, las mismas alcanzan la verticalidad o

se hallan volcadas. Tal aumento de buzamiento se explica sólo como un carácter secundario, adquirido por una rotación diferencial incrementada hacia el oeste.

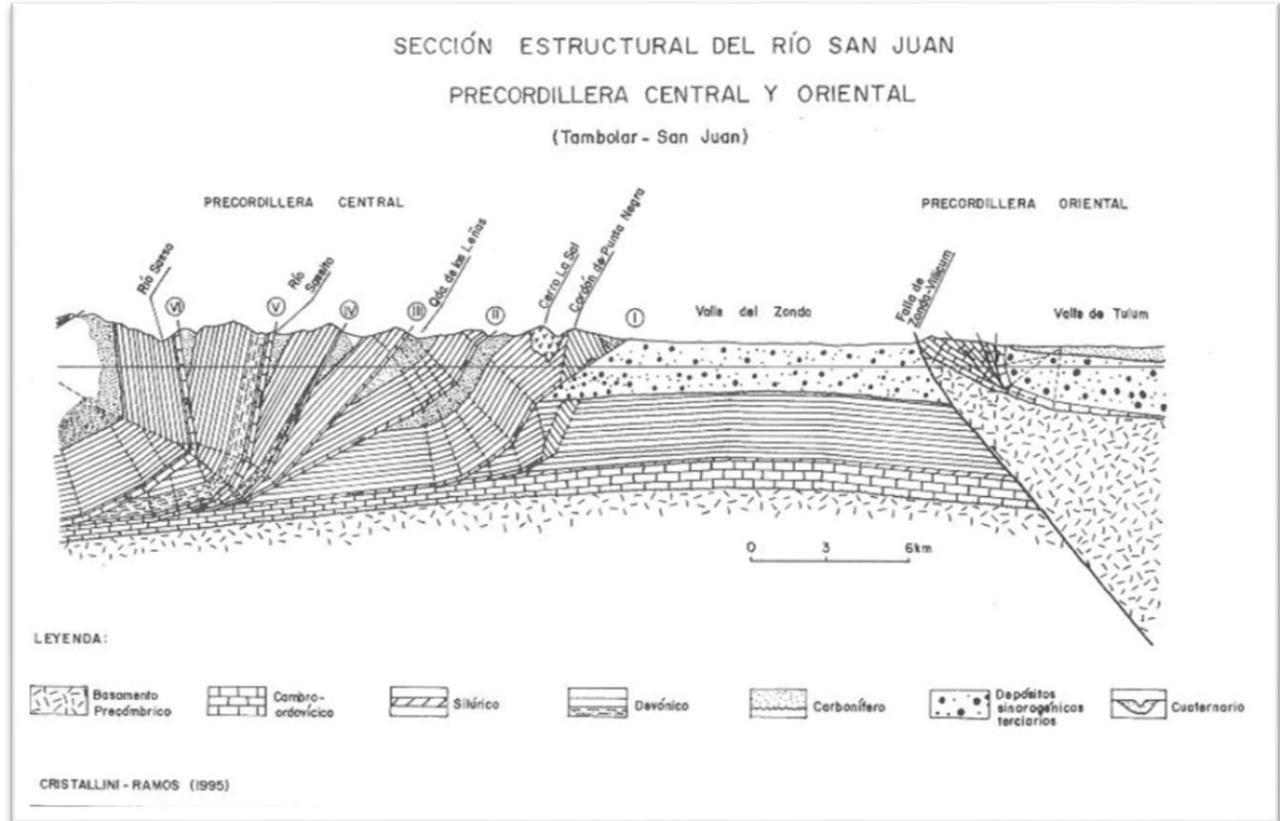


Fig. 3: Sección estructural de la Precordillera Central y Oriental en latitud del río San Juan. Tomado de Ramos y Vujovich (2000).

El sector de la Precordillera Central se encuentra afectado por la subducción subhorizontal de la placa de Nazca por debajo de la Sudamericana, característica que determina la ausencia en la actualidad de volcanismo, la intensa sismicidad de intraplaca y la notable actividad neotectónica ubicada principalmente en el frente orogénico (Ramos *et al.*, 1986).

Reconstrucciones palinspásticas permitieron calcular un acortamiento de la subunidad en 70% Allmendinger *et al.* (1990) y 71 % (49 kilómetro) (Ramos y Vujovich, 2000).

Además, se le atribuye a la propagación de fallas como el principal modo de plegamiento, y se identifica el nivel de despegue del plano de corrimiento de bajo ángulo dentro de la secuencia cambro – ordovícica (Allmendinger *et al.*, 1990).

2.3- ESTRATIGRAFÍA

Según la Hoja Geológica de San Juan 3169-IV (Ramos y Vujovich, 2000), la Precordillera Central posee mayormente afloramientos cuyo rango de edad se encuentra entre el Ordovícico y Pérmico, como unidades formadores de sierras, con cuerpos miocenos como geformas de menores proporciones (principalmente cerros). Por su parte, la Precordillera Oriental posee un basamento dado por rocas cámbricas, y su tope lo representan unidades silúricas, con afloramientos aislados de rocas carboníferas-pérmicas, triásicas, y miocenas. La Precordillera Occidental, observada en la Hoja Geológica de Rodeo 3169-I (Cardó *et al.*, 1999), posee una base en unidades del Ordovícico, continuando con unidades del Silúrico-Devónico, Carbonífero-Pérmico y Triásico, culminando con grandes extensiones de afloramientos pleisto-holocenos, con limitadas apariciones de rocas paleógenas y miocenas (neógenas).

En el área de estudio, los afloramientos reconocidos corresponden a la Formación San Juan (Floiano – Darriwilliano) como unidad más antigua, a la que le suprayace el Grupo Tucunuco (Hirnantiano – Pridoliano/Lochkoviano?) y Grupo Gualilán (Lochkoviano – Frasniano?). La sucesión culmina con Depósitos coluviales-aluviales y cauce actual (Cuaternario).

ANEXO I: Mapa Geológico.

2.3.1- Estratigrafía Local

2.3.1.1- Formación San Juan (Furque, 1963; emend. Keller *et al.*, 1994) (Fig. 4-A).

Esta unidad, en un primer momento, fue incluida por Kobayashi (1937) dentro de “San Juan limestones”, involucrando a rocas cámbricas y ordovícicas, pero fue Furque (1963) quién acuña el término de Formación San Juan para los estratos calcáreos apoyados por sobre las dolomías de la Formación La Flecha (definida por Bordonaro, 1980). Posteriormente Keller *et al.* (1994) definen a la Formación La Silla, anterior miembro inferior (unidad de carácter informal) de la Fm. San Juan (Beresi y Bordonaro, 1984), y la separan de la unidad suprayacente. La descripción final queda definida para la sucesión de calizas, dolomías y margas con abundante fauna marina de mar abierto. Aceñolaza (2002) sintetiza su litología principalmente en calizas, con menor participación de margas (*marlstones*) en la parte cuspidal, mientras que las dolomías solo se presentan en pequeños parches microesparíticos de coloraciones parda a amarillenta. El autor

también destaca la presencia de niveles de K-bentonitas hacia el techo de la unidad, teniendo continuidad en la suprayacente Formación Gualcamayo (no aflorante en el área de trabajo), y que han servido como un muy buen recurso de correlación a nivel regional. Hacia el techo, la unidad adquiere mayor porcentaje de *chert*, distribuidos en niveles continuos hasta de 3 metros (Fig. 4-B).

MIEMBROS: En la sección de la Qda. Las Lajas, Beresi y Bordonaro (1984) definen cuatro miembros para la unidad, de techo a base: Miembro calizas con *chert*; Miembro de calizas y margas varicolores; Miembro de calizas lajasas; y Miembro inferior de calizas macizas.

CONTACTOS: Los límites de la formación a nivel regional, según Aceñolaza (2002), son identificados por diferentes aspectos. En primer lugar, el límite inferior es una paraconformidad (Keller *et al.*, 1994) con la Formación La Silla, y su pasaje lo marca la aparición de la típica fauna de mar abierto de la Formación San Juan (con *Cryptozoon* sp. y *Collenia* sp. – algas, *Monticulipora argentina*, crinoideos, trilobites, órthidos y ortocónidos); diferente es para su límite superior, el cual es neto por paraconformidad con la Formación Gualcamayo, y el cambio lo marca la disminución en los bancos carbonáticos, acompañado por la aparición de las pelitas negras típicas de la unidad más nueva. Variantes se observan en otros sectores de la cuenca: en el área de Jáchal, la Formación San Juan es sucedida por la Formación Las Chacritas (Peralta *et al.*, 1999), por la Formación Los Azules en la Sierra de Villicum (Sarmiento, 1985), y por la Formación Sassito en la sección del río homónimo (Astini y Cañas, 1995). Particularmente, en la zona de estudio, la base de la unidad se encuentra oculta, mientras que hacia el techo es sucedida por la Formación La Chilca mediante un contacto erosivo.

CONTENIDO FOSILÍFERO: Paleontológicamente, la unidad es portadora de una nutrida fauna marina de mar abierto, que permite diferenciarla de su par inferior. Se destacan componentes de braquiópodos, trilobites, cefalópodos nautiloideos (Fig. 4-C), espongiarios, crinoideos, briozoarios, gastrópodos, ostrácodos, conodontes, microalgas, estromatolitos (Fig. 4-D), entre otros. En importancia, se destacan los conodontes, seguidos de braquiópodos y trilobites, los cuales han permitido la identificación de biozonas a lo largo de todo su espesor (Herrera y Benedetto, 1991; Albanesi *et al.*, 1998), las cuales arrojan datos con fina calibración tanto de edad como de correlaciones cronoestratigráficas. Entre los géneros mayoritarios encontrados se nombran a *Proetiella telecheai*, *Remopleurinoidea preandinus*, *Mendolaspis salagastensis*,

Nanillaenus gualcamayaensis, *Pliomera?* sp., *Cyrtometopus* sp., y *Monticulipora?* argentina como asociación típica Llanvirniana (Harrington y Leanza, 1957). Posteriormente Benedetto y Herrera (1986, 1987) realizan un estudio sobre braquiópodos, determinando a *Ahtiella argentina* Benedetto y Herrera como fósil elemental de la biozona cuspidal de la formación, indicando una edad del Arenigiano tardío (Dapingiano) - Llanvirniano temprano (Darriwiliano).

Sánchez *et al.*, (1996), con base en la presencia de la Zona de *Ahtiella*, realizaron una correlación con diferentes afloramientos (y sus respectivas columnas estratigráficas), con el fin de alcanzar un mejor entendimiento paleoambiental a la sección cuspidal de la formación.

PALEOAMBIENTE: La Formación San Juan fue depositada en la cúspide de una plataforma carbonática abierta, con profundización hacia el oeste hacia un talud continental y depósitos de cuenca oceánica. Una rampa homoclinal es reconocida al menos hasta el Ordovícico medio temprano, presentando un depocentro local en el área de Guandacol (Albanesi *et al.*, 2006). En los bancos finales de la formación, y con base en la presencia de poríferos y valvifauna de braquiópodos, Sánchez *et al.* (1996) interpretan un paleoambiente de alta energía en los estratos aflorantes en la zona de Talacasto (por mayoría de formas poríferas discoidales y por ausencia de braquiópodos pedunculados), y uno de condiciones más tranquilas para Cerro Viejo (por abundancia de poríferos elongados y braquiópodos liberosésiles).

La interpretación de Sánchez *et al.*, (1996) determina, no solo que el techo de la unidad es diacrónico, sino que la cuenca ordovícica que dio lugar a la sedimentación de la formación sufrió un basculamiento tectónico, lo cual profundizó la plataforma de depositación hacia el norte, alcanzando edades más jóvenes y con mayores espesores en la secuencia. Tal profundización diferenció marcadamente las características paleoambientales (hallando evidencias de somerización y alta energía hacia el sur), y llevó al ahogamiento del carbonato o destrucción de la plataforma carbonática, dando lugar al inicio de la sedimentación de la Formación Gualcamayo.

Benedetto y Astini (1993) y Astini (1994) establecieron una vinculación entre la historia sedimentaria y la evolución geodinámica de la Precordillera en términos de un modelo colisional. De tal modo, las pelitas negras de Gualcamayo habrían sido depositadas en una cuenca de antepaís periférica, con fuerte subsidencia por efecto de la carga de corrimientos. Otras evidencias que apoyarían el modelo fue aportada previamente por Banchig *et al.* (1990) y Ortega

et al. (1991), señalando la presencia de brechas calcáreas, olistostromas (Formación Los Sombreros) y turbiditas a lo largo del borde occidental de la cuenca (fuera del área de trabajo).

EDAD: Dado su carácter diacrónico, las edades halladas para la unidad son más antiguas para el piso y más nuevas para el techo mientras más al norte de la cuenca sea la medición (Hünicken, 1985). De tal manera, puede citarse una edad del Arenigiano (Floiano - Dapingiano) para la base en muchas localidades, aunque alcanza el Tremadociano superior en la zona de Pachaco (Sarmiento, 1986). Para el techo de la unidad sucede algo similar, encontrándose edades mínimas del Llanvirniano inferior (Darriwiliano) para los afloramientos de la Sierra de Villicum (Sarmiento, 1987; Sarmiento y Rábano, 1992). Una edad más general la sugieren Herrera y Benedetto (1991), ubicando a la unidad entre el Tremadociano - Arenigiano temprano (Tremadociano – Floiano) hasta el Llanvirniano temprano (Darriwiliano).

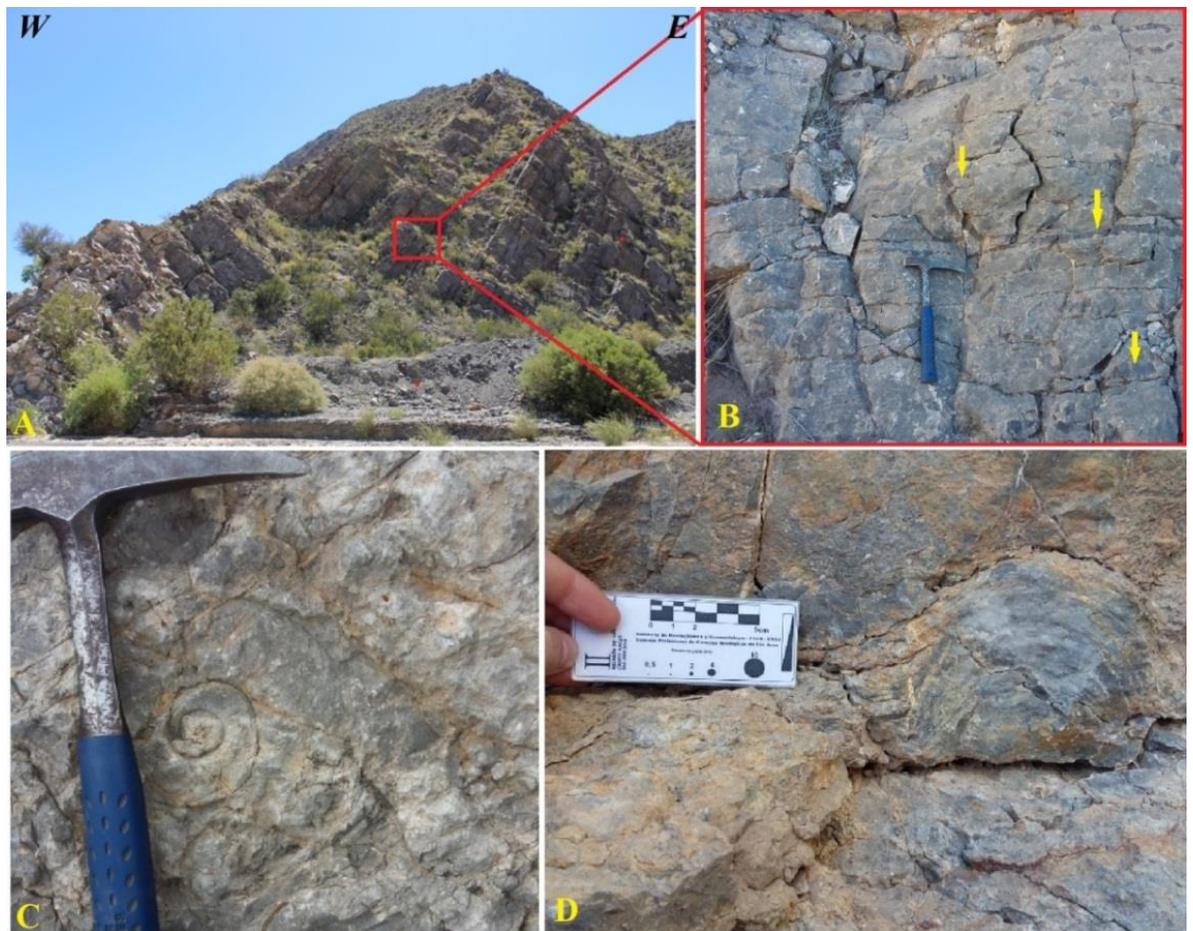


Fig. 4: A) Perfil del afloramiento de la Formación San Juan en Qda. Poblete Norte; B) Niveles de *chert* (señalados con flechas) intercalados entre caliza; C) Nautiloideos giróconos en el techo de la unidad; D) Estromatolito a la base de bancos calcáreos.

2.3.1.2- Grupo Tucunuco

El Grupo Tucunuco (Cuerda, 1965), compuesto por las formaciones La Chilca y Los Espejos, presenta extensos afloramientos desde el área de Jáchal, al norte, hasta la Sierra de Talacasto por el sur, en la Precordillera Central. Entre los perfiles clásicos de estudio de este grupo pueden citarse las localidades de Loma de Los Piojos, al suroeste de Jáchal, quebrada de Las Aguaditas, Cerro del Fuerte, cerro La Chilca y Sierra de Talacasto. Las unidades constituyentes se inician con delgados conglomerados de base con rodados de *chert* y oolitas ferruginosas (Peralta, 1986; Astini, 1992) que implican la presencia de hiatos erosivos aún dentro de la sedimentación silúrica (Astini y Maretto, 1996). Los mismos caracterizan la fase inicial de cortejos transgresivos y son sucedidos por pelitas grises/moradas que indicarían el momento de máxima inundación en la cuenca silúrica, evolucionando hacia el techo con un típico arreglo grano-estrato creciente (Astini y Maretto, 1996).

2.3.1.2.1- Formación La Chilca (Cuerda, 1965)

Corresponde a la unidad más antigua del grupo. Definida por Cuerda (1965), la formación, regionalmente, se apoya sobre rocas ordovícicas de diferentes edades y litologías, siendo más recientes hacia el norte, y con la Fm. San Juan dominando el contacto del sector centro-sur de la cuenca (Astini y Maretto, 1996). Hacia el SW (cercano al límite occidental de la Precordillera Central) su espesor disminuye hasta alcanzar facies condensadas, adquiriendo el nombre de Fm. Los Bretes (Peralta, 2013), acuñándose en las cercanías del río San Juan.

MIEMBROS: Baldis *et al.* (1984) subdividieron a la formación en dos miembros, de base a techo: Miembro Salto Macho, descrito en la quebrada homónima; y Miembro Cuarcitas Azules, en contacto superior con la Formación Los Espejos (Fig. 5-A, B y D).

Miembro Salto Macho (Baldis *et al.*, 1984): Su inicio está marcado con un banco de areniscas de granulometría media a fina a paraconglomerado, con granos subredondeados mayormente de cuarzo cristalino y *chert*, con cemento y concreciones arenosas ricas en hierro (Fig. 5-A). En la quebrada Poblete Norte se midió un espesor de entre 57-60 cm, con base plana y techo ondulado. Continúa con una intercalación de arcillas, areniscas finas cuarzosas oolíticas y limolitas oolíticas con espesor total de 35 cm hasta el primer nivel de areniscas medias de techo y base ondulada y 7-10 cm de espesor. Si bien se encontraron restos fósiles, las condiciones de fosilización y

conservación no permitieron su identificación. El arreglo se repite con un total de 105 cm hasta alcanzar un nuevo banco arenoso con geometría similar al anterior, de 10-12 cm. Apoyadas sobre el banco se ubica un banco pelítico portador de la primera fauna graptolítica de importancia. La sucesión continúa con litologías de granulometría fina hasta alcanzar un banco de arcilla limosa lajosa de color gris oscuro, rico en graptofauna. Luego de 70 cm se encuentra el último nivel de pelitas de la secuencia, conteniendo graptolitos en un estado medio de conservación e icnofauna. La litología pelítica desaparece, caracterizando bancos de areniscas medias a gruesas con estructuras interestratales (laminación entrecruzada-paralela, hummocky y ondulitas) (Fig. 5-C), con techo y piso ondulado, alternados con areniscas finas a medias con laminación paralela. A los 13 metros reaparecen los bancos finos, caracterizados por limolitas a areniscas finas de 2,4 metros de espesor, con presencia de graptofauna y valvifauna. A los 22 metros se alcanzan una nueva secuencia de estratos de areniscas medias a gruesas, las cuales marcan el pasaje al nuevo miembro.

Miembro Cuarcitas Azules (Baldis *et al.*, 1984): Está representado por una secuencia de limolitas y grauvacas cuarzosas, intercaladas con bancos cuarcíticos de coloración azulada en corte fresco. En la Qda. Poblete Norte, la subunidad posee un arreglo predominantemente arenoso, aumentando su granulometría hacia el techo, culminando con un banco de 35 cm gradado inversamente, comenzando con una arenisca fina verdosa clara, pasando por una arenisca media parda violácea, finalizando con una acumulación de oolitas ferruginosas, con cemento ferruginoso, que marcan el pasaje a la siguiente formación. Se identifican estructuras sedimentarias tales como *hummocky* de dimensiones métricas, marcas de flujo, laminación paralela y entrecruzada y ondulitas. Las oolitas del banco cuspidal poseen núcleos exclusivamente de cuarzo cristalino. Los autores arriba mencionados describen en el perfil tipo del miembro un estrato de contacto con granulometría conglomerádica, difiriendo del observado en la zona de estudio del presente trabajo.

CONTACTOS (Fig. 5-A y D): Los contactos inferior y superior de esta formación son notorios y conocidos, pero es el primero de ellos el que ha presentado como un foco de debate. Si bien, su límite inferior es neto y reconocible fácilmente, hay discrepancias entre los autores con respecto a su naturaleza geométrica: Rickards *et al.* (1996) lo define como una aparente concordancia con las unidades inferiores; mientras que Cuerda (1985) afirma que la unidad yace en suave

discordancia angular. Asurmendi *et al.* (2017) coinciden, describiendo una relación angular de 7°. Lo observado en campo, sumado a las condiciones irregulares del techo de la Fm. San Juan, no permitió confirmar ni desestimar alguna conjetura. Diferente en su límite superior, el cual es neto concordante marcado mediante un nivel de 15-20 cm de espesor de oolitas ferruginosas, pertenecientes a la Formación Los Espejos (Fig. 5-D).

CONTENIDO FOSILÍFERO: Paleontológicamente, el Miembro Salto Macho es la subunidad más completa del par. Posee una graptofauna referida por Ramos *et al.* (1978) al Ordovícico superior-Silúrico inferior para la quebrada Ancha, a pocos kilómetros del sitio de estudio. Cuerda *et al.* (1988) define tres biozonas para los primeros metros de la formación: Zona de *Normalograptus (Glypograptus) persculptus* Salter 1865, ubicada en el Hirnantiano tardío; seguida por una asociación posiblemente referida a la Zona de *Parakidograptus acuminatus*, representando el Llandoveryano basal; y finalmente la Zona de *Atavograptus atavus*, de edad del Llandoveryano basal - media. Kerlleñevich y Cuerda (1986), basados en estudios de graptolitos, atribuyeron la sección superior de esta unidad al Llandoveryano tardío–Wenlockiano (Fig. 6). Con respecto a su valvifauna, Brusa (1987) identifica niveles de coquinas con braquiópodos en bancos suprayacentes a los poseedores de graptolitos, mientras que Benedetto (1995) define una asociación de braquiópodos en cerro La Chilca, cerro Cumillango, cerro Agua de Felipe, entre otros sitios, asignándola al Llandoveryano temprano (Rhuddaniano), la cual se correspondería con la Zona de *Atavograptus atavus* (Pöthe de Baldis y Peralta, 1999). La misma se compone de los géneros *Anabaia?* sp.; *Aphanomena chilcaensis* Benedetto; *Aphanomena aff. mullochensis* Reed; *Cordatomyonia umangoensis* Benedetto; *Dalmanella aff. testudinaria* (Dalman); *Dedzetina?* sp.; *Heterorthella precordillerana* Benedetto; *Homeospira antiqua* Benedetto; *Homeospira carinata* Benedetto; *Leptaena?* sp.; *Rafinesquina relicua* Benedetto; y *Rostricella* sp.

En el ámbito de la micropaleontología, Pöthe de Baldis (1997) estudió una asociación de acritarcas y prasinofíceas, del tramo superior del miembro de los “Baños de Talacasto”, datada como Llandoveryano temprano - medio y comparada con datos de Europa y África, mostrando una conexión entre el Silúrico de Precordillera con el del norte de África y Europa insular.

En cuanto a sus icnofauna, Peralta (2013) describe para la Sierra de la Invernada icnogéneros de la icnofacies de *Cruziana*: *Paleophycus*, *Zoophycus*, *Planolites*, *Arenicolites* y *Chondrites*.

Por el contrario, el Miembro Cuarcitas Azules es menos complejo que su par inferior, poseyendo una importante icnofauna compuesta por *Zoophycus* (dominante en su sector inferior), y *Chondrites* sp. (común hacia el techo del miembro). Por otro lado, Kerlleñevich y Cuerda (1986) describen la presencia de *Monograptus priodon* (Bronn) y *Monograptus* sp. en la Qda. de Talacasto. Pöthe de Baldis (1987) analizó una fauna de acritarcas pobremente preservadas en la localidad de Aguada de Los Azulejitos, describiendo los géneros *Deunffia* y *Domasia*, los cuales indicarían una edad del Llandoveryano tardío – Wenlockiano temprano.



Fig. 5: A) Contacto entre la Fm. San Juan y la Fm. La Chilca; Desarrollo de la Fm. La Chilca. Se detallan los límites inferior y superior de la misma; C) Estructuras ondulíticas al techo de un banco de arenisca fina; D) Contacto entre la Fm. La Chilca y la Fm. Los Espejos.

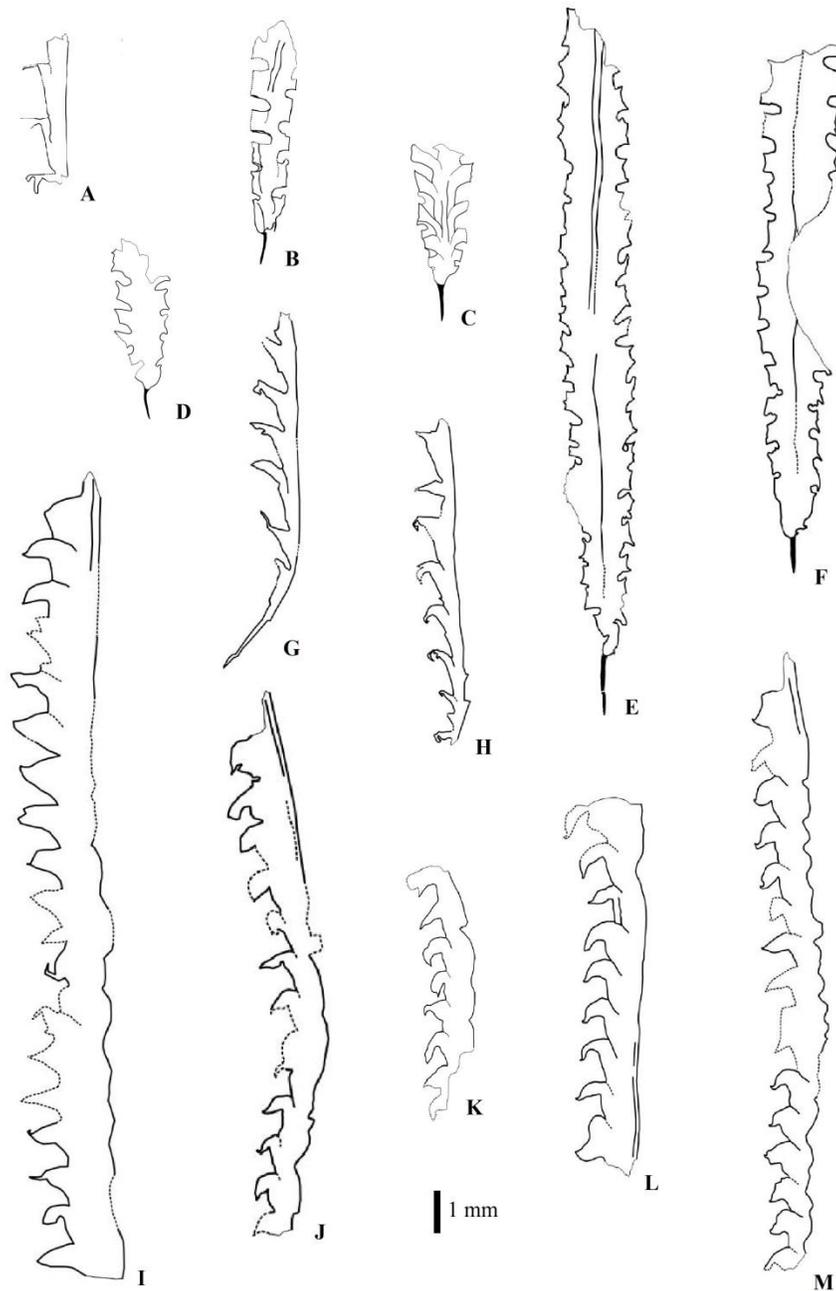


Fig. 6: Graptofauna del Miembro Cuarcitas Azules de la Formación La Chilca en Qda. Poblete Norte. A) *Lagarograptus?* *Praeacinales*; B) *Normalograptus normalis*; C) *Metabolograptus persculptus*; D-E) *Diplograptus?* sp.; F) *Normalograptus?* *acceptus*; G-H) *Monograptus* sp.; I-M) *Monograptus* cf. *pridon*. Tomado de López *et al.* (2018).

PALEOAMBIENTE: En el aspecto paleoambiental, Astini y Maretto (1996) interpretan, con base en la litología y estructuras sedimentarias, que la depositación de la formación tuvo lugar como consecuencia de una transgresión marina en la cuenca, caracterizando depósitos de alta energía (conglomerado-arenisca basal), continuada por sedimentos submareales restringidos, con escasa energía de fondo y predominio de procesos de decantación (bancos de pelitas oscuras). Hacia el techo del miembro inferior, la aparición de ritmitas intercaladas con areniscas de importante grosor indicaría una estratificación compuesta (lenticular-ondulada-flaser) sometida a eventos de tormenta. La relación entre areniscas-pelitas aumenta en gran medida hacia el techo, indicando una profundización en el ambiente, atribuyéndose a una plataforma bajo condiciones de somerización progresiva, extendiéndose desde la plataforma interna hasta una transición con *shoreface*. Finalmente, la amalgamación de capas junto a la lenticularidad interna y acumulación de coquinas indica un ambiente somero, de *shoreface*, con predominio de alta energía.

Peralta (2013) considera que los últimos niveles de los Bretes son correlacionables con los primeros de la Formación Los Espejos con base en la fauna de *Leangella*, descrita por Benedetto y Francoise (1998), por lo que el techo se consideraría diacrónico, siendo producto de una condensación estratigráfica.

EDAD: La presencia de la mencionada graptofauna para la sección basal del Miembro Salto Macho le atribuye a éste una edad inferior máxima para el Hirnantiano tardío, mientras que la presencia de la fauna de braquiópodos hacia el techo, limita el miembro a una edad superior mínima del Llandoveryano inferior, alcanzando el Llandoveryano medio según las dataciones con acritarcas. Para el segundo miembro, como así también para el techo de la Formación La Chilca, la edad con base a acritarcas fue datada entre el Llandoveryano tardío al Wenlockiano temprano. Por otro lado, García Muro y Rubinstein (2015) limitan la unidad al Llandoveryano – Wenlockiano?.

2.3.1.2.2- **Formación Los Espejos** (Cuerda, 1965)

Corresponde a la unidad más reciente del grupo, apoyada mayormente sobre su par inferior. La cuenca sedimentaria de la unidad abarcó zonas mayores que la Fm. La Chilca, por lo que en su extremo sur el contacto es con rocas más antiguas (Astini y Maretto, 1996 y Astini, 1996)

interpreta que en sus extremos australes, la formación alcanza una etapa de condensación, reconociéndose como Fm. Tambolar.

MIEMBROS: Cuerda (1965) subdivide a la unidad en tres miembros: **Miembro Inferior:** comienza generalmente con un banco fino (<0,5 m) oolítico ferruginoso, seguido de bancos deformados de pelitas intercaladas con niveles de areniscas y concreciones, de aparición esporádica. La presencia fosilífera está mayormente representada por icnofósiles; **Miembro Medio:** hacia la parte superior se observa un incremento gradual de los depósitos de areniscas. Estos están compuestos por feldespatos (potásicos y calco-sódicos), mica, cuarzo y cemento calcáreo; **Miembro Superior:** presenta una prevalencia marcada de niveles con granulometrías medias a gruesas, con espesores de estratos también mayores, siendo abundantes los bancos fosilíferos generalmente en arreglos lentiformes relacionados a estructuras tipo *hummocky* (Fig. 7-A y B).

CONTACTOS: La Formación Los Espejos se apoya de forma paraconcordante sobre La Chilca, contacto marcado mediante un nivel oolítico ferruginoso, representando una superficie erosiva de inundación; mientras que su contacto superior es también paraconcordante, representado por un paraconglomerado de clastos de *chert*, cuarzo y areniscas, relacionándola con unidades devónicas.

CONTENIDO FOSILÍFERO: De acuerdo con diversos autores, el contenido fosilífero de la Formación Los Espejos es más abundante y variado respecto al observado en la Formación La Chilca, contando con la presencia de braquiópodos, graptolitos, trilobites, tentaculitoideos, nautiloideos (Fig. 7-C), restos de euriptéridos, ostrácodos, gastrópodos, crinoideos, y diversos microorganismos y trazas de importancia estratigráfica y/o paleoambiental.

En primer lugar, los braquiópodos presentes fueron referidos por Boucot (1974) al Reino Malvinokáfrico, o por Cocks (1972) a la Fauna de *Clarkeia* (haciendo alusión al género *Clarkeia*, característico de la asociación), finalmente modificado por Benedetto y Sánchez (1996) al Reino Afro-Sudamericano. Una característica común para las asociaciones de braquiópodos silúricos de esta formación (principalmente aquellos del lapso Wenlockiano - Pridoliano) es presentar un mayor grado de endemismo que aquellas formaciones depositadas sobre cuencas intracratónicas, alcanzando valores de hasta el 30%, pero manteniendo grandes similitudes con los organismos

pertenecientes al Reino Nord Atlántico, con gran distribución en el hemisferio septentrional (Benedetto y Sánchez, 1996). Si bien, se han realizado trabajos bioestratigráficos con respecto a fauna de braquiópodos (Benedetto et al., 1992), no se ha logrado extender a nivel regional ni mundial. Las edades determinadas con base en dichos organismos, ubica a esta formación entre el Wenlockiano medio a Ludloviano inferior, y posiblemente Lochkoviano (Devónico temprano) (Benedetto et al. 1992), para el área del Cerro del Fuerte (Jáchal). Los principales géneros de braquiópodos encontrados corresponden a *Harringtonina*, *Amosina*, *Australina*, *Stropheodonta*, *Leptaena*, *Clarkeia*, *Coelospira*, entre otros.

Los graptolitos definidos para esta formación se ubican principalmente en la sección media a superior, en donde Cuerda (1969) describe a *Monograptus uncinatus notouncinatus* Cuerda, y *Monograptus argentinus* Cuerda para la sección media, mientras que se incluye al *Monograptus leintwardensis* var. *incipiens* Elles y Wood en la misma. Peralta (2013) ubica al *Monograptus uncinatus* var. *notouncinatus* Cuerda en niveles más cuspidales de la formación para la Sierra de la Invernada. En Cerro del Fuerte, Rickards et al., (1996) describe una asociación de graptolitos pertenecientes a la zona de *Neodiversograptus nilssoni-Lobograptus scanicus* para el sector superior de la formación, mientras que Cuerda (1969) ubica a *Saetograptus argentinus* y *Saetograptus roemeri* para el mismo. La edad obtenida por el análisis de los organismos varía entre el Llandoveryano tardío a Ludloviano temprano - tardío, pero la descripción de Peralta (2013) limita la edad superior para el Ludloviano inferior.

La corrección de Peralta (2013) a la interpretación de edad, con base en braquiópodos, fue propuesta previamente por Heredia et al. (2007), los cuales afirman un límite superior Ludloviano inferior basando sus estudios en la aparición del conodonte *Kockelella variabilis variabilis* Walliser en el sector superior de esta formación.

PALEOAMBIENTE: Según Astini y Maretto (1996), el desarrollo paleoambiental de la unidad es muy semejante a la de su par infrayacente, comenzando con una acumulación de alta energía, caracterizada por la presencia de un conglomerado-arenisca basal; evoluciona a un ambiente de baja energía, en donde prevalecen los procesos de decantación en una plataforma externa; luego se alcanzan facies de tempestitas distales y fangolitas de tiempos normales; continúa con facies heterolíticas con tracción-decantación con flujos predominantemente oscilatorios y

acumulaciones de coquinas en buen estado de preservación. Se interpreta como respuesta a medios marinos someros con influencia de oleaje de buen tiempo en la transición de plataforma interna – *shoreface*; La secuencia evoluciona a depósitos con una fuerte influencia del oleaje de tormentas como modelados del fondo y agente concentrados de acumulaciones fosilíferas, propios de *shoreface*; Hacia el techo se alcanza un estado de marcada somerización y exposición subaérea de la línea de costa, con presencia de paraconglomerados (Fig. 7-D) y areniscas gruesas; finalmente, el desarrollo de estructuras de deformación sinsedimentaria, como *slumps*, pliegues disarmónicos en pelitas y *ball and pillow*, indican eventos paleosísmicos (cf. Mills, 1983; entre otros) los cuales generaron procesos de licuefacción (Lowe, 1975). Por encima de las mismas, y en paraconcordancia, comienza la secuencia correspondiente a la Formación Talacasto (Fig. 7-E).

EDAD: La edad con base en braquiópodos ubica a la unidad entre el Wenlockiano medio a Ludloviano inferior, y posiblemente Lochkoviano (Devónico temprano) (Benedetto et al. 1992); por otro lado, basado en su contenido de graptofauna, Cuerda (1969) sugiere una edad para el Llandoveryano tardío a Ludloviano temprano - tardío, aunque el aporte de Peralta (2013) limita la edad superior para el Ludloviano inferior. Posteriormente, García Muro y Rubinstein (2015) sugieren un rango de edad entre el Wenlockiano? – Pridoliano, alcanzando la base del Devónico solo en el sector norte de la cuenca.

2.3.1.3- Grupo Gualilán (Baldis, 1975a)

El grupo, denominado por Baldis (1975a), abarca dos de las unidades más extensas de la Precordillera Central, siendo interpretada una continuidad en la Precordillera Mendocina, pero con el nombre de Formación Villavicencio (Harrington, 1954, publicado en 1971; Cuerda y Baldis, 1971). Internamente se subdivide en dos formaciones, de base a techo: Formación Talacasto, con una edad devónica inferior; y la Formación Punta Negra, ubicada desde el Devónico medio al superior. Los contactos inferiores, para ambas formaciones son concordantes, representando superficies de inundación; mientras que el tope del grupo está marcado de manera regional por la discordancia asociada a la fase Chánica, ubicando a sedimentitas del Grupo Paganzo y demás unidades en discordancia angular.



Fig. 7: A Afloramientos de la Formación Los Espejos en la Qda. Poblete Norte); B) Estructura tipo *hummocky* en el Mbro. Superior de la Formación Los Espejos; C) Nautiloideo ortócono en calizas pardas; D) Clastos subredondeados de tamaño grava al techo de la Formación Los Espejos; E) Contacto entre la Formación Los Espejos y la Formación Talacasto.

2.3.1.3.1- **Formación Talacasto** (Padula *et al.*, 1967)

Definida por Padula *et al.* (1967) para agrupar a una sucesión de fangolitas con concreciones calco-ferruginosas y fósiles, vaques muy bioturbados con intercalaciones de capas delgadas y continuas de areniscas finas, y escasos y finos estratos de conglomerados. Los autores remarcan la importancia del uso de los colores en sus rocas (gris verdoso) para diferenciarlas de las unidades silúricas (verde oliva).

MIEMBROS: La unidad ha sido subdividida en cuatro miembros de acuerdo a características litológicas y tonalidad (Espisúa, 1968; Baldis (1975a y b). Descriptos por Ramos y Vujovich (2000) de base a techo: Miembro de lutitas verdes, compuesto por fangolitas y lutitas verdes

grisáceas fosilíferas; Miembro de areniscas azules, compuesto por areniscas finas y muy finas, con intercalaciones de areniscas bioturbadas finas a medianas.; Miembro de areniscas con concreciones esferoidales, conformado por areniscas muy finas con intercalación de fangolitas verdes con concreciones carbonáticas y fosilíferas.; finalmente el Miembro superior de lutitas verdes y moradas, formado por pelitas verdes y moradas alternantes con concreciones pardas a ocre dispersas.

CONTACTO: Su contacto inferior está marcado por niveles oolíticos ricos en óxidos de hierro, representando una paraconcordancia regional producto de una ingresión en la cuenca sobre la Fm. Los Espejos. Tal contacto se encuentra mayormente en cercanías al límite Silúrico-Devónico, estando el registro ausente por la discordancia (Rubinstein, 2014), pero dataciones con base en fauna de braquiópodos en Cerro del Fuerte por Benedetto *et al.*, (1992) proponen la presencia del mismo en los niveles cuspidales de la unidad silúrica, mostrando un marcado diacronismo tanto en el techo de Los Espejos, como en la base de Talacasto. En cambio, el límite superior está marcado por la superficie transgresiva que da inicio al ciclo sedimentario de la Formación Punta Negra.

CONTENIDO FOSILÍFERO: Ramos y Vujovich (2000) describen una fauna para el primer miembro compuesta por *Conularia quichua*, braquiópodos articulados como *Ambocoelia pseudoumbonata*, rinconélidos y leptocoélidos, bivalvos, lamelibranquios nucleoideos y tubos de *Skolithos*; el segundo miembro presenta icnofacies de *Zoophycus*, e invertebrados como braquiópodos malvinocáfricos (*Scaphiocoelia boliviensis*, *Pleurotithurella knodi*, *Australocoelia tourtelotti*, *Schellwienella inca*, *Orbiculoidea baini*, *Orbiculoidea bodenbenderi* y *Lingula lepta*, trilobites, pelecípodos nucleoideos, nautiloideos, gastrópodos, entre otros; el tercer miembro, entre sus géneros más comunes, se compone de *Australospirifer antarticus*, *Orbiculoidea baini*, *Orbiculoidea bodenbenderi* y *Schellwienella inca*; finalmente, el cuarto miembro no posee fósiles diagnósticos.

PALEOAMBIENTE: Los sedimentos de la unidad, según Baldis (1975a), han sido relacionados a una cuenca interna tranquila y subsidente, caracterizada por un arco occidental que dio lugar a mares de escasa profundidad hacia el oeste. Más tarde, Astini (1991) relaciona los depósitos a un sistema depositacional de plataforma fangosa desarrollado en condiciones de nivel de mar alto, comparable con modelos desarrollados en cuencas de antepaís.

EDAD: Dada la ausencia de los grupos de mayor utilidad bioestratigráfica, como conodontes y graptolitos, las edades de la formación han sido estimadas por su fauna de braquiópodos y trilobites.

Con base en su trilobitofauna, con aparición de *Burmesteria (Digonis) noticus*, *Dalmanitoides drevermanni*, *Odontochile bohmi* y *Bainella sanjuanina*, la edad de la formación fue asignada al Devónico temprano (Baldis, 1975a y b), precisamente al Emmsiano inferior (Amos y Boucot, 1963).

2.3.1.3.2- **Formación Punta Negra** (Bracaccini, 1949; *nom. subst.* 1950)

Denominada en primer momento como Complejo de Punta Negra, la unidad representa una potente depositación rítmica “tipo *flysch*” característica en una sucesión monótona de areniscas, arcosas y subgrauvacas verde oliva oscuro. Las mismas evolucionan a areniscas de grano fino y lutitas y muy escasos conglomerados polimícticos con matriz arenosa (González Bonorino, 1975). Baldis (1973) describe un carácter grano-estrato creciente para la sucesión, caracterizada por ritmicidad y sedimentación gradada interestratal, variando desde arenisca media en la base a limolita o arcilita al techo. Las estructuras sedimentarias más comunes son marcas de flujo, de carga y óndulas, presentes en el techo de los bancos de ritmitas, acompañadas por restos vegetales.

CONTACTOS: La unidad, al menos desde la localidad de Sasso hasta la sección de río de Las Chacritas, posee un contacto paraconcordante con la Formación Talacasto. Si bien, en un primer momento fue tomado como transicional (Bracaccini, 1949; entre otros), las observaciones de Astini (1990, 1991) y Baldis y Peralta (1999) permitieron interpretar un contacto neto y paraconcordante, con presencia de un hiatus a la base. En cuanto a su límite superior, se encuentra claramente marcado por la discordancia regional asociada a la fase Chánica, colocando sedimentitas carboníferas continentales del grupo Paganzo en discordancia angular. Por otro lado, Peralta (2005 a y b) interpreta que la Formación Los Sombreros podría tener una edad máxima devónica, con base en la inclusión de olistolitos de la Formación Punta Negra entre sus sedimentos, y encontrarse apoyada en angularidad sobre la discordancia que trunca la unidad infrayacente. Tal conjetura se contradice con lo interpretado por Banchig *et al.* (1990), los cuales asignan a la Formación Los Sombreros con una edad ordovícica media.

CONTENIDO FOSILÍFERO: Si bien su contenido es menor en comparación con las unidades antes mencionadas, puede destacarse la presencia de trazas e invertebrados para las interpretaciones de su paleoambiente y edad: en primer lugar, se define la presencia de la icnofacies de *Nereites*, *Cruziana* y *Skolithus*, junto a briznas carbonosas de vegetales (Peralta y Aceñolaza, 1988; entre otros trabajos). En casos donde la preservación vegetal es buena, se han podido identificar los géneros *Sporongites?*, *Pachyteca*, *Histimella*, *Cyclostigma*, *Isidrophyton?*, *Salopella* y *Haplostigma* (Frenguelli, 1951, 1952; Baldis, 1973; entre otros); en segundo lugar, el contenido de invertebrados se remite a ejemplares de crinoideos, restos de trilobites, bivalvos y braquiópodos. Éstos últimos han sido referidos a los géneros *Metaplasia?*, *Mutationella* y *Salopina* (Herrera, 1995). Por otro lado, Rustán y Vaccari (2010) reconocieron el trilobite *Acanthopyge (Lobopyge) balliviani*, indicador del Devónico medio. Luego, Sterren *et al.* (2015) describieron la primer fauna de bivalvos del Devónico medio, incluyendo a *Nuculites argentinum* Sánchez, *Anthracoleda (Pseudoleda) minuta* Sánchez, *Praenucula* sp., *Deceptrix* sp. Y *Praectenodonta* sp.

PALEOAMBIENTE: Su paleoambiente de formación fue motivo de discusiones entre los estudiosos de la unidad. En un primer momento, Baldis (1973) y González Bonorino, (1975) apoyaron la hipótesis de abanicos submarinos como cuerpos formadores; más tarde, Astini (1990) y luego Poiré y Morel (1996), de acuerdo a estudios sedimentológicos-estratigráficos, un paleoambiente con depósitos deltaicos; posteriormente, Bustos y Astini (1997) ajustan el modelo a un origen relacionado con turbiditas deltaicas con incidencia de procesos eustáticos cíclicos en una cuenca de antepaís en rampa; Cuerda *et al.* (1990), con base en estudios icnofaciales y tafonómicos de vegetales, interpreta ambientes marinos someros de plataforma interna y continentales localizados en la Pampa de Bachongo. Tales depósitos son referidos a procesos sedimentarios relacionados con eventos de tormenta y corrientes de turbidez (Poiré *et al.*, 2005).

EDAD: Herrera y Bustos (2001) determinan que el techo de la Formación Talacasto, de carácter diacrónico, alcanza el Pragiano superior o Emmsiano basal en su localidad tipo de Qda. de Talacasto, y el Emsiano inferior alto al norte de la cuenca, por lo que los últimos estratos de la unidad mencionada se correlacionarían con los términos basales de la Formación Punta Negra en la sección tipo de Talacasto y más al sur.

Con base en dataciones realizadas por Herrera y Bustos (2001), y apoyándose en la información paleontológica, se infiere que la base es diacrónica, presentando un inicio de sedimentación no mayor al Devónico medio, y un techo máximo para el Emsiano temprano inicial en las secciones de Talacasto, y Emsiano tardío para el área del río Jáchal (Rubinstein, 2014). Por el contrario, la presencia de la asociación paleoflorística indicaría una edad mínima del Devónico superior para el techo (Frenguelli, 1951, 1952; Baldis, 1973), pero son considerados como dudosos.

2.3.1.4- **Depósitos coluviales, aluviales y de cauce actual**

Corresponde a los depósitos coluviales, aluviales y de cauce actual. Se componen principalmente de aglomerados-arenas, con clastos de composición variable: aquellas geofomas cercanas a las sierras tendrán la composición de las rocas aflorantes en ellas; mientras que el cauce del río Talacasto posee una litología heterogénea en sus clastos, alternando rocas de unidades locales con aquellas arrastradas desde aguas arriba (rocas ígneas volcánicas-plutónicas y metamórficas) con posible proveniencia de Cordillera Frontal. Su presencia fue interpretada por Ocaña *et al.* (2017) como el resultado de la erosión de afloramientos de formaciones más antiguas (como Formación Mogna). La edad de los depósitos es holocena, y corresponden a los cuerpos más recientes observados en la zona de estudio.

CAPÍTULO III: CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE BIOESTRATIGRAFIA Y SUS APLICACIONES

3.1- NACIMIENTO DE LA BIOESTRATIGRAFÍA

Si bien los trabajos científicos con fósiles se remontan a la época de Da Vinci, la disciplina nace propiamente a fines del siglo XVIII y principios del XIX, cuando se comenzó a aplicar el estudio de los organismos fósiles (antes usados solo con el objetivo de ampliar el conocimiento sobre la vida en el pasado) como un complemento de información para las capas que los contenían. De esa manera se comienza a emplear el contenido fosilífero para realizar órdenes de sucesión faunística y para aplicar edades relativas. Basándose en tales ideas, William Smith en sus trabajos de principios del siglo XIX, idea el principio que fue renombrado posteriormente como el “Principio de la sucesión faunística”, base para la aplicación de la bioestratigrafía. El mismo afirma que el contenido fósil de las rocas sedimentarias varía verticalmente en un determinado orden y que cada conjunto se puede identificar horizontalmente a distancias considerables. Es decir, los organismos cambian a medida que pasa el tiempo, y las diferencias que alcanzan son únicas e irrepetibles en el tiempo. Además, el hecho de poder encontrar faunas similares en el sentido horizontal permite realizar correlaciones locales (para el autor en su momento), regionales o mundiales.

Posteriormente Gressly (1837) y Prevost (1838) describen una correlación entre las características dominantes en fósiles y los sedimentos que los contienen. De tal manera, nace el concepto de biofacies, las cuales describen mediante el contenido fosilífero propiedades del paleoambiente que rigió la sedimentación.

3.2- CONCEPTOS Y APLICACIONES

La bioestratigrafía es la disciplina que se encuentra entre la estratigrafía y la paleontología y se ocupa de la distribución de los fósiles en el registro estratigráfico y de la subdivisión temporal de los materiales estratificados. Esta disciplina, es una herramienta básica para la determinación de biozonas y su aplicación en geocronología, además del estudio e interpretación de paleoambientes. La distribución paleobiogeográfica y estratigráfica se determina a partir de la recopilación de la información que da la evolución morfológica de las especies concretas. Estas últimas recopiladas y analizadas a través de la bioestratigrafía.

La disciplina cuenta con sus unidades de trabajo, denominadas Unidades Bioestratigráficas, de las cuales la Biozona es la más utilizada, la cuales nacen a partir de las ideas de Smith y se definen como aquel cuerpo rocoso tangible, cuyos límites son definidos mediante criterios puramente paleontológicos. Se tienen en cuenta primeras apariciones de especies (FAD, por sus siglas en inglés), últimas apariciones (LAD), apogeo o máxima abundancia, o un conjunto de ellas. Si bien su clasificación interna es compleja y variada, las biozonas más utilizadas son: Biozona de conjunto: considerando el FAD y LAD de tres o más taxones; Biozona de apogeo: teniendo en cuenta la máxima abundancia de tres o más taxones; y las Biozonas de intervalo: ubicando los límites entre LAD o FAD de determinados organismos, o una combinación de ambas. El desarrollo de una biozona en una roca puede significar dos datos de importancia: la edad relativa del paquete de rocas involucrado, creando una conexión con edad absoluta (valores concretos numéricos obtenidos por dataciones isotópicas); la posibilidad de realizar correlaciones o equivalencias cronológicas con rocas de características diferentes, en lugares geográficos diferentes. Con dicha información es posible ampliar el conocimiento sobre la evolución paleobiogeográfica de una determinada cuenca, conjunto de ellas o continente.

3.3- MARCO BIOESTRATIGRÁFICO PARA PRECORDILLERA

Para el límite Ordovícico – Silúrico se cita la aparición de una sucesión de Biozonas, con base en graptolitos, bien descritas por Cuerda *et al.* (1988) (Fig. 8). La presencia de la Zona de *Glyptograptus* (actual *Metabolograptus*) *persculptus*: compuesta por *Climacograptus angustus*, *Glyptograptus persculptus*, *Pseudoclimacograptus robustus*, *Climacograptus cf. medius* y *C. normalis*, la cual representa el Hirnantiano tardío (última aparición del Ordovícico en la secuencia); la siguiente es la Zona de *Parakidograptus acuminatus*, constituida por *Climacograptus angustus*, *C. robustus*, *C. cf. medius*, *C. normalis*, *C. acceptus*, *C. rectangularis?*, *Glyptograptus maderni* y *Rhaphidograptus* (actual *Diplograptus*) sp., atribuida al Rhuddaniano temprano; y finalmente la Zona de *Atavograptus atavus*, comprendiendo a *Climacograptus angustus*, *C. cf. medius*, *C. normalis*, *C. rectangularis*, *Lagarograptus praeacinaces*, *Paraclimacograptus?* sp. nov., *?Cystograptus* sp., *Clinoclimacograptus* sp. y *Talacastograptus leanzai*, indicando también un rango de edad del Rhuddaniano. El arreglo bioestratigráfico planteado ha sido descrito para la sección inferior - media del Miembro Salto Macho, subunidad basal de la Formación La Chilca.

Para la Formación Los Espejos, particularmente en los afloramientos correspondientes al Cerro del Fuerte, Benedetto *et al.* (1992) (Fig. 9) plantearon una biozonación con base en braquiópodos, discriminando cuatro asociaciones a lo largo de la extensión de la unidad: la primera, compuesta por *Dedzetina? silurica*, *Leangella mutabilis*, *Leptaena* sp., *Amosina? sp.*, *Harringtonina acutiplicata* y *Australina jachalensis*; la segunda asociación se compone de *Harringtonina acutiplicata*, *Australina jachalensis* y *Amosina fuertensis* (como mayoritarios), seguidos de *Plectodonta minima*, *Amosina paolae* y *Leptostrophia?*. La misma se completa con *Clarkeia antisimensis* con mayor abundancia hacia el techo de la asociación; una tercera, integrada por *Clarkeia antisimensis*, *Castellaroina fascifer*, *Coelospira extensa*, *Harringtonina acutiplicata*, *Protocortezorthis cuyanum*, *Salopina sanjuanensis*, *Plectodonta minima*, *Amosina fuertensis*, *Amosina paolae*, *Leptaena argentina*, *Amosina pedicularum* y *Clarkeia* sp.; finalmente, una cuarta asociación solo encontrada en Cerro del Fuerte, con *Orthostrophia meridionalis*, *Tyersella megamyatia*, *Molongella keideli*, *Australocoelia intermedia*, *Coelospira* sp., *Amosina pedicularum* y *Leptaena* sp.

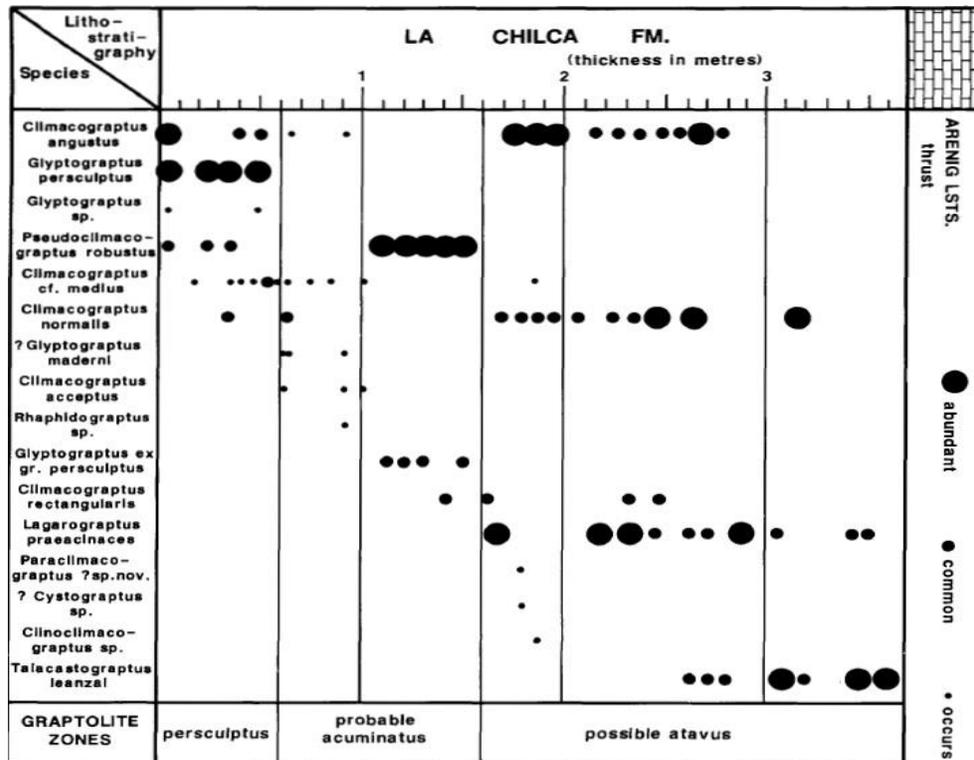


Fig. 8: Cuadro bioestratigráfico mostrando los géneros y especies descriptos, junto a la aparición y frecuencia de los mismos a lo largo de los primeros 4 m de la Formación La Chilca. Tomado de Cuerda *et al.* (1988).

La primera asociación indica una edad entre el Wenlockiano temprano y Ludloviano temprano (Benedetto *et al.*, 1992), posteriormente acotada a un tope no más joven que el Wenlockiano tardío (Benedetto y Francoise, 1998), la segunda ha sido ubicada entre un Ludloviano temprano a Pridoliano temprano, la tercera al Pridoliano medio – tardío, mientras que la cuarta asociación alcanza el Lochkoviano temprano (Devónico inferior).

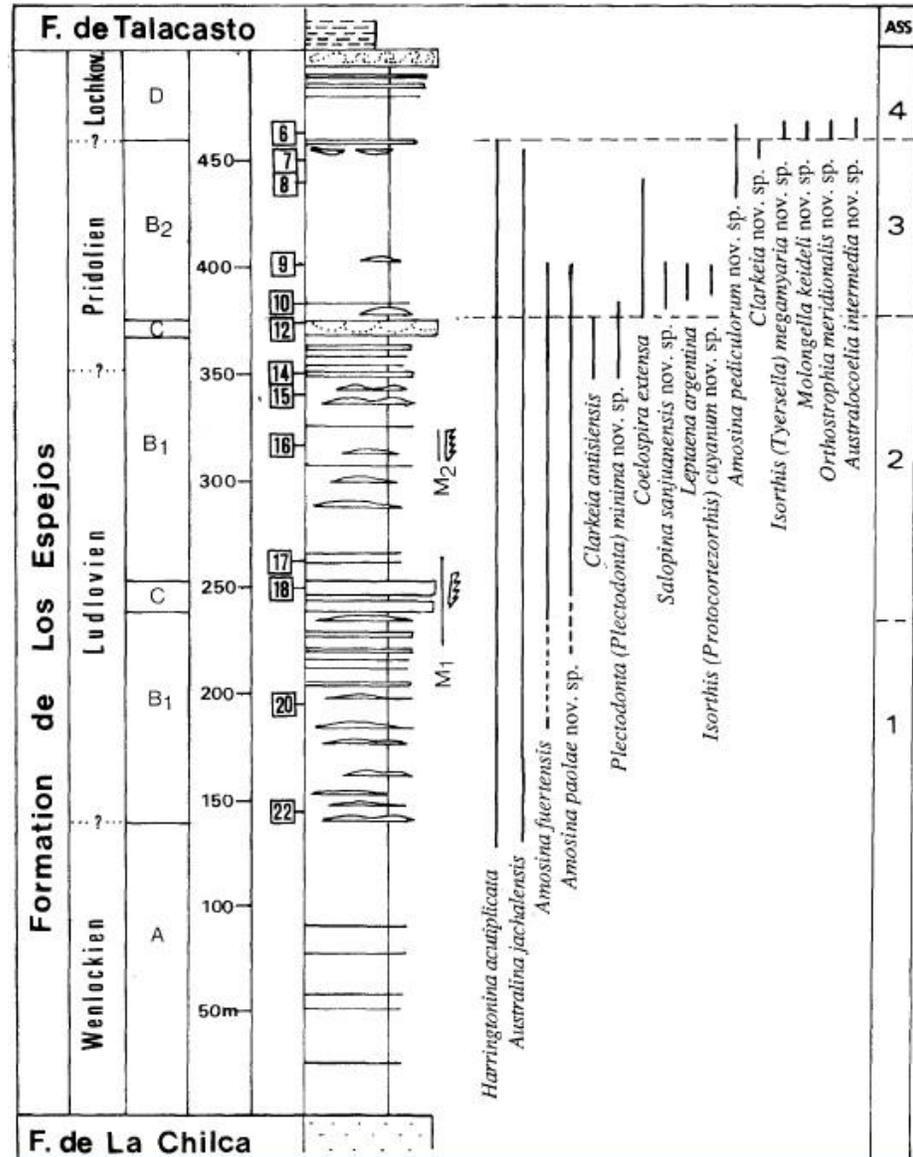


Fig. 9: Diagrama de asociaciones Bioestratigráficas con base en braquiópodos para la Formación Los Espejos. Extraído de Benedetto *et al.* (1992).

3.4- MARCO BIOESTRATIGRÁFICO PARA QDA. POBLETE NORTE

4.4.1- Formación La Chilca – Miembro Salto Macho:

Basado en los hallazgos y conclusiones alcanzadas para la PPA (López *et al.*, 2018), las unidades biocronoestratigráficas descritas corresponden a dos de las tres propuestas para la base de la Formación La Chilca: La Zona de *Metabolograptus persculptus*, inferida por la presencia de *M. persculptus* y *Normalograptus normalis*; en segundo lugar, la posible Zona de *Parakidograptus acuminatus*, conteniendo a *Diplograptus?* sp. y *Normalograptus?* *acceptus* (Fig. 10).

Las asociaciones halladas indican una edad del Hirnantiano tardío y del Rhuddaniano temprano, respectivamente.

4.4.2- Formación Los Espejos – base de Formación Talacasto:

En el presente trabajo, han sido identificadas dos de las cuatro asociaciones propuestas por la bibliografía: la asociación número 2, con *Harringtonina acutiplicata*, *Australina jachalensis*, *Amosina* sp. y *Clarkeia* sp.; y en segundo lugar, la asociación número 4, compuesta por *Australocoelia intermedia?* y *Amosina pediculorum?*. (Fig. 11).

Las edades arrojadas por tales asociaciones se encuentran en el Ludloviano temprano a Pridoliano temprano (Asociación 2) y Lochkoviano temprano (Asociación 4).

CAPÍTULO IV: DESCRIPCIÓN DEL PERFIL GEOLÓGICO

4.1- DESCRIPCIÓN DE COLUMNA

4.1.1- Techo de Formación San Juan y Formación La Chilca:

La columna estratigráfica relevada abarca parte del techo de Formación San Juan, y la extensión completa de la Formación La Chilca hasta su contacto con la Formación Los Espejos.

Se describe una sucesión de niveles carbonáticos (Fm. San Juan) en bancos de espesores variables, culminados en una superficie erosiva. La columna continúa con un dominio de litología clástica (Fm. La Chilca) con un arreglo grano – estrato creciente en la primera sección (desde 1 a 5,2 metros en la columna), seguida de un nivel de granulometría muy fina (5,2 a 7,5 metros), y un aumento paulatino del grano y el espesor hacia el tope del grupo, con intercalaciones esporádicas de niveles pelíticos (desde 7,5 a 20,5 metros).

- Intercalación de niveles carbonáticos (*mudstones* y *grainstones*, identificables a simple vista), de forma tabular, y con un techo y piso mayormente irregular. Hacia el techo se hacen frecuentes niveles de no más de 20 centímetros de espesor de chert, careciendo de continuidad lateral. También son comunes las apariciones de lentes de pelitas verdosas, con espesor máximo de 15 centímetros. La columna de la formación alcanza los 35,5 metros en total. Finaliza con una superficie de truncamiento (paraconcordancia), dando paso a la Fm. La Chilca (Fig. 12).
- Comienza con arenisca – paraconglomerado basal de 55 – 60 centímetros, de coloración pardo rojizo oscuro, compuesto por cuarzo redondeado de tamaño arena media a gruesa, con apariciones esporádicas de *chert* redondeado de 25 milímetros a 70 milímetros de diámetro. Se observa una gradación normal en el banco.
- Continúa con una intercalación de limolitas/arcilitas y arenisca media/fina, de color pardo verdoso/rojizo, con abundancia de oolitas ferruginosas, y con base y techo irregular (2,5 metros de espesor). En los primeros centímetros del tramo se realizaron los primeros tres muestreos: los primeros dos solo contaron con la presencia de graptolitos con muy mala conservación, con reemplazo total a minerales de hierro, imposibilitando su análisis; por el contrario, en el tercer muestreo se encontró el primer nivel fosilífero de importancia (PN-010) a los 2 metros de columna.

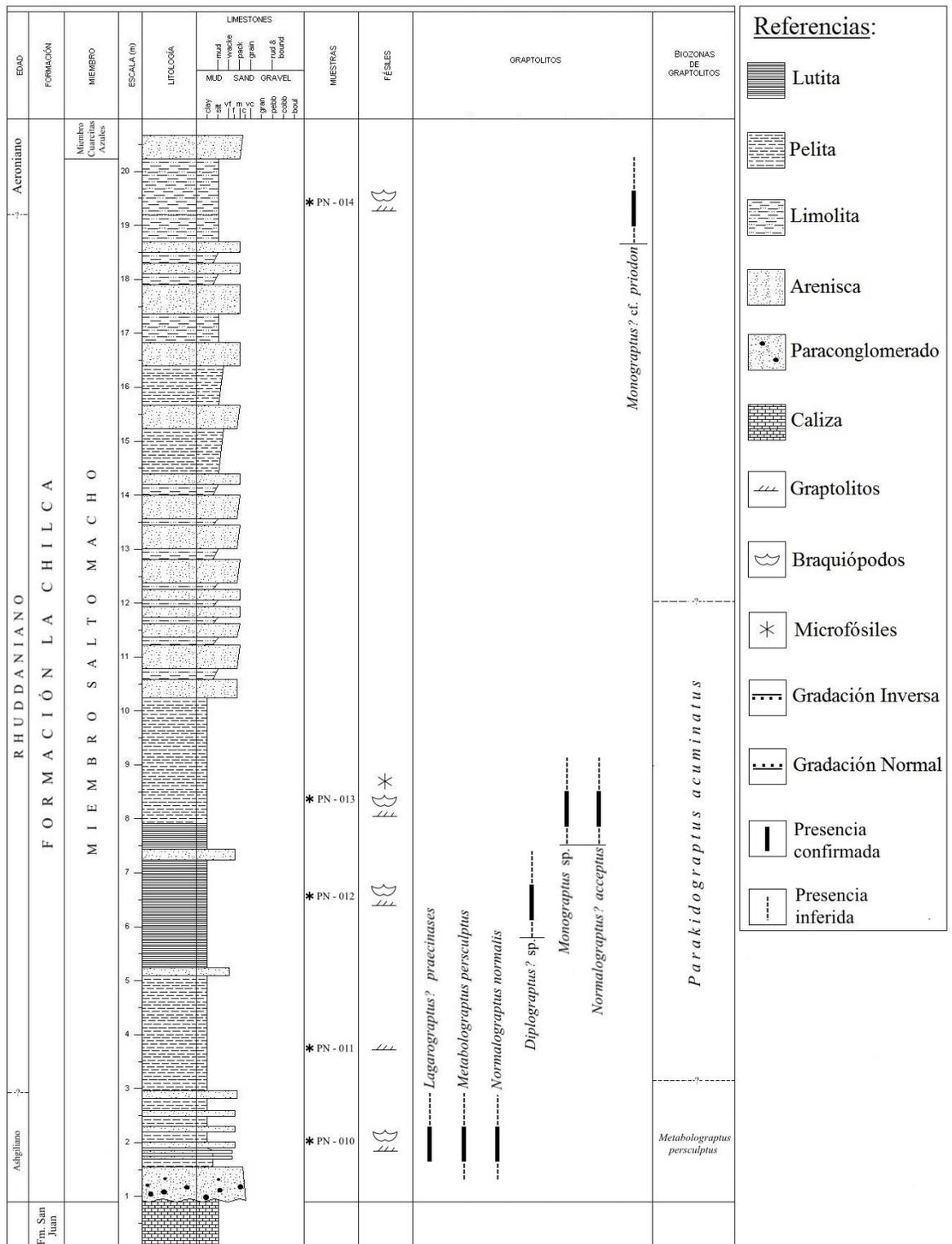


Fig. 10: Columna del Miembro Salto Macho de la Formación La Chilca. Se detallan las muestras recolectadas, los organismos encontrados y las determinaciones taxonómicas determinadas con los correspondientes alcances de cada taxón. Modificado de López *et al.* 2018.

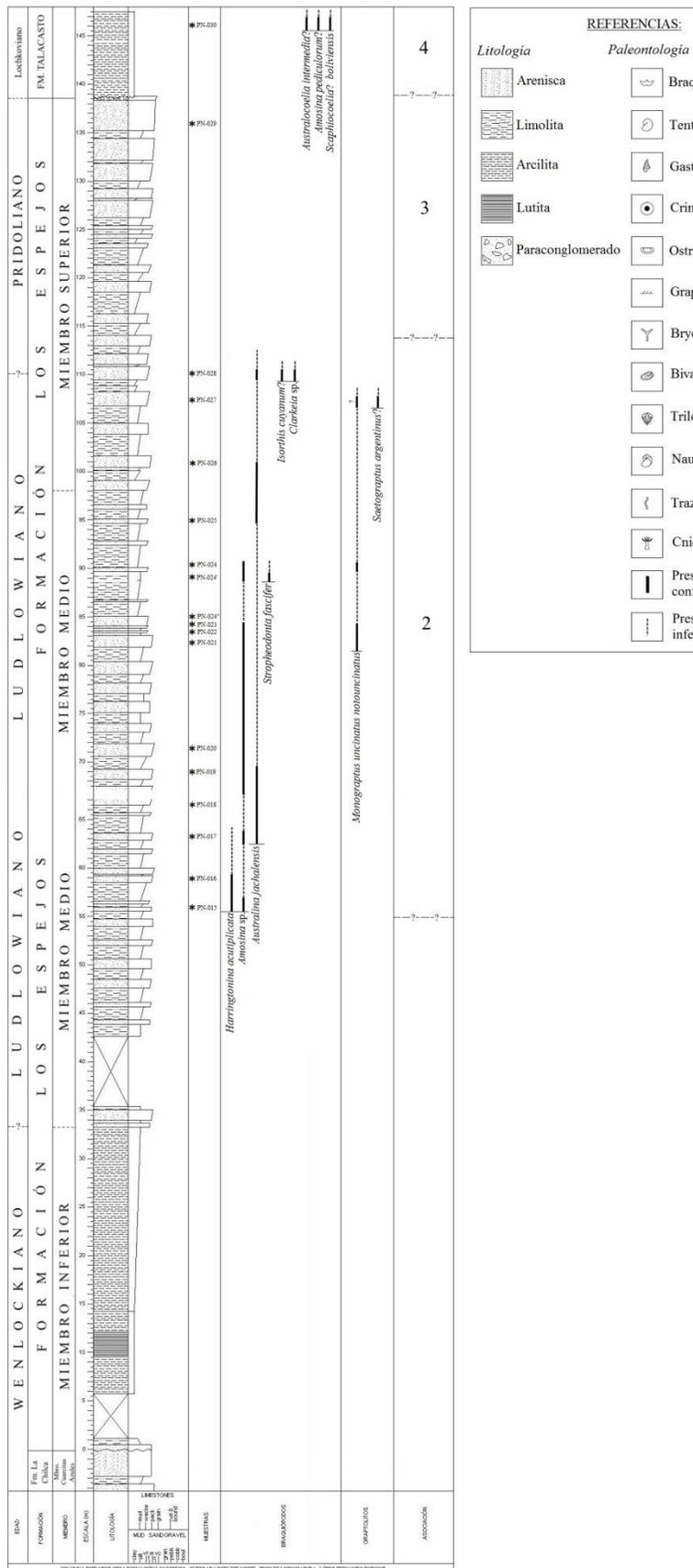


Fig. 11: Columna estratigráfica de la Formación Los Espejos y base de la Formación Talacasto. Se detallan las muestras recolectadas, los organismos observados y las determinaciones taxonómicas alcanzadas, tanto para braquiópodos como para graptolitos. Para cada caso se ubicó el rango de hallazgo y la correspondiente asociación de braquiópodos determinada.

- Culminado el último banco oolítico, se observa una disminución en la granulometría a mayormente arcilitas, de color pardo verdoso e incipiente fisilidad (2,2 metros de espesor). A los 3,6 metros en la columna se obtuvo el segundo nivel fosilífero (PN-011).
- Continúa con un banco de arcilitas/lutitas de color gris oscuro, con intercalación de areniscas finas a medias inferiores a los 10 centímetros. Las pelitas presentan fisilidad muy marcada e importante contenido de materia orgánica (3,2 metros de espesor). En su interior se obtuvo el tercer nivel muestreado (PN-012, en 6,5 metros).
- Desde la finalización del nivel de color oscuro, se observa un cambio a tonalidad parda verduzca (2,3 metros de espesor). A los 8,4 metros en la columna se recolectó el cuarto nivel fosilífero (PN-013).

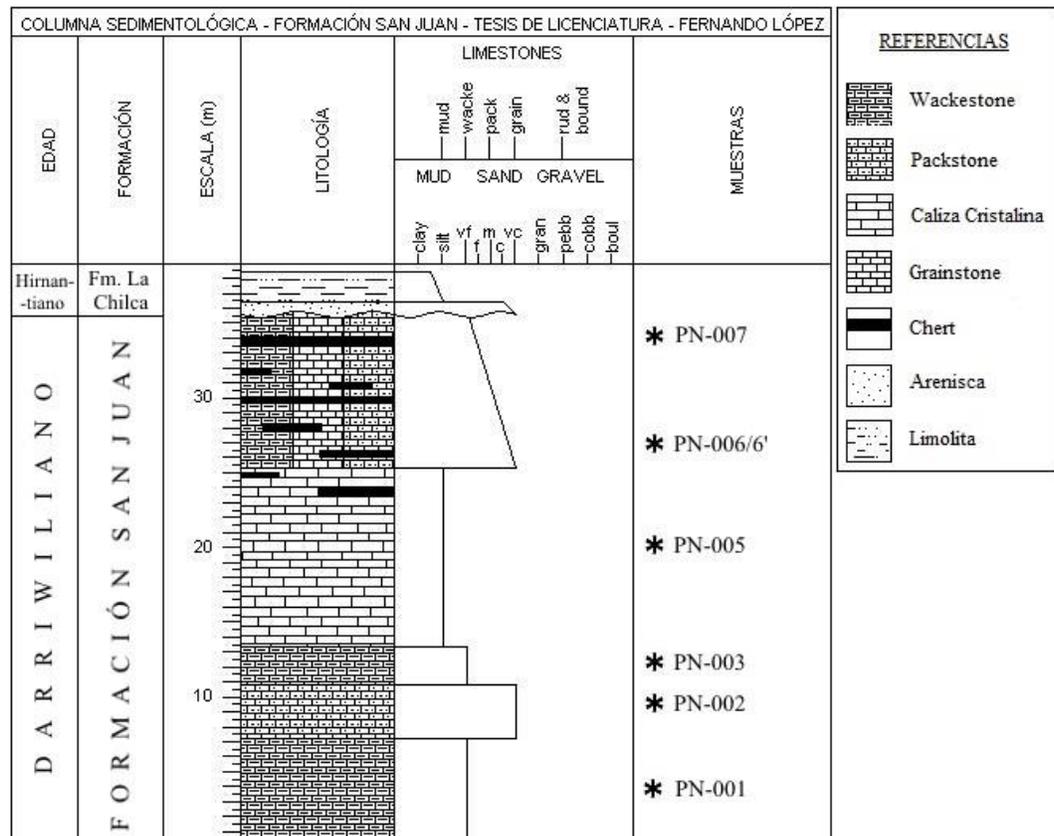


Fig. 12: Columna sedimentológica del tramo superior de la Formación San Juan en la Qda. Poblete Norte.

- Entre los 10,3 hasta los 18,6 metros de columna se observa una intercalación de arenisca fina a media y limolita a arenisca muy fina, de coloración pardo a pardo verdoso, con

gradación inversa intraestratal, laminación y abundantes icnofósiles (*Zoophycus* y *Chondrites*). Hacia la parte cuspidal del segmento, el techo de los bancos de arenisca presenta ondulitas y fuerte bioturbación.

- En el techo de la columna se encuentra el último nivel de pelitas (limolitas), con 1,5 metros de espesor y con la presencia de PN-014, último nivel fosilífero muestreado (a 19,5 metros en la columna).
- Con la aparición del primer nivel de areniscas gruesas (tope de la columna), se da inicio al Miembro Cuarcitas Azules (Fig. 13).
- Desde los 19,5 metros (contacto entre miembros), hasta los 37 metros (contacto con la Formación Los Espejos), el Miembro Cuarcitas Azules presenta un arreglo mayormente uniforme, caracterizado por una intercalación de areniscas grano – estrato crecientes, con gradación inversa, alternados con niveles de limolitas. Las estructuras sedimentarias son abundantes, observándose entrecruzamientos, ondulitas, *hummockys* de corta a mediana longitud de onda, y una presencia en gran densidad de tranzas de organismos vermiforme de grandes dimensiones. Finalmente se alcanza una superficie de inundación, evidenciada por una paraconcordancia, dando lugar a la Formación Los Espejos (Fig. 14).

4.1.2- Formación Los Espejos y base de Formación Talacasto:

La columna estratigráfica relevada abarca los últimos metros de la Formación La Chilca (Miembro Cuarcitas Azules), la Formación Los Espejos en su totalidad, y los primeros metros de la Formación Talacasto.

Se observa un arreglo grano – estrato creciente en la primera sección (desde 1 a 5,2 metros en la columna), seguida de un nivel de granulometría muy fina (5,2 a 14 metros), y un aumento paulatino del grano y el espesor hacia el tope de la unidad, con intercalaciones esporádicas de niveles pelíticos (Ver Fig. 11).

- A partir de la superficie de inundación, que la separa de la Formación La Chilca, La Formación Los Espejos comienza con un banco de oolitas ferruginosas, continuada de bancos de granulometría areno – limosa con 1 metro de espesor. Tal arreglo corresponde al inicio del Miembro Inferior. Se observan estructuras de tipo laminar y escasas trazas paralelas a los límites.
- Continúan aprox. 5 metros cubiertos por derrubios por gravedad.

- Desde los 6 metros hasta los 14 metros se alternan pelitas y lutitas moradas y verdes. Hacia el techo abundan niveles de concreciones fosfato - ferruginosas, los cuales adquieren total continuidad y espesores mayores a 10 centímetros hacia los 14 metros de columna.
- Desde los 14 metros hasta los 33 metros, el tamaño de grano aumenta, comenzando con esporádicos bancos de arena muy fina y concreciones fosfato – ferruginosas, alcanzando los primeros bancos arenosos importantes hacia el final, con estructuras de alto régimen (ondulitas y entrecruzamientos), marcando el inicio del Miembro Medio.
- Columna cubierta por depósitos fluviales (de 35 a 42 metros).
- Continúa una intercalación de areniscas y limo – arcilitas desde los 42 metros hasta los 80 metros, donde se alcanza el pasaje al Miembro Superior.
- Desde los 80 metros hasta los 138 metros, la evolución continúa similar, con un marcado aumento del grano y estratos más gruesos hacia el final de la unidad. Abundan los bancos con formas tabulares a irregulares o lentiformes, con estructuras de tipo ondulíticas, entrecruzamientos de bajo ángulo, *hummockys* con longitudes de onda mayores a los 3 metros (pudiendo encontrarse ejemplares de hasta 5 metros), abundantes coquinas en depósitos de tempestitas (a la base de bancos arenosos), y trazas de organismos vermiformes de espesor y longitud del orden de unidades a decenas de centímetros, respectivamente. El último banco presenta un paraconglomerado en el techo, marcando el pasaje a la Formación Talacasto.
- A los 138 metros se alcanza el contacto entre unidades, marcado por una nueva superficie de inundación.
- La última unidad comienza con pelitas ferruginosas, con fuerte fisilidad, aislados clastos de cuarzo, rocas ígneas y sedimentarias, y abundantes concreciones calcáreas hacia el centro. El arreglo presenta geometrías mayormente tabulares, con zonas afectadas por esfuerzos tectónicos, mostrando una reacción plástica en pelitas.

4.2- DETERMINACIONES TAXONÓMICAS:

Los fósiles descriptos a continuación están identificados con las siglas PN y el número de muestra recolectada (nombre provisorio de campo a espera de definitivo, una vez catalogados y remitidos al Repositorio de Paleontología de Invertebrados del INGEO).

En primer lugar, se detallan aquellos organismos descriptos en el marco de la Práctica Profesional Asistida, ordenados en categorías correspondientes a los números de muestras. En segundo lugar, y pertenecientes al Trabajo Final de Licenciatura, se detallan los organismos agrupados de acuerdo a taxones superiores, considerándose el modo más ordenado para plantearlo.

4.2.1- Formación La Chilca – Miembro Salto Macho:

- PN-010:

Phylum **HEMICHORDATA** Bateson, 1885
Clase **GRAPTOLITINA** Bronn, 1846
Orden **GRAPTOLOIDEA** Lapworth, 1875
Suborden **VIRGELLINA** Fortey & Cooper, 1986
Familia **MONOGRAPTIDAE** Lapworth, 1873
Género **LAGAROGRAPTUS** Obut et Sobolevskaja, 1968

Lagarograptus? praeacinaces Cuerda, Rickards & Cingolani, 1988
Figura 12-A, PN-010-K

DESCRIPCIÓN: Rabdosoma corto por fracturación, con apariencia recta. El largo máximo encontrado es de 3,6 mm, con un ancho de 1,11 mm (medida de ancho genérico por la ausencia del inicio de la colonia). Presenta tecas de apertura recta y ortogonal al borde dorsal, con prolongaciones ventrales en forma de genículos delgados con bordes afilados y marcados. El traslapamiento o espacio tecal medido es de 7 tecas cada 10 mm.

OBSERVACIONES: En comparación con los valores obtenidos por Cuerda *et al.* (1988), el ancho y el espacio tecal no es del todo coincidente: en primer lugar, el ancho de los autores es de 1,3 mm en la parte distal del organismo, mientras que la del presente trabajo es de 1,11 mm; y por otro lado, el traslapamiento de los autores es de 5-6 tecas/10 mm para la zona distal, difiriendo de las 7 encontradas en el análisis propio. Tales variaciones pueden deberse a que,

como el organismo alcanzó grandes dimensiones en largo, se esté midiendo en zonas diferentes del mismo y obteniendo valores contrastantes.

L. praeacinaces ha sido descrito por primera vez por Cuerda *et al.* (1988) en el Miembro Salto Macho de la Formación La Chilca, para el área de Talacasto. En un primer momento, su aparición se limitaba a alturas superiores a los 1,6 m de columna. El hallazgo del mismo por debajo de la medida se corresponde a lo planteado por Giudicatte y Alfaro (2009).

Suborden **AXONOPHORA** Frech, 1897
 Familia **NORMALOGRAPTIDAE** Štorch et Serpagli, 1993
 Género **NORMALOGRAPTUS** Legrand, 1987

Normalograptus normalis Lapworth, 1877
 Figura 15-B, PN-010-M

Otras denominaciones: *Climacograptus scalaris* var. *normalis* Lapworth, 1877;
Climacograptus normalis Lapworth, 1877.

DESCRIPCIÓN: La muestra mejor conservada presenta un largo total de 6,1 mm, con un ancho proximal de 0,62 mm y uno medio de 0,88 mm (medido en th_4^2). La longitud de la espina sicular ha sido medida en 0,76 mm, y el valor de 2TRD en 1,26 mm th_2^1 . Presenta aperturas tecales profundas (alcanzando más del 50% del ancho total en algunos casos), de morfología variable entre semicirculares, semielipsoidales mas o menos abiertas, y en algunos casos con genículos extendidos paralelos al largo de la colonia. En la mayor parte del radosoma, la pared supragenicular es recta y paralela al eje central. El espaciamiento tecal es de 11-12 tecas/10 mm en la zona proximal-media (imposibilitada la medida distal dada la ausencia de la misma en los individuos recolectados).

OBSERVACIONES: Las medidas expuestas por Rickards (2002) expresan un traslapamiento tecal de 11 tecas/10 mm para el área proximal y un ancho de 0,6 – 0,7 mm para la zona proximal, coincidiendo en parte con los obtenido en las mediciones antes expuestas.

La presencia del organismo en la Formación La Chilca fue detalladas por Cuerda *et al.* (1988), pero bajo el género de *Climacograptus*.

Género **METABOLOGRAPTUS** Obut et Sennikov, 1985

Metabolograptus persculptus Elles et Wood, 1907

Figura 15-C, PN-010-F

Otras denominaciones: *Glyptograptus persculptus* Salter, 1975.

Normalograptus persculptus Elles y Wood, 1907

Persculptograptus persculptus Elles y Wood, 1907

DESCRIPCIÓN: Se observa un radosoma de 4,55 mm de largo, con un ancho proximal de 0,55 mm y uno medio (a la altura de la th_4^1) de 1 mm. Se determinó un 2TRD de 0,82 mm th_2^1 y una longitud de espina sicular de 0,92 mm. Las tecas se disponen en forma oblicua con el eje central (40-35°), con aperturas tecaes levemente introvertidas y paredes suprageniculares pseudorectas a suavemente convexas-cóncavas. El espaciamento tecal varía entre 8-9 tecas/10 mm.

OBSERVACIONES: Los caracteres básicos expuestos coinciden con valores de medidas expuestas por Štorch y Loydell (1996), los cuales describen un organismo con un ancho medio de 1 mm y un espaciamento tecal de 8-10 tecas/10 mm.

Cabe destacar que aunque el organismo ha sido atribuido al género *Metabolograptus* recientemente por Bergström *et al.* (2014), es común hallarlo en la bibliografía nacional como *Glyptograptus* (en publicaciones antiguas) o como *Normalograptus* (en publicaciones más recientes).

○ PN-012:

Suborden **AXONOPHORA** Frech, 1897
Familia **DIPLOGRAPTIDAE** Lapworth, 1873
Género **DIPLOGRAPTUS** McCoy, 1850

Diplograptus? sp. McCoy, 1850

Figura 15-D y E, PN-012-I y PN-012-L

Otras denominaciones: *Paraclimacograptus?* sp. nov. Cuerda, Rickards y Cingolani, 1988.

DESCRIPCIÓN: Un total de 2 ejemplares. El organismo se compone de dos hileras de tecas con un largo máximo de 17,5 mm, un ancho proximal variando entre 0,23-0,41 mm y un ancho medio de 2,3 mm, con medida similar para un valor de ancho distal. La apertura tecal es inclinada, formando un ángulo de 45° con el eje central de la colonia, y presenta formas variantes entre subelipsoidal, con una pared supragenicular subparalela a inclinada en las zonas proximales, y tendiendo a una posición mayormente subparalela a medida que la colonia evoluciona. El

espaciamiento tecal varía entre 18 tecas/10 mm para la zona proximal, a 13 tecas/10 mm para una zona media-distal.

OBSERVACIONES: Para realizar la determinación se tomó en cuenta la descripción planteada por Rickards *et al.* (1996) en la cual describen un espécimen con un ancho proximal de 0,67-075 mm, uno distal de 3,3 mm, y un espaciamiento tecal de 15-16 tecas por 10 mm y 12 tecas por 10 mm para la zona proximal y distal, respectivamente. Tales valores se corresponden con los obtenidos en las mediciones particulares.

Previamente, el individuo fue descrito por primera vez y ubicado bajo el género *Paraclimacograptus* por Cuerda *et al.* (1988), pero Rickards *et al.* (1996) lo reubicó en el género *Diplograptus*.

Familia **NORMALOGRAPTIDAE** Štorch et Serpagli, 1993
Género **NORMALOGRAPTUS** Legrand, 1987

Normalograptus? acceptus Koren y Mikhajlova, 1980
Figura 15-F, PN-012-P

Otras denominaciones: *Climacograptus acceptus* Koren y Mikhajlova, 1980.

DESCRIPCIÓN: El espécimen presenta un rabdosoma de 11,06 mm de largo, presentando un ancho proximal de 0,65 mm, uno medio en $th5^1$ de 0,90 mm, y uno distal en $th13^1$. Presenta aperturas tecales variables entre semicirculares, irregulares a levemente introvertidas, con paredes suprageniculares rectas a cóncavas, y con una capucha en los primeros dos pares de tecas, la cual se ausenta hacia la parte distal. Presenta una espina sicular de 0,74 mm, un espaciamiento tecal de 12 tecas/10 mm y un 2TRD de 1,16 mm en $th2^1$.

OBSERVACIONES: Para determinar el taxón correspondiente al rabdosoma, se utilizaron los valores expresados por Page *et al.* (2013), los cuales definen un ancho distal entre 0,75-0,95 mm, un ancho medio-distal entre 0,60-0,85 mm, un ancho proximal entre 0,40-0,60 mm, y un 2TRD en $th2^1$ de 1,05-1,55 mm. Los valores son coincidentes con los obtenidos en las mediciones particulares.

○ PN-013:

Superfamilia **MONOGRAPTOIDEA** Lapworth, 1873
Familia **MONOGRAPTIDAE** Lapworth, 1873
Género **MONOGRAPTUS** Geinitz, 1852

Monograptus sp. Geinitz, 1852
Figura 15-G y H, PN-013-C y PN-013-C2

DESCRIPCIÓN: Un total de 2 ejemplares. Rabdosoma incompleto, curvado mayormente hacia su zona proximal, con un largo de 8,06-8,23 mm, con un ancho distal 1,02-1,03 mm y un ancho medio de 0,90-0,94 mm. Las tecas poseen forma triangular, con una prolongación final en forma de gancho hacia el sector proximal. Las paredes ventrales libres son cóncavas. El espaciamiento tecal es de 10 tecas en 10 mm para ambos ejemplares.

OBSERVACIONES: Cuerda *et al.* (1982) describen un organismo de 1 mm de ancho máximo, con un valor Z (espaciamiento tecal) de 5 tecas/5 mm, valores coincidentes con los obtenidos. En su trabajo (antes citado), los autores mencionan la presencia de un total de 3 ejemplares bajo el género *Monograptus sp.*, de los cuales dos luego han sido renombrados como *Monograptus priodon* Bronn y *Lagarograptus praeacinaces* Cuerda, Rickards y Cingolani.

○ PN-014:

Género **MONOGRAPTUS** Geinitz, 1852

Especie tipo. *Lomatoceras priodon* Bronn, 1835.

Monograptus cf. priodon Bronn, 1835
Figura 15-I, J, K, L y M; PN-014-A, B, C, E y H

cf. Lomatoceras priodon Bronn, 1835, 55, 56, Pl. 1: 13.

DESCRIPCIÓN: Un total de 5 ejemplares. Rabdosoma largo y ligeramente curvado. El máximo largo medido es de 20 mm, con un ancho distal variando entre 1.84 – 2 mm para el individuo con mayor largo, y con un mínimo de 1,30 mm y un máximo de 1,8 mm para el resto del grupo. Dado que la totalidad de rabdosomas se encuentran incompletos, las medidas de ancho proximal no han podido ser tomadas. Las tecas son curvadas, con formas de gancho a triangulares, aunque éste último puede deberse a un fracturamiento. El espacio tecal o traslapamiento es mayormente

uniforme y común para los ejemplares, presentando 10 tecas en 10 mm (con solo un valor de 12 tecas/10 mm).

OBSERVACIONES: Dada la ausencia de ejemplares completos, y por lo tanto de medidas complementarias de importancia, el material ha debido ser comparado con la descripción del *M. priodon*, dada sus semejanzas tecales y dimensionales de la colonia. Cabe destacar un par de diferencias con otras descripciones: en primer lugar, Bjerreskov (1975) define un espaciamiento tecal de 13 tecas/10 mm para la parte proximal (con poco varío en la zona distal), mientras que la observada por Albanesi *et al.* (2006) y por el autor coinciden en 10 tecas/10 mm para la zona distal; y por otro lado, el espesor distal medido por Albanesi *et al.* (2006) (2,25 mm) difiere del hallado en los ejemplares del presente trabajo (2 mm como máximo).

M. priodon ha sido identificado previamente en Argentina por Stappenbeck (1910) y Kerlleñevich y Cuerda (1986) en la parte superior de la Formación La Chilca, en el cerro del Fuerte y Qda. Ancha, respectivamente.

4.2.2- Formación Los Espejos y base de Formación Talacasto:

BRAQUIÓPODOS

Phylum **BRACHIOPODA** Duméril, 1806
 Subphylum **RHYNCHONELLIFORMEA** Williams *et al.*, 1996
 Clase **RHYNCHONELLATA** Williams *et al.*, 1996
 Orden **RHYNCHONELLIDA** Kuhn, 1949
 Superfamilia **RHYNCHOTREMATOIDEA** Schuchert, 1913
 Familia **LEPTOCOELIIDAE** Boucot et Gill, 1956
 Género **HARRINGTONINA** Boucot, 1972

Harringtonina acutiplicata Kayser, 1897

Figura 16-A

Otras denominaciones: 1897. *Leptocoelia acutiplicata* Kayser

1905. *Leptocoelia acutiplicata* Kayser

1913. *Atrypina acutiplicata* Kayser.

DESCRIPCIÓN: Valvas biconvexas a planoconvexas desarticuladas, con un ancho máximo cercano a su zona media. VALVA VENTRAL: Mayor convexidad que su par dorsal, alcanzando

el máximo en la zona cercana al umbón. Fuerte desarrollo de costillas (un total de 12) con un engrosamiento hacia su parte distal. En el centro se encuentra un seno central, seguido a ambos lados por costillas laterales. Conservación del foramen en casos aislados. Dientes de importante desarrollo; VALVA DORSAL: levemente convexa a plana, con un pliegue central, seguido de surcos laterales. En casos donde se observan las fosetas, las mismas se caracterizan por ser estrechas y subparalelas entre sí.

Mediciones:

- Mínima: 2 mm (ancho) y 1,5 mm (largo).
- Máxima: 6 mm (ancho) y 6 mm (largo).

OBSERVACIONES: El número de especímenes es elevado (mayor a 50).

En general, su presencia se acompaña de tentaculitoideos y otras formas de braquiópodos (como el género *Amosina*).

Dada la buena conservación de los organismos, las características sistemáticas necesarias han podido ser observadas y tenidas en cuenta.

Niveles de aparición: PN- 015 y PN- 016 (Formación Los Espejos).

Superfamilia **CAMAROTOECHIOIDEA** Schuchert, 1929
Familia **CAMAROTOECHIIDAE** Schuchert, 1929
Género **CLARKEIA** Kozłowski, 1923

Clarkeia sp.
Figura 16-B

DESCRIPCIÓN: Valvas dorsales fuertemente convexas, desarticuladas, compuestas por costillas radiales fuertemente marcadas (un total de 9). En su centro se encuentra un pliegue central, con bifurcación incipiente hacia la zona distal, seguido de dos senos laterales. Su mayor ancho se alcanza poco después de la mitad del largo. Tanto los senos como los pliegues poseen un perfil subcircular, poseyendo mayor radio las costillas.

Mediciones:

- 8 mm (ancho) y 7 mm (largo).

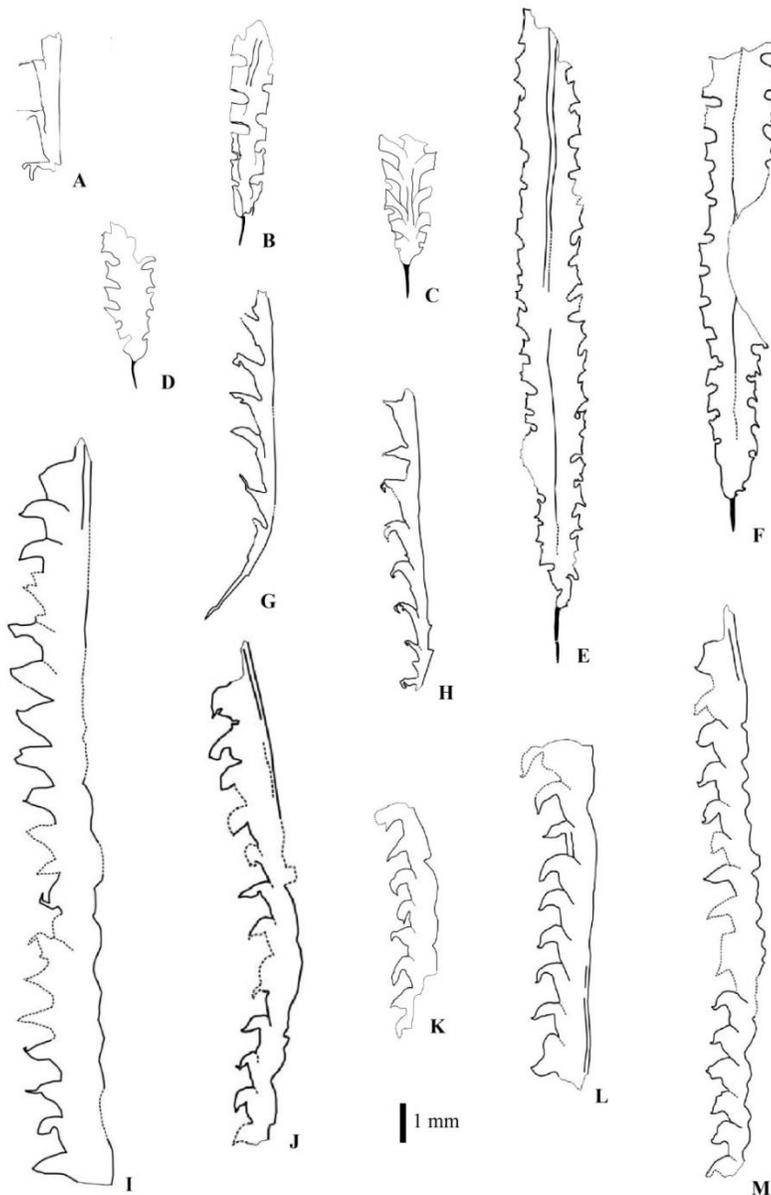


Fig. 15: Graptofauna del Miembro Salto Macho en la Qda. Poblete Norte; A) *Lagarograptus? praeacinaces* Cuerda, Rickards & Cingolani. Muestra PN-010-K. Fragmento de rhabdosoma con tres tecas con prolongación hacia la zona ventral; B) *Normalograptus normalis* Lapworth. Muestra PN-010-M. Rhabdosoma fragmentado con tecas iniciales y espina sicular; C) *Metabolograptus persculptus* Elles et Wood. Muestra PN-010-F. Fragmento proximal de colonia con espina sicular; D) *Diplograptus?* sp. McCoy. Rhabdosoma inicial con 4 pares de tecas y espina sicular. Muestra PN-012-I. E) Muestra PN-012-L. Colonia extensa alcanzando la zona distal, con virguela de gran desarrollo. Ambas presentan reemplazo a pirita; F) *Normalograptus? acceptus* Koren y Mikhajlova. Muestra PN-012-P. Rhabdosoma de gran extensión, con espina sicular. Reemplazo parcial a pirita; G) *Monograptus* sp. Geinitz. Muestra PN-013-C. Fragmento de colonia cercano a la zona proximal. H) Muestra PN-013-C2. Rhabdosoma fragmentado, con 8 tecas de buen desarrollo; I) *Monograptus? cf. priodon* Bronn. Muestra PN-014-H. Graptolito con tecas monoseriadas en forma de gancho. J) Muestra PN-014-A. K) Muestra PN-014-B. L) PN-014-C. M) PN-014-E. Tomado de López *et al.* (2018).

OBSERVACIONES: Dada la ausencia de un mayor número de ejemplares, y por la falta de morfología sistemática, el grado taxonómico específico no ha podido ser determinado, pudiendo variar entre *C. antisiensis*, *C. alta*, *C. bodenbenderi*, *C. deflex* y *C. tambolarensis*.

Niveles de aparición: PN-028 (Formación Los Espejos).

Orden **ATRYPIDA** Rzhonsnitskaya, 1960
Suborden **ATRYPIDINA** Moore, 1952
Superfamilia **ATRYPODEA** Gill, 1871
Familia **ATRYPIDAE** Gill, 1871
Género **AUSTRALINA** Clarke, 1913

Australina jachalensis Clarke, 1913
Figura 16-C

Otras denominaciones: 1897. *Meristella?* sp. Kayser.

1905. *Meristella?* sp. Thomas.

1913. *Australina jachalensis* Clarke.

DESCRIPCIÓN: Su ornamentación varía entre abundantes líneas de crecimiento, con textura fibrosa externa y un seno-pliegue central (para individuos de menor tamaño), a líneas de crecimiento esporádicas y un seno-pliegue central marcado hacia el umbón, disimulado hacia el exterior (para organismos mayores). VALVA VENTRAL: convexa a fuertemente convexa, siendo máxima en la zona proximal. Se observan en individuos con buena conservación el desarrollo de dientes de importante desarrollo. VALVA DORSAL: perfil levemente convexo, con desarrollo de ornamentación similar a su par ventral, con presencia de fosetas en moldes internos.

Medidas:

- Mínima: 5 mm (ancho) y 4,5 mm (largo).
- Promedio: 6,5 mm (ancho) y 7,5 mm (largo).
- Máximo: 8 mm (ancho) y 9 mm (largo).

OBSERVACIONES: El número de ejemplares es variable en los diferentes niveles, alternando entre pocas unidades a decenas de los mismos.

Junto a tentaculitoideos y chonétidos, son los individuos de mayor frecuencia a lo largo de la formación.

Los valores obtenidos para largo y ancho se corresponden con los expuestos por Castellaro (1959), pudiendo determinar un nivel taxonómico específico.

Niveles de aparición: PN-017, PN-018, PN-019, PN-025, PN-026 y PN-028 (Formación Los Espejos).

Superfamilia **DAYLACEA** Waagen, 1884
Familia **LEPTOCOELIDAE** Boucot et Gill, 1956
Género **AUSTRALOCOELIA** Boucot, 1972

Australocoelia intermedia? Benedetto *et al.*, 1992

Figura 16-D

Otras denominaciones: 1892. *Leptocoelia flabellites* Conrad.

DESCRIPCIÓN: Valvas articuladas, compuesta por ornamentación exclusiva de costillas radiales en forma de abanico (11 en total), con un seno-pliegue central sobresaliente al resto, el cual adquiere una bifurcación hacia la zona distal. VALVA VENTRAL: perfil leve a moderadamente convexo, con foramen desarrollado y umbón notorio por sobre su par dorsal. VALVA DORSAL: perfil plano a levemente convexa, con un par de fosetas de fuerte desarrollo e impresiones musculares subtrapezoidales. La comisura está dominada por la ubicación de las costillas, siendo de tipo ondulada. Ambas valvas presentan un ensanchamiento de costillas hacia la zona distal, adquiriendo un perfil subcircular, similar tanto para costillas como para surcos.

Medidas:

- Mínimo: 10,6 mm (ancho) y 9 mm (largo).
- Máximo: 12,5 mm (ancho) y 11,2 mm (largo).

OBSERVACIONES: Fueron recolectados un total de tres ejemplares, de los cuales solo único se encuentra articulado. El resto presenta mala conservación y/o fracturación.

Los valores de medidas, posición y forma de impresiones musculares y número de costilla permite diferenciar la presencia de *A. intermedia* por sobre *A. tourteloti*, con la salvedad de la bifurcación del seno-pliegue, el cual no es un carácter mencionado por los autores (Benedetto *et al.*, 1992), por lo que el grado específico adquiere cierta incertidumbre.

Niveles de aparición: PN-030 (Formación Talacasto).

Orden **ORTHIDA** Schuchert et Cooper, 1932
Suborden **DALMANELLIDINA** Moore, 1952
Superfamilia **DAMANELLOIDEA** Schuchert, 1913
Familia **DALMANELLIDAE** Schuchert, 1913
Subfamilia **ISORTHINAE** Schuchert, 1913
Género **ISORTHIS** Kozłowski, 1929

Isorthis (Protocortezorthis) cuyanum? Benedetto *et al.*, 1992
Figura 17-A

DESCRIPCIÓN: Valva ventral de pequeño tamaño, con perfil fuertemente convexo, desarrollado en la zona cercana al umbón. Ornamentalmente se compone de costillas en gran número, y líneas de crecimiento esporádicas. En los puntos donde ambas se cruzan, se extienden pequeños lóbulos (similares a espinas). Los caracteres externos son más marcados hacia el área distal. Su ancho máximo es alcanzado en el punto medio del largo de la valva. Presenta un seno central incipiente. Medidas:

- 3 mm (ancho) y 3,2 mm (largo).

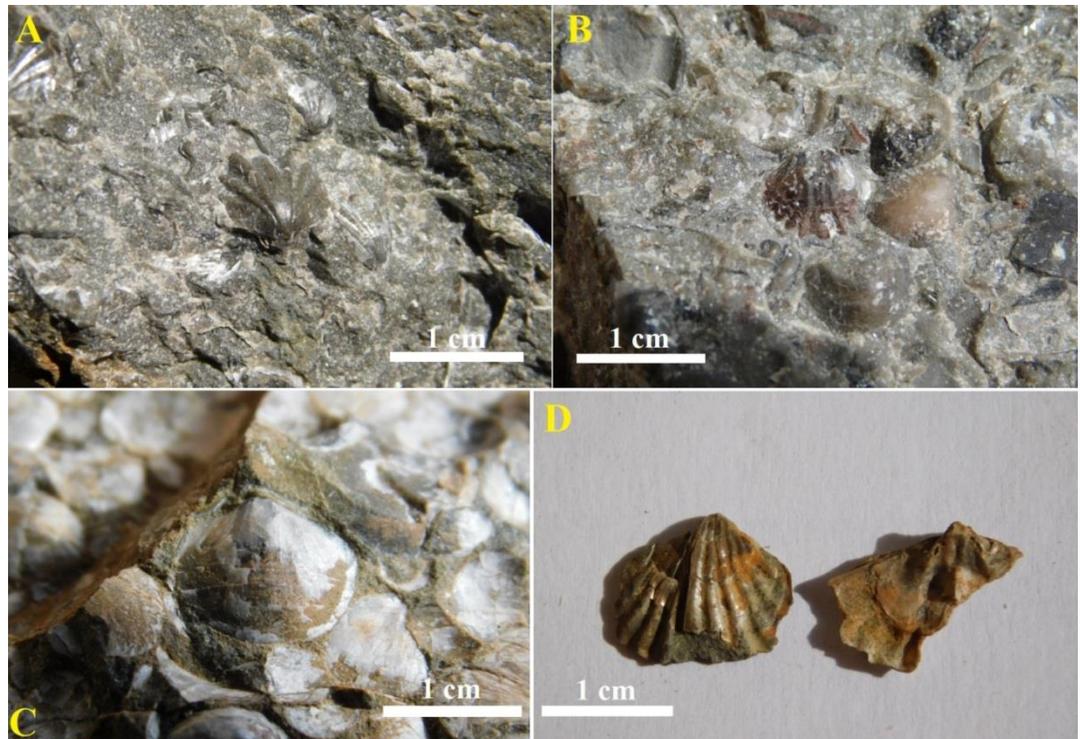


Fig. 16: A) *Harringtonina acutiplicata* Kayser, en nivel PN-015; B) *Clarkeia* sp., en nivel PN-028; C) *Australina jachalensis* Clarke, en nivel PN-018; D) *Australocoelia intermedia?* Benedetto *et al.*, en nivel PN-030.

OBSERVACIONES: Los caracteres ornamental, las medidas de largo y ancho, y comparaciones digitales con el holotipo planteado por Benedetto *et al.* (1992), permite ubicar al espécimen en el género *Isorthis*, aunque la ausencia de un mayor número de individuos deja un espacio en determinaciones de caracteres sistemáticos específicos, por lo que el taxón específico ha sido colocado (con un grado de incertidumbre) con base en una comparación de aspectos generales con la restante especie del género (*I. (Tyersella) megamyaria*).

Niveles: PN-028 (Formación Los Espejos).

Clase **STROPHOMENATA** Williams *et al.*, 1996
Orden **PRODUCTIDA** Sarytcheva et Sokolskaya, 1959
Suborden **CHONETIDINA** Muir – Wood, 1962
Superfamilia **CHONETOIDEA** Bronn, 1862
Familia **STROPHOCHONETIDAE** Muir – Wood, 1962
Género **AMOSINA** Boucot, 1975

Amosina sp. Kayser, 1897

Figura 17-B

DESCRIPCIÓN: Valvas dorsales y ventrales desarticuladas, presentando un perfil convexo y una forma pseudorectangular. Poseen una línea cardinal recta (ángulo llano), con ornamentación de costillas finas, en gran número. Las mismas evolucionan desde su nacimiento en forma radial, con bifurcación y nacimiento de nuevas en forma interna. Los bordes de la valva son curvados hacia el interior, con un mayor grado de convexidad hacia la zona distal. Se diferencia la valva dorsal por poseer una menor convexidad que su par ventral, además de la ausencia de umbón.

Medidas:

- Mínima: 2 mm (ancho) y 1,5 mm (largo).
- Máxima: 6,5 mm (ancho) y 4 mm (largo).

OBSERVACIONES: El número de ejemplares es abundante, variando entre los diferentes niveles analizados.

El género *Amosina* posee tres especies para Precordillera: *A. fuertensis*, *A. paolae* y *A. pediculorum*. En tal caso, las primeras dos suelen encontrarse en forma conjunta en el segmento silúrico de la Formación Los Espejos, mientras que la tercera corresponde al devónico (descrita en la cúspide de la unidad antes nombrada en su afloramiento de Cerro del Fuerte).

En forma general, la conservación es buena, pudiendo alcanzar un nivel de clasificación genérico. La especie (y dado la profundidad del presente estudio) no fue determinada, pudiendo impulsar estudios posteriores.

Niveles: PN-015, PN-017, PN-019, PN-020, PN-021 y PN-023 (Formación Los Espejos).

Amosina pediculorum? Benedetto *et al.*, 1992

Figura 17-C

DESCRIPCIÓN: Valva dorsal levemente convexa a plana, con un ancho mayor al largo (ver medidas), ornamentada con un número alto de costillas (mayor a 50). Se observa una bifurcación de las costillas hacia la zona distal, en la cual la valva sufre una curvatura disimulada. En la charnela, se diferencian foseas con mala conservación, caracterizadas por corta profundidad (debido a dientes de poco largo).

Medidas:

- 5,5 mm (ancho) y 3,4 mm (largo).

OBSERVACIONES: Dadas las condiciones de conservación, solo pudo ser rescatado un único individuo del nivel pelítico.

Las similitudes internas y externas de la valva, conjunto a las medidas de largo y ancho, y a la presencia del género en niveles devónico, ha permitido determinar a *Amosina* como el género del organismo, y dado que las demás especies no han sido halladas hasta el momento en tal periodo, se asigna a la especie *A. pediculorum*.

El reducido número de individuos, y la ausencia de una previa descripción del mismo en la formación, no permite afirmar la determinación específica y por lo tanto es colocada con incertidumbre.

Niveles de aparición: PN-030 (Formación Talacasto).

Orden **STROPHOMENIDA** Öpik, 1934
Superfamilia **STROPHOMENOIDEA** King, 1846
Familia **STROPHEODONTIDAE** Caster, 1939 emend. Williams, 1953
Subfamilia **STROPHEODONTINAE** Caster, 1939
Género **STROPHEODONTA** Hall, 1852

Stropheodonta fascifer Kayser, 1897
Figura 17-D

Otras denominaciones: 1897. *Tropidoleptus fascifer* Kayser.
1905. *Tropidoleptus fascifer* Kayser.
1923. “*Tropidoleptus*” *fascifer* Kayser.
1950. “*Tropidoleptus*” *fascifer* Kayser.

DESCRIPCIÓN: Valvas ventrales y dorsales, de perfil levemente convexo, forma subcircular a subelipsoidal. Poseen una línea cardinal recta (ángulo llano), y en ejemplares mayores, el ancho máximo suele coincidir con la totalidad de dicha línea. VALVA VENTRAL: convexa, con dientes pequeños, pero fuertemente marcados. Impresiones musculares disimuladas. Exteriormente, compuesta por un número elevado de costillas (mayor a 50), alternando entre costillas finas y de mayor ancho, separadas por espacios o surcos cóncavos, y presentando líneas de crecimiento esporádicas. VALVA DORSAL: plana a levemente cóncavo en parte, con ornamentación similar a su par ventral. Presenta fosetas dentales, correspondientes a los dentículos de la valva peduncular.

Medidas:

- Mínima: 11,5 mm (ancho) y 11 mm (largo).
- Máxima: 23 mm (ancho) y 21 mm (largo).

OBSERVACIONES: El nivel muestreado presenta un buen número de ejemplares (mayor a 40). De acuerdo con las características sistemáticas determinadas (favorecidas por la buena a muy buena conservación de los individuos), se reconoce la presencia certera de *S. fascifer*.

Niveles de aparición: PN-024”.

Orden **SPIRIFERIDA** Waagen, 1883
Superfamilia **STRINGOCEPHALOCEA** King, 1850
Familia **MUTATIONELLIDAE** Cloud, 1842
Subfamilia **MUTATIONELLINAE** Cloud, 1842
Género **SCAPHIOCOELIA** Whitfield, 1890

Scaphiocoelia? boliviensis Whitfield, 1890
Figura 18-A

Otras denominaciones: 1891. *Scaphiocoelia boliviensis* Whirfield.
1892. *Rhynchonella* sp. Ulrich.
1894. *Scaphiocoelia boliviensis* Whitfield.
1942. *Scaphiocoelia boliviensis* Whitfield.
1965. *Scaphiocoelia boliviensis* Whitfield.

DESCRIPCIÓN: Valva ventral, con una fuerte convexidad y ancho incompleto. Posee una típica ornamentación de costillas numerosas en forma de abanico, intercaladas con zonas de prevalencia de líneas de crecimiento. Hacia la zona proximal, la ornamentación se disimula debido a conservación.

OBSERVACIONES: Se han recolectado dos ejemplares. Ambos poseen muy mala conservación y elevada fragmentación.

Dada la falta de volumen de muestras y la pérdida de caracteres sistemáticos por preservación, la determinación alcanzada presenta incertidumbre.

La ausencia de otros individuos similares al propuesto (para la Formación Talacasto), sumado a la coherencia de características de los individuos recolectados con las descritas por Levy y Nullo (1970), permite estimar (con cierto grado de duda) la presencia del género *Scaphiocoelia*. Por otro lado, el género nombrado solo posee una especie descrita para Argentina, por lo que se coloca al organismo como *S. boliviensis*.

Niveles de aparición: PN-030.

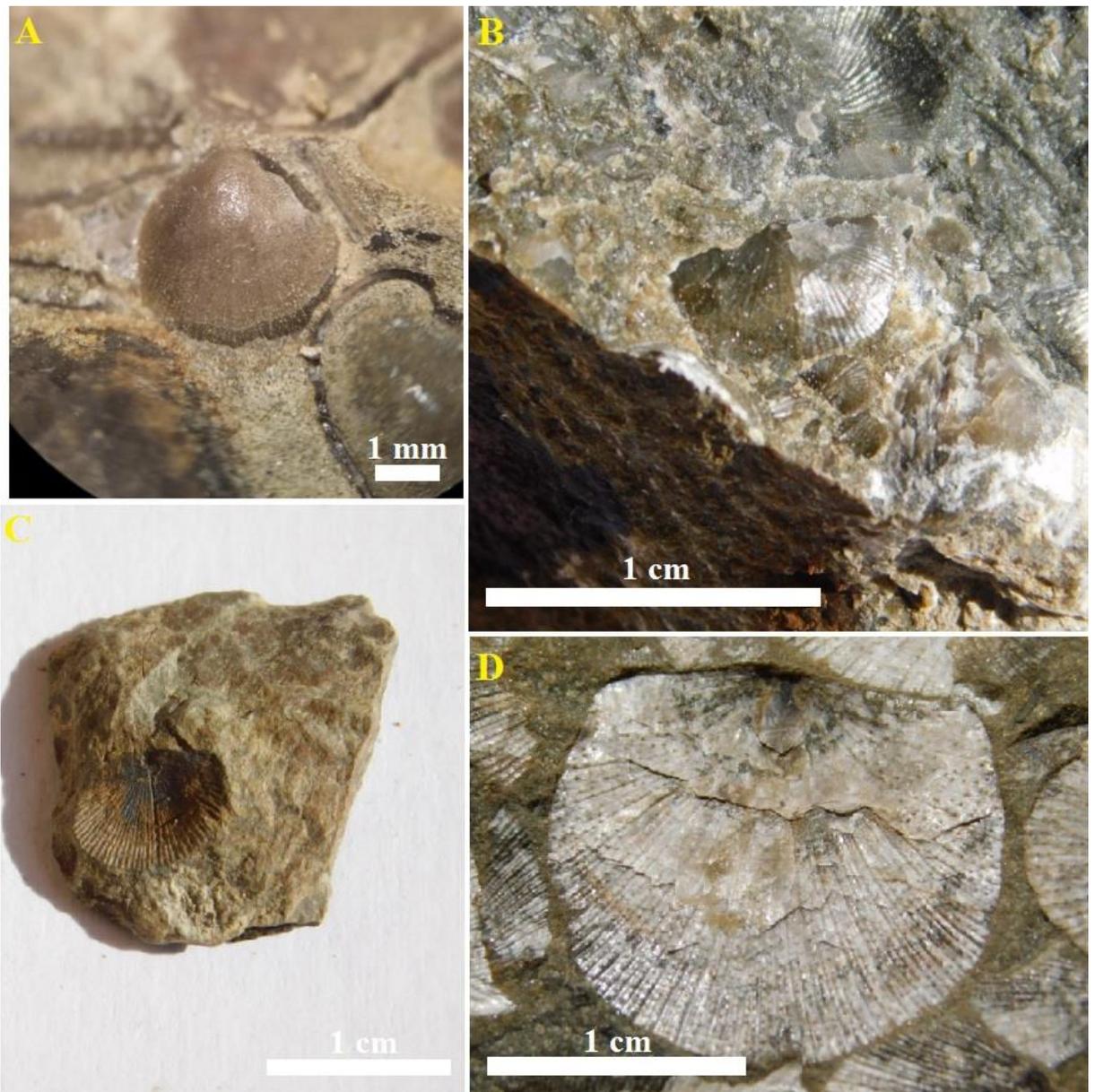


Fig. 17: A) *Isorthis (Protocortezorthis) cuyanum?* Benedetto et al., en nivel PN-028; B) *Amosina* sp. Kayser, en nivel PN-017; C) *Amosina pedicularum?* Benedetto et al., en nivel PN-030; D) *Stropheodonta fascifer* Kayser, en nivel PN-024”.

ARTRÓPODOS

Trilobites

Phylum **ARTHROPODA** Siebold, 1848
Subphylum **TRILOBITA** Walch, 1771
Orden **PHACOPIDA** Salter, 1864
Suborden **PHACOPINA** Struve, 1959
Superfamilia **DALMANITOIDEA** Vogdes, 1890
Familia **DALMANITIDAE** Vogdes, 1890
Subfamilia **DALMANITINAE** Vogdes, 1890
Género **DALMANITES** Barrande, 1852

Dalmanites sp.

Figura 18-B, C y D

DESCRIPCIÓN: Hallazgo de 2 pigidios y 1 céfalo en moderado a buen estado de conservación. En primer lugar, el pigidio posee forma subtriangular con convexidad suave. Su borde lateral está definido, representado como un cambio de pendiente de los campos pleurales. Se contabilizan un total de 7 pleuras, las cuales poseen un desarrollo curvado hacia el borde inferior y un ángulo mayormente recto con el lóbulo axial, colocándose en forma oblicua progresivamente hacia el margen posterior, culminando en posición paralela a la pieza axial terminal. Surcos pleurales bien marcados hacia el tórax, y disimulados al acercarse al final de pigidio. Por otro lado, el céfalo posee moderada conservación, solo observando una distinguible glabela globosa y subpentagonal, con expansión y convexidad mayor a la porción frontal. Presenta tres surcos glabelares inclinados hacia la zona frontal (primer y segunda línea) y posterior (tercera línea). Posee un lóbulo frontal de forma subtrapezoidal, con su lado más ancho ubicado en la zona anterior de la glabela.

Medidas: 19 mm (ancho) y 11 mm (largo).

OBSERVACIONES: La relación entre el largo y el ancho se corresponde con la descripción original del género, siendo la misma cercana a 2:1.

Waisfeld *et al.* (1988) describe una fauna de trilobites para la formación en estudio compuesta (entre otros) por el género *Dalmanites*, y tres variedades: *D. cf. D. sudamericanus*, *D. sp.1* y *D. sp.2*, planteando una redescipción y determinación certera de los individuos indeterminados a futuro.

Dada la conservación de los organismos y el corto número de ejemplares, la determinación taxonómica sólo es certera para niveles genéricos.

Niveles de aparición: PN-028 (Formación Los Espejos).

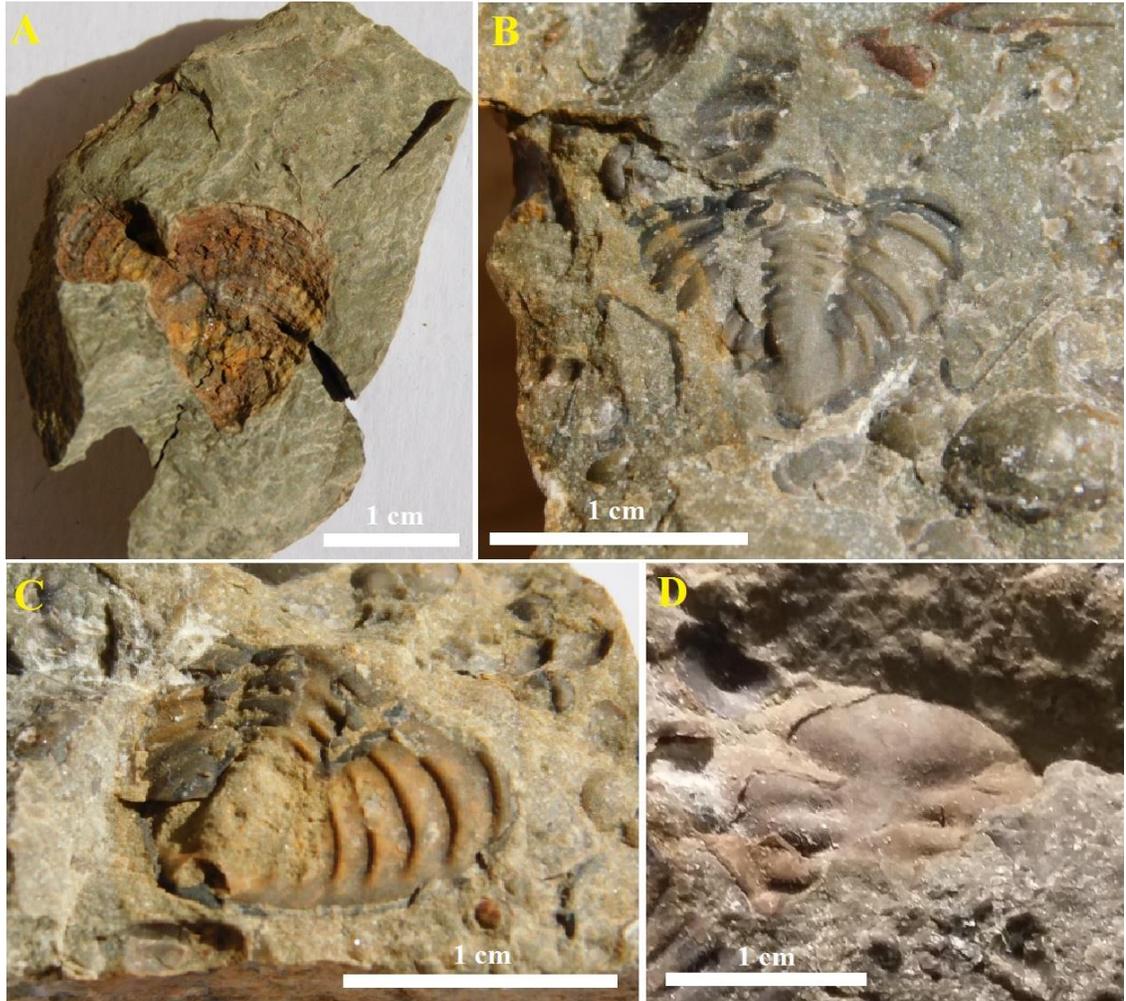


Fig. 18: A) *Scaphiocoelia? boliviensis* Whitfield, en nivel PN-030; B-C) *Dalmanites* sp., en nivel PN-028. Pigidios; D) *Dalmanites* sp., en nivel PN-028. Glabela.

Subphylum **CRUSTACEA** Brünnich, 1772
Clase **OSTRACODA** Latreille, 1802
Orden **BEYRICHICOPIDA** Pokorný, 1954
Suborden **PALAEOCOPA** Henningsmoen, 1953
Superfamilia **BEYRICHIACEA** Matthew, 1886
Familia **BEYRICHIIDAE** Jones, 1855
Subfamilia **AMPHITOXOTIDINAE** Martinsson, 1962
Género **ZOROTOXOTIS** Siveter, 1980

Zorotoxotis sp.

Figura 19-A

DESCRIPCIÓN: Constituidos de dos lóbulos paralelos y de tamaño similar, con un tercero de menor desarrollo. Externamente, la forma es subelipsoidal, e internamente el organismo se dispone en forma subtriangular, con el vértice más lejano hacia el lóbulo menor. Posee una característica ornamentación de lóbulos ligeramente expresados, comunes en la totalidad del organismo, y la cual lo diferencian del resto de ostrácodos. Ubicado entre el lóbulo central y el menor se encuentra un reborde a forma de labio, el cual ingresa entre ambos.

Medidas:

- Mínima: 1 mm (ancho) y 0,8 mm (largo).
- Máxima: 1,5 mm (ancho) y 1 mm (largo).

OBSERVACIONES: La presencia de la ornamentación lobulada, sumado a la descripción morfológica y dimensional, permiten establecer con seguridad la presencia del género *Zorotoxotis*.

Hallazgo de un número importante de organismos en molde externo en alto y bajo relieve, intercalados con *Hemsiella?* y *Australobollia fuertensis?*. En general suelen encontrarse cubiertos y/o rellenos con capas de calcita, la cual debió ser eliminada con ácido clorhídrico para la visualización correcta de los caracteres del organismo.

Niveles de aparición: PN-019, PN-020 y PN-021 (Formación Los Espejos).

Género **HEMSIELLA** Martinsson, 1962

Hemsiella? sp.

Figura 19-B

DESCRIPCIÓN: Disposición trilobulada, con un arreglo decreciente compuesto de un lóbulo mayor (en general, ubicado en el sector izquierdo), seguido de un lóbulo central de menor largo, culminando con un tercer lóbulo (o lóbulo anterior) dos veces menor en longitud. En vista general, externamente el organismo posee forma subelipsoidal, con una disposición más plana en su borde superior, e internamente de forma subtriangular (similar a lo observado en *Zorotoxotis*). No presenta ornamentación particular, siendo sus valvas externamente lisas.

Medidas: 1,1 mm (ancho) y 0,6 mm (largo).

OBSERVACIONES: La conservación de algunas muestras resaltadas con la presencia del género podría condicionar la determinación del mismo, pudiendo variar entre su par de la misma familia (*Zorotoxotis*), teniendo dimensiones y arreglos externos similares. Por tal motivo, el género es colocado con duda.

Presencia de gran número de ejemplares, mayormente en moldes externos en alto relieve.

Niveles de aparición: PN-020 y PN-021 (Formación Los Espejos).

Orden **BEYRICHCOPIDA** Pokorný, 1954
Suborden **BINODICOPA** Schallreuter, 1972
Superfamilia **DREPANELLACEA** Ulrich and Bassler, 1923
Familia **BOLLIIDAE?** Boeck, 1936
Genero **AUSTRALOBOLLIA** Vannier *et al.*, 1995

Australobollia fuertensis? Vannier *et al.*, 1995

Figura 19-C

DESCRIPCIÓN: Conchilla en moldes externos, internamente constituidas por tres lóbulos: los primeros dos, similares en largo y ancho, con elevada prominencia y de desarrollo delgado, y un tercer lóbulo disimulado, generalmente ubicado en el sector derecho. El exterior de los lóbulos se caracteriza por un margen cóncavo liso, rodeado por un anillo subcircular (velo de canto) en alto relieve.

Medidas: 1,2 mm (ancho) y 0,9 mm (largo).

OBSERVACIONES: Los valores de medidas obtenidos, sumado a la congruencia en morfología con lo descrito por Vannier *et al.* (1995), permite asignarle el género *Australobollia* al organismo, pero la ausencia de un buen número de muestras evita la certeza máxima a nivel específico.

Niveles de aparición: PN-020 (Formación Los Espejos).

INCERTAE SEDIS

Tentaculitoideos

Phylum **ANIMALIA INCERTAE SEDIS**
Clase **TENTACULITA** Boucek, 1964
Orden **TENTACULITIDA** Ljaschenko, 1955
Familia **TENTACULITIDAE** Walcott, 1886
Género **SERETITES** Lyashenko, 1969

Seretites sanjuanensis Ciguel, 1989

Figura 19-D

DESCRIPCIÓN: Conchilla cónica elongadas, anillada e interanillada, con prevalencia en las zonas externas a medias. Los anillos son discos angulosos sobresalientes, con crecimiento proporcional a la longitud del organismo (más anchos en sectores más cercanos a la abertura) y separación variable (entre 0,2 a 1,1 mm). El espacio interanular en general es cóncavo y liso (en zonas proximales) a microanillado, presentando entre 1 a 15 microanillos. En moldes internos se observa la ornamentación exterior en forma disimulada.

Medidas: 1 mm (ancho máximo medido) y 2,5 mm (largo máximo medido).

OBSERVACIONES: El número de organismos recolectados es variable de acuerdo con la muestra, alternando entre pocas unidades a varias decenas.

En general, la conservación de los organismos es buena a muy buena, pudiendo detallarse un amplio rango de caracteres sistemáticos, añadiendo seguridad a la determinación de *S. sanjuanensis*.

Junto a *A. jachalensis* y a *Amosina*, son los organismos más recurrentes a lo largo del muestreo.

Niveles de aparición: PN-015, PN-017, PN-018, PN-019, PN-020, PN-021, PN-023, PN-024 y PN-028 (Formación Los Espejos).

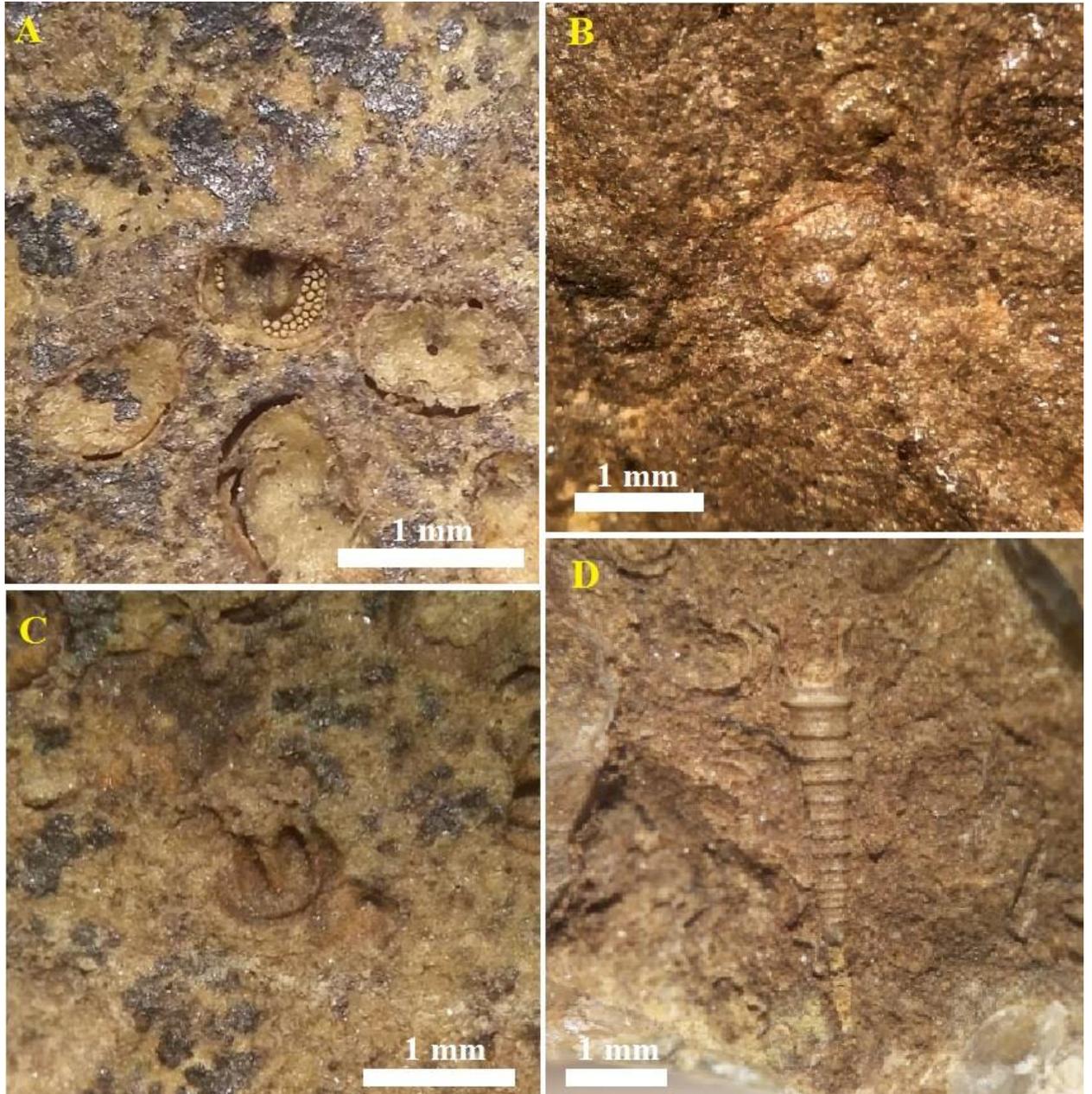


Fig. 19: A) *Zorotoxotis* sp., en nivel PN-020; B) *Hemiella?* sp., en nivel PN-021; C) *Australobollia fuertensis?* Vannier *et al.*, en nivel PN-020; D) *Seretites sanjuanensis* Ciguel, en nivel PN-021.

MOLUSCOS

Bivalvos

Phylum **MOLLUSCA** Linnaeus, 1758
Clase **BIVALVIA** Linnaeus, 1758
Subclase **PROTOBRANCHIA** Ridewood, 1903
Orden **NUCULOIDA** Dall, 1889
Superfamilia **NUCULACEA** Gray, 1824
Familia **MALLETIIDAE** Adams and Adams, 1858
Género **NUCULITES** Conrad, 1841

Nuculites argentinum Sánchez *et al.*, 1995

Figura 20-A.2

DESCRIPCIÓN: Organismo bivalvo articulado, con forma subtriangular de bordes suavizados. Posee un umbón prominente. A un costado del mismo, presenta una hendidura fuertemente desarrollada (impresión del tabique miofórico) típica del género, sólo visible en moldes internos. La misma se extiende hacia la zona distal, un largo mayor a la mitad del organismo. Externamente la valva presenta costillas disimuladas, aunque mayormente es lisa.

Medidas: 1,2 mm (ancho) y 0,8 mm (largo).

OBSERVACIONES: Al igual que *A. minuta*, solo se ha podido obtener un espécimen, pero la excelente conservación del mismo permitió definir su nivel taxonómico específico sin problemas.

Niveles de aparición: PN-028 (Formación Los Espejos).

Género **PALAENEILO** Hall and Whitfield, 1869

Palaeneilo? sp.

Figura 20-A.1

DESCRIPCIÓN: Bivalvo articulado de dimensiones subovaladas a subtriangulares, con clara ausencia de simetría bilateral. Presenta un umbón de pequeñas dimensiones, posicionado hacia un costado, generando un pliegue por debajo característico del individuo el cual se extiende hasta su zona media. La máxima convexidad se encuentra en la zona proximal – media del organismo,

disminuyendo hacia el extremo posterior. La conchilla, externamente, es en general lisa, con muy disimuladas costillas concéntricas al umbón, las cuales se pierden en moldes internos (forma más común de ser hallado). Se diferencia una línea paleal paralela al borde del organismo.

Medidas: 16 mm (ancho) y 11 mm (largo).

OBSERVACIONES: Se han obtenido coincidencias tanto morfológicas como dimensionales con aquellas planteadas por Sánchez *et al.* (1995) para el género *Palaeneilo*, pero dada la presencia solo de un individuo, la determinación genérica ha sido realizada con cierta incertidumbre.

Niveles: PN-028 (Formación Los Espejos).

Familia **NUCULANIDAE** Adams and Adams, 1858
Género **ANTHRACOLEDA** Benedetto, 1980

Anthracoleda (Pseudoleda) minuta Sánchez *et al.*, 1995

Figura 20-B.1

DESCRIPCIÓN: Organismo articulado bivalvo, con fuerte asimetría característica, y desarrollo de valvas mucho más anchas que largas. La forma general es subtriangular, con dos catetos elongados hacia un costado entre 1,5 y 2 veces el tercero. Su margen distal se encuentra ligeramente curvado hacia el borde anterior, simulando un lóbulo o rampa lobulada. La línea de unión valva – valva es en general lisa y plana. La conchilla presenta una convexidad máxima en la zona cercana al umbón, disminuyendo gradualmente hacia los márgenes. Externamente se compone de costillas concéntricas al umbón, poco marcadas, disimuladas y en gran número.

Medidas: 12,5 mm (ancho) y 6 mm (largo).

OBSERVACIONES: Si bien, solo fue recolectado un individuo, el mismo conserva de muy buena manera su caracteres morfológicos, por lo que han podido ser estudiados correctamente.

El organismo fue encontrado en conjunto con *D. jachalensis*, siendo ambos pertenecientes a la Formación Talacasto.

Niveles de aparición: PN-030 (Formación Talacasto).

Familia **PRAENUCULIDAE** McAlester, 1969
Género **DECEPTRIX** Fuchs, 1919

Deceptrix (Devonodeceptrix) jachalensis Sánchez *et al.*, 1995

Figura 20-B.2

DESCRIPCIÓN: Organismo bivalvo articulado, presentando una conchilla sin simetría bilateral, de disposición subovalada y umbón prominente posicionado hacia un costado y girado hacia el interior del organismo. El espesor y convexidad máxima se alcanza en el primer tercio del largo, siendo en el sector distal o posterior de disminuido espaciamiento. La línea de charnela es lisa y ligeramente convexa. La ornamentación es simple y sólo observadas en casos donde la conchilla se ha conservada. La misma se caracteriza por una serie de costillas circundantes al ombligo las cuales presentan sobresaltos y desarrollos irregulares en todo su largo. El número es elevado, pero la densidad de las mismas varía en las diferentes posiciones del largo.

Medidas: 15,5 mm (ancho) y 8,5 mm (largo).

OBSERVACIONES: Solo pudo rescatarse un único espécimen, pero el mismo presenta conservación muy buena, por lo que el trabajo de análisis fue favorecido.

Utilizando como base de apoyo el trabajo de Sánchez *et al.* (1995), los caracteres morfo – dimensionales determinados en el espécimen recuperado coindicen en gran medida con los planteados por los autores, por lo que la inclusión del organismo a *D. jachalensis* es acertada.

Otra coincidencia fuerte con respecto al trabajo de descripción original es la presencia del organismo solo en niveles del Lochkoviano, coincidente con lo hallado en el presente trabajo.

Niveles de aparición: PN-030 (Formación Talacasto).

Orden **PHOLADOMYOIDA** Newell, 1965
Superfamilia **PHOLADOMYACEA** Gray, 1847
Familia **GRAMMYSIIDAE** Miller, 1877
Género **GLOSSITES** Hall, 1885

Glossites? sp.

Figura 20-C

DESCRIPCIÓN: Conchillas ovaladas a subrectangulares de ubicación oblicua a la horizontal, y perfil leve a biconvexo. En general, aparición desarticulada. Presenta un umbón poco desarrollado y usualmente no conservado, el cual se desarrolla en forma cónica. El ancho máximo del individuo se observa hacia la zona periumbonal. Externamente sólo presenta costillas concéntricas al umbón, en gran número, y en promedio de aparición variable.

OBSERVACIONES: Dada la conservación de los organismos (moderada a buena) y una fracturación abundante, la determinación genérica ha sido realizada bajo indecisión. En tal caso, un remuestreo o correcto tratamiento de restauración y limpieza de las muestras obtenidas podría dar datos más certeros sobre la clasificación.

Niveles de aparición: PN-028 (Formación Los Espejos).

Gastrópodos

Phylum **MOLLUSCA** Linnaeus, 1758
Clase **GASTROPODA** Cuvier, 1797
Subclase **ORTHOGASTROPODA** Ponder et Lindberg, 1997
Orden **MURCHISONIINA** Cox et Knight, 1960
Superfamilia **LOXONEMATOIDEA** Koken, 1889
Familia **LOXONEMATIDAE** Koken, 1889
Género **LOXONEMA** Phillips, 1841

Loxonema sp.

Figura 20-A.4

DESCRIPCIÓN: Conchillas cónicas, de arreglo helicoidal a turriforme, con un aumento paulatino en el espesor de los mismos (ver medidas). Los individuos presentan un arreglo dextrógiro (común para todos los ejemplares). Externamente la conchilla es mayormente lisa, con

pocas costillas anulares en forma esporádica. En general, se observan en moldes internos, con la longitud total truncada por fracturamiento, por lo que ni el ápice ni la cámara habitación se han podido recolectar.

Medidas:

- Mínima: Espira1: 3 mm; Espira2: 4 mm; Espira3: 5,5 mm; largo 7,2 mm.
- Máxima: Espira1: 4,5 mm; Espira 2: 7 mm; Espira3: 8,5 mm; largo 14 mm.

OBSERVACIONES: Si bien, la fauna de gastrópodos de la Formación Los Espejos es conocida, aún no se tiene certezas acerca de su clasificación taxonómica, por lo que el nivel específico ha debido ser omitido.

Niveles de aparición: PN-025 y PN-028 (Formación Los Espejos).

Orden **BELLEROPHONTIDA** Ulrich et Scofield, 1897
Suborden **BELLEROPHONTINA** Ulrich et Scofield, 1897
Superfamilia **BELLEROPHONTOIDEA** McCoy, 1851
Familia **BELLEROPHONTIDAE** McCoy, 1852

Género et sp. **INDET.**

Figura 20-D

DESCRIPCIÓN: Conchilla de arreglo planoespiralada, con un aumento grande en el espesor entre espira y espira, siendo el resto del organismo cubierto en gran medida por el último giro. Externamente la conchilla es lisa, condición que se observa también en molde interno. En aquellos sitios cercanos a la cámara habitación, la conchilla adquiere una apertura mayor, a modo de velo, característica típica de la familia.

Medidas: 9 mm (ancho máximo medido cercano a la cámara habitación).

OBSERVACIONES: En general, la fragmentación de los individuos impide observar su disposición completa, y sumado a la ausencia de descripciones en detalle para la unidad, el nivel genérico es imposible de alcanzar. Es necesario un correcto tratamiento de muestras y un análisis morfo – dimensional adecuado para su precisa determinación.

Niveles de aparición: PN-023 y PN-028.

GRAPTOLITOS

Phylum **HEMICHORDATA** Bateson, 1885
Clase **GRAPTOLITINA** Bronn, 1846
Orden **GRAPTOLOIDEA** Lapworth, 1875
Suborden **VIRGELLINA** Fortey & Cooper, 1986
Superfamilia **MONOGRAPTOIDEA** Lapworth, 1873
Familia **MONOGRAPTIDAE** Lapworth, 1873
Género **MONOGRAPTUS** Geinitz, 1852

Monograptus uncinatus var. notouncinatus Cuerda, 1969

Figura 21-A-G y J/22-A

Otras denominaciones: 1965. *Monograptus vomerinus* Nich.

DESCRIPCIÓN: Se caracteriza por rabdosomas angostos y pequeños (por fracturación), con presencia mayoritaria de sícula y sectores proximales de la colonia, con un borde dorsal ligeramente convexo y uno ventral relativamente recto (por prolongación de las paredes ventrales). La sícula presenta forma triangular, con su ápice ubicado hacia el sector distal, culminando el mismo a la altura de la apertura de th_2 . Hacia el sector proximal se desarrolla la virguela (sector ventral) y la lengüeta dorsal con curvamiento hacia el vientre. Ambas delimitan la apertura de la sícula la cual es cóncava. Las tecas presentan prolongaciones en forma de “ganchos”. Internamente presentan arreglo sinusoidal y desarrollo introvertido, características distintivas del género.

Medidas:

- Largo máximo: 6 mm
- Ancho proximal: 0,4 – 0,8 mm
- Ancho medio (en th_5): 0,8 – 0,95 mm
- Ancho distal (luego de th_7): 0,8 – 0,9 mm
- Espaciamiento tecal: 12 – 14 tecas/10 mm
- 2TRD (en th_2): 0,8 – 1,2 mm
- Largo de sícula: 1,75 – 2,35 mm
- Ancho de apertura sicular: 0,25 – 0,35
- Largo de virguela: 0,6 – 2,6 mm

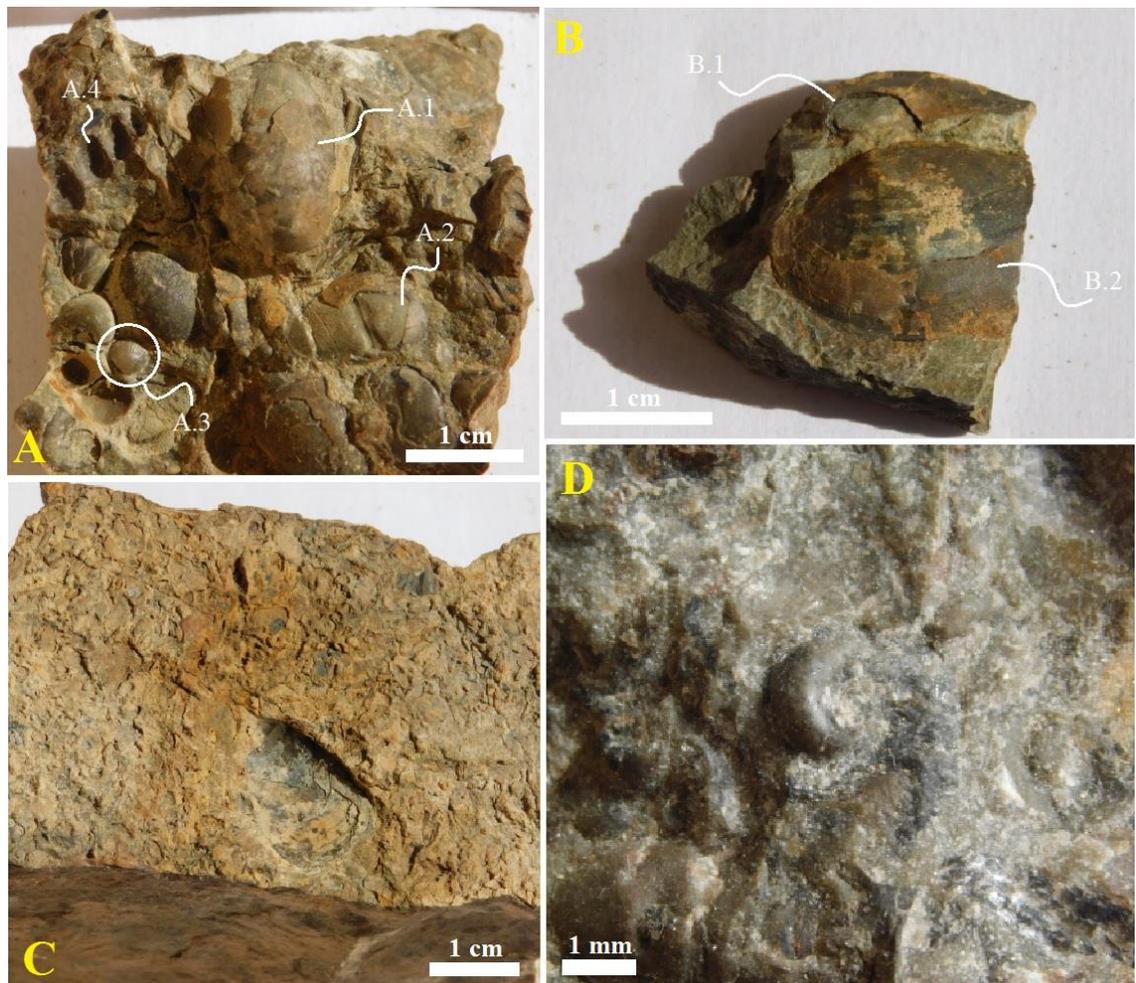


Fig. 20: A) 1-*Palaeneilo?* sp., 2- *Nuculites argentinum* Sánchez *et al.*, 3- *Isorthis (Protocortezorthis) cuyanum?* Benedetto *et al.*, y 4- *Loxonema* sp., en PN-028; B) 1- *Anthracoleda (Pseudoleda) minuta* Sánchez *et al.*, y 2- *Deceptrix (Devonodeceptrix) jachalensis* Sánchez *et al.*, en PN-030; C) *Glossites?* sp., en PN-028; D) *Bellerophontidae* (Género et sp. Indet.), en PN-028.

OBSERVACIONES: Ejemplares numerosos, alcanzando valores de centenas en lajas de 30 cm². En general, la conservación es moderada a mala, excepto en sectores con granulometría más fina y una marcada laminación (especímenes utilizados para la determinación).

La virguela presenta una variabilidad de importancia en cuanto a su largo, aclaración confirmada por la descripción original de Cuerda (1969).

Cabe destacar que algunos valores tomados en individuos demostraron valores de espaciamento tecal anómalos: los esperados para *M. uncinatus notouncinatus* son de 11 – 12 ½ tecas/10 mm, mientras que aquellos obtenidos son de 20 tecas/10 mm. Dada la divergencia de valores, se ha decidido desestimar tales especímenes.

Como base de comparación se utilizaron los valores de holotipo y paratipos presentados por Cuerda (1969).

Niveles de aparición: PN-021, PN-022, PN-023, PN-024, PN-024' y PN-027(?) (Formación Los Espejos).

Género **SAETOGRAPTUS** Pribyl, 1943

Saetograptus argentinus? Cuerda, 1969

Figura 21-H-I/22-B

Otras denominaciones: 1965. *Monograptus leintwardinensis* var. *incipiens* Wood.

DESCRIPCIÓN: Rabdosomas mayormente rectos, con un borde dorsal convexo en su inicio, y uno ventral mayormente recto. Los ejemplares rara vez presentan sícula o se encuentra incompleta. La forma observada es triangular elongada con ápice ubicado a la altura de la apertura de th_2 , con virguela y lengüeta dorsal prolongadas, dimensionando una abertura sicular cóncava y girada hacia el vientre. Las tecas son mayormente rectas en todo su desarrollo, levemente introvertidas, y con un curvamiento hacia el sector distal en su inicio. Las paredes tecales presentan oblicuidad con respecto al eje de la colonia, variando de ángulo de ingreso a medida que se acerca hacia la zona distal.

- Largo máximo: 5,5 mm
- Ancho proximal: 1 mm
- Ancho medio (en th_5): 1 mm
- Ancho distal (luego de th_7): 1,2 – 1,25 mm
- Espaciamiento tecal: 12 tecas/10 mm

OBSERVACIONES: Si bien el número de individuos recolectados supera la decena, la conservación y la abundante fracturación de las colonias no ha permitido una comparación completa con los valores expresados para la especie *S. argentinus*, por lo que su determinación se expresa con incertidumbre.

Niveles de aparición: PN-027 (Formación Los Espejos).

CNIDARIOS

Phylum **CNIDARIA** Verrill, 1865
Clase **SCYPHOZOA** Götte, 1887
Subclase **CONULATA** Moore et Harrington, 1956
Orden **CONULARIIDA** Miller et Gurley, 1896
Suborden **CONULARIINA** Miller et Gurley, 1896
Familia **CONULARIIDAE** Walcott, 1886
Género **CONULARIA** Sowerby, 1820

Conularia quichua Ulrich, 1890

Figura 22-C

Otras denominaciones: 1890. *Conularia quichua* Ulrich.

1897. *Conularia quichua* Ulrich?.

1939. *Conularia (Mesoconularia) quichua* Ulrich.

1948. *Mesoconularia quichua* Ulrich.

1960. *Conularia* cf. *quichua* Ulrich.

1962. *Conularia* cf. *undulata* Conrad.

1965. *Conularia* sp. Branisa.

DESCRIPCIÓN: Coralito de forma cónica y sección rectangular a lentiforme. Externamente compuesto por una ornamentación lineal subdividida en el centro del organismo, de tipo gótico curvo, la cual se compone por cuatro secciones de líneas paralelas, rectas y oblicuas, formadas internamente por lóbulos de dimensiones submilimétricas, las cuales convergen en cada uno de los cuartos de ancho del individuo. El dibujo obtenido asemeja a una letra M, con sus líneas verticales elongadas e inclinadas. En la muestra, tanto el cáliz como la base no han sido conservadas.

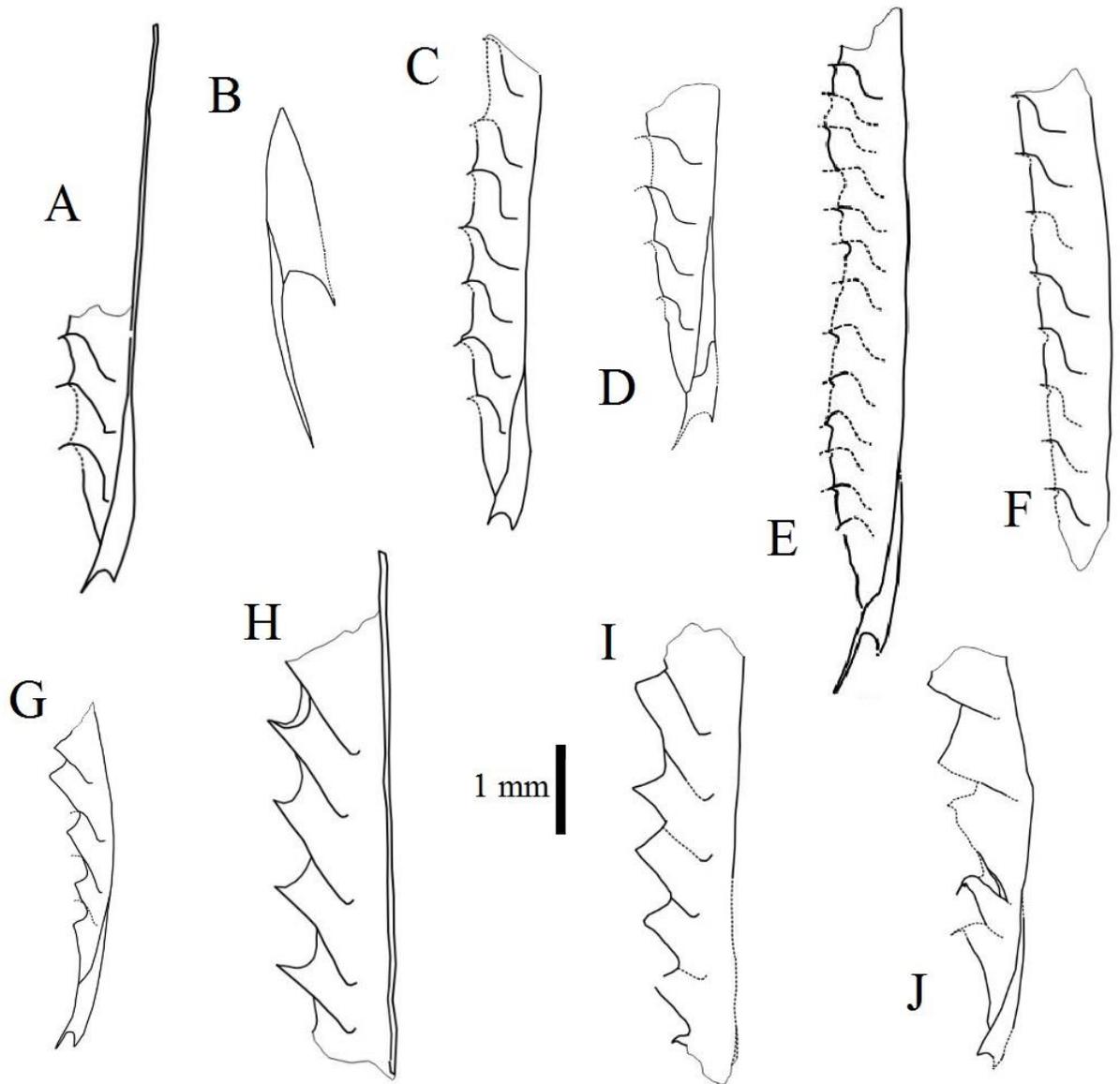


Fig. 21: A-G: *Monograptus uncinatus* var. *notouncinatus*. Recolección correspondiente a los niveles PN-024 y 024'. A, C, D y E: Rabdosomas con sección proximal de la colonia y sícula. B: Sícula y virguela. F: Colonia incompleta; H-I: *Saetograptus argentinus*?. Colección del nivel PN-027. Ambas corresponden a colonias incompletas; J: *M. uncinatus* var. *notouncinatus*? Pertenciente al nivel PN-027. Colonia proximal con sícula y virguela. Tanto los caracteres morfológicos como numéricos aproximan el espécimen al taxón propuesto.

OBSERVACIONES: Si bien se posee solo un ejemplar y el mismo se encuentra fracturado, la conservación es suficiente para determinar la presencia de *C. quichua*. El mismo también ha sido descrito por otros autores (como Ramos y Vujovich, 2000, entre otros), para los niveles basales de la unidad estudiada.

La muestra se encuentra acompañada por un ejemplar fracturado de *A. intermedia?*, ambas pertenecientes a la Formación Talacasto.

Niveles de aparición: PN-030 (Formación Talacasto).

Subclase **RUGOSA** Milne – Edwards y Haime, 1850
Orden **STEURIDA** Verrill, 1865
Suborden **STREPTELASMATINA** Wedekind, 1927
Familia **STREPTELASMATIDAE** Nicholson, 1889
Género **ENTEROLASMA** Simpson, 1900

***Enterolasma* sp.**

Figura 22-D

DESCRIPCIÓN: Corales solitarios pequeños a medianos, en forma de colmillo o cuerno curvado. Externamente se caracterizan por presentar un arreglo de tabique o septos paralelos los cuales culminan en un cáliz generalmente poco conservado. Las tábulas son disimuladas, pero observables solo en secciones fracturadas. La relación ancho/largo es sumamente variable, pudiendo alcanzar valores similares (ver medidas). La zona terminal del coralito es en general de forma suavizada, probablemente debido a erosión.

Medidas:

- Mínima: 20 mm (largo), 13 mm (ancho) y 7,5 mm (ancho de cáliz).
- Máxima: 18 mm (largo), 18 mm (ancho) y 7,5 mm (ancho de cáliz).

OBSERVACIONES: El trabajo utilizado como base para la descripción (Rodríguez *et al.*, 2002) alcanza la determinación genérica luego de un análisis de caracteres externos, internos y microscópicos. Si bien, el presente no ha alcanzado tal nivel de detalle para las determinaciones, las comparaciones morfológicas (sumado a la edad y aparición previa en niveles de la misma unidad en estudio) son suficientemente congruentes para afirmar la presencia del género en las muestras obtenidas.

Niveles de aparición: PN-030 (Formación Talacasto).

El resumen de las determinaciones se observa en la Figura número 27.

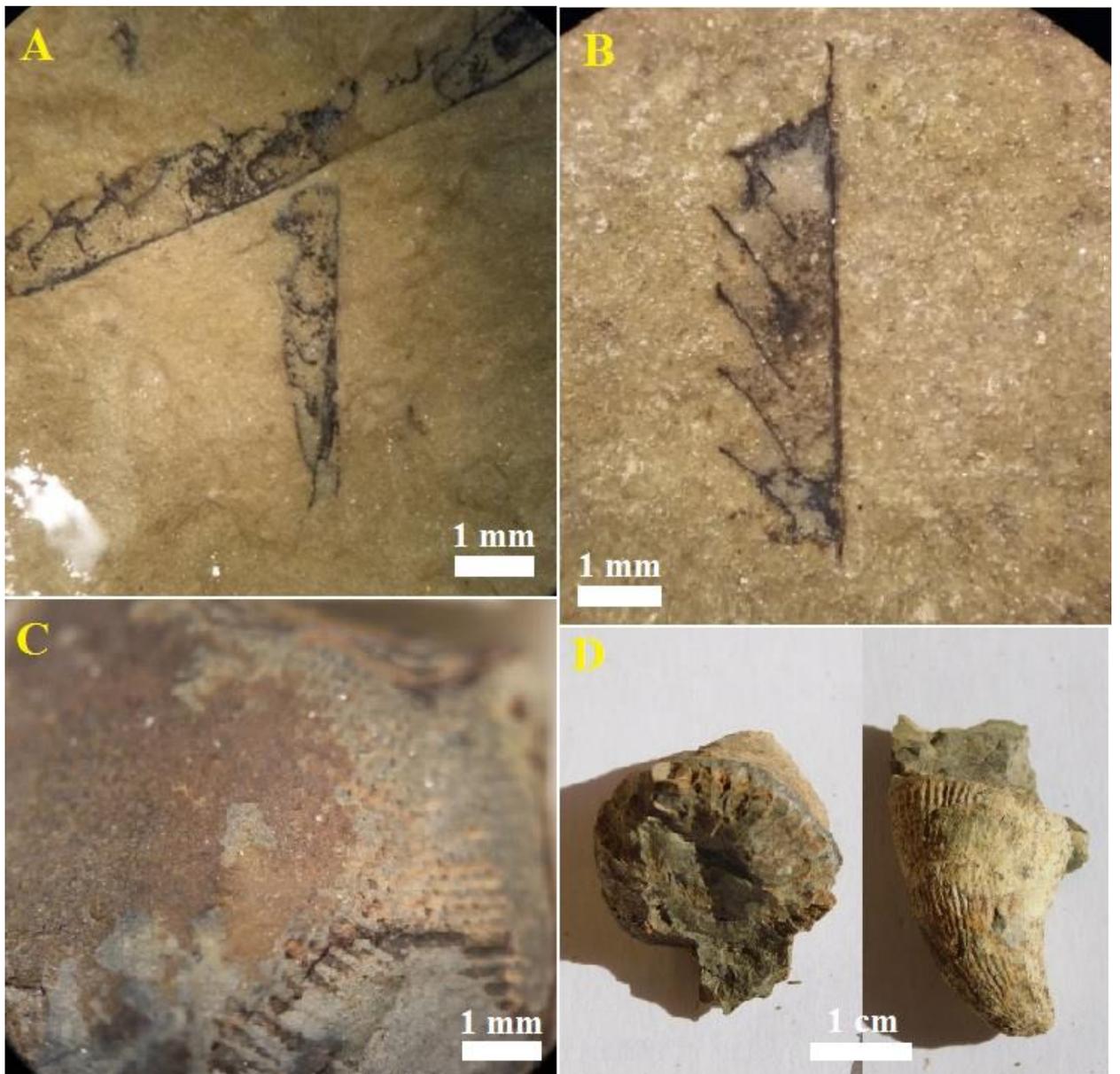


Fig. 22: A) *Monograptus uncinatus* var. *notouncinatus* Cuerda, en nivel PN-024; *Saetograptus argentinus?* Cuerda, en nivel PN-027; C) *Conularia quichua* Urlich, en nivel PN-030; D) *Enterolasma* sp., en nivel PN-030.

4.3- DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS:

4.3.1- Formación La Chilca – Miembro Salto Macho:

- PN-008: Tomada a 75 cm desde el inicio de la unidad en estudio, presentando un contenido de graptofauna con mala a muy mala conservación, con reemplazo total a óxidos, imposibilitando su determinación.
- PN-009: Ubicada a 85 cm luego del contacto formacional, y al igual que su par anterior, el contenido se encontraba en muy mal estado de conservación, por lo que fueron desestimados para el trabajo.
- PN-010: LITOLOGÍA: Recolectada a 105 cm desde el contacto inferior de la Formación La Chilca, compuesta por pelitas de marcada fisilidad de color pardo claro a verduzco. PALEONTOLOGÍA: graptolitos y braquiópodos de buena a mala conservación y coloración gris oscuro a pardo rojizo por oxidación. En primer lugar, los graptolitos observados fueron tanto biseriados como monoseriados, alternando entre individuos fragmentados y otros con la sícula conservada (Fig. 23-A). En segundo lugar, el braquiópodo hallado posee una disposición subcircular de su valva, con una marcada prevalencia de líneas de crecimiento como ornamentación (Fig. 23-B).

De dicho nivel se recolectaron un total de 26 muestras.

- PN-011: LITOLOGÍA: Ubicada a 265 cm de la base de la unidad, se compone de limolitas pardo verdosas con disimulada laminación. PALEONTOLOGÍA: graptolitos de mala a muy mala calidad, y con muy baja presencia en la muestra. Los mismos son de tipo monoseriado y su totalidad se encuentra en forma fragmentada. Por su mala preservación, los organismos hallados no han sido incluidos para el trabajo.

Fueron recolectadas un total de 4 muestras.

- PN-012: LITOLOGÍA: Levantada a los 550 cm del inicio de la formación, y se compone por pelitas de color gris oscuro, marcada fisilidad, gran contenido de materia orgánica y paleontológico.

PALEONTOLOGÍA: Entre los fósiles hallados se encuentran graptolitos biseriados de moderada a buena conservación, y braquiópodos de ornamentación dominada por costillas radiales. Los primeros alternan entre rabdosomas completos y fragmentados, con coloración gris negruzco oscura y reemplazo parcial a pirita; mientras que los segundos se

encuentran en forma perpendicular con las láminas, presentando un reemplazo a pirita, en parte oxidada.

Se tomaron un total de 30 muestras.

- PN-013: LITOLOGÍA: Recolectada a los 740 cm desde el contacto, compuesta por arcilitas-limolitas a areniscas muy finas pardo verdosas.

PALEONTOLOGÍA: con contenido de graptolitos monoseriados de moderada a buena conservación, y braquiópodos similares a los descritos para PN-010. En general, la graptofauna presenta radosomas incompletos, solo observándose su parte media-distal. También pudieron identificarse escolocodontes de muy buena conservación, con tamaños del orden de 1 mm (Fig. 23-C y D).

Se recolectaron un total de 9 muestras.

- PN-014: LITOLOGÍA: Finalmente, se identificó un último nivel en el Miembro Salto Macho, ubicado a 18,5 m del contacto, compuesto por limolitas con concreciones, de coloración general pardo verdosa.

PALEONTOLOGÍA: presencia de graptolitos monoseriados de moderada a buena conservación, colonias incompletas y coloración gris negruzco; y braquiópodos similares a los descritos en PN-010 y PN-013.

Fueron tomadas un total de 10 muestras.

4.3.2- Formación Los Espejos y base de Formación Talacasto:

PN-015 (Fig. 24-A): LITOLOGÍA: Arenisca fina de color pardo a gris oscuro, compuesta por clastos de cuarzo subanguloso, láminas de mica, sulfuros y óxidos, con cemento carbonático y lentes ferruginosos. El banco posee forma lenticular, con longitud de onda larga (aprox. 2 metros), con base convexa y techo plano. Posee laminación a estratificación fina, con esporádicas valvas de braquiópodos en moldes externos al techo. La base posee un porcentaje mayor de cemento carbonático, pelita y caliza, y abundante acumulación bioclástica caótica (valvas paralelas y perpendiculares al estrato). Por debajo de la acumulación se encuentra un recubrimiento de una capa fina de arenisca muy fina.

El banco posee gradación inversa.

PALEONTOLOGÍA: Muestra compuesta por braquiópodos (2 variedades) y tentaculitoideos. La conservación es mayormente buena a muy buena.

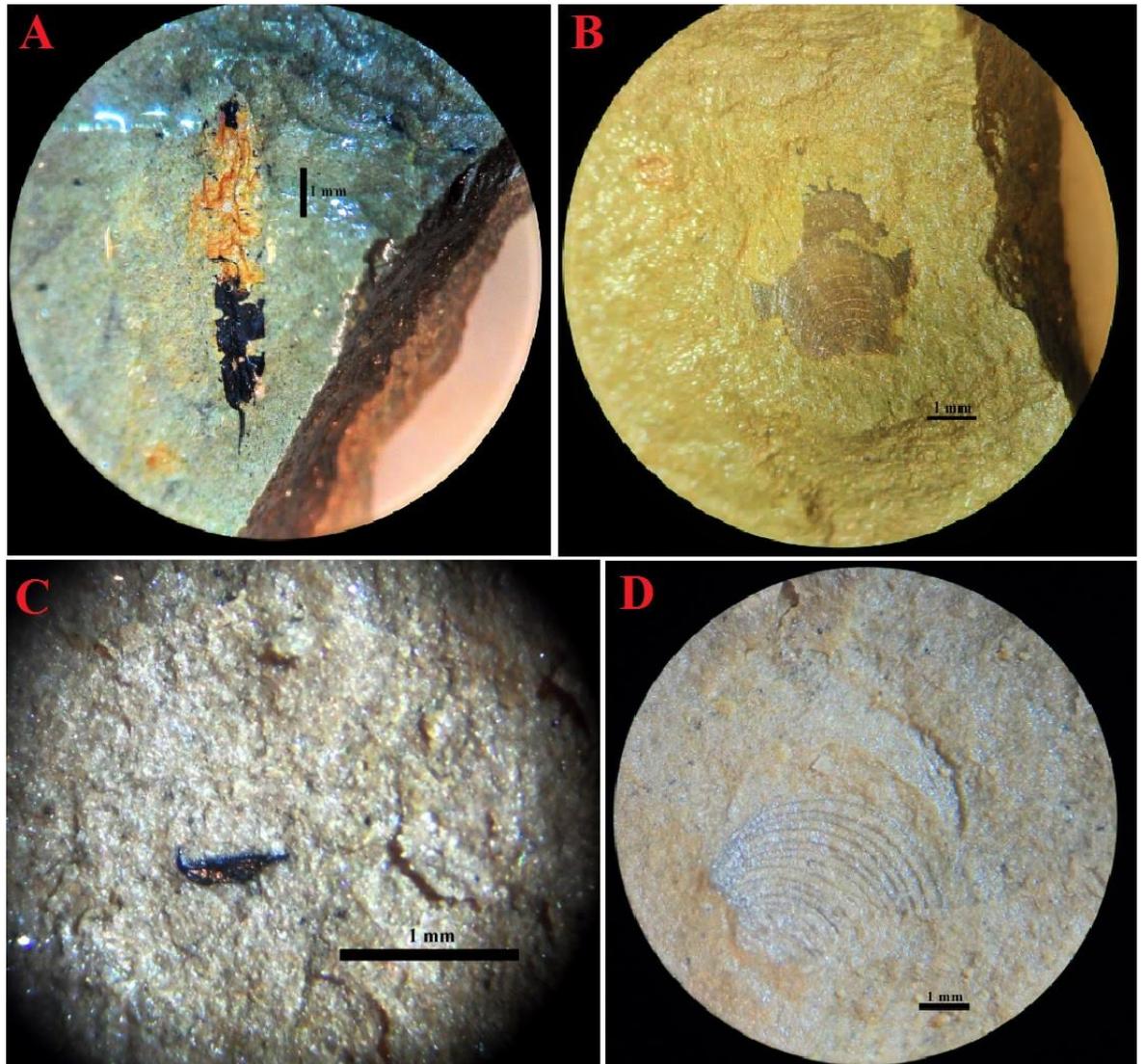


Fig. 23: A) *Normalograptus normalis* Lapworth, recolectado en la muestra PN-010; B) Braquiópodo correspondiente a la muestra PN-010; C) Escolecodonte perteneciente a la muestra PN-013; D) Braquiópodo en la muestra PN-013. Las fotografías fueron tomadas desde un ocular de lupa en 20X (A, B y D) y 40X (C).

- PN-016 (Fig. 21-B): LITOLÓGÍA: Arenisca fina a muy fina de color pardo amarillento a pardo oscuro, compuesta de cuarzo, moscovita y sulfuros oxidados, con poco a nulo carbonato en el techo. El centro y base con abundante pelita, con fuerte reacción al ácido HCl, y caliza parda. El estrato posee forma convexa (lenticular) a la base, con techo caracterizado por ondulitas desfasadas sobre láminas hacia la zona media. La base se

caracteriza por una acumulación bioclástica abundante (coquina), con disposición fauna mayormente caótica a paralela hacia el techo.

El estrato presenta gradación inversa.

PALEONTOLOGÍA: Muestra monotípica, compuesta por individuos de braquiópodos. Grado de conservación moderado a bueno, con baja fracturación.

- PN-017 (Fig. 24-C): LITOLOGÍA: Base: Arenisca fina de color pardo rojizo, compuesta por cuarzo, bajo porcentaje de moscovita, sulfuros oxidados y fragmentos de conchillas. Cementos mayormente carbonático. Se intercalan lentes pelíticos muy finos (limo – arcilla), de color gris verdoso a verde oliva, con poco cemento carbonático y abundantes nódulos de minerales metálicos. La zona de transición entre el lente pelítico y la arenisca es rica en mica y minerales metálicos; Centro: Mayormente caliza gris oscura a parda, con tonalidad verde oscuro y bioclastos. Se intercalan lentes de pelitas verdes con bajo a nulo contenido fosilífero; Techo: Arenisca fina de color pardo rojizo, con espesor no mayor a 1,5 centímetros, en forma circundante a la caliza de la zona media. Presenta alto contenido de mica y minerales metálicos. Presenta cemento carbonático (y parches de calcita) y óxidos de hierro. Nulo contenido fosilífero.

PALEONTOLOGÍA: Compuesta por braquiópodos (2 variedades), tentaculitoideos, gastrópodos y crinoideos (artejos). Conservación en general muy buena a buena, dependiendo del organismo, con baja a moderada fracturación.

- PN-018 (Fig. 24-D): LITOLOGÍA: Arenisca fina a muy fina, de color pardo claro, con cuarzo, aislada mica y minerales metálicos, con cemento rico en sílice y sin presencia de carbonato. En forma lenticular, abundancia de óxidos de hierro. En la zona interna (coquina) se observa una importante cantidad de valvas y otros organismos, cementados con caliza gris oscuro a pardo, con bioclastos de conchillas rotas y terrígenos de tamaño limo.

Las valvas se ubican en forma paralela al banco.

PALEONTOLOGÍA: Presencia de braquiópodos, tentaculitoideos, y posibles graptolitos. Se observa una buena a moderada conservación para los primeros individuos, con baja fracturación, mientras que para el tercero la preservación impide la correcta descripción de los mismos.

- PN-019 (Fig. 24-E): LITOLOGÍA: Arenisca fina de color pardo verdoso, compuesta por cuarzo, mica y minerales metálicos, cemento carbonático y óxidos de hierro en fracturas y bordes. El techo es plano, con laminación incipiente, y base irregular y convexa. Los fósiles se ubican en forma mayormente paralela al banco, con cierta aleatoriedad del centro hacia abajo. En el centro presenta caliza gris oscura a parda, con abundantes bioclastos. Recubriendo a la coquina, se encuentra una capa fina de arenisca fina a muy fina sin carbonatos como cemento.

El estrato presenta gradación inversa.

PALEONTOLOGÍA: Compuesta por braquiópodos (2 variedades), tentaculitoideos y ostrácodos. Conservación buena a mala, con abundante fracturación en individuos pequeños.

- PN-020 (Fig. 24-F): LITOLOGÍA: Arenisca fina a limolita de color pardo claro, techo con nulo contenido carbonático, cuarzo, abundante mica, sulfuros y otros minerales metálicos. Zonas con alto contenido de óxidos de hierro se observa en forma esporádica. El estrato es fino (1,7 cm), con laminación interna, tabular, con base irregular. En su parte inferior se observan moldes (en alto y bajo relieve) de braquiópodos. La base posee estructuras biogénicas con perfil subcircular y baja sinuosidad.

El estrato posee gradación inversa.

- PALEONTOLOGÍA: Compuesta por braquiópodos, tentaculitoideos, ostrácodos (tres variedades) y briozoo (fragmento). Conservación mala a muy mala en organismos mayores, presentando buena preservación solo en ostrácodos, representados en moldes externos

- PN-021 (Fig. 25-A): LITOLOGÍA: Arenisca fina (mayormente al techo) a muy fina (mayormente a la base), de color pardo verdoso a rojizo, con cuarzo y minerales metálicos. No presenta cemento carbonático en el techo, y abundante (en caliza) hacia la base, correspondiendo al cemento de una coquina. Posee zonas con óxidos de hierro y sulfuros aislados.

El banco es tabular, con laminación hacia el techo. Los organismos fósiles se ubican en forma paralela al estrato. Con gradación inversa.

Muestra rodada.

PALEONTOLOGÍA: Se compone de braquiópodos, ostrácodos (2 ejemplares), crinoideos (artejos), tentaculitoideos, trilobites, gastrópodos, bivalvos y graptolitos. Mala a muy mala conservación en individuos pequeños, mientras que aquellos mayores poseen mejores condiciones de preservación. La fracturación es en general moderada.



Fig. 24: A) PN-015; B) PN-016; C) PN-017; D) PN-018; E) PN-019; F) PN-020.

- PN-022 (Fig. 25-B): LITOLOGÍA: Limolita con cuarzo, de color gris verdoso oscuro, con alto contenido de carbonato como cemento. Presencia de óxido de hierro en fracturas. Fósiles de graptolitos paralelos al banco, coincidente con un aumento en la cantidad de carbonato y aparición de caliza parda y lentes de pelita verde con poco a nulo carbonato de cemento.

El banco posee forma tabular y estratificación fina irregular. A la base, estructuras biogénicas en alto relieve.

Muestra rodada.

PALEONTOLOGÍA: Contiene braquiópodos, ostrácodos y graptolitos. Mala a muy mala conservación, presentando solo caracteres sistemáticos en graptolitos. La fracturación es, en general, moderada.

- PN-023 (Fig. 25-C): LITOLOGÍA: Arenisca fina (mayormente al techo) a muy fina (mayormente a la base), de color pardo verdoso a rojizo, con cuarzo y minerales metálicos. No presenta cemento carbonático en el techo, y abundante (en caliza) hacia la base, correspondiendo al cemento de una coquina. Posee zonas con óxidos de hierro y sulfuros aislados.

Con laminación – estratificación fina, con fósiles hacia la base ubicados en forma paralela al banco. La base compuesta por limolita, baja cantidad de carbonato, y trazas en alto relieve. Con gradación inversa.

Muestra rodada.

PALEONTOLOGÍA: Se compone de braquiópodos, gastrópodos, ostrácodos, graptolitos, trilobites, tentaculitoideos y crinoideos. Mala a muy mala conservación en individuos pequeños, mientras que aquellos mayores poseen mejores condiciones de preservación. La fracturación es en general baja a moderada.

- PN-024 (Fig. 25-D): LITOLOGÍA: Limolita (techo) a arcilita (base) de color gris verdoso, con presencia de láminas de mica orientadas paralelas al banco. Tanto al techo como a la base, el carbonato es nulo en el cemento.

El estrato es tabular con laminación incipiente, trazas al techo, centro y base. Láminas onduladas hacia el techo, con longitud de onda larga (mayor a 10 cm) y leve asimetría. Fósiles paralelos al banco. Con gradación inversa.

PALEONTOLOGÍA: Contiene trilobites, ostrácodos, tentaculitoideos, braquiópodos, gastrópodos y graptolitos. Conservación moderada a buena, con fracturación concentrada en individuos de mayores tamaños.

- PN-024' (Fig. 25-E): LITOLOGÍA: Arenisca fina a muy fina, con lentes de arenisca media, rica en cuarzo y mica, sin carbonatos tanto en la base como en el techo. El centro es de granulometría de pelita, con abundante carbonato. El banco es tabular, con

laminación interna. Los fósiles (graptolitos) se encuentran paralelos al estrato. Gradación inversa.

PALEONTOLOGÍA: Contiene braquiópodos, ostrácodos y graptolitos. Conservación moderada en general, con preservación preferencial en la graptofauna.

- PN-024'' (Fig. 25-F): LITOLOGÍA: Base: Arenisca fina a media, de color pardo amarillenta, con mica y cuarzo. Alto contenido de óxido de hierro y carbonato en el cemento. Posee marcas de corriente subparalelas en alto relieve; Centro: Caliza parda a gris, con gradación a arenisca muy fino o limolita hacia los bordes; Techo: Arenisca fina, con moscovita y cuarzo, sulfuros y poco a nulo carbonato. El mismo es irregular y convexo, con ondulitas de cresta redondeada.

PALEONTOLOGÍA: Posee bivalvos, gastrópodos, nautiloideos y braquiópodos. Para los primeros tres organismos, la conservación es moderada a mala, mientras que la valvifauna de braquiópodos presenta una preservación particular y muy buena.

- PN-025 (Fig. 25-G): LITOLOGÍA: Arenisca muy fina calcárea a caliza, de color gris, y cuerpos fósiles reemplazados a óxidos de hierro. El estrato presenta forma poco definida, espesor grande (2 metros), con forma lenticular (*hummocky*).

Estrato con gradación inversa.

PALEONTOLOGÍA: Compuesta por braquiópodos, tentaculitoideos y gastrópodos. En general, la valvifauna conserva muy bien sus caracteres, mientras que el resto de organismos presenta una mala a muy mala preservación.

- PN-026 (Fig. 25-H): LITOLOGÍA: Base con arenisca media a fina, de color pardo, pobre en carbonato (solo presente en conchillas), con bioclastos de valvas fracturadas y con disolución. La base es plana a levemente curvada, con acuñamiento. Hacia el techo, la cantidad de fósiles aumenta. El centro de la muestra es rica en carbonato y pobre en organismos fósiles, con tamaño de grano tipo limo.

Gradación normal.

PALEONTOLOGÍA: Contiene braquiópodos, tentaculitoideos y gastrópodos. Con mala a muy mala conservación general, y una fracturación abundante, evitando así la toma de medidas en individuos.

- PN-027 (Fig. 26-A): LITOLOGÍA: Arenisca muy fina parada, con cuarzo y moscovita, que evoluciona a limolita y caliza con abundantes clásticos y óxidos de hierro. El estrato

posee forma tabular y laminación. Los fósiles son de bajo número, y se encuentran paralelos al banco.

PALEONTOLOGÍA: Compuesta solo por graptolitos. Su conservación es moderada a mala y fragmentación presente en todo ejemplar.

- PN-028 (Fig. 26-B): LITOLOGÍA: Techo plano, de arenisca muy fina a limolita, con moscovita y carbonato de cemento. Base de caliza parda a gris. El contenido fosilífero es abundante, presentando un ordenamiento caótico. Se observan trazas con un recubrimiento de color negro carbonático, y relleno de arenisca.

PALEONTOLOGÍA: Se compone de trilobites, gastrópodos (2 variedades), bivalvos (tres variedades), tentaculitoideos y braquiópodos (3 variedades). Buena conservación en general, con fracturación baja. Los individuos han podido ser diferenciados y descritos con buen detalle.

El banco posee gradación inversa.

PALEONTOLOGÍA: Posible presencia de valvas de braquiópodos. Dado que la conservación es muy mala y la fragmentación muy abundante, el diagnóstico general se ve reducido y con elevada incertidumbre.

- PN-029: LITOLOGÍA: Arenisca fina a media, con abundantes bioclastos de conchillas de braquiópodos, y demás organismos, fracturadas y disueltas. Los cristales de minerales metálicos se encuentran en niveles intercalados. El estrato posee un espesor de 3,1 metros, con la acumulación a la base en forma de lentes de gran tamaño y aparición esporádica.
- PN-030: LITOLOGÍA: Pelita parda verdosa, con abundantes concreciones calcáreas y ferruginosas. Presenta trazas tubulares abundantes, con un reborde rico en óxido de hierro, rectas y a veces en combinaciones en forma de V. También otras trazas de perfil subcircular y sinuosidad abundante. Las pelitas no poseen carbonato.

PALEONTOLOGÍA: Compuesta de bivalvos (dos variedades), cnidarios (2 variedades) y braquiópodos (3 variedades). La preservación es general moderada, empeorando en ciertas valvifauna con un fuerte reemplazo a óxidos de hierro.



Fig. 25: A) PN-021; B) PN-022; C) PN-023; D) PN-024; E) PN-024'; F) PN-024''; G) PN-025; H) PN-026. La fotografía C ha sido tomada bajo lupa de 20X.

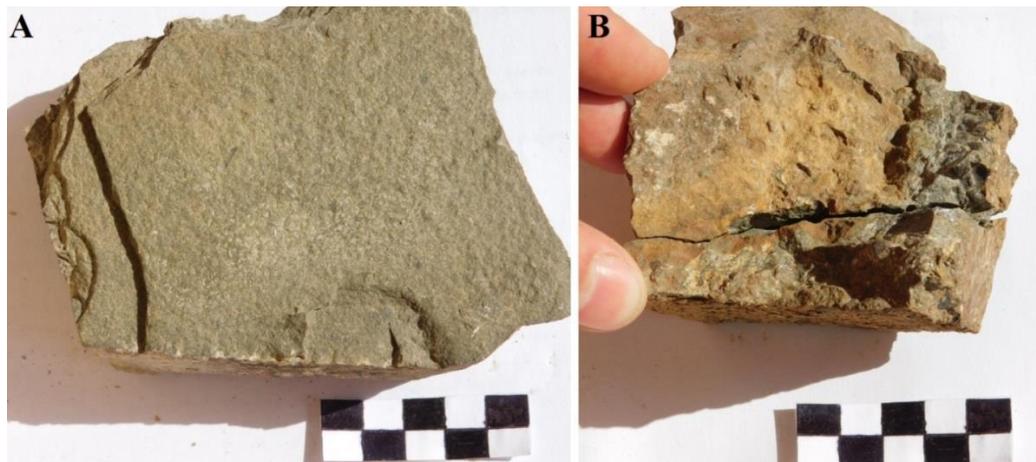


Fig. 26: A) PN-027; B) PN-028.

CAPÍTULO V: INTERPRETACIÓN PALEOAMBIENTAL

La sucesión estratigráfica analizada en la quebrada Poblete Norte, desde el punto paleoambiental, comienza con los últimos metros de la Formación San Juan. La misma presenta bancos calcáreos uniformes, de gran espesor (algunos mayores a 5 metros), con intercalaciones de chert y pelita verde hacia el techo, con braquiópodos y otros organismos fósiles dispuestos en forma aleatoria en los estratos.

Tales datos permiten confirmar, al menos en forma general, el ambiente propuesto por diferentes autores previamente, correspondiente a una plataforma carbonática abierta, con un carácter más energético en sus aguas que en zonas ubicadas al norte de la quebrada (como Cerro del Fuerte), la cual culmina bruscamente en una superficie de contacto neta con la Formación La Chilca. Como no se observa un pasaje paulatino desde una unidad a otra, se estima que la erosión truncó los depósitos cuspidales de la formación ordovícica, generando la correspondiente paraconcordancia. Posteriormente, se detecta la primera ingresión marina en la columna, datada para el Hirnantiano tardío, dando origen a un ciclo transgresivo – regresivo, representado por un paraconglomerado – arenisca basal con alto grado de óxidos de hierro en su cemento, composición típica de una etapa post – glacial (Glaciación Hirnantiana). Luego, la disminución en el tamaño de grano y espesor de estrato indican un avance y profundización del cuerpo de agua, dominando procesos de decantación y conservación de organismos (observándose en la cantidad y calidad de graptofauna), alcanzando fases anóxicas en los primeros metros de sedimentitas (pelitas negras). Hacia la zona media del Miembro Salto Macho, los bancos arenosos alcanzan mayor notoriedad, poseyendo mayores espesores y granulometrías, marcando el arreglo grano – estrato creciente general de las unidades, y encontrándose acompañados de estructuras de mayor régimen (ondulitas, *hummocky*) y trazas fósiles abundantes. Para tal época, el nivel del mar comenzó un paulatino declive, evidenciado por facies de mayor energía. La curva de profundidad mantiene un carácter similar a lo largo del resto de la formación, visualizando al techo del Miembro Cuarcitas Azules facies someras, con bancos de areniscas verdes gruesas y espesores de varios metros. Hacia el final de la unidad, se observa un cambio paulatino en el color, alcanzando facies rojas a rojas violáceas, compuestas por ooides ferruginosos, marcando un cambio en el ambiente, una nueva ingresión en la cuenca, el reinicio del ciclo transgresivo – regresivo y el comienzo de la depositación de la Formación Los Espejos. La unidad presenta un arreglo similar a su par subyacente. Comienza con facies típicas de un ambiente tranquilo, con dominancia de procesos

de decantación, con escasas trazas fósiles, y granulometría fina a muy fina. Hacia la decena de metros, nuevamente se observan facies de anoxia (pelitas moradas), marcando el punto de máxima inundación de la cuenca. Desde ese punto en adelante, comienza el proceso paulatino de regresión. En la base del Miembro Medio, los procesos superficiales (oleaje y tormentas) alcanzaron los sedimentos, encontrando los primeros ejemplares de ondulitas al techo y *hummockys*. Sumado al aumento en la proporción arenisca/pelita, se evidencia un proceso claro de somerización. El mismo se hace más cierto a medida que se avanza en la columna. Hacia mediados del Miembro Medio se observan los primeros depósitos fosilíferos vinculados a tempestitas. Los mismos son de carácter lentiforme, ubicados por debajo de depósitos de areniscas con estructuras de alto régimen de flujo, con cemento calcáreo y con ordenamientos internos mayormente ausentes. Tanto su aparición como el espesor y continuidad lateral de los depósitos aumenta hacia el techo. Además, se observan facies limolíticas fosilíferas, bancos con techo y base ondulada y estructuras de tipo *hummocky* de varios metros de longitud de onda. En conjunto se infiere que el paleoambiente dominante en la zona se corresponde con una plataforma somera, sometida a oleaje de tormenta y de buen tiempo, intercalados con periodos de calma. Hacia el techo, las evidencias observadas indican que la energía del ambiente continúa aumentando, depositando coquinas con un gran retrabajamiento y cuerpos fósiles poco conservados. Los depósitos finales están representados por bancos de varios metros de espesor de arenisca gruesa a paraconglomerado hacia el techo. Éste último representa la superficie donde se apoya la sedimentación de la Formación Talacasto. La misma se inicia con un contacto paraconcordante, marcando una nueva superficie de inundación. En los primeros 15 metros de la unidad, el paleoambiente es común y se caracteriza por un mar tranquilo, con escasa a nula energía, y con predominio de procesos de decantación.

CAPÍTULO VI: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Con base en el estudio taxonómico de los organismos y considerando las relaciones estratigráficas, análisis paleoambiental, contenido paleontológico y biozonaciones, se concluye:

6.1- FORMACIÓN LA CHILCA – MIEMBRO SALTO MACHO:

- Las muestras PN-008 y PN-009 presentan bajo potencial paleontológico, dado que los organismos albergados (posible graptofauna) se encuentran en malas condiciones de conservación, imposibilitando su determinación.
- La presencia de *M. persculptus*, conjunto *N. normalis*, permite inferir la presencia de la Biozona de *Metabolograptus persculptus* al menos hasta una altura de 1,05 m desde el inicio de la Formación La Chilca. Tal interpretación indicaría que el límite Ordovícico-Silúrico se encontraría en los bancos inmediatos suprayacentes al nivel muestreado.
- La aparición de *N. acceptus*, en conjunto con *Diplograptus?* sp., permite inferir que para los 5,5 m de columna se ha alcanzado la posible Biozona de *Parakidograptus acuminatus*, asociación puramente del Rhuddaniano.
- La especie *L. praeacinaces* tendría un biocrón más antiguo que lo planteado por sus descriptores originales, alcanzando los primeros niveles de la unidad en estudio.
- La asociación de biozonas identificadas en el Miembro Salto Macho de la Qda. Poblete Norte se corresponde con la descrita para la Formación La Chilca, aflorante en Qda. Ancha, C° del Fuerte y Qda. de los Baños de Talacasto.

6.2- FORMACIÓN LOS ESPEJOS Y BASE DE FORMACIÓN TALACASTO (Fig. 27):

- Los niveles inferiores a los 50 metros de columna resultaron estériles respecto a la presencia fosilífera, por lo que la existencia de la asociación de braquiópodos número uno (planteada por Benedetto *et al.*, 1992) no pudo ser detallada. Un muestreo posterior más profundo podría permitir el hallazgo.
- La presencia en abundancia de *H. acutiplicata*, *A. jachalensis* y *Amosina* sp. para la zona central de la columna (desde 55 a 100 metros), y la aparición de *Clarkeia* sp. para el tramo de 110 metros, permite estimar que la asociación de braquiópodos número dos de Benedetto y otros, iniciaría por debajo de los 55 metros y culminaría por encima de los 110 metros.

- Los metros de columna siguientes a los 110 metros estarían ocupados por la asociación número tres de braquiópodos, pero la ausencia de material paleontológico no permite su confirmación. Su presencia ha sido inferida por posición bioestratigráfica (por encima de la asociación dos y por debajo de la asociación 4).
- Posteriormente, la asociación de *A. intermedia?*, y *A. pediculorum?* permite inferir la presencia de la cuarta asociación de braquiópodos de Benedetto *et al.* (1992), con inicio coincidente con el límite entre formaciones.
- Por lo tanto: la ubicación de la asociación número dos en la parte central de la columna permitiría atribuirle a la misma una edad ubicada entre el Ludloviano temprano a Pridoliano temprano; la presencia de la tercera asociación en la parte superior de la Formación Los Espejos le asignaría una edad entre el Pridoliano temprano a medio para la misma; mientras que la asociación número cuatro de braquiópodos indicaría el inicio del Lochkoviano, coincidente con el inicio de la depositación de la Formación Talacasto. Tal edad estaría apoyada también por *S. boliviensis* y *C. quichua*, especímenes asociados a estratos devónicos.
- La posible presencia de *M. uncinatus* var. *notouncinatus* conjunto con *S. argentinus?* sería la primera mención de la misma para la Formación Los Espejos, asociación nunca antes descrita. Un muestreo con mayor detalle podría ayudar a corroborarla.
- Las asociaciones paleontológicas halladas en la Formación Los Espejos en los afloramientos correspondientes a la quebrada Poblete Norte se corresponden con las descritas para Cerro del Fuerte, quebrada Ancha y otras áreas previamente estudiadas.

6.3- SECCIONES DELGADAS (ANEXO III):

- **Formación San Juan:** La muestra PN-001, tomada a los 4 metros de columna, corresponde a una Intramicrita y a una Wackestone, según la Clasificación de Folk y Dunham, respectivamente. La muestra PN-002, tomada a los 9,7 metros, se denominó como Bioesparita y Packstone. La muestra PN-003, a 12,5 metros del inicio de la columna, se denominó como Biodolomita (Clasificación de Folk expandida) y Wackestone. La muestra PN-005, ubicada en 20 metros, se nombró como Biodolomita (Clasificación de Folk expandida) y Caliza cristalina. La muestra PN-006, ubicada en 27 metros, se denominó como Bioesparita – Intraesparita y Grainstone. La muestra PN-006', también a los 27 metros, se nombró como Intramicrita y Wackestone – Packstone.

Finalmente, la muestra PN-007, tomada a los 34,2 metros de columna, se denominó como Bioesparita y Wackestone.

- **Formación La Chilca – Miembro Salto Macho:** La muestra PNLC-001, tomada a 1,6 metros del inicio del perfil, corresponde a una Arenisca lítica y a una Litoarenita, según la clasificación de Dott (Modificada por Pettijohn) y la Clasificación Composicional de Folk, respectivamente. La muestra PNLC-002, ubicada a los 3,5 metros, fue denominada genéricamente como Limolita; La muestra PNLC-003, tomada a los 5,6 metros desde el inicio del perfil del miembro, se denominó genéricamente como Limolita. La muestra PNLC-004, ubicada a los 7 metros, se nombró como Cuarzoarenita para ambas clasificaciones. La muestra PNLC-005 fue denominada genéricamente como Limolita. La muestra PNLC-006, tomada a los 12,8 metros, fue nombrada como Cuarzoarenita para ambas clasificaciones. La muestra PNLC-007, ubicada a los 14,8 metros, se denominó como Cuarzoarenita para ambas clasificaciones y como Arenisca lutítica para la Clasificación de rocas mixtas modificada por Correns. Finalmente, la muestra PNLC-008, ubicada a los 17,7 metros de la columna, se denominó genéricamente como Limolita (base) y Sublitoarenita para el centro de la muestra (en ambas clasificaciones).

6.4- INTERPRETACIÓN PALEOAMBIENTAL:

- Basándose en lo observado en las columnas estratigráficas, mapa geológico y análisis de secciones petrográfica, se concluye que el paleoambiente interpretado para cada unidad aflorante en la quebrada Poblete Norte se corresponde con el descrito por diversos autores previamente.

		FORMACIÓN LOS ESPEJOS														Fm. Talacasto						
		PN-015	PN-016	PN-017	PN-018	PN-019	PN-020	PN-021	PN-022	PN-023	PN-024	PN-024'	PN-024''	PN-025	PN-026	PN-027	PN-028	PN-029	PN-030			
BRAQUIÓPODOS	<i>H. acutiplicata</i>	X	X																			
	<i>Clarkeia</i> sp.			X	X	X									X			X				
	<i>A. jachalensis</i>																					
	<i>A. intermedia</i> ?																					
	<i>I. cuyanum</i> ?																					
	<i>Amosina</i> sp.	x		x	x	x	x	X													x	
	<i>A. pedicularum</i> ?																					
	<i>S. fascifer</i>																					
	<i>S. ? Boliviensis</i>																					
	<i>Dalmanites</i> sp.																					
TRILOBITES																						
ARTRÓP.	<i>Zorotoxotis</i> sp.					x	X	X														
	<i>Hemsiella</i> ? sp.						x	x														
	<i>A. fuertensis</i> ?							x														
	<i>S. sanjuanensis</i>	x		x	x	x	x	x		x											x	
MOLUSCOS	<i>N. argentinum</i>																					
	<i>Palaenilo</i> ?																					
	<i>A. minuta</i>																					
	<i>D. jachalensis</i>																					
	<i>Glossites</i> ? sp.																					
	<i>Loxonema</i> sp.																					
GASTRÓPODOS	<i>Beilerophontidae</i> INDET.																					
	<i>M. unc. var. notouncinatus</i>																					
	<i>S. argentinus</i> ?						X	X	X	X	X											
GRAPTOLITOS	<i>C. quichua</i>																					
	<i>Enterolasma</i> sp.																					
CNIDARIOS																						

Fig. 27: Cuadro resumen de doble entrada relacionando los taxones determinados con los niveles de aparición en las formaciones Los Espejos y Talacasto.

Se ha discriminado entre aquellos con presencia abundante (>50 ejemplares) como **X**, aquellos con presencia intermedia (50 < X < 10), y los de presencia esporádica (x).

CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA

- ACEÑOLAZA, F. G.** (2002). Aspects on the Ordovician System in Argentina. *INSUGEO Tucumán, Serie Correlación Geológica* 16: 1-370.
- ACEÑALOZA, F. G. Y PERALTA, S. H.** (1986). *Lophoctenium comosum* Reinhold Ritche (traza fósil) en la Formación Los Espejos (Silúrico), Precordillera de San Juan. Primeras Jornadas sobre Geología de Precordillera, Asociación Geológica Argentina, Serie A, *Monografías y Reuniones* 2: 145-150.
- ALBANESI, G. L.; HÜNICKEN, M. A. y BARNES, C. R.** (1998). Bioestratigrafía de conodontes de las secuencias ordovícicas del cerro Potrerillo, Precordillera Central de San Juan, R. Argentina. *Actas XII Academia Nacional de Ciencias*: 7-72. Córdoba.
- ALBANESI, G. L.; ORTEGA, G. y HÜNICKEN, M. A.** (2006). Bioestratigrafía de conodontes y graptolitos silúricos en la sierra de Talacasto, Precordillera de San Juan, Argentina. *Ameghiniana*, 43(1), 93-112.
- ALLMENDINGER, R. W.; FIGUEROA, D.; SNYDER, D.; BEER, J.; MPODOZIS, C. y ISACKS, B. L.** (1990). Foreland shortening and crustal balancing in the Andes at 30°S latitude, *Tectonics* 9(4): 789-809.
- AMOS, A. y BOUCOT, A. J.** (1963). A revision of the brachiopod family Leptocoelidae. *Palaeontology*, 6 : 440-457.
- ASTINI, R. A.** (1990). Formación Punta Negra: un abanico submarino o un complejo deltaico de plataforma?, 3 Reunión Argentina de Sedimentología 19-24.
- ASTINI, R. A.** (1991). Sedimentología de la Formación Talacasto: plataforma fangosa del Devónico precordillerano, provincia de San Juan. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 46(3-4), 277-294.
- ASTINI, R. A.** (1992). Descripción y génesis de los bancos de oolitas ferruginosas en la base del Silúrico de la Precordillera Argentina. *Estudios Geol.*, 48: 297-303.
- ASTINI, R. A.** (1994). Geología e interpretación de la Formación Gualcamayo en su localidad clásica (suroeste de Guandacol y cordón de Perico-Potrerillo), Precordillera septentrional. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 49(1-2), 55-70.

- ASTINI, R. A.** (1996). Las fases diastróficas del Paleozoico medio en la Precordillera del oeste argentino: evidencias estratigráficas. In *Congreso Geológico Argentino* (No. 13, pp. 509-526).
- ASTINI, R. y CAÑAS, F.** (1995). La Formación Sassito, una nueva unidad calcárea en la Precordillera de San Juan: sedimentología y significado estratigráfico y paleoambiental. *AAS Revista*, 2(1-2): 19-36. Bs. As.
- ASTINI, R. A. Y MARETTO, H.** (1996). Análisis estratigráfico del Silúrico de la Precordillera Central de San Juan y consideraciones sobre la evolución de la cuenca. XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas I: 351-368. Buenos Aires.
- ASURMENDI, E.; SANCHEZ, M. L.; TORO, E. y HEREDIA, S.** (2017). Formación La Chilca (Ordovícico Superior-Wenlockiano): Depósitos de Planicies de Marea en la quebrada Poblete Norte, Precordillera Central, San Juan. XX Congreso Geológico Argentino, Planilla V4, Pág. 1-6, San Miguel de Tucumán, Argentina.
- BALDIS, B. A.** (1973). Variaciones de facies en la Formación Punta Negra (Devónico) de la Precordillera sanjuanina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 28(2), 147-155.
- BALDIS, B. A.** (1975a). El Devónico inferior de la Precordillera Central. Parte I: Estratigrafía. *Revista Asociación Geológica Argentina*, 30(1): 53-84. Buenos Aires.
- BALDIS, B. A.** (1975b). Valoración de elementos faunísticos para una zonación y datación de edades en el Devónico Inferior de la Precordillera Argentina: 1 Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía. *Actas*, 1, 219-240.
- BALDIS, B. A. y CHEBLI, G. A.** (1969). Estructura profunda del área central de la Precordillera sanjuanina. *Actas 4º Jornadas Geológicas Argentinas*, 1: 47-65.
- BALDIS, B. A. y PERALTA, S. H.** (1999). Silúrico y Devónico de la Precordillera de Cuyo y bloque de San Rafael. *Geología Argentina (Camino, R.; editor). Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR)*, 215-238.
- BALDIS, B. A.; BERESI, M.; BORDONARO, O. y VACA, A.** (1982). Síntesis evolutiva de la Precordillera Argentina. In *V Congreso Latinoamericano de Geología* (Vol. 4, pp. 399-445).

- BALDIS, B. A.; PERALTA, S. H. y ULIARTE, E.** (1984). Geología de la quebrada Ancha y sus alrededores en área de Talacasto, Precordillera sanjuanina. In *Acta de IX Congreso Geológico de Argentina* (pp. 233-245).
- BANCHING, A. L.; MILANA, J. P. y BORDONARO, O.** (1990). Litofacies clásticas de la Formación Los Sombreros (Cámbrico medio) en la quebrada Ojos de Agua, sierra del Tontal, San Juan, *3° Reunión Argentina de Sedimentología, Actas 1*: 25-30.
- BENEDETTO, J. L.** (1995). Braquiópodos del Silúrico Temprano (Llandoveryano) Malvinocáfrico, Formación la chilca, Precordillera argentina. *Geobios*, 28 (4): 425-457. Lyon.
- BENEDETTO, J. L. y ASTINI, R. A.** (1993). A collisional model for the stratigraphic evolution of the Argentine Precordillera during the Early Paleozoic.
- BENEDETTO, J. L. y FRANCIOSI, M.** (1998). Braquiópodos silúricos de las formaciones Tambolar y Rinconada en la Precordillera de San Juan, Argentina. *Ameghiniana*, 35(2): 115-132.
- BENEDETTO, J. L. y HERRERA, Z. A.** (1986). Braquiópodos del Suborden STROPHOMENIDINA de la Formación San Juan (Ordovícico temprano), Precordillera Argentina. *4° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Actas 1*: 113-123.
- BENEDETTO, J. L. y HERRERA, Z. A.** (1987). El género *Platystrophina* King (BRACHIOPODA) en la Formación San Juan de la Precordillera Argentina. *Ameghiniana*, 14(1-2): 51-59.
- BENEDETTO, J. L., y SÁNCHEZ, T. M.** (1996). The 'Afro-South American Realm' and Silurian *Clarkeia* Fauna. *Brachiopods*, 29-33.
- BENEDETTO, J. L., ORTEGA, G., BRUSSA, E. D. Y TORO, B. A.** (1986). Estratigrafía y fauna de la secuencia neo-ordovícica y llandoveryana del río Escondido, flanco occidental del cerro del Fuerte, provincia de San Juan. Primeras Jornadas sobre Geología de Precordillera, Asociación Geológica Argentina, Serie A, *Monografías y Reuniones 2*: 128-133.

- BENEDETTO, J. L., RACHEBOEUF, P. R., HERRERA, Z., BRUSSA, E. AND TORO, B.** (1992). Brachiopodes et briostatigraphie de la Formación de Los Espejos, Siluro-Devonien de la Precordillera (NW Argentine). *Geobios*, 25 (5): 599-637.
- BERESI, M. S. y BORDONARO, O.** (1984). La Formación San Juan en la quebrada de Las Lajas, sierra Chica de Zonda, Provincia de san Juan. 9 ° *Congreso Geológico Argentino*, *Actas* 1: 95-107.
- BORDONARO, O. L.** (1980). El Cámbrico de la quebrada de Zonda. *Rev. Asoc. Geol. Argentina*, 35: 26-40. Buenos Aires.
- BOUCOT, A. J.** (1974). Silurian and Devonian biogeography. In: Ross CA, ed. Paleogeographic provinces and provinciality. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Paper 21, 165-176.
- BRACACCINI, O. I.** (1946). Contribución al conocimiento geológico de la Precordillera Sanjuanino-mendocina. *Boletín de Informaciones Petroleras*: 258-264. Buenos Aires.
- BRACACCINI, O. I.** (1949). El perfil de Tambolar. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 4(3), 165-179.
- BRACACCINI, O. I.** (1950). Investigaciones tectónicas en la Precordillera sanjuanina. *Boletín de Informaciones Petroleras*: 301. Buenos Aires.
- BRUSSA, E. D.** (1987). Estratigrafía y paleontología de la secuencia neo-ordovícica-silúrica del Cerro del Fuerte, Precordillera de San Juan: Universidad Nacional de Córdoba, Trabajo Final de Grado, 76 pp. Inédito.
- BUSTOS, U. D. y ASTINI, A. R.** (1997). Formación Punta Negra: análisis secuencial y evolución de la Cuenca Devónica Precordillerana. *Revista de la Asociación Argentina de Sedimentología* 4: 97-111.
- CARDÓ, R.; DÍAZ, I.; POMA, S.; LITVAK, V.; SANTAMARÍA, G. y LIMARINO, C. O.** (2001). Hoja Geológica 2969-III. Malimán. escala 1: 250.000. Servicio Geológico Minero Argentino, 67 p., Buenos Aires.

- CASTELLARO, H. A.** (1959). Braquiópodos gotlándicos de la Precordillera de San Juan. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 13(1), 41-85.
- COCKS, L. R.** (1972). The origin of the Silurian *Clarkeia* shelly fauna of South America and its extension to West Africa. *Palaeontology*, 15(4), 623-630.
- CORRENS, C. W.** (1949). Growth and dissolution of crystals under linear pressure. *Discussions of the Faraday society*, 5, 267-271.
- CUERDA, A. J.** (1965). *Monograptus leintwardinensis* var. *incipiens* Word en el Silúrico de la Precordillera. *Ameghiniana* 4: 171-177.
- CUERDA, A. J.** (1969). Sobre las graptofaunas del Silúrico de San Juan, Argentina. *Ameghiniana*, 6: 223-235.
- CUERDA, A. J.** (1971). Monograpten des Unter- Ludlowaus der Vorkordillere von San Juan, Argentinien. *Geologisches Jahrbuch* 89: 391-406.
- CUERDA, A. J.** (1985). Estratigrafía y bioestratigrafía del Silúrico de San Juan (Argentina) basada en sus faunas de graptolitos. *Ameghiniana*, 22 (3-4): 233-241.
- CUERDA, A. J. y BALDIS, B.A.** (1971). Silúrico-Devónico de la Argentina. Asociación Paleontológica Argentina, *Ameghiniana*, VIII (2): 128-164, Buenos Aires.
- CUERDA, A. J.; ARRONDO, O.; MOREL, E. y SPALLETTI, L.A.** (1990). Procesos de continentalización en el Devónico de la Precordillera. *Revista del Museo de la Plata, Nueva Serie, Sección Geología* 10: 185-195.
- CUERDA, A. J. FURQUE, G Y ULIARTE, E.** (1982). Graptolitos de la base del Silúrico de Talacasto, Precordillera de San Juan. *Ameghiniana*, 19 (3-4): 239-252. Buenos Aires.
- CUERDA, A. J. RICKARDS, R. B. Y CINGOLANI, C.** (1988). A new Ordovician - Silurian boundary section in San Juan Province, Argentina, and its definite graptolite fauna. *Journal of the Geological Society*, London, 145: 745- 757.
- DUNHAM, R. J.** (1962). Classification of carbonate rocks according to depositional texture. *AAPG Mem.* 1, 108-121.
- ESPISÚA, E.** (1968). El Paleozoico inferior en el río de las Chacritas, Dpto. de Jáchal, provincia de San Juan, con especial referencia al Silúrico. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 23 (4) : 297- 311. Buenos Aires.

- FIGUEROA, D. E. y FERRARIS, O. R.** (1989). Estructura del margen oriental de la Precordillera mendocina-sanjuanina. In *Primer Congreso Nacional de Exploración de Hidrocarburos Mar del Plata, Univ. de Buenos Aires, Buenos Aires*.
- FRENGUELLI, J.** (1951). Floras devónicas de la Precordillera de San Juan. *Revista de la Asociación Geológica* 6(2): 83-94.
- FRENGUELLI, J.** (1952). “*Haplostigma furquei*” n. sp., del Devónico de la Precordillera de San Juan. *Revista de la Asociación Geológica* 7 (1): 5-10.
- FOLK, R. L.** (1959). Practical petrographic classification of limestones. *AAPG Bulletin*, 43(1), 1-38.
- FOLK, R. L.** (1962). Spectral subdivision of limestone types. In: Ham, W.E. (Ed.), *Classification of Carbonate Rocks*. Am. Assoc. Pet. Geol. Mem., vol. 1, pp. 62 – 84, Tulsa.
- FOLK, R. L., ANDREWS, P. B. y LEWIS, D. W.** (1970). Detrital sedimentary rock classification and nomenclature for use in New Zeland. *New Zeland Journal of Geology and Geophysics*, 13: 937–968.
- FURQUE, G.** (1963). *Descripción Geológica de la Hoja 17 b, Guandacol*. Servicio Nacional Geológico Minero.
- FURQUE, G. y CUERDA, A. J.** (1979). Precordillera de La Rioja, San Juan y Mendoza. *Geología Regional Argentina (Turner, JCM; editor)*. *Academia Nacional de Ciencias*, 1, 455-522.
- GARCÍA MURO, V. J., & RUBINSTEIN, C. V.** (2015). New biostratigraphic proposal for the Lower Palaeozoic Tucunuco Group (San Juan Precordillera, Argentina) based on marine and terrestrial palynomorphs. *Ameghiniana*, 52(2), 265-285.
- GARCÍAS PAEZ, Y. V.** (2016). Estratigrafía y Bioestratigrafía de conodontes de la Formación Los Espejos (Silúrico) en quebrada Poblete, Talacasto, Precordillera Central. Trabajo de Licenciatura (inédito). FCFN - UNSJ. San Juan, 2016.
- GIAMPAOLI, P. y CEGARRA, M. I.** (2003). Análisis estructural del extremo sur de la Precordillera Central Sanjuanina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 58(1), 49-60.

- GONZÁLEZ BONORINO, G.** (1975). Sedimentología de la Formación Punta Negra y algunas consideraciones sobre la geología regional de la Precordillera de San Juan y Mendoza. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 30(3), 223-246.
- GRESSLY, A.** (1837). Observations géologiques sur les terrains des chaines Jurassiques du canton de Soleure, et des contrées limitrophes. *Actes Soc. helv. ScNat. Solothurn*, 126-132.
- HARRINGTON, H. J.** (1954). [Descripción Geológica de la Hoja Ramblón 22c, provincias de Mendoza y San Juan. Dirección Nacional de Geología y Minería (Buenos Aires), Inédito, pp. 81.
- HARRINGTON, H. J. y LEANZA, A. F.** (1957). Ordovician trilobites of Argentina. *Department of Geology, University of Kansas Special Publication*, 1: 1-276.
- HEREDIA, S.; MESTRE, A. y MILANA, J. P.** (2007). Reappraisal of the Silurian stratigraphy at Cerro del Fuerte section (San Juan, Argentina). En: E. Díaz-Martínez e I.Rábano (eds.), *Cuadernos del Museo Geominero* 8: 195-200.
- HERRERA, Z. A.** (1995). The Lower Devonian chonetoid brachiopods from the Argentine Precordillera. En: P. Racheboeuf (ed.), *Four contributions to the study of chonetoid brachiopods*. Volume 136. Centre des Sciences de la Terre, Université Claude-Bernard-Lyon I, Lyon, pp. 101-147.
- HERRERA, Z. y BENEDETTO, J. L.** (1991). Early Ordovician brachiopods fauna of the Precordillera basin, western Argentina: biostratigraphy and paleogeographical affinities. In: Mackicnnon, D., Lee, D. and Campbell, J. (eds.), *Brachiopods through time, Proceed. 2° Intern. Brachiopods Congr.* (Dunedin, New Zeland), I: 283-301. Balkema, Rotterdam.
- HERRERA, Z. y BENEDETTO, J. L.** (1991). Early Ordovician brachiopods fauna of the Precordillera basin, western Argentina: biostratigraphy and paleogeographical affinities. In: Mackicnnon, D., Lee, D. and Campbell, J. (eds.), *Brachiopods through time, Proceed. 2° Intern. Brachiopods Congr.* (Dunedin, New Zeland), I: 283-301. Balkema, Rotterdam.

- HERRERA, Z. A. y BUSTOS, U. D.** (2001). Braquiópodos devónicos de la Formación Punta Negra, en el perfil del Río de las Chacritas, Precordillera Argentina. *Ameghiniana* 38: 367-374.
- HÜNICKEN, M.** (1975). Sobre el hallazgo de conodontes en el Silúrico de Loma de los Piojos, Dpto. Jáchal, Provincia de San Juan. *Actas 1° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía*, 1: 282-291.
- HÜNICKEN, M. A.** (1985). Lower Ordovician conodont biostratigraphy in Argentina. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias, Córdoba, Argentina*, 56, 309-321.
- HÜNICKEN, M. Y SARMIENTO, G.** (1988). Conodontes ludlovianos de la Formación Los Espejos, Talacasto, Provincia de San Juan, R. Argentina. *Actas, 4° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía*, 3: 225-233.
- KAYSER, E.** (1876). Ueber Primordiale und Untersilurische Fossilien aus der Argentinischen Republik. *Beiträge zur Geologie und Palaeontologie der Argentinischen Republik, 2- Palaeontologischer Theil, 1 Abteilung, Palaeontograph. Suppl.* 3: 1-33.
- KELLER, M.; CAÑAS, F.; LEHNERT, O. y VACCARI, N. E.** (1994). The Upper Cambrian and Lower Ordovician of the Precordillera (western Argentina): some stratigraphic reconsiderations. *Newsletters on Stratigraphy*, 31(2), 115-132.
- KERLLEÑEVICH, S. C. Y CUERDA, A. J.** (1986). *Monograptus priodon* (Bronn) (Graptolithina) en la Formación La Chilca, Precordillera de San Juan, Argentina. *Ameghiniana*, 23: 119- 126.
- KOBAYASHI, T.** (1937). *The Cambro-Ordovician shelly faunas of South America*. *Journal of the Faculty of Science, Imperial University of Tokyo*, section 2, 4:369-522.
- LEHNERT, O.** (1995). Geodynamic processes in the Ordovician of the Argentine Precordillera: new biostratigraphic constraints. In: Cooper, J.D; Droser, M.L, y Finney, S.C (eds.).

Ordovician odyssey: Short Papers for the Seven International Symposium on the Ordovician System. Las Vegas, SEPM, Fullerton: 75-79.

LEVY, R., & NULLO, F. E. (1970). Terebratulidos Devonicos de Argentina-1. Cranaena y Scaphiocoelia. *Ameghiniana*, 7(3), 264-274.

LÓPEZ, F. E.; LEÓN, L. I.; KAUFMANN, C. y CONTRERAS, V. H. (2018). *Contenido paleontológico de los niveles basales de la Formación La Chilca, en la quebrada Poblete Norte, Talacasto (Precordillera Central), San Juan*. Reunión de Comunicaciones de la Asociación Paleontológica Argentina 2018, Puerto Madryn, Argentina.

LOWE, D.R. (1975). Water escape structures in coarse grained sediments. *Sedimentology* 22:157-204.

MILLS, P.C. (1983). Genesis and diagnostic value of soft-sediment deformation structures- a review. *Sedimentary Geology* 35:83-104.

OCAÑA, R. E., FLORES, D. G., ALCAYAGA, G. D. & SUVIRE, G. M. (2017) Geomorphology of Talacasto alluvial fan, Precordillera of San Juan, Argentina, *Journal of Maps*, 13:2, 929-935,

ORTEGA, G.; BRUSSA, E.D. y ASTINI, R.A. (1991). Nuevos hallazgos de graptolitos y su connotación estratigráfica en la Formación Yerba Loca, Precordillera de San Juan, Argentina. *Ameghiniana*, 28 (1-2): 163-178.

ORTIZ, A., y ZAMBRANO, J. J. (1981). La provincia geológica Precordillera oriental. In *VIII Congreso Geológico Argentino* (Vol. 3, pp. 59-74). Buenos Aires: Asociación Geológica Argentina.

PADULA, E.; ROLLERI, E.; MINGRAMM, A. R.; CRIADO ROQUE, P.; FLORES, M. A. Y BALDIS, B. (1967). Devonian of Argentina. International Symposium on the Devonian System, Proceeding 2: 165-199.

PERALTA, S. (1986a). Graptolitos del Llandoveryano inferior clástico del pie oriental de la sierra de Villicum, Precordillera Oriental de San Juan. Primeras Jornadas sobre Geología

de Precordillera, Asociación Geológica Argentina, *Serie A, Monografías y Reuniones*, 2: 134-138.

PERALTA, S. (1986b). Graptofauna del Llanvirniano Inferior (Ordovícico) y Ludlowiano Inferior (Silúrico), en la Formación Rinconada, Precordillera Oriental de San Juan. 4º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía (Mendoza), 1: 59-66.

PERALTA, S. H. (1998). Storm-dominated shelf sequences and related graptolite faunas in the Silurian of the Talacasto section, San Juan Precordillera, Argentina. En: J.C. Gutiérrez-Marco y I. Rábano (eds.), 6º International Graptolite Conference and 1998 Field Meeting of the IUGS, Subcommission on Silurian Stratigraphy. *Temas Geológico-Mineros ITGE*, Madrid, 23: 115-118.

PERALTA, S. H. (2005a). Formación Los Sombreros: un evento diastrófico extensional del Devónico (inferior?-medio?) en la Precordillera argentina. XVI Congreso Geológico Argentino, La Plata: 322.

PERALTA, S. H. (2005b). The Lower Emsian?-Middle Devonian? Extensional basins of the Los Sombreros y Rinconada Formations: its tectono-sedimentary significance in the evolution of the Precordillera. *Gondwana 12: Geological y Biological Heritage of Gondwana* (Mendoza), Abstracts: 289.

PERALTA, S. H. (2013). El Silúrico de la sierra de La Invernada, Precordillera de San Juan: implicancias estratigráficas y paleogeográficas. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 70(4), 477-487.

PERALTA, S. H. y ACEÑOLAZA, F.G. (1988). Paleohelminthoida Ruchholz (Traza Fósil) en los estratos basales de la Formación Punta Negra (Devónico medio-superior?), en el perfil del río San Juan, Precordillera Central del Oeste Argentino. *INSUGEO Serie Correlación Geológica* 5: 195-198.

PERALTA, S. H.; HEREDIA, S. Y BERESI, M. (1999). Upper Arenigian-Lower Llanvirnian sequence of the Las Chacritas river, Central Precordillera, San Juan Province, Argentina. In: *Quo vadis Ordovician?*, Short Papers of the Eighteen International Symposium on the Ordovician System *Acta Universitatis Carolinae-Geologica*, 43(1/2):123-126. Prague.

- PERALTA, S., ULIARTE, E. R. Y LANZILOTTA, I.** (1986). Estudio de los depósitos sedimentarios ferruginosos del Silúrico de la Precordillera de San Juan. Primeras Jornadas sobre Geología de la Precordillera, Asociación Geológica Argentina, *Serie A, Monografías y Reuniones*, Actas 2: 301-306.
- PETTIJOHN, F.J., POTTER P.E. y SIEVER, R.** (1972). Sand and Sandstones. Primera edición. Springer-Verlag, New York, 618 pp.
- POIRÉ, D. Y MOREL, E.** (1996). Procesos sedimentarios vinculados a la depositación de niveles con plantas, en sucesiones siluro-devónicas de la Precordillera Argentina, 6 Reunión Argentina de Sedimentología, 205-210.
- POIRÉ, D.; EDWARDS, D.; MOREL, E.M. y CINGOLANI, C.A.** (2005). Depositional environments of Devonian plants from the Argentine Precordillera, South-West Gondwana. Gondwana 12: Geological and Biological heritage of Gondwana (Mendoza), Abstracts: 296.
- PÖTHER DE BALDIS, E. D.** (1981). Paleomicroplankton and miospores of the Ludlovian of the Los Espejos Formation in the profile of Los Azulejos, in the Province of San Juan, Republic of Argentina. *Revista Española de Micropaleontología* 13: 231-265.
- PÖTHER DE BALDIS, E. D.** (1987). Microplankton of the Llandovery Superior- Wenlockian Inferior. Asociación de *Deunffia-Domasia*, de la Formación La Chilca, Aguada de Los Azulejos, San Juan, Argentina. Actas X Congr. Geol. Argent. 3: 89-94.
- PÖTHER DE BALDIS, E. D.** (1997). Acritarchs and prasinofytes of the Llandovery early-middle of the Formación La Chilca, quebrada de Talacasto, province of San Juan, Argentina. *Ameghiniana*, 34(4): 461-479.
- PÖTHER DE BALDIS, E. D. y PERALTA, S. H.** (1999). Palynological and biostratigraphical associations of the Tucunuco Group (Upper Ordovician-Silurian). *Ameghiniana*, 36(3), 359-367.
- PREVOST, C.** (1838). Report of session of December 18, 1937. Bull Soc. Geol. France, 9: 90-95.

- RAMOS, V. y VUJOVICH, G.** (2000). Hoja geológica 3169-IV San Juan, provincia de San Juan. Servicio Geológico Minero Argentino.
- RAMOS, V.A., MALANCA, S. Y MARTEL, M.H.** (1978). Estratos con graptolitos suprayacentes a la Formación San Juan en la quebrada de Talacasto. *Reunión Nacional Paleozoico Argentino* (Tucumán): pp. 115-116.
- RAMOS, V.A.; JORDAN, T.E.; ALLMENDINGER, R.; MPODOZIS, C.; KAY, S.M.; CORTES, J.M. y PALMA, M.,** (1986). Paleozoic terranes of the Central Argentine-Chilean Andes. *Tectonics*, 5(6): 855-880.
- RICKARDS, R. B., BRUSSA, E. D., TORO, B. A. Y ORTEGA, G.** (1996). Ordovician and Silurian graptolite assemblages from Cerro del Fuerte, San Juan Province, Argentina. *Geological Journal* 31: 101-122.
- RODRÍGUEZ, S., CARRERA, M. G., & FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E.** (2002). Corales de la transición siluro-devónica en la Precordillera argentina. *Ameghiniana*, 39(4), 479-489.
- RUBINSTEIN, C. V.** (1992a). Palinología del Silúrico Superior (Formación Los Espejos) de la quebrada de las Aguaditas, Precordillera de San Juan, Argentina. *Ameghiniana*, 29: 231-248.
- RUBINSTEIN, C. V.** (1992b). Palinología del Silúrico Superior (Formación Los Espejos) de Loma de Los Piojos, Precordillera de San Juan, Argentina. *Ameghiniana*, 29: 287- 303.
- RUBINSTEIN, C. V.** (1995). Acritarchs from the Upper Silurian of Argentina. Their relations with Gondwana. *Journal of South American Earth Science* 8: 103–115.
- RUBINSTEIN, C. V.** (2014). Léxico Estratigráfico de la Argentina. Volumen V. Devónico. *Asociación Geológica Argentina, Serie B (Didáctica y Complementaria)*.
- RUBINSTEIN, C. V. Y BRUSSA, E. D.** (1999). A palynomorph and graptolite biostratigraphy of the Central Precordillera Silurian Basin, Argentina. *Bolletino della Società Italiana* 38: 257-266.

- RUSTÁN, J. J. y VACCARI, N. E.** (2010). Trilobites de la Formación Punta Negra (Devónico Medio) en la sección de Loma de los Piojos (Precordillera de San Juan, Argentina): nuevos elementos para la datación y correlación de los “estratos postdevónicos” de Keidel. 10° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y 7° Congreso Latinoamericano de Paleontología: 54.
- SALTER, J. W.; BLANFORD, H. F. y STRACHEY, R.** (1865). *Palaeontology of Niti in the northern Himalya: being descriptions and figures of the palaeozoic and secondary fossils collected by Colonel R. Strachey.... Reprinted with slight corrections, for private circulation, from Colonel R. Strachey's forthcoming work on the Physical Geography of the Northern Himalya.*
- SANCHEZ, T.M.; CARRERA, M. y BENEDETTO, J.L.** (1996). Variaciones faunísticas en el techo de la Formación San Juan (Ordovícico temprano, Precordillera Argentina): Significado paleoambiental. *Ameghiniana*, 33(2): 185-200.
- SANCHEZ, T. M., B. WAISFELD, AND J. L. BENEDETTO.** (1991). Lithofacies, taphonomy and brachiopod assemblages in the Silurian of western Argentina: a review of Malvinokaffric Realm communities. *Journal of South American Earth Sciences*, 4:307-328.
- SARMIENTO, G.N.** (1985). La Biozona de *Amorphognathus variabilis* – *Eoplacognathus pseudoplanus* (conodonta), Llanvirniano inferior, en el flanco oriental de la sierra de Villicum. *Primeras Jornadas sobre Geología de la Precordillera*, San Juan. Acta I: 119-123.
- SARMIENTO, G. N.** (1986). La Biozona de *Amorphognathus variabilis* – *Eoplacognathus pseudoplanus* (conodonta). Llanvirniando inferior, en el flanco oriental de la sierra de Villicum. *Actas Primeras Jornadas sobre Geología de Precordillera* (San Juan, 1985). Asociación Geológica Argentina, Seria A, Monografías y Reuniones, 2, 119-123. Buenos Aires.
- SARMIENTO, G. N.** (1987). La Biozona de *Amorphognathus variabilis*-*Eoplacognathus pseudoplanus* (Conodonta), Llanvirniano inferior, en el flanco oriental de la sierra de Villicum. *1° Jornadas sobre Geología de Precordillera*, Actas 1: 119-123.

- SARMIENTO, G. N. y RABANO, I.** (1992). Nuevas precisiones bioestratigráficas sobre la Formación Gualcamayo (Ordovícico inferior) en la sierra de Villicum, San Juan, Argentina. *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie*, H. 6: 1785-1797.
- STELZNER, A.** (1873). Mitteilungenan Professor H.B. Geintz. Ubre seine Reisedurch die ArgentinischenProvinzen San Juan und Mendoza und die Cordillerezwischendem 31° und 32°S. *NeusJahrbuchfür Mineralogie, Geologie und Palaeontologie*, pp 726-744.
- STERREN, A. F.; RUSTÁN, J. J. y SALAS, M. J.** (2015). First Middle Devonian Bivalves from Argentina, New Records from the Punta Negra Formation and Insights on Middle Paleozoic Faunas from the Precordillera Basin. *Ameghiniana* 52: 334–349.
- VANNIER, J. M. C., RACHEBOEUF, P. R. Y BENEDETTO, J. L.** (1995). Silurian-early Devonian ostracodes from South America (Argentina, Bolivia): preliminary investigations. *Journal of Paleontology*, ? : 752-772.
- VOLKHEIMER, W., POTHE DE BALDIS, E.D. Y BALDIS, B.A.** (1980). Quitinozoos de la base del Silúrico de la sierra de Villicum (provincia de San Juan, Argentina). *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”*, 2: 121-135.
- WAISFELD, B. G., TORO, B. A., & BRUSSA, E. D.** (1988). Trilobites silúricos de la Formación Los Espejos, sector occidental del cerro del Fuerte, Precordillera de San Juan, Argentina. *Ameghiniana*, 25(4), 305-320.