

Revisión estratigráfica de la Formación Ponón Trehué (Ordovícico), Bloque de San Rafael, Mendoza

Susana HEREDIA¹

Abstract. STRATIGRAPHIC REVISION OF THE PONÓN TREHUÉ FORMATION (ORDOVICIAN), SAN RAFAEL BLOCK, MENDOZA. This paper provides new descriptions and interpretations of the Ordovician rocks cropping out to the south of the Arroyo de Ponón Trehué, in the San Rafael Block, Mendoza Province. These data allow a new stratigraphic interpretation for the Ordovician rocks which leads to a formal redefinition of the Ponón Trehué Formation. These rocks are mainly siliciclastics (Darrivilian to lower Upper Ordovician), and two members are defined. The lower one is a siliciclastic/carbonate sequence from the upper Middle Ordovician (upper Darrivilian) to the lower Upper Ordovician and the upper one is an olistostrome deposits that is correlated with the lower Upper Ordovician. The stratigraphic succession is interpreted in terms of the following geologic history: 1) Early to early Mid Ordovician: deposition on shallow marine carbonate platform. 2) Mid Ordovician (pre-*P. serra* zone): exposure and erosion of basement as result of a gentle uplift, which is thought to be a local, but not a regional, event because it is not recorded in other parts of the San Rafael Block nor in the Precordillera. 3) Mid to early Late Ordovician (*P. serra* to *P. anserinus* Zones): gentle subsidence and extensive flooding surface, and siliciclastic deposition in gradually deepening marine environment. 4) Early Late Ordovician: rapid increase in rate of deepening (basin subsidence) to create steep basin margin and collapse of carbonate blocks into basin. In order to create accommodation space for the thick olistostrome sequence including large olistoliths and to create steep basin margin necessary to generate gravity slide process, basin subsidence must have been rapid and tectonically driven.

Resumen. REVISIÓN ESTRATIGRÁFICA DE LA FORMACIÓN PONÓN TREHUÉ (ORDOVÍCIKO), BLOQUE DE SAN RAFAEL, MENDOZA. Nuevas descripciones y análisis de las rocas ordovícicas aflorantes al sur de Arroyo Ponón Trehué, en el ámbito del Bloque de San Rafael, permiten establecer una reinterpretación estratigráfica de las mismas. La redefinición formal de la Formación Ponón Trehué contempla que estas rocas de edad ordovícica media y superior, mayormente siliciclásticas, conforman una sucesión estratigráfica que permite diferenciar dos miembros: una secuencia basal siliciclástica/carbonática darriviliana depositada en una plataforma con evidentes signos de exhundación al tope, y otra unidad conformada por depósitos olistostrómicos asignados al Ordovícico Superior que sobreyace a la anterior.

Key words: Ordovician, San Rafael Block, Mendoza, Ponón Trehué Formation, Stratigraphy.

Palabras clave: Ordovícico, Mendoza, Bloque de San Rafael, Formación Ponón Trehué, Estratigrafía.

Introducción

En la provincia de Mendoza se encuentra una unidad morfo-estructural con características propias denominada por Criado Roqué (1972) como Bloque de San Rafael, la cual representa la continuidad al sur de la Provincia Geológica de la Precordillera de La Rioja, San Juan y Mendoza (Furque y Cuerda 1979). Las rocas ordovícicas allí expuestas se han comparado con las de Precordillera, y se han constituido en una valiosa referencia tanto por las características de los contactos con el basamento precámbrico como por la importancia de las asociaciones de fósiles que han permitido las determinaciones de las edades de estas rocas, y a su vez posibilita reconocer la extensión del terrane de Precordillera. Las unidades ordovícicas afloran en las cercanías de la ciudad de San Rafael; una al oeste, en el Cerro Bola y otra al sur, en el sector del Arroyo Ponón Trehué (Figura 1).

¹ CONICET – Facultad de Ingeniería, Instituto de Investigaciones Mineras - Universidad Nacional de San Juan. Av. Libertador Gral. San Martín y Urquiza (5400), San Juan. E-mail: sheredia@unsj.edu.ar

En el primer sector, Cingolani y Cuerda (1996), Cuerda *et al.* (1998) y Cuerda y Cingolani (1998), redefinieron parte de la unidad mapeada como devónica (Dessanti 1956; González Díaz 1981) como una unidad silicoclástica del Ordovícico Superior.

En el sector del Arroyo Ponón Trehué aflora una unidad clástica, clástica-calcárea y clástica olistostrómica de reducida extensión. El contacto inferior de esta unidad con el basamento cristalino es por una superficie de erosión. El contacto superior lo constituyen rocas de edad carbonífera (Figura 2) asignadas a la Formación Pájaro Bobo (Núñez 1979) que en ciertos sectores se relaciona con la unidad infrayacente por falla y en otros por discordancia.

El objetivo de esta contribución es revisar y reinterpretar la estratigrafía de la Formación Ponón Trehué para la sección expuesta al sur del Arroyo Ponón Trehué. Se redefinen además los dos miembros reconocidos en ella, sobre la base del análisis e interpretación de tres secciones estratigráficas. Se realiza un análisis de facies para determinar su paleoambiente y finalmente se fundamenta su correlación con secuencias similares de la Precordillera de Mendoza. Se interpreta además, sobre la base de datos bioestratigráficos, el desarrollo de la historia de este sector de la cuenca ordovícica, explicando la posición de grandes cuerpos alóctonos en esta sucesión.

En la construcción de la Figura 4 se ha utilizado la terminología y denominaciones de las distintas edades del Ordovícico, las series británicas, actualmente con recomendación de desuso, y las globales, sugeridas por la Subcomisión del Ordovícico de la ICS (UNESCO-IUGS) (Finney 2005) (Figura 5).

Antecedentes

Desde que Padula (1951), Núñez (1962, 1979), y Criado Roqué e Ibáñez (1979) refirieran afloramientos calcáreos sobre un basamento de probable edad precámbrica, el conocimiento estratigráfico de las rocas ordovícicas en el sector del Arroyo Ponón Trehué en el Bloque de San Rafael (Criado Roqué 1972) ha experimentado grandes avances, especialmente en los últimos años. Diversos auto-

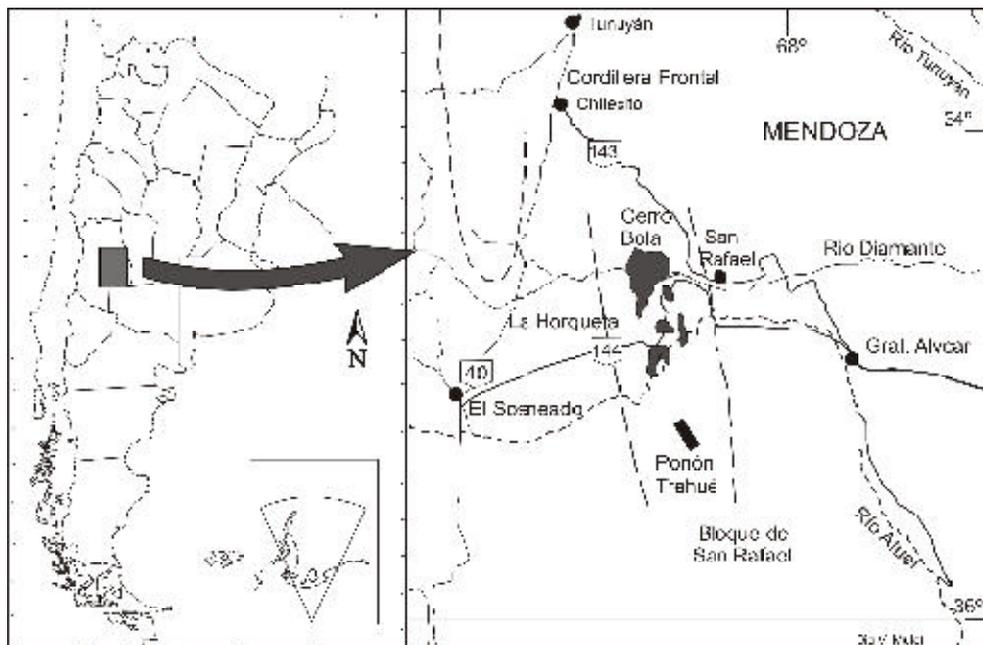


Fig. 1: Mapa de Ubicación de los afloramientos estudiados.

res realizaron los primeros diagnósticos de la paleontología de este sector destacándose los aportes de Baldis y Blasco (1973), Rossi de García *et al.* (1974) y Levy y Nullo (1975), entre otros. Recientemente, otros autores han abordado la estratigrafía a fin de resolver los complejos conjuntos de rocas que allí aparecen, tal como Heredia (1982; 1996), Bordonaro *et al.* (1996), Heredia (1998), Lehnert *et al.* (1998, 1999); Beresi y Heredia (2000); Heredia y Beresi (2000); Cingolani y Heredia (2001); Heredia (2001; 2002) y Astini (2002).

Bordonaro *et al.* (1996) redefinieron la estratigrafía de los afloramientos ordovícicos de la clásica región de Ponón Trehué, individualizando dos unidades: la Formación Ponón Trehué (Ordovícico Inferior) y la Formación Lindero (Ordovícico Medio y Superior). Esta última con dos miembros: Peletay, para definir una sucesión mixta clástica-calcárea y Los Leones (referido erróneamente como La Leona por Astini 2002) de composición clástica verdosa.

Heredia (1998; 2001; 2002), Heredia y Beresi (2000), Beresi y Heredia (2000) y Astini (2002) reconocen en los afloramientos al norte y al sur del Arroyo Ponón Trehué grandes cuerpos alóctonos alojados en una matriz conglomerádica, concluyendo que la Formación Ponón Trehué *sensu* Bordonaro *et al.* (1996) está constituida por olistolitos de calizas ordovícicas alojados en una matriz más moderna. Descripciones y análisis de los afloramientos sobre el Arroyo Ponón Trehué, en el sector denominado La Cantera (sección de Heredia, en Beresi y Heredia 2000), permiten ubicar correctamente los olistolitos de calizas dentro del esquema estratigráfico de esta región (Figura 2). El trabajo posterior de estudiar una nueva sección estratigráfica que enlazara los perfiles de La Tortuga (sección de Heredia 1996) con el de La Cantera, sirvió para delimitar tren de facies y definir nuevos cuerpos de bloques de naturaleza no calcárea, asociados a los olistolitos y bloques de calizas, parte de los cuales habían sido interpretados como parte de un conjunto de cataclitas tectónicas por Astini (2002) y pertenecientes a la Formación Cerro La Ventana (Figura 3).

La Formación Cerro La Ventana se ha constituido en una unidad relevante para discernir los orígenes de la Precordillera. Siguiendo las descripciones de Núñez (1979) de las diferentes rocas que componen esta unidad es importante señalar que luego de este estudio los afloramientos de la Formación Cerro La Ventana quedan restringidos al Este de las calizas ordovícicas en el sector estudiado. Los granitoides (granodioritas y tonalitas), con deformación dúctil, han sido preliminarmente datados por Rb - Sr arrojando edades grevillianas (Mesoproterozoico: 1063 ± 106 Ma) (Cingolani y Varela 1999), otras dataciones por U-Pb corresponden a datos no publicados de Bowring (en Astini *et al.* 1996) donde, en concordancia, se asignan edades grevillianas. Posteriores análisis (U - Pb) arrojaron edades de ~ 1.2 Ga (Cingolani 2003; Cingolani *et al.* 2004) y de 1.4 Ga en análisis de Nd (Tdm) (Cingolani 2003). Estos granitoides afloran en contacto, por falla inversa, con la Formación Pájaro Bobo de edad carbonífera y aparecen como una faja alargada en sentido N-S y son sucedidos mediante discordancia por los conglomerados y calizas ordovícicos hacia el Oeste. Al Oeste de las calizas ordovícicas los granitoides, gneises, anfíbolitas y esquistos asignados a la Formación Cerro La Ventana (Núñez 1979) se ubican como afloramientos dispersos y discontinuos.

Se ha escogido el perfil de La Tortuga como sección tipo, por su bajo grado de perturbación tectónica, afloramientos continuos y buenas exposiciones (la más completa al presente). Es allí donde se resuelve apropiadamente la estratigrafía. Otras exposiciones presentan un elevado nivel de complejidad ya sea por tipo de ambiente sedimentario como por tectonismo.

Redefinición estratigráfica de la Formación Ponón Trehué

Definición: La Formación Ponón Trehué es una secuencia predominantemente siliciclástica gruesa, localmente desarrolla pequeños espesores de calizas (máximo espesor de depósitos mixtos: 19 m) con importantes porcentajes de material clástico grueso en donde son frecuentes macro y microfósiles

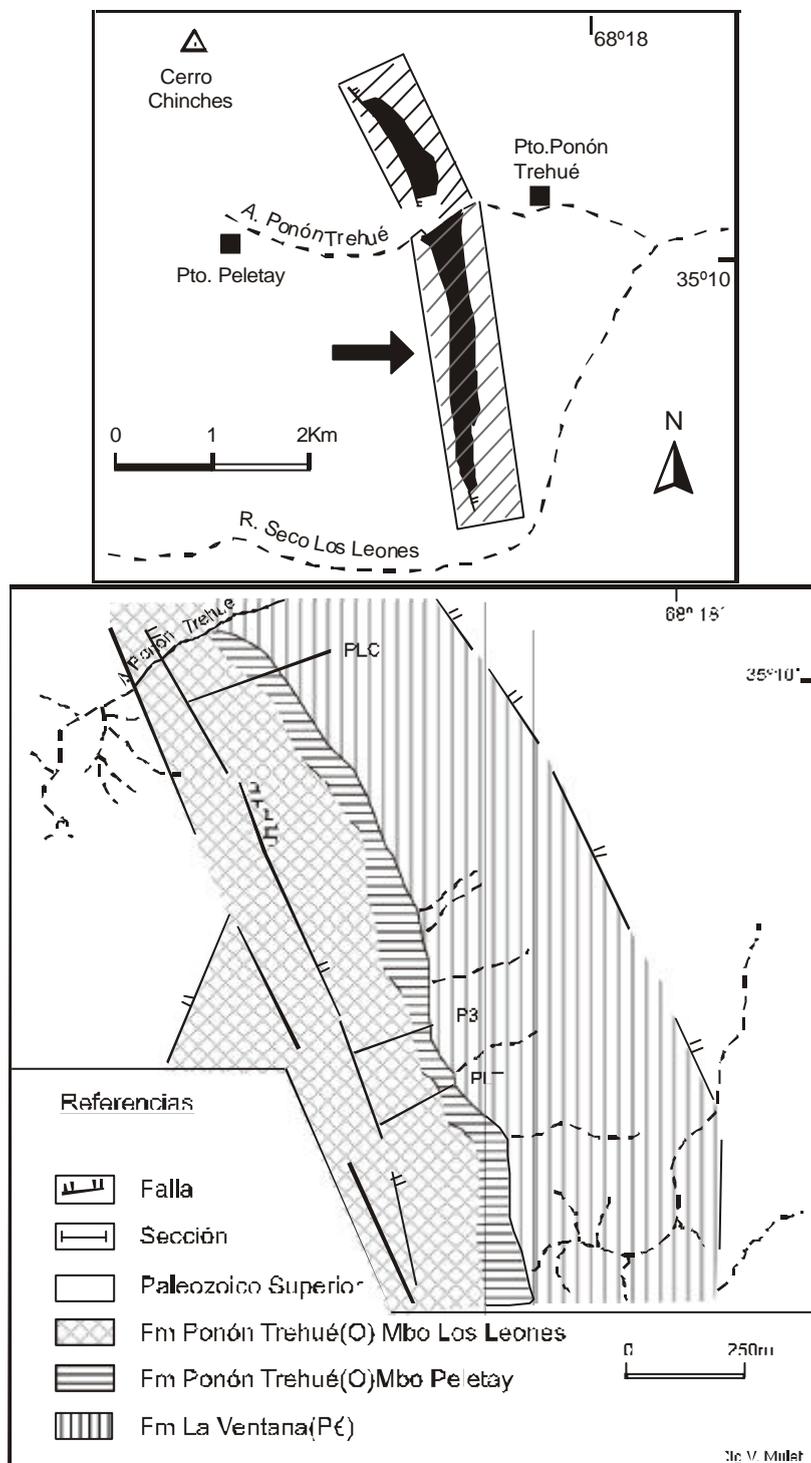


Fig. 2: Ubicación de los afloramientos ordovícicos de la Formación Ponón Trehué.

y hacia el techo predominan pelitas, areniscas conglomerádicas, conglomerados varicolores entre los cuales aparecen olistolitos de calizas y bloques prismáticos de granitoides, anfíbolitas y gneises.

Derivatio nominis: El nombre deriva del Arroyo Ponón Trehué, al sur de San Rafael (aproximadamente a los 32° 51' S y 69° 00' O). Se sostiene aquí el nombre formacional dado a estos cuerpos de rocas por Criado Roque e Ibáñez (1979) con el fin de hacer la referencia asequible al lector relacionando el nombre más conocido de la localidad con el formacional. Núñez (1979), introduce el nombre formacional de "Lindero" para el conjunto sedimentario adosado a las rocas mesoproterozoicas. Además describió las relaciones de campo entre el basamento mesoproterozoico y las calizas ordovícicas, haciendo notar sobre la compleja relación entre ambos tipos de rocas. Todo el material macrofósilífero colectado durante el levantamiento de la Hoja Geológica N° 28d, "Estación Soitúé", fue estudiado por diversos autores quienes brindaron por primera vez precisiones sobre la edad de la sucesión de calizas allí aflorantes.

Localidad tipo: Sección La Tortuga (35°10'39.3"S y 68°18'19.4"W).

Espesor: 144 m en la sección tipo, alcanzado aproximadamente 260 m en la sección de La Cantera, y aún valores mayores al sureste del Cerro Chinchés (Para ubicación véase Figura 2).

Relaciones estratigráficas: se apoya mediante discordancia erosiva sobre el basamento mesoproterozoico, Formación Cerro La Ventana (Criado Roque 1972) y en el techo se le sobrepone la Formación Pájaro Bobo de edad carbonífera, mediante discordancia.

Distribución geográfica: se distribuye en sentido NE-SO por 4.5 km en una faja de afloramientos continua, desde el pie del Cerro Chinchés hasta el río Seco de Los Leones (Figura 2).

Paleontología y edad: Tanto la macro como la microfauna aparecen en los niveles de calizas arenosas grises y negras, son frecuentes los braquiópodos y los fragmentos de crinoideos, mientras que los trilobites son escasos. La microfauna, en especial los conodontes, es muy abundante. Los conodontes han permitido definir la edad de parte de la formación, como darriwiliana superior – ordovícica superior baja (Figuras 3 y 4). En los olistolitos del Ordovícico Inferior y Medio se han citado macro y microfauna (Lehnert *et al.* 1999). Para mayores datos de las edades y de las escalas cronológicas usadas véase las Figuras 3, 4 y 5.

Estratigrafía y Litofacies

En la presente revisión la Formación Ponón Trehué, en su sección tipo, quedaría conformada por dos Miembros (Fig.2) acorde a la definición de Bordonaro *et al.* (1996), pero con modificaciones en su composición litoestratigráfica de acuerdo con las observaciones de la autora, reconociéndose las litofacies siguientes:

Miembro Peletay (inferior) (Figuras 3 y 4): sección La Tortuga, 28 m de espesor, apoya en discordancia sobre la Formación Cerro La Ventana:

Litofacies L 1 de Conglomerados con clastos graníticos: Yace en discordancia erosiva sobre rocas del basamento granítico, es de composición oligomictica, clasto-soportado y granodecreciente. Los clastos son de composición granítica, redondeados y con dimensiones variables. La matriz es una arenisca

muy gruesa a conglomerádica fina (de 2 mm a mayor), preferentemente arcósica. Este conglomerado presenta variaciones laterales de espesor, como así también en la naturaleza de los clastos, matriz y cemento, se han medido 3 m de espesor en la sección de La Tortuga, 0,50 m en el Perfil 3, a 6 m en la sección de La Cantera.

Interpretación: Astini (2002) sugiere que estos depósitos sobreyacen por discordancia al tope profundamente meteorizado del basamento granítico, asignando los mismos a un origen fluvial y que representa un evento anterior al que origino las calizas darriwilianas. No se han observado cambios bruscos en la composición ni estructuras sedimentarias que confirmen tal aseveración del mencionado autor, sin embargo la meteorización del granito es fácilmente reconocible en afloramiento. La meteorización del granito y la relación de discordancia que existe entre ambas unidades suponen un hiato importante en la historia de la cuenca en este sector. Se interpretan como depósitos marinos someros en sentido amplio teniendo en cuenta la continuidad, en pocos centímetros en sentido vertical, con los francos términos marinos de la litofacies siguiente con abundante registro fósil.

L 2 Litofacies de Areniscas conglomerádicas arcósicas: Sobre la sección tipo y transicionalmente con la litofacies anterior, se observan areniscas muy gruesas a conglomerádicas, con clastos de feldespatos y cuarzo distribuidos en una matriz arenosa gruesa, son frecuentes los fragmentos de crinoideos como bioclastos. Su espesor es de 5,5 m en la sección La Tortuga. En esta litofacies, los colores varían desde blanquecinos a la base a grises medios en la parte superior. Conforman bancos de espesor variable, desde 25 a 15 cm, estrato - granodecreciente. Entre los niveles de areniscas se intercalan niveles delgados (entre 1 a 3 cm) de calizas arenosas. En las superficies de las calizas son frecuentes los clastos de cuarzo y feldespato. Son muy abundantes, en todos los niveles, los conodontes, conchillas de braquiópodos inarticulados, mudas de trilobites, espículas de esponjas y fragmentos de artejos de crinoideos.

Interpretación: Esta areniscas arcósicas fueron interpretadas como depósitos marinos someros (Lehnert y Bergström 1999) y como depósitos turbidíticos (Heredia 1996). Esta confusión o dicotomía en la interpretación de esta litofacies se debe a los colores grises medios y oscuros al tope de la litofacies. Sin embargo, el tipo de macro y microfauna sugiere un ambiente subtidal somero, coherente con la interpretación de los primeros autores mencionados.

Edad: Zona de *Pygodus serra*, subzona de *Eoplacognathus robustus*. (Heredia 2001, 2002). Existe una intensa mezcla faunal como resultado del retrabajamiento de depósitos más antiguos (Heredia 2001, 2002).

L 3 Litofacies de Calizas grises con intercalaciones de areniscas: Transicionalmente con la litofacies anterior se observan calizas grises con un espesor medido de 5,5 m en la sección tipo. Aparecen en bancos tabulares de 10 cm de espesor promedio. Las calizas presentan con frecuencia clastos de cuarzo de 2 a 4 mm de diámetro, dispuestos desorganizadamente. Repetidamente hay intercalaciones de bancos delgados (1 a 2 cm de espesor) de areniscas medianas a muy gruesas con clastos de cuarzo y feldespato, subangulosos, de 2 a 4 mm de diámetro. Se observa una transición desde colores grises medios a grises oscuros hacia el tope de la litofacies.

Interpretación: El contacto gradacional con la litofacies anterior indica una lenta profundización donde los componente clásticos se tornan menos importantes y aumenta la participación carbonática, conformando ciclos granodecrecientes donde los términos carbonáticos representan los finos. La presencia de areniscas cuarzosas en los términos más oscuros de las calizas se interpreta como evidencia del aporte constante de clásticos a la cuenca.

Edad: Zona de *Pygodus serra*, Subzona de *E. robustus*/ Subzona de *E. lindstroemi*, con formas transicionales desde *E. robustus* hacia *E. lindstroemi* (Heredia 2001, 2002).

L 4 Litofacies de Calizas negras y pelitas negras: Corresponde a calizas y pelitas negras en alternancia, dispuestas en bancos de 15 a 20 cm de espesor. Las calizas son laminadas, y ocasionalmente se observan pequeños clastos de cuarzo flotando en la matriz carbonática. Las pelitas aparecen superficialmente muy alteradas, en superficie fresca se observa laminación. Espesor de la litofacies: 11.5 m. Se han recuperado formas algales tales como *Epiphyton* y otras actualmente en estudio, propias de

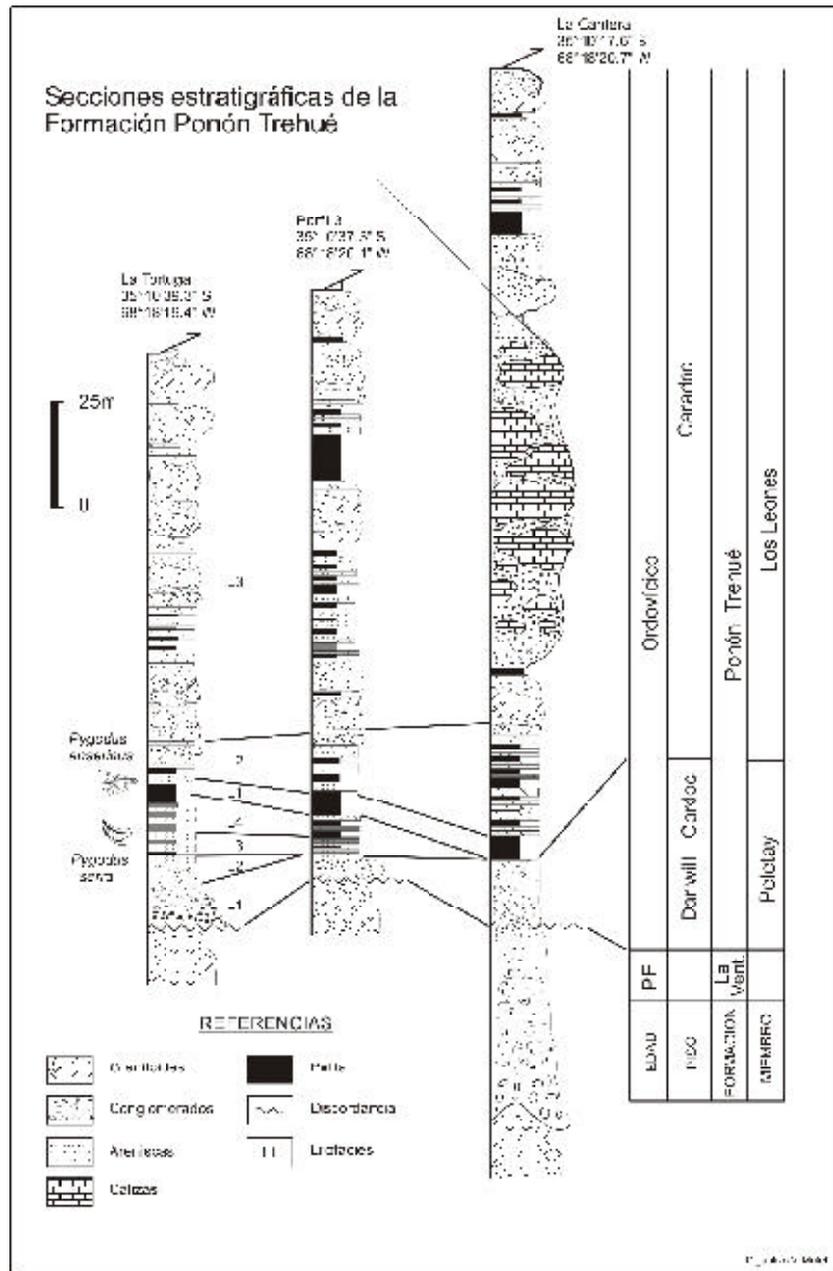


Fig. 3: Secciones estratigráficas estudiadas, biozonas y litofacies. Obsérvese la distribución de olistolitos de calizas y de bloques de granitoides en cada sección levantada.

ambientes subtidales (Beresi y Heredia 2003). A la base de esta litofacies aparecen abundantes microfósiles. Los microfósiles (conodontes) son muy abundantes. Esta litofacies, y de hecho todo el Miembro Peletay, se acuña lateralmente no estando representado en la sección La Cantera.

Interpretación: Una nueva superficie transgresiva se verifica al inicio de esta litofacies con una participación súbita e importante de pelitas negras laminadas. Los colores oscuros, la asociación en ciclos pelita negra/caliza, la asociación de conodontes pandémicos junto a conodontes característicos de aguas oceánicas (*Cahabagnathus sweeti*/ *Periodon aculeatus*, *Protopanderodus sp.* y *Costiconus ethingtoni*) sugiere condiciones de mar abierto, subtidal profundo o margen de la plataforma, alejados por lo tanto de áreas someras (Lehnert *et al* 1999). La participación de material clástico es importante a pesar de las condiciones ambientales sugeridas por las calizas negras.

Edad: Zona de *P. serra*, Subzona de *E. lindstroemi* en la base de la litofacies, Zona de *P. anserinus* con las subzonas de *S. kieltensis* y de *A. inaequalis* (Heredia 2002). Zona de *A. tvaerensis?* (Lehnert *et al.* 1999).

Miembro Los Leones (Superior)

Sección La Tortuga, 116 m de espesor, apoya en concordancia sobre el Miembro Inferior o Miembro Peletay (Figura 3).

L 5 Litofacies de pelitas verdes: Corresponde a corresponde a pelitas verdes, laminadas, con coloración pardo verdosa por alteración superficial, aparecen en afloramiento con espesor constante de 5 m. El contacto con la litofacies de Calizas y Pelitas Negras del Miembro Peletay es variable según sea la sección que se trate. En la sección La Tortuga es neto, mientras que en otras secciones se observa pasaje transicional, delgados niveles de pelitas verdes en las calizas negras o lentes de calizas grises en los tramos basales de las pelitas verdes, e incluso en el Perfil 3 existe una brecha de 0,5 m de espesor por debajo de las pelitas verdes que muestra estructura de corte y relleno. En la sección La Cantera estas pelitas verdes apoyan sobre areniscas blanquecinas, estas podrían ser la representación lateral de las litofacies clásticas basales de (L1 y L2) de la sección La Tortuga.

L 6 Litofacies de areniscas verdes, pelitas y bloques: Son areniscas gruesas a conglomerádicas verdosas alternantes con pelitas verdes laminadas. Se observan cambios laterales en la textura de las areniscas. En estas areniscas aparecen pequeños bloques angulosos de granitoides rosados de volúmenes variables, siendo los mas frecuentes de 0,80 m de espesor por 1,5 m de largo. Estos bloques pueden alcanzar un largo de 2 m. En total esta litofacies tiene 11 m de espesor en la sección tipo.

L 7 Litofacies de Areniscas conglomerádicas verdes y amarillentas, conglomerados y bloques: se manifiestan con un espesor de 98 m, representada por areniscas conglomerádicas gruesas que gradan a areniscas gruesas a medianas, mantiformes, aparecen en bancos de espesor variable. En las areniscas conglomerádicas aparecen bloques prismáticos mayoritariamente de granitoides rosados, aunque también de gneises y anfibolitas. Estos bloques se disponen de manera desorganizada, cuyas formas y volúmenes aumentan progresivamente hacia el techo de la sucesión, observándose algunos de hasta 3 a 4 m de espesor por 6 m de longitud. Fuera de esta sección y sobre el cauce del Arroyo Ponón Trehué aparecen varios bloques redondeados de granitoides con importantes dimensiones (6 m de largo por 3 m de ancho) en una matriz conglomerádica, los clastos de las areniscas conglomerádicas y los conglomerados están constituidos por fragmentos subredondeados de granitos, cuarzo y ortoanfíbolitas, mostrando gradación normal y estructura mantiforme. En otros sectores la matriz es poco clara y sus características sedimentarias aparecen difusas.

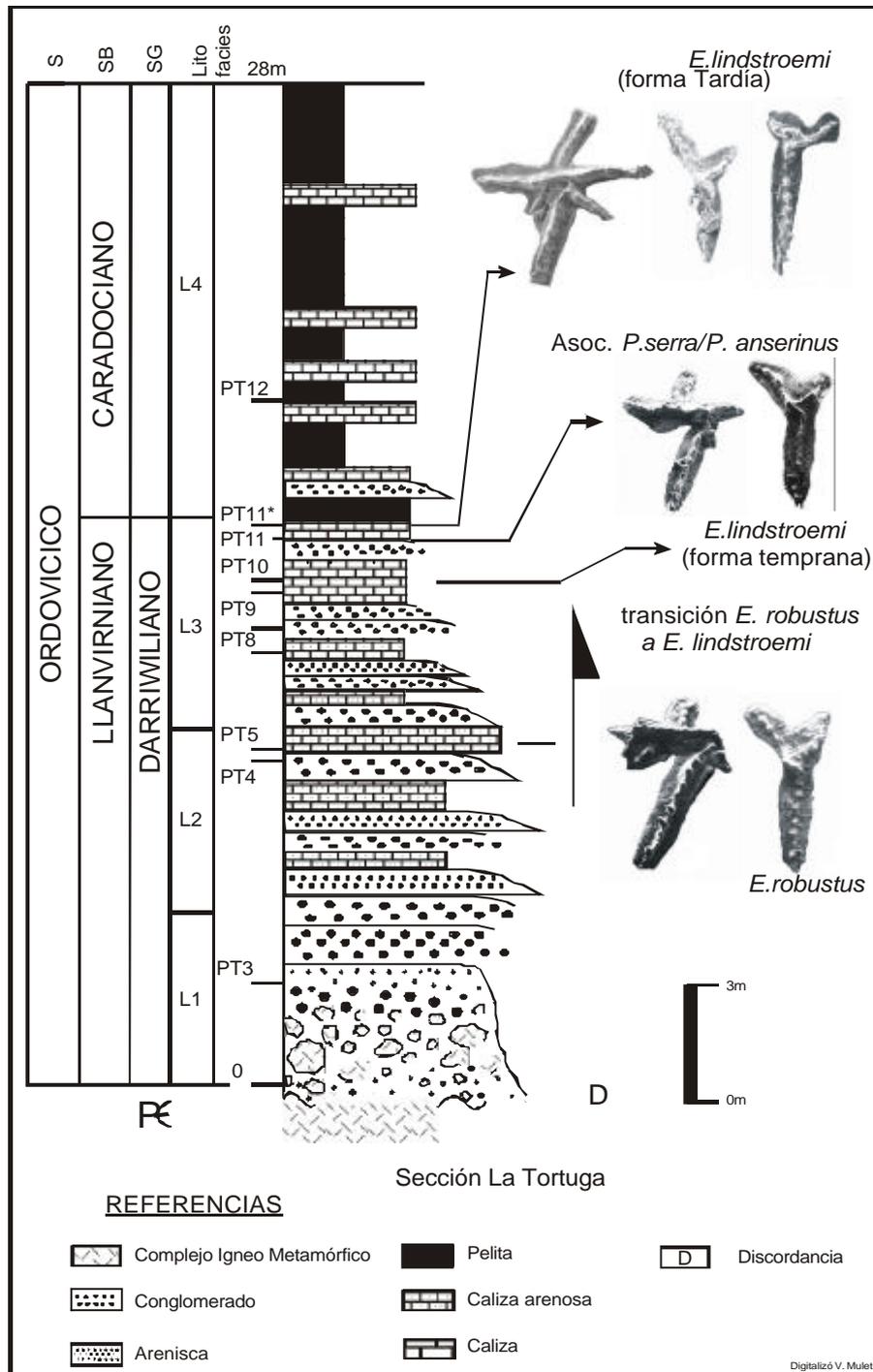


Fig. 4: Sección La Tortuga: se figuran los niveles muestreados y las biozonas determinadas. S: Sistema, SB: Pisos de las Series Británicas, SG: Pisos de las Series Globales.

Paleontología: no se han observado fósiles en todo el Miembro Los Leones. Bordonaro *et al.* (1999) citan conodontes en niveles de calizas en la base del miembro. Estratigráficamente la relación de las calizas del Miembro Peletay es continua y el límite entre los miembros mencionados se propone cuando se verifica un cambio brusco en el color de los afloramientos, relacionados a un cambio litológico. No se reconocen, así, niveles de calizas autóctonos en toda esta sucesión silicoclástica.

Observaciones complementarias en otras secciones: la distribución de bloques de granitoides grenvillianos (Cingolani *et al.* 2004) y otras rocas precámbricas es constante de sección en sección, observándose aquellos de menor volumen en los tramos basales. Hacia la sección de la Cantera (Figuras 2 y 3) los bloques son reemplazados lateralmente, en los tramos más altos del perfil, por olistolitos de calizas ordovícicas, pudiéndose diferenciar al menos tres cuerpos; el de mayores dimensiones corresponde a una cantera de calizas que exhibe 45 m de espesor por 80 m de ancho. Al tope de cada olistolito de calizas puede distinguirse brechas de calizas grises en bancos discontinuos, las que muestran una superficie de erosión en su tope, siendo cubiertas por conglomerados arcósicos gruesos de colores rojizos, en los cuales flotan clastos prismáticos de granitoides rosados e incluso bloques. Los olistolitos de calizas aumentan de tamaño hacia el norte, llegando a los 80 m de espesor al pie del Cerro Chinchas (ex Formación Ponón Trehué de Bordonaro *et al.* 1996). Tanto en la sección de La Cantera como en el sector del Cerro Chinchas, por arriba de los olistolitos de calizas, aparecen nuevamente bloques de granitoides prismáticos, siempre de menor tamaño que los olistolitos de calizas. En las tres secciones levantadas, el tope aparece truncado por falla y repite los últimos tramos de la litofacies 7, la cual puede observarse desde el sector de La Cantera hacia el sur, siendo este hecho ya mencionado por Astini (2002).

Interpretación de las Litofacies del Miembro Los Leones: Heredia (1996) interpretó las relaciones entre los depósitos mixtos con microfauna y la matriz con olistolitos de calizas del Ordovícico Inferior como un cambio lateral de facies. Astini (2002) interpreta que estos cuerpos alóctonos están en contacto tectónico con la Formación Cerro La Ventana y que como evento de depósito es sincrónico o levemente más joven al evento darriwiliano que depositó el Miembro Peletay. La interpretación estratigráfica del Miembro Los Leones y su significado paleoambiental devino de la confección de la Figura 3. En las tres secciones referidas se ha nivelado a la base del Miembro Los Leones. Esta base, constituida por 5 m de pelitas verdes con continua extensión lateral y contacto transicional con el Miembro Peletay, se usó para diferenciar estratigráficamente los dos miembros de esta formación. De esta forma, se pueden seguir los cambios de espesor, truncamiento de la facies mixta y el consiguiente reemplazo clástico. Asimismo, dicho nivel pelítico permite ubicar correctamente los diferentes cuerpos alóctonos reconocidos en la sección (Heredia 1998, 2001, 2002; Heredia y Beresi 2000, Beresi y Heredia 2000 y Astini 2002).

Interpretación: Astini (2002) interpreta que estos cuerpos alóctonos pertenecen a la brecha cataclástica de la Formación Cerro La Ventana y, que como evento depositacional, es anterior al evento sedimentario que depositó el Miembro Los Leones. La distribución de bloques de granitoides y otras rocas precámbricas es constante de sección en sección, observándose aquellos de menor volumen en la Litofacies 6. Este hecho permite diferenciar que el proceso que dio origen a estos bloques es un proceso sedimentario y no representan cataclásitas (Astini 2002).

Es posible analizar las tres litofacies asociadas como el registro de un evento tectónico del Ordovícico Superior, cuya intensidad creciente queda manifestada por el tamaño progresivo de los bloques de granitoides y calizas en el tope de la sucesión. Composicionalmente, la matriz indica procedencia por erosión desde áreas del basamento, con participación mayoritaria de granitoides.

Estos depósitos pueden interpretarse como el resultado de la profundización de la cuenca relacionada con un gradual incremento de la actividad tectónica del área, la que además provoca la fragmentación y el aporte de grandes volúmenes de rocas; pueden ser interpretados además como una transgresión forzada (en el sentido dado por Astini 1998). Esta asociación litológica indicara un ambiente marino, por debajo del nivel de base de olas de tormenta. Keller (1999) cita canales amplios de areniscas gradadas los que sugieren corrientes turbidíticas, sin embargo no se han observado estructuras diagnósticas de turbiditas en las areniscas.

Con esta nueva propuesta la Formación Cerro La Ventana quedaría restringida a los granitoides autóctonos observados al Este de las calizas darriwilianas, en la base de la sección tipo de La Tortuga, a diferencia de lo mapeado por Núñez (1979).

Edad de los cuerpos alóctonos alojados en el Miembro Los Leones de la Formación Ponón Trehué y consideraciones generales

En la Formación Ponón Trehué aparecen olistolitos y bloques de tamaños variables restringidos estratigráficamente al Miembro Los Leones. En el sector norte, al sureste del Cerro Chinchos, Lehnert *et al.* (1998) identificaron elementos de conodontes en los olistolitos allí presentes. Estos microfósiles permitieron definir zonas de asociación (*sensu* Lehnert *et al.* 1998): Zona de *P. striatus*/*C. quadraplicatus*, Zona de *P. proteus*/*A. ? deltatus*, Zona de *O. evae*, Zona de *O. intermedius*, Zona de *H. altifrons*/*A. jemtlandica*. Los olistolitos de calizas son similares tanto en composición como en microfauna a las calizas de la Formación La Silla y de la Formación San Juan (para referencias y descripciones de detalle véase Bordonaro *et al.* 1996; Lehnert *et al.* 1998, 1999; Astini 2002) aflorantes en el ámbito de la Precordillera de San Juan y La Rioja. Por otra parte, son comparables también con las calizas de la Formación San Jorge (Tremadoc) en la región de Limay Mahuida en la Provincia de La Pampa (Sarmiento y García López 1993; Astini 2002; Albanesi *et al.* 2003).

En el sector sur, en la sección de La Tortuga se hallaron conodontes redepositados, abundantes en los niveles basales y presentes en clastos tamaño arena gruesa dentro de las calizas arenosas correspondientes a las muestras PT 4 y PT 5 (Fig. 4). Se asigna la presencia de estos microelementos en clastos de calizas de esta granulometría por la excelente preservación que exhiben las micropiezas. Los conodontes identificados fueron: *Eoplacognathus foliaceus* (Fähræus), *Eoplacognathus pseudoplanus* (Viira), *Eoplacognathus suecicus* Bergström, *Eoplacognathus reclinatus* (Fähræus), *Lenodus?* sp., *Dapsilodus* sp., *Microzarkodina* sp., *Histiodella?* sp., *Parapaltodus* sp., *Parapanderodus* sp. y *Protopanderodus* sp. Algunos de estos elementos permiten definir varias zonas y subzonas: Zona de *Eoplacognathus pseudoplanus*, Zona de *E. suecicus*, Zona de *Pygodus serra* con las Subzona de *E. foliaceus* y Subzona de *E. reclinatus*.

Es importante señalar que tanto los datos de la microfauna de los olistolitos de calizas, como los conodontes alóctonos, y los recuperados de los tramos basales del Miembro Peletay, permiten arribar a conclusiones generales para la cuenca durante el lapso Ordovícico Inferior y Medio. Se desprende que estos avalan una depositación con cierto grado de continuidad desde el Tremadoc hasta el Darriwiliano alto. No existen hiatos en el esquema de las biozonas. Se podría considerar además, que existió en la región una plataforma carbonática, evidenciada por los cuerpos olistolíticos, que evolucionó desde el Ordovícico Inferior hasta el Ordovícico Medio alto.

El registro de una sucesión continua desde la Zona de *P. serra*, subzona de *E. robustus* hasta la Zona de *E. tvaerensis?*, evidencia la instalación de un nuevo ciclo sedimentario en la región.

Bioestratigrafía

Los primeros estudios sobre las macrofaunas de trilobites (Baldis y Blasco 1973), de ostrácodos (Rossi de García *et al.* 1974) y de braquiópodos (Levy y Nullo 1975) permitieron asignar una edad

ordovícica media y, con dudas, superior a la Formación Lindero en el sentido de Núñez (1979). Heredia (1982) da a conocer los primeros conodontes de estos afloramientos determinando una edad ordovícica media-alta para parte de esta unidad. Para una mejor referencia sobre aportes posteriores de conodontes véase Heredia (2002).

Zonas de Conodontes y subzonas

La Formación Ponón Trehué ha brindado numerosos y bien preservados ejemplares de conodontes, siendo frecuente los conodontes guías que han permitido asignar estos niveles al Darriwiliano superior hasta el Ordovícico Superior (Heredia 2001, 2002) (Figura 4). Cientos de ejemplares de conodontes con plataforma pudieron ser recuperados, lo que posibilitó definir zonas y subzonas. El muestreo de la calizas fue del orden del metro a 3 m máximo, con énfasis (cada 10 cm a menor) en los sectores de la columna donde era posible definir los pases de las biozonas y subzonas, objetivo que ha permitido puntualizar estos límite temporales para la Precordillera (Heredia 2002, Heredia y Rosales, en prensa). Para la presente biozonación se ha seguido el esquema de biozonas para la Precordillera sugerido por Albanesi y Ortega (2002). Esta conodontofauna esta dominada por especies típicamente Noratlánticas con influencia de algunas especies típicas del Reino de Midcontinent (Bergström 1990) actualmente consideradas como pandémicas (Lehnert *et al.* 1999).

Se reconocen la Zona de *Pygodus serra*, con las subzonas de *E. robustus* y *E. lindstroemi*; Zona de *Pygodus anserinus*, subzonas de *S. kielcensis* y *A. inaequalis*, y con dudas la Zona de *Amorphognathus tvaerensis*

Modelo sedimentario de la Formación Ponón Trehué y comparación con San Isidro

Según observara Astini (2002) los afloramientos ordovícicos de Ponón Trehué resultan similares a los afloramientos darriwilianos de la Formación Estancia San Isidro (Heredia y Beresi 2004), en cuanto a mecanismo de depósito se refiere. Sin embargo en Ponón Trehué no hay olistolitos cámbricos, situación llamativa en si, lo que nos informaría sobre la ausencia de depósitos de esta edad en este sector del terrane de Cuyania, sugiriendo la exposición del basamento para esa época. Al igual que en San Isidro se sostiene un modelo para el depósito de grandes bloques, en el que los olistolitos son el resultado del colapso de áreas tectónicamente activas. La exposición, fragmentación y erosión del basamento y de la cubierta sedimentaria dan por resultado este tipo de depósitos altamente heterogéneos y lateralmente muy variables. El análisis granulométrico de los componentes litológicos de la columna sedimentaria que hoy aflora en la región, permite referir además que la actividad tectónica fue aumentando en intensidad desde el Darriwiliano al Ordovícico Superior, cuando el aporte de bloques y el volumen de los mismos fueron más importantes.

Del análisis de las secciones estratigráficas se definen dos episodios mayores de sedimentación para el sector de Ponón Trehué, con características litológicas diferentes. En varias secciones, los contactos sugieren que el límite entre estos no involucró un hiato importante, tal como se desprende de los datos bioestratigráficos y observaciones de campo.

Secuencia darriwiliana-ordovícica superior baja: sucesión conglomerádica gruesa, marina somera, que gradua transicionalmente a depósitos calcáreos con abundante participación silicoclástica que exhiben características de profundización progresiva hacia el tope. Se indica para esta secuencia una sedimentación gruesa con baja tasa de aporte clástico/carbonático, donde en pocos metros de espesor se verifican varias biozonas y subzonas sin hiatos evidentes en el registro sedimentario.

Secuencia ordovícica superior baja?: sucesión silicoclástica con términos variables desde pelitas a bloques y olistolitos. Representan depósitos de cuenca, donde el aporte ha sido de tipo lineal, a

través de un margen abrupto, y en el cual las rocas derivadas a la cuenca pertenecían fundamentalmente a una antigua plataforma y basamento. Corresponde a un evento de colapso. Por este motivo se sugiere para este *evento* un lapso temporal con signo de interrogación, estos depósitos suelen ser de tipo instantáneos en cuanto a tiempo geológico se refiere.

Continuando con la idea de Astini (2002) y comparando estos procesos y los mecanismos de depósito con la región de San Isidro en la Precordillera Mendocina se distinguirían los siguientes episodios depositacionales:

Secuencia darriwiliana: depósito de olistolitos en la cuenca, verificado durante la Biozona de *P. distichus* (graptolito) (Ortega *et al.* 2003, y Ortega, com. verb.) el cual se corresponde temporalmente con la Biozona de *Pygodus serra*, subzona de *E. robustus* (conodonte). Corresponde a una sucesión olistostrómica. Los olistolitos son preferentemente calizas cámbricas. Estos depósitos definen a la Formación Estancia San Isidro (Heredia y Beresi 2004).

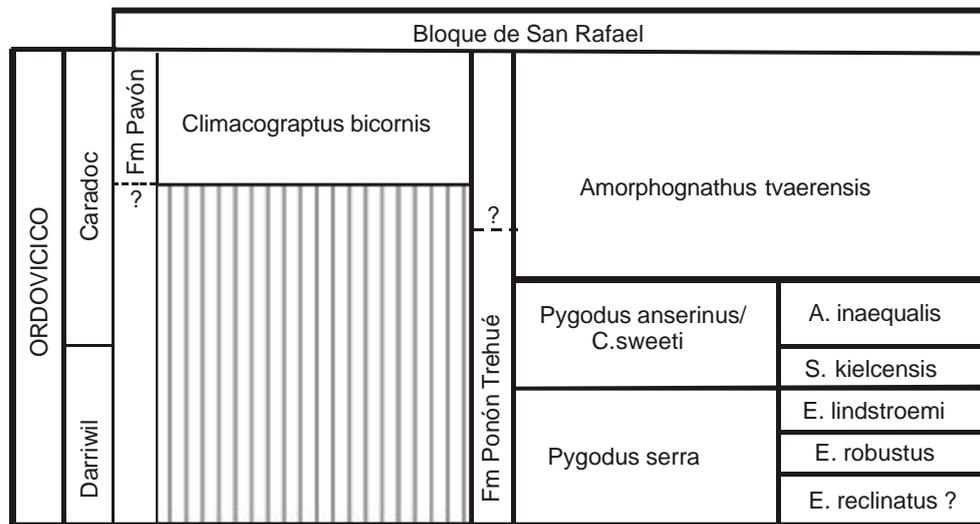


Fig. 5: Biozonas del Ordovícico Medio alto y Superior bajo del Bloque de San Rafael. Cuadro de correlación entre la Formación Pavón (graptolitos) y la Formación Ponón Trehué (conodontes).

Secuencia ordovícica superior: discordantemente y hiato mediante provocado por la Fase Guandacólica, se depositaron los conglomerados, areniscas y pelitas negras graptolíticas de la Formación Empozada durante el tiempo de la Biozona de *Climacograptus bicornis*. Estas rocas han sido asociadas a turbiditas de relleno de cañones submarinos (Gallardo y Heredia 1995).

De lo expuesto precedentemente se concluye que, al comparar en ambas regiones los mecanismos de depósito y los procesos tectónicos (subsistencia) desde el Darriwiliano al Ordovícico Superior, mientras en la región de Ponón Trehué había exposición seguida de una lenta subsidencia; en la región de San Isidro, la intensa actividad tectónica desplazaba grandes volúmenes de roca (olistolitos) a la cuenca. Luego durante el Ordovícico Superior temprano se verifica una profundización con depósitos de pelitas negras en San Isidro, mientras en la región de Ponón Trehué la actividad tectónica provocaba el aporte de fragmentos y olistolitos de granitoides mesoproterozoicos y calizas ordovícicas a la cuenca. Se observa que la tectónica y la sedimentación, a pesar de reflejar procesos similares en las regiones de San Isidro y Ponón Trehué, han tenido un desarrollo diferente en el tiempo, indicando que estas dos áreas fueron cuencas completamente independientes, con comportamientos diferentes, a pesar que en ambas es posible reconocer un proceso tectónico de gran importancia verificado en el Ordovícico Medio y Superior, y que controló la dinámica de depósito en ambas regiones.

Finalmente, y ya dentro de esta región, en el sector del Cerro Bola, se han descrito lutitas verdosas y negras en la Formación Pavón. Allí, Cuerda *et al.* (1998) registraron la biozona de *C. bicornis* (Ordovícico Superior), lo que permitiría correlacionar tentativamente el momento de depósito de olistolitos y bloques del Miembro Los Leones con la Formación Pavón (Figura 6).

Interpretación de la historia de la cuenca

Varios autores han sugerido interpretaciones sobre el desarrollo de la cuenca ordovícica en este sector (Keller 1999; Astini 2002). Se propone aquí una interpretación diferente a la luz de nuevos datos de campo y del análisis del registro bioestratigráfico.

Queda manifestado el desarrollo de una plataforma carbonática somera durante el Ordovícico temprano y que se extiende hasta el Ordovícico Medio, cuyas condiciones de depósito son equivalentes a las Formaciones La Silla/ San Juan en la Precordillera de San Juan. Durante el Ordovícico Medio, pre-Zona de *Pygodus serra* se verifica un evento tectónico de levantamiento que permite la exposición y erosión del basamento mesoproterozoico, aparentemente de características locales pues no tiene correlato en otras secciones en Precordillera.

En el Ordovícico Medio al Ordovícico Superior temprano, durante las biozonas de *P. serra* y *P. anserinus* una subsidencia progresiva de la cuenca está señalada por una superficie de inundación y una gradual profundización del ambiente marino con la acumulación de calizas de aguas profundas a pelitas de cuenca.

Posteriormente, durante el Ordovícico Superior un rápido incremento en la tasa de profundización o en la subsidencia de la cuenca es evidente, provocando la generación de un margen escarpado que permite el colapso y aporte de bloques de granitoides y de calizas a la cuenca. Con el fin de generar suficiente espacio de acomodación para grandes volúmenes de rocas desplazadas, así como producir un escarpe pronunciado en el margen de la cuenca necesario para los depósitos de tipo gravitatorio, la subsidencia de la cuenca debió haber sido rápida y controlada tectónicamente, sin relación con cambios eustáticos lo que definiría una cuenca extensional (Astini, 1999; 2002).

Conclusiones

Se redefine formalmente a la Formación Ponón Trehué, sur de la provincia de Mendoza. La edad de la misma se circunscribe al lapso Darriwiliano - Ordovícico Superior temprano. Se ponen de manifiesto dos conjuntos de rocas, uno de tipo mixto (Miembro Peletay) y otro clástico con grandes bloques de calizas y granitoides (Miembro Los Leones). Se interpreta la Formación Ponón Trehué como el registro de un evento diastrófico altamente erosivo, poniendo en evidencia el grado de tectonismo que afectó a esta región. La Formación Ponón Trehué no puede ser correlacionada de manera integral, por sus características litológicas y por el lapso temporal que ocupa, con los afloramientos de la Precordillera. Sin embargo, puntualmente y en ciertos estadios temporales la correlación es factible, fundamentalmente con la Precordillera de Mendoza. La definición de la Zona de *Amorphognathus tvaerensis* permite por primera vez su correlación tentativa con la Formación Pavón, dentro del Bloque de San Rafael. Por último, todas las características litológicas y distribución de facies sostienen un modelo de cuenca de tipo extensional concordante con el que exhibe la Precordillera.

Agradecimientos: Al CONICET por sostener el desarrollo de esta investigación a través de los años con los PEI 308 y 6555. A los colegas Carlos Cingolani, Stanley Finney, Silvio Peralta y Matilde Beresi, quienes siguieron de cerca el desarrollo de este manuscrito, brindando innumerables sugerencias. Al Téc. Vicente Mulet por las figuras. Las microfotografías fueron obtenidas en el Microscopio Electrónico de Barrido de la Universidad Nacional del Comahue, Facultad de Ingeniería, con el asesoramiento de la Ing. Ana Basset. A mis amigos: Geol.

Gustavo Gallardo, Ms. Cs. Jorge Calvo, Pablo (Paul) Posse y Dra. Matilde Beresi, que participaron en diferentes campañas a la zona.

Bibliografía

- Albanesi, G. y Ortega, G. 2002. Advances on Conodont-Graptolite Biostratigraphy of the Ordovician System of Argentina. En: F.G. Aceñolaza (Ed.): Aspects of the Ordovician System in Argentina. *Serie de Correlación Geológica* 16:143 - 166, Instituto Superior de Correlación Geológica (INSUGEO).
- Albanesi, G., Bergström, S. y Melchor, R., 2003. The San Jorge Formation, La Pampa Province, Argentina, dated by means of conodonts. Reunión Anual de Comunicaciones de la Asociación Paleontológica Argentina y Simposio de Tafonomía y Paleoecología. Santa Rosa. *Ameghiniana* 40 (4) Suplemento, 2003, Resúmenes: 77(R).
- Astini, R. 1998. Algunos ejemplos de discordancias de inundación y regresiones forzadas inducidas por tectónica en el Ordovícico de la Precordillera. *VII Reunión Argentina de Sedimentología*, Salta, Acta: 104.
- Astini, R. 1999. Sedimentological constrains on the Middle-Upper Ordovician extension in the exotic-to-Gondwana Precordillera terrane. *Acta Universitatis Carolinae Geologica* 43(1-2):119-122. University Charles V. Prague.
- Astini, R. 2002. Los conglomerados basales del Ordovícico de Ponón Trehué (Mendoza) y su significado en la historia sedimentaria del terreno exótico de Precordillera. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 57(1):19- 34.
- Astini, R., Ramos, V., Benedetto, J. L., Vaccari, N. y Cañas, F. 1996. La Precordillera: un terreno exótico a Gondwana. *XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos*, Buenos Aires, Actas, V: 293 - 324.
- Baldis, B. y Blasco, G. 1973. Trilobites ordovícicos de Ponón Trehué, Sierra Pintada de San Rafael, provincia de Mendoza. Asociación Paleontológica Argentina, *Ameghiniana*, 10 (1):72 - 88.
- Beresi, M. y Heredia, S. 2000. Sponge spicule assemblages from the Middle Ordovician of Ponón Trehué, Southern Mendoza, Argentina. *Revista Española de Paleontología* 15(1):37-48. Oviedo.
- Beresi y Heredia, S. 2003. Ordovician calcified cyanobacteria from the Ponón Trehué Formation, Mendoza Province, Argentina. 9 International Symposium on the Ordovician System. *Serie Correlación Geológica* 17: 257 - 262, Instituto Superior de Correlación Geológica (INSUGEO).
- Bergström, S. 1983. Biogeography, evolutionary relationships and biostratigraphic significance of Ordovician platform conodonts. *Fossils and Strata*, 15:35-58. Oslo.
- Bergström, S., 1990. Relations between conodont provincialism and changing palaeogeography during the Early Palaeozoic. En: McKerrow, W.S. y Scotese, C.R. (eds.). *Palaeozoic Palaeogeography and Biogeography*. Geological Society of London Memoir, 12:105-121.
- Bordonaro, O. Keller, M. y Lehnert, O. 1996. El Ordovícico de Ponón Trehué en la Provincia de Mendoza (Argentina): Redefiniciones estratigráficas. *XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos*, Buenos Aires, Actas I: 541 - 550.
- Cingolani, C. 2003. Evolución geológica pre - carbonífera del Bloque de San Rafael, Mendoza (Argentina): Datos geoquímicos e isotópicos. *Simposio Internacional: Acreção do microcontinente Cuyania 'a Proto - margen do Gondwana*, Abstracts: 4. Porto Alegre, Brasil.
- Cingolani, C., Basei, M., Llambías, E., Varela, R., Chemale Jr., F. y Abre, P. 2004. The Cerro La Ventana Formation as a Mesoproterozoic crustal basement at the San Rafael Block, Mendoza province (Argentina): geochemical and isotopic age constraints. Abstract. *Simposio 40 años de Geocronología en Brasil*, Sao Paulo, diciembre 2004.
- Cingolani, C. y Cuerda, A. 1996. El Ordovícico del flanco oriental del cerro Bola, en la sierra Pintada de San Rafael, Provincia de Mendoza. *Actas 13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos*, 1:369. Buenos Aires.
- Cingolani, C. y Heredia, S. 2001. Bloque de San Rafael: Cerro Bola y Ponón Trehué. Field Trip guide. International Symposium on the Ordovician System, San Juan, 2003, Argentina. *Serie Miscelánea* 7:7:20, Instituto Superior de Correlación Geológica (INSUGEO).
- Cingolani, C. y Varela, R. 1999. The San Rafael Block, Mendoza (Argentina): Rb - Sr Isotopic age of basement rocks. *II South American Symposium on Isotope Geology*, Actas: 23- 26.
- Criado Roque, P. 1972. Bloque de San Rafael. En: A. F. Leanza (Ed.), Primer Simposio de Geología Regional Argentina, *Academia Nacional de Ciencias* p. 283-295. Córdoba.
- Criado Roque, P. e Ibañez, G. 1979. Provincia geológica Sanrafaelino-pampeana. *Segundo Simposio de Geología Regional Argentina* 1:837-869. Academia Nacional de Ciencias. Córdoba.
- Cuerda, A.J., Cingolani, C.A., Manassero, M. 1998. Caradoc graptolite assemblages and facial relations from the Cerro Bola section, San Rafael Block, Mendoza Province Argentina. *6th International Graptolite Conference*. IUGS Subcommission on Silurian Stratigraphy, (23): 170-175, Madrid.
- Cuerda, A.J., Cingolani, C.A. 1998. El Ordovícico de la región del Cerro Bola en el Bloque de San Rafael, Mendoza: sus faunas graptolíticas. *Ameghiniana* 35(4):427-448.

- Dessanti, R. N. 1956. Descripción Geológica de la Hoja 27c, cerro Diamante (Provincia de Mendoza). *Dirección Nacional de Geología y Minería*, Boletín 85:1-79. Buenos Aires.
- Finney, S. 2005. Global Series and Stages for the Ordovician System: a progress report. *Geologica Acta* 3 (4): 309-316. Barcelona.
- Furque, G. y Cuerda, A. 1979. Precordillera de La Rioja, San Juan y Mendoza. *Segundo Simposio de Geología Regional Argentina*, Córdoba, Academia Nacional de Ciencias, I: 455 – 522.
- Gallardo, G. y Heredia, S. 1995. Estratigrafía y sedimentología del Miembro Inferior de la Formación Empozada (Ordovícico Medio y Superior), Precordillera Argentina. *Boletín Academia Nacional Ciencias* 60(3-4):449-460. Córdoba. Reunión Internacional del Proyecto 271 IUGS - UNESCO Nov. 1991, Porto Alegre, Brasil.
- González Díaz, E.F. 1981. Nuevos argumentos a favor del desdoblamiento de la denominada "Serie la Horqueta", del Bloque de San Rafael, provincia de Mendoza. *Actas 8° Congreso Geológico Argentino*, 3:241-256. San Luis.
- Heredia, S. 1982. *Pygodus anserinus* Lamont et Lindström (Conodonto) en el Llandeillano de la Formación Ponón Trehué. *Ameghiniana* 19 (3-4): 101-104. Buenos Aires.
- Heredia, S. 1996. El Ordovícico del Arroyo Ponón Trehué, sur de la provincia de Mendoza. *XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos*. Actas I: 601-605. Buenos Aires.
- Heredia, S. 1998. *Eoplacognathus robustus* (Conodonta) en la Formación Ponón Trehué (Ordovícico Inferior), Sierra Pintada, provincia de Mendoza, Argentina. *Ameghiniana* 35(3):337-344, Buenos Aires.
- Heredia, S. 2001. Late Llanvirn conodonts from Ponón Trehué Formation, Mendoza, Argentina. *Gaia* 16:101-117, Revista de Geociencias, Portugal.
- Heredia, S. 2002. Upper Llanvirn – Lower Caradoc Conodont biostratigraphy southern Mendoza, Argentina. En: F.G. Aceñolaza (Ed.): Aspects of the Ordovician System in Argentina. *Serie de Correlación Geológica* 16:167 - 176, Instituto Superior de Correlación Geológica (INSUGEO).
- Heredia, S. y Beresi, M. 2000. Conodont biostratigraphy and paleoenvironment of the Late Llanvirn -Lower Caradoc (Ordovician), south of the province of Mendoza, Argentina: *17th Geoscientific Latinamerica Colloquium. Institut für Geologie und Paläontologie Universität Stuttgart*. XVII. Simposio sobre la Geología de Latinoamérica Profil, Band 18, pag. 48.
- Heredia, S. y Beresi, M. 2004. La Formación Empozada y su relación con la Formación Estancia San Isidro (nov. nom.), Ordovícico de la Precordillera de Mendoza. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*. 59(2):178-192.
- Heredia, S. y Rosales, C. (en prensa). Biofacies de Conodontes de la Formación Ponón Trehué y la importancia bioestratigráfica como sección tipo para el límite del Ordovícico Medio-Ordovícico Superior de Cuyania (Argentina). *Serie Correlación Geológica*.
- Keller, M. 1999. Argentine Precordillera: Sedimentary and Plate tectonic history of a Laurentian crustal fragment in South America. *Geological Society of America*, Special Paper: 1-118. Boulder.
- Lehnert, O., Bergström, S., Keller, M. y Bordonaro, O. 1999. Middle Ordovician (Darrwilian – Caradocian) conodonts from the San Rafael region, west-central Argentina: Biostratigraphic, paleoecologic and paleogeographic implications. *Boll. della Società Paleontologica Italiana* 37(2-3):199-214. Modena.
- Lehnert, O., Keller, M. y Bordonaro, O. 1998. Early Ordovician conodonts from the southern Cuyania Terrane (Mendoza Province, Argentina). In: H. Szaniawski (ed.) Proceedings of the Sixth European Conodonts Symposium, (ECOS VI). *Palaeontologia Polonica* 58, 47 – 65.
- Levy, R. y Nullo, F. 1975. Braquiópodos Ordovícicos de Ponón Trehué. Bloque de San Rafael (provincia de Mendoza, Argentina). *1° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía*. Actas, 1:23-32. Tucumán.
- Núñez, E. 1962. Sobre la presencia del Paleozoico inferior fosilífero en el Bloque de San Rafael. *Primeras Jornadas Geológicas Argentinas* II:185-189. Buenos Aires.
- Núñez, E. 1979. Descripción Geológica de la Hoja 28d, estación Soitú. Provincia de Mendoza. *Servicio Geológico Nacional* Boletín 166:1-67.
- Ortega, G., Heredia, S., Albanesi, G. y Beresi, M. 2003. Ordovician graptolites and conodonts of the Empozada Formation, Precordillera of Mendoza. San Isidro, Mendoza. Field Trip guide. 7 International Graptolite Conference and Field Meeting of the International Subcommission on Silurian Stratigraphy. Ortega, G. and Aceñolaza G.F. (eds.) San Juan, 2003, Argentina. INSUGEO, *Serie Correlación Geológica* N° 18, Anexo.
- Padula, E. 1951. Contribución al conocimiento geológico del ambiente de la Cordillera Frontal, Sierra Pintada, San Rafael (Mendoza). *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 6 (1):5-13. Buenos Aires.
- Rossi de García, E., Proserpio, C. y Núñez, E. 1974. Ostrácodos ordovícicos de Ponón Trehué, provincia de Mendoza. *Ameghiniana*, 11:400-412. Buenos Aires.
- Sarmiento, G. y García López, S. 1993. Síntesis sobre las faunas de conodontes del Paleozoico Inferior de Ibero-América y de la Península Ibérica (1958-1992). *Revista Española de Paleontología*, 8(2):191-205.

Recibido: 21 de Febrero de 2006

Aceptado: 10 de Junio de 2006