

EL SILÚRICO DE LA SIERRA DE LA INVERNADA, PRECORDILLERA DE SAN JUAN: IMPLICANCIAS ESTRATIGRÁFICAS Y PALEO GEOGRÁFICAS

Silvio H. PERALTA¹

¹ CONICET, Instituto de Geología, Facultad Ciencias Exactas, Físicas y Naturales - Universidad Nacional de San Juan.
E-mail: speralta@unsj-cuim.edu.ar

RESUMEN

En el flanco oriental de la sierra de La Invernada, Precordillera Central de San Juan, aflora una sucesión marino-clástica del Ordovícico Superior-Silúrico, asignada al Grupo Tucunuco, integrada por las formaciones La Chilca, su equivalente lateral Los Bretes (Hirnantiano?-Wenlockiano temprano), y la Formación Los Espejos (Wenlockiano medio-Ludowiano), con espesores variables entre 150 m y 220 m. Esta sucesión yace en discordancia erosiva (paraconcordancia), sobre calizas de la Formación San Juan (Ordovícico temprano), y es cubierta en paraconcordancia por depósitos devónicos de la Formación Punta Negra. En el área de Gualilán, la Formación La Chilca está representada por una sucesión de pelitas y areniscas estrato-granocreciente, que hacia el sur cambian a facies de pelitas bioturbadas formalmente denominadas en este trabajo Formación Los Bretes (*nom. nov.*) (=“Facies Pachaco de la Formación Tambolar”), cuyo estrato-tipo se propone en el cerro Blanco de Pachaco. La Formación Los Espejos sobreyace en paraconcordancia a la Formación La Chilca, presenta arreglo estrato-granocreciente, con pelitas transgresivas a la base, vaques, acumulaciones bioclásticas y estructuras de deformación sinsedimentaria en la parte superior. La Formación Los Espejos no aflora en Pachaco, pero sus depósitos se encuentran resedimentados en olistostromas del Devónico. Los depósitos silúricos del área de estudio muestran posición relativa distal, respecto a sus equivalentes de la Precordillera Central. El cambio de facies de la Formación La Chilca y ausencia de la Formación Los Espejos, se interpreta como resultado del basculamiento de la cuenca silúrica hacia el norte debido al control estructural del Alto del Tambolar.

Palabras clave: *Silúrico, sierra de la Invernada, Precordillera, San Juan, Argentina*

ABSTRACT

Silurian of the La Invernada Range, San Juan Precordillera: Stratigraphic and paleogeographic meaning.

A Silurian siliciclastic succession, assigned to the Tucunuco Group, composed of the La Chilca/Los Bretes (Hirnantian? to early Wenlock), and the Los Espejos (middle Wenlock to Ludlow) formations, is described on the eastern flank of the sierra de La Invernada, at the Central Precordillera. In the Gualilán area, the La Chilca Formation is composed by of silt and sand thickening and coarsening upward sequence (shallowing), exhibiting a facies change towards the south to bioturbated shale named “Facies Pachaco of the Tambolar Formation”, which formally is here redefined as Los Bretes Formation, its type section is located at the cerro Blanco de Pachaco. The Los Espejos Formation shows a marked southward onlap toward south, but it is not exposed in the San Juan River area; there, its deposits appear reworked into the Los Sombreros Formation. The Punta Negra Formation paraconformably overlies the Los Espejos Formation (Gualilán area), and to the Los Bretes Formation (Pachaco area) and, in turn, it erosively underlies the Los Sombreros Formation, which age is assigned to the Devonian post-Punta Negra Formation on the basis of its stratigraphic relationship, and lithological and paleobiological features.

The Silurian succession shows a relative distal position in comparison with its correlatives from the Central Precordillera. The facies change of the La Chilca Formation and the southward onlap of the Los Espejos Formation, are interpreted as a result of northward tilting of the Silurian basin.

Keywords: *Silurian, La Invernada Range, Precordillera, San Juan, Argentine*

INTRODUCCIÓN

La sierra de La Invernada se extiende con rumbo N-S sobre el borde occidental de la Precordillera Central de San Juan, desde el área de Gualilán hasta la margen norte del río San Juan. Limita al oeste con el

valle de La Invernada, que la separa de la sierra del Tigre, Precordillera Occidental, (Fig. 1), y al este por las depresiones intermontanas que, desde Gualilán hasta el río San Juan, la separan del resto de la Precordillera Central. Al área de estudio se accede por la ruta provincial 132 cuya traza

une la ciudad de San Juan con las localidades de Talacasto, Pachaco y Calingasta. El cuerpo principal de la sierra está integrado por sedimentitas portadoras de trazas fósiles, graptolitos y conodontes del Ordovícico y rocas básicas asociadas, asignadas a la Formación Sierra de La Inverna-

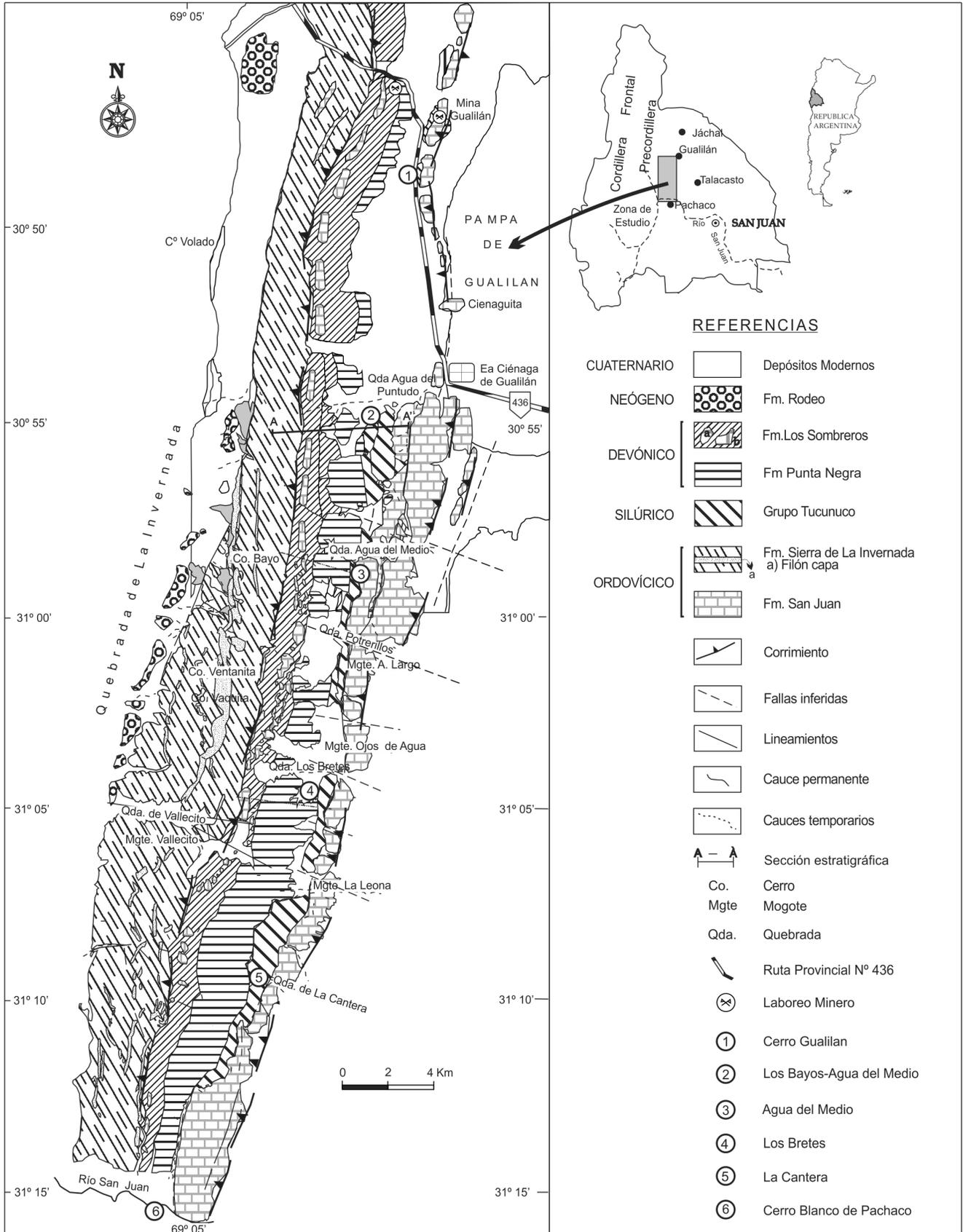


Figura 1: Mapa geológico del área de estudio de sierra de La Invernada.

da (Furque *et al.* 1990, Caballé *et al.* 1992, Banchig 1996, Ortega *et al.* 2004, 2008, 2010a, b). El techo y la base de esta formación se desconocen debido a la naturaleza tectónica de sus contactos; fallamiento inverso con depósitos equivalentes de la Sierra del Tigre al oeste (Caballe *et al.* 1993), y con depósitos de olistostroma del Devónico al este.

Desde el punto de vista estratigráfico, el conocimiento del Silúrico de la sierra de La Invernada es impreciso e incompleto. Un primer intento de ordenamiento estratigráfico es realizado por Furque (1983) en la geológica Hoja 19 c, "Ciénaga de Gualilán". Treo y Baraldo (1984), analizan la estructura de los depósitos eopaleozoicos expuestos en el área de Gualilán, a los que interpretan como parte de un sinclinal. Bracco (1985) y Guillén (1985), realizan una reseña estratigráfica y asignan los olistostromas al Silúrico.

Furque y Caballé (1990) refieren los depósitos silúricos al Grupo Tucunuco, y los devónicos a las Formaciones Talacasto y Punta Negra, e interpretan los olistostromas de la Formación Corralito como parte de la Formación Punta Negra. Pittaluga *et al.* (1996, 1997), en la sección de la quebrada Vallecito asignan la Formación Corralito al Silúrico sobre la base de su contenido paleontológico, considerando tectónica la relación con la Formación Punta Negra. La Motte (1996) estudia desde el punto de vista estructural y estratigráfico, los depósitos eopaleozoicos expuestos al oeste de la Ciénaga de Gualilán, en la quebrada de la Puerta (Fig. 4), interpretando una edad silúrica para la sucesión de olistostromas (Formación Corralito). Si bien estos depósitos fueron asignados al Silúrico y/o Devónico por los mencionados autores, los mismos no aportaron referencias precisas sobre sus relaciones estratigráficas, en particular con la Formación Punta Negra.

MARCO GEOLÓGICO

El área estudiada se enmarca en el ámbito de la Precordillera Central, caracterizada por corrimientos con vergencia oriental (Baldis y Chebli, 1969), en parte con ple-

gamiento de tipo armónico (Furque 1983, Furque y Caballé 1990, Caballé *et al.* 1992). La sucesión eopaleozoica aflorante en el área, mide aproximadamente 1.200 m de espesor, está limitada al este por el corrimiento Gualilán-Pachaco, que levanta las calizas de la Formación San Juan, y al oeste por el corrimiento La Invernada, que sobrepone sedimentitas ordovícicas de la Formación Sierra de la Invernada a los depósitos devónicos (Fig. 1). La sucesión del Silúrico y Devónico presenta, en general, rumbo norte-sur, buzamiento variable entre 50° E y vertical, que aumenta progresivamente hacia el oeste, en dirección al frente del corrimiento La Invernada.

El sustrato de la sucesión silúrica lo constituyen las calizas de la Formación San Juan (*sensu* Kobayashi 1937, Keller *et al.* 1994) (Tremadociano-Darriwiliano temprano), cuyos afloramientos conforman una faja que, con rumbo meridiano, se extiende desde los cerros de Gualilán hasta el cerro Blanco de Pachaco, integrada por bloques de calizas del orden de cientos de metros de extensión longitudinal, cuyo ancho varía levemente de norte a sur, no superando los 150 m de espesor. Los bloques conforman, en general, anticlinales asimétricos, limitados al este por un frente de corrimiento y desarrollo de la sucesión del Silúrico en su flanco occidental. Esta faja constituye el frente del corrimiento Gualilán-Pachaco, que con vergencia oriental levanta, en general, la parte media y superior fosilífera de la Formación San Juan, eliminando sus términos inferiores (Figs. 1 y 3). Desde Gualilán hasta el cerro Blanco de Pachaco, la Formación San Juan es cubierta en paraconcordancia, por el conglomerado basal de la Formación La Chilca y su equivalente lateral la Formación Los Bretes (*nom. nov.*), desconociéndose su base por efecto del corrimiento. El tope de la sucesión silúrica está indicado en la sierra de La Invernada, por la paraconcordancia (superficie transgresiva) que separa los niveles cuspidales de la Formación Los Espejos de las pelitas transgresivas de la base de la Formación Punta Negra, mientras que en el área de Pachaco, esta última unidad sobreyace a la Formación Los Bretes, por ausencia de registro de la

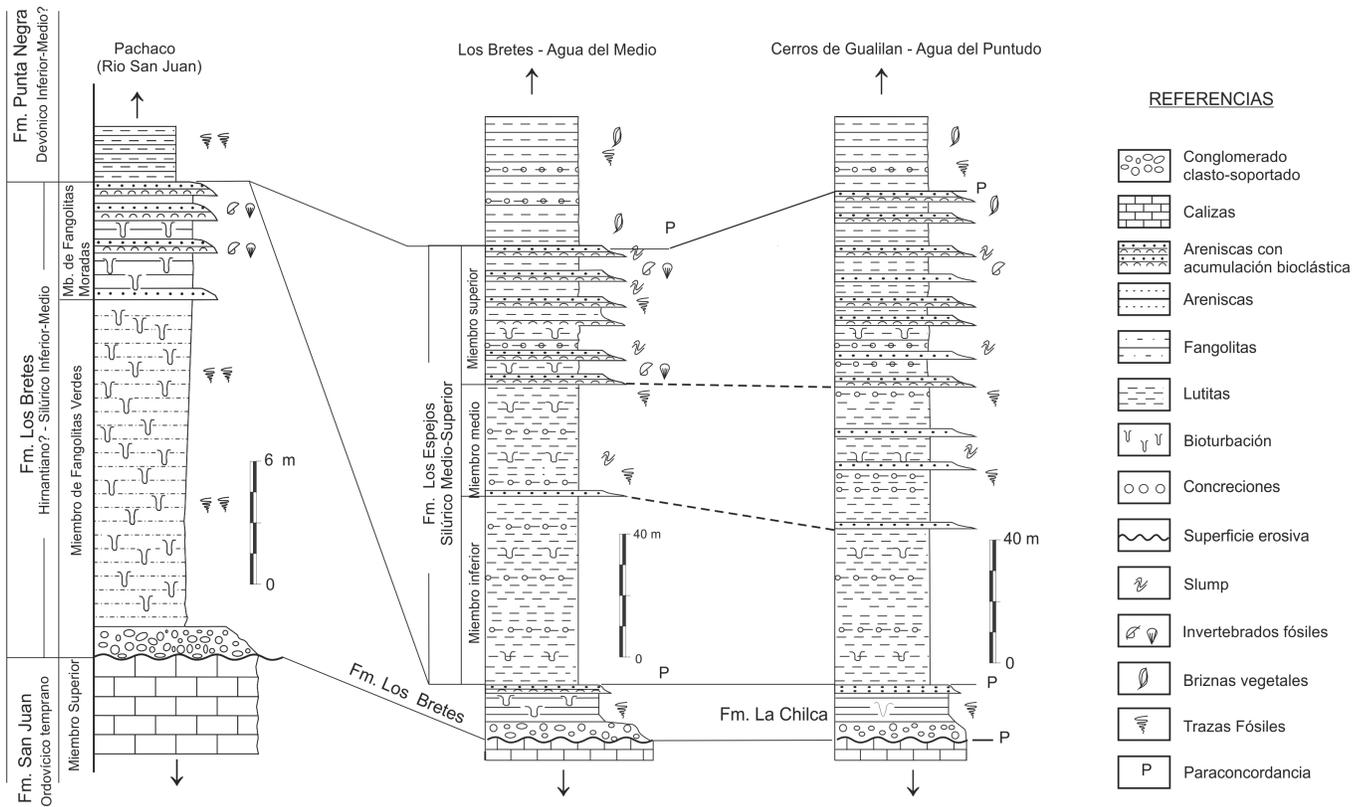
Formación Los Espejos.

La sucesión silúrica muestra, en general, una trama estratigráfica similar con sus correlativas del resto de la Precordillera Central entre los ríos Jáchal y San Juan, principalmente con el Grupo Tucunuco y, en menor grado con la Formación Tambolar, equivalente lateral de este último (Peralta *et al.* 1997), constituyendo con las calizas de la Formación San Juan, elementos omnipresentes en el área de estudio. Por otra parte, en la Precordillera Occidental, el registro dudoso de depósitos silúricos impide una precisa correlación con este sector, acorde con lo señalado por Astini *et al.* (1996), Peralta *et al.* (1998) y Baldis y Peralta (1999). Una excepción a ello lo constituye la datación K-Ar, realizada por Bughisch *et al.* (1993) en meta-sedimentitas de la Formación Calingasta, que arroja una edad entre 410 y 425 Ma.

En el área de Gualilán las calizas alojan cuerpos mineralizados (Minas de Gualilán), y están intruidas por cuerpos tabulares de composición dacítica-andesítica del Neógeno (Leveratto 1976). También se reconocen numerosos filones de dacita hipabisal (Oliveira *com. pers.*), de hasta 10 m de espesor, alojados en las unidades del Silúrico y Devónico, que se emplazan en dirección predominante N-S, siguiendo zonas de debilidad generadas por fallas de estratificación, o levemente oblicuas a la estratificación, las que serían el resultado de la tectónica andina (Furque 1983). El contacto con las sedimentitas hospedantes es neto, sin evidencias de metamorfismo de contacto visible, observándose una coloración gris clara en los bordes del filón, probablemente producto de enfriamiento diferencial (Oliveira *com. pers.*). La afinidad petrológica con los cuerpos subvolcánicos del área de Gualilán, sugiere una edad miocena de acuerdo con dataciones geocronológicas realizadas en rocas homólogas de otros sectores de Precordillera (Leveratto 1976).

MARCO ESTRATIGRÁFICO

En este trabajo, se estudiaron seis secciones estratigráficas (Fig. 1 y 2): 1-Cerro de Gualilán, 2- Quebradas de Los Bayos-



Dig. V. Mulet

Figura 2: Columnas estratigráficas de las unidades silúricas del flanco oriental de la sierra de La Invernada y su correlación con el Silúrico del área del cerro Blanco de Pachaco.

Agua del Puntudo, 3- Quebrada Agua del Medio, 4- Quebrada Los Bretes, 5- Quebrada de La Cantera, 6- Sección del Cerro Blanco de Pachaco. Estudios complementarios se realizaron en el área de Gualilán, en las quebradas de Las Grutas, del Paso Ancho y de la Puerta, donde las unidades del Silúrico están pobremente expuestas por erosión y cubierta moderna. En este aporte la sucesión silúrica de la sierra de La Invernada, sobre la base de sus atributos lito y bioestratigráficos y relaciones estratigráficas de campo, se homologa con el Grupo Tucunuco (Cuerda 1969).

Grupo Tucunuco (Cuerda 1969) (Hirnantiano tardío-Ludlowiano)

Esta unidad caracteriza al Silúrico de la Precordillera Central de San Juan, desde el área del río Jáchal hasta la sierra de la Dehesa, donde engrana lateralmente con la Formación Tambolar de amplia distribución en el área del río San Juan (Cuerda y Baldis 1971, Peralta *et al.* 1997, 1998, 2003). Una propuesta de correlación de la

Formación Tambolar con la Formación Los Espejos es sugerida por Astini y Marretto (1996), sin embargo los datos bioestratigráficos (Peralta *et al.* 1997) y litoestratigráficos (Peralta *et al.* 1998), indican una clara correlación de esta unidad con el Grupo Tucunuco, considerando el carácter condensado de las pelitas basales de la Formación Tambolar, que contienen palinomorfos similares a los descriptos para la base de la Formación La Chilca en la sección de Talacasto (Peralta *et al.* 1997, Pöthe de Baldis 1987, 1997, Rubinstein y García Muro 2011).

En el área de Gualilán y quebrada Agua del Puntudo, el Grupo Tucunuco está integrado por las Formaciones La Chilca y Los Espejos (Fig.3); y hacia el sur, en las quebradas del Agua del Medio, Los Bretes y la Cantera, por las Formaciones Los Bretes y Los Espejos, mientras que en el área de Pachaco está representado sólo por la Formación Los Bretes, por falta de registro de la Formación Los Espejos (Peralta y León 1993). Como resultado de es-

to último, entre el techo de la Formación Los Bretes y la base de la Formación Punta Negra, se registra un extenso hiato que abarca parte del Silúrico Medio, el Silúrico Superior y parte del Devónico Inferior, de acuerdo con los registros bioestratigráficos indicados para las Formaciones Los Espejos y Talacasto (Cuerda 1969, Benedetto *et al.* 1992, Herrera 1993, Peralta *et al.* 1995, Herrera y Bustos 2001).

Formación La Chilca (Cuerda 1966) (Hirnantiano-Wenlock temprano)

Sus afloramientos se reconocen en forma saltuaria, desde los cerros de Gualilán hasta el abra que separa las quebradas del Agua del Puntudo y Los Bayos (Figs. 3 y 4). Presenta arreglo general estrato-grano creciente, la parte inferior está integrada por fangolitas de coloración verdosa, de hasta 4 m de espesor, en cuya base destaca el clásico conglomerado con clastos de chert, de hasta 25 cm de espesor, coloración pardo oscura y fábrica clasto-soportada, el cual sobreyace en discordancia

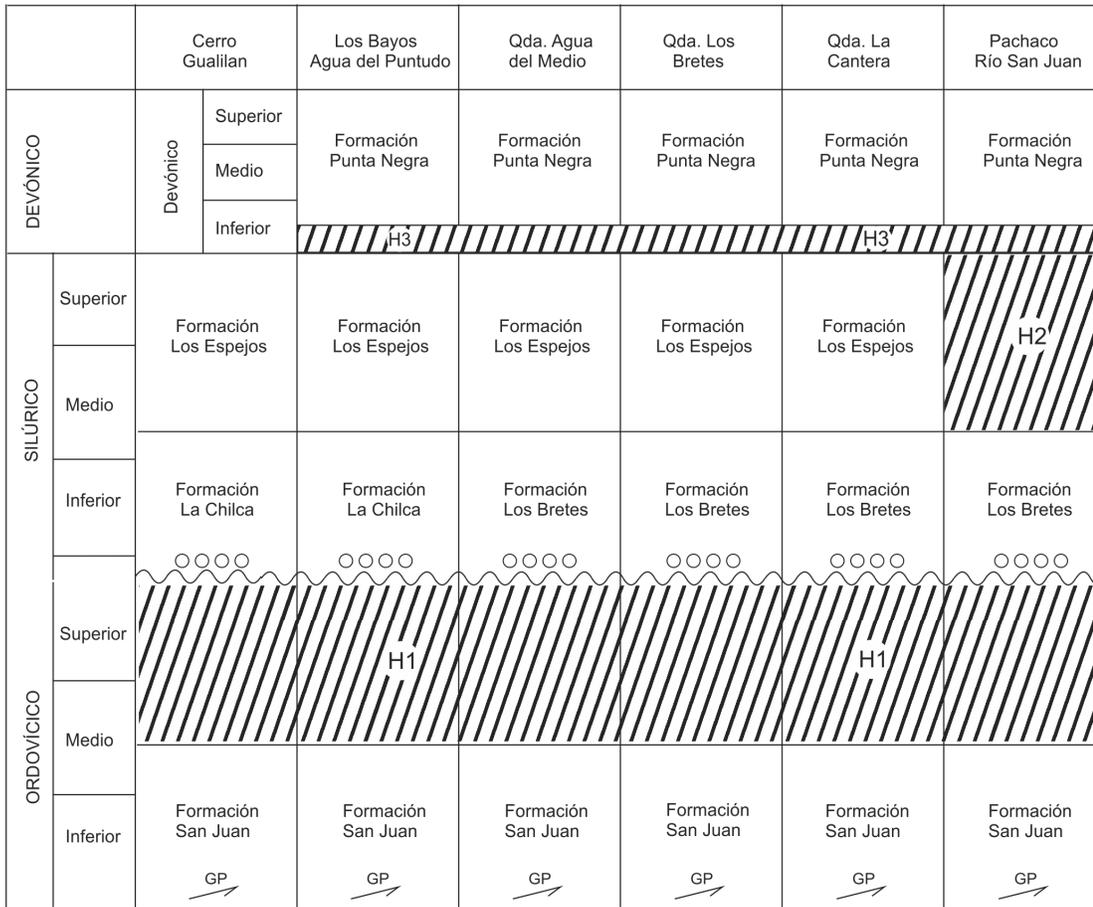


Figura 3: Correlación estratigráficas de las unidades silúricas del flanco oriental de la sierra de La Invernada y área de Pachaco, destacando sus relaciones estratigráficas y hiatos observados. T: Superficie transgresiva (Paraconcordancia), H1: Hiatus por falta de registro de Ordovícico medio a superior; H2: Hiatus por falta de registro de la Formación Los Espejos (Silúrico medio-superior); H3: Hiatus por falta de registro de la Formación Talacasto (Devónico inferior). GP: Corrimiento Guallilán-Pachaco.

erosiva a las calizas eo-ordovícicas de la Formación San Juan. En la parte superior predominan limolitas y areniscas muy finas a finas, de coloración morada, de hasta 8 m de espesor, con intensa bioturbación, cubiertas en paraconcordancia por las pelitas del tramo basal de la Formación Los Espejos. Esta parte está caracterizada por la ocurrencia de trazas fósiles de la icnofacies de *Cruziana: Paleophycus, Zoophycos, Planolites, Arenicolites, Chondrites*, y delgados niveles (<5 cm) de coquinas con braquiópodos de talla reducida ($\leq 0,5$ cm), no descritos hasta el presente para esta área. Sus características litológicas, contenido paleontológico y relaciones estratigráficas permiten su indudable correlación con depósitos equivalentes expuestos en la Precordillera Central, áreas del río Jáchal, Cerro La Chilca, Talacasto y sierra de La Dehesa. Los atributos litoestratigráficos y naturaleza de las estructuras sedimentarias presentes, han permitido su asignación a un ambiente de plataforma domi-

nado por tormentas (Peralta 1990, Peralta y Carter 1990, Astini y Piovano 1992, Peralta *et al.* 2003). La edad de esta formación, Hirnantiano a Wenlockiano temprano, se establece por su correlación con la Formación La Chilca en Talacasto, donde presenta niveles con graptolitos de las zonas de *N. persculptus*, *P. acuminatus*, *A. atavus* (Cuerda *et al.* 1982, 1988) y *M. priodon* (Kerlleñevich y Cuerda 1986, Albanesi *et al.* 2006). En la sección de Cerro del Fuerte, Benedetto (1995) registra una fauna de braquiópodos del Llandoveryano temprano (Rhuddaniano) y Wenlockiano (Benedetto 1995), a los que se asocia una fauna de conodontes descrita por Lehnert *et al.* (1999), que asignan al Rhuddaniano medio-Aeroniano inferior. Estas edades son consistentes con las asociaciones palinológicas registradas por Pöthe de Baldis (1987, 1997), y de graptolitos (Rickards *et al.* 1996).

Formación Los Bretes *nom. nov.* (Hirnantiano?-Wenlockiano temprano) (= Facies Pachaco de la Formación Tambolar *sensu* Peralta y León 1993).

Sus afloramientos se reconocen desde la quebrada del Agua del Medio hasta el área del río San Juan, donde sus depósitos se observan en relación erosiva sobre la Formación San Juan. Su reconocimiento y descripción inicial, en el área de Pachaco, corresponde a Peralta y León (1993), quienes introdujeron la denominación informal de “Facies Pachaco de la Formación Tambolar”, considerándola equivalente distal de la Formación Tambolar. Los datos aportados en este trabajo permiten su correlación sólo con las pelitas basales de la Formación Tambolar, y con la Formación La Chilca.

Con el nombre de Formación Los Bretes se reconoce a la sucesión con ligero arreglo estrato-grano creciente, limitada en la base y techo por sendas paraconcordancias, que la separan en la base de las

calizas eo-ordovícicas de la Formación San Juan, y en el techo de las pelitas basales de la Formación Los Espejos, secciones de Gualilán, Agua del Puntudo, Los Bayos, Agua del Medio, Los Bretes y La Cantera, o bien de las pelitas basales de la Formación Punta Negra en el área de Pachaco. El nombre de la unidad proviene de la Quebrada Los Bretes (Fig. 1), flanco oriental de la sierra de la Invernada, donde inicialmente fueron reconocidos sus afloramientos, pero el tectonismo actuante impide la definición de su estrato-tipo. Por esta razón se propone como estrato-tipo de esta unidad, la sección de la quebrada de Los Cazadores, en el cerro Blanco de Pachaco, a la margen sur del río San Juan (Fig. 1), por su proximidad a la Ruta 20, buena preservación de la sucesión de 25 m de espesor, con base y tope expuestos.

Se propone como para-estratotipo de La Formación Los Bretes la sección expuesta sobre la margen sur de la quebrada del Agua del Medio (Fig. 4), con base y tope expuesto y 8,8 m de espesor.

La Formación Los Bretes está integrada por dos miembros: inferior de fangolitas verdes (16 m) y superior de fangolitas moradas (9 m) (Peralta y León 1993). El miembro inferior presenta un conglomerado basal, de coloración pardo oscura, geometría tabular (mantiforme), fábrica clasto-soportada. Está integrado predominantemente por clastos de chert, texturalmente maduros, con tamaños de 0,5 a 15 cm, con predominio de tamaños de 5 a 9 cm. La matriz es escasa, tamaño arena mediana a gruesa, compuesta principalmente por granos de chert, en menor proporción de cuarzo y subordinadamente de limolita. Continúan fangolitas de coloración morada, que en partes muestran típica textura moteada por concentración de materia orgánica debido a bioturbación. Hasta el presente en este miembro se carece de registro de fósiles diagnósticos, pero considerando la edad hirnantiana asignada al conglomerado basal con clastos de chert en Talacasto (Cuerda *et al.* 1988), y el registro en el miembro superior suprayacente, de una fauna de braquiópodos que indica una

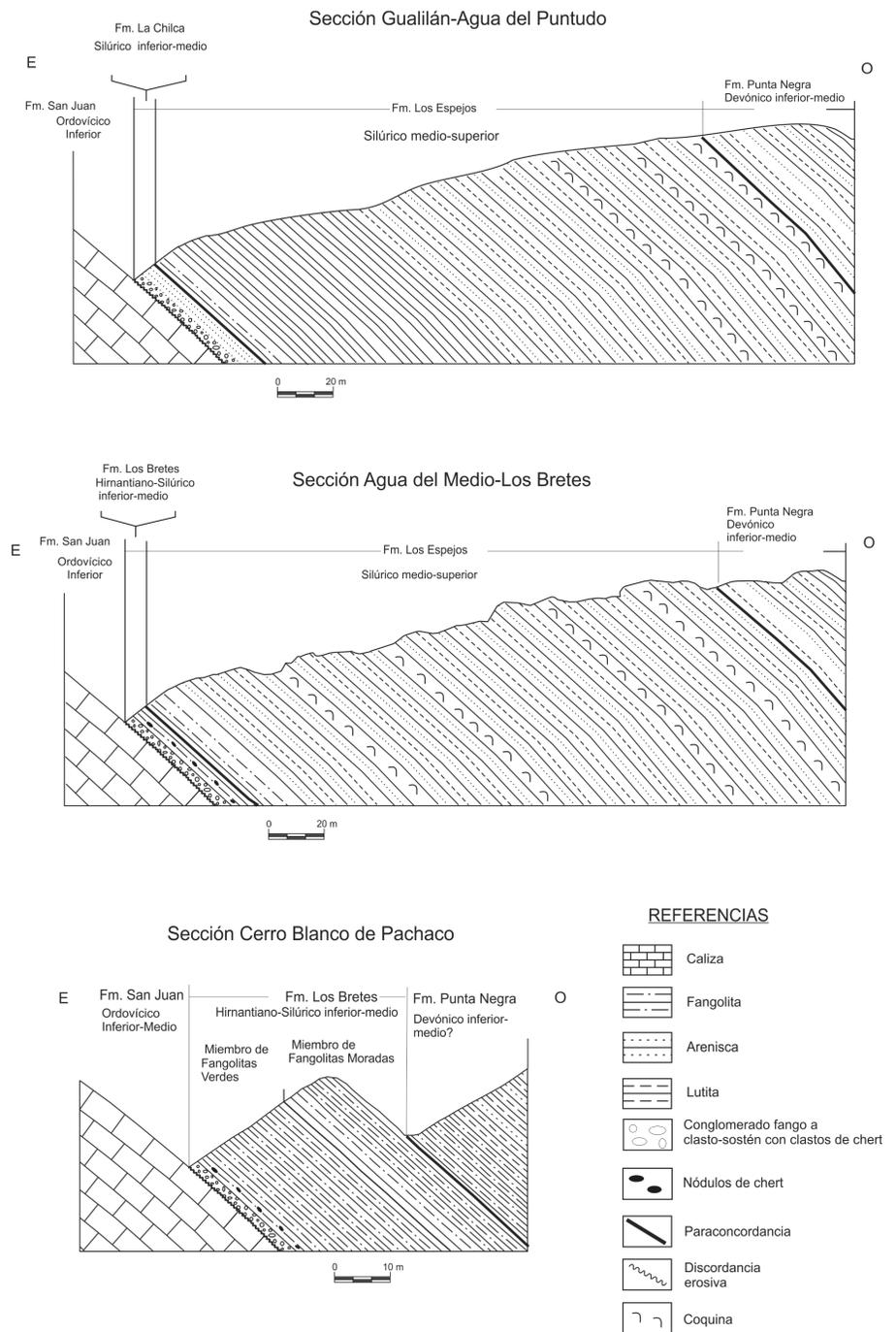


Figura 4: Perfiles estratigráfico-estructurales de las unidades silúricas de sierra de La Invernada y área de Pachaco.

edad wenlockiana (Benedetto y Franciosi 1998), sugieren una edad Hirnantiana a Wenlockiana para este miembro, lo que permite su correlación con la parte inferior de la Formación La Chilca.

El miembro superior de fangolitas moradas, de 2,8 m de espesor, sobreyace transicionalmente al miembro inferior, y en

el tope está limitado por una paraconcordancia que la separa de la base de la Formación Los Espejos, en el flanco oriental de la sierra de la Invernada, y de la Formación Punta Negra, en el área de Pachaco. En la quebrada de Los Bretes, la formación homónima se observa en mezcla tectónica con laminas de calizas de la For-

mación San Juan, y su espesor se observa en partes sobredimensionado como resultado de la deformación que afecta este sector.

Está integrado por fangolitas moradas con textura moteada por bioturbación intensa, con escasas y delgadas intercalaciones de capas de areniscas muy finas a finas y limolitas, con gradación normal, base neta y tope ondulado, gradacional a las pelitas, interpretadas como tempestivas (Peralta y León 1993, Peralta *et al.* 1995). En estos depósitos se reconocen trazas fósiles de *Zoophycos*, *Planolites* y *Phycosiphon*, que indican ambiente de plataforma distal y condiciones de aguas profundas, (Seilacher 1967, Osgood y Szmuc 1972, Frey y Seilacher 1980, Frey y Pemberton 1984). También se observan intercalaciones de acumulaciones bioclásticas basales o interstratificadas, que contienen abundantes restos de braquiópodos en regular estado de preservación, no descriptos al presente para las secciones de la Formación Los Bretes expuestas al norte del río San Juan. En este miembro, en la sección del cerro Blanco de Pachaco, Benedetto y Franciosi (1998) describen una fauna de braquiópodos integrada por *Orthostrophella* n. sp., *Dedzhetina* (*Notodedzhetina*) silúrica, *Leangella* (*Laengella*) sp., *Leptaena* sp., *Australina* sp., *Hovellella?* sp., y *Harringtonina?* sp. Esta fauna, asignada a la “fauna de *Leangella*”, indicaría una edad no más joven que Wenlockiano tardío, y se correlacionaría con la “primera asociación” de braquiópodos (sensu Benedetto *et al.* 1992), que ocurre con la “Comunidad dominada por *Australina*” (Sánchez *et al.* 1991) en el miembro inferior de la Formación Los Espejos, en la quebrada de Poblete, área de Talacasto.

La información bioestratigráfica existente sugiere el carácter diacrónico entre los niveles superiores de la Formación La Chilca, en el área de Talacasto, y de la Formación Los Bretes en el área de Pachaco y secciones al norte del río San Juan. En la primera, la presencia de *Monograptus priodon* (Kerlleñevich y Cuerda 1986) indicaría una edad llandoveriana tardía-wenlockiana temprana, mientras que en la Formación Los Bretes, la aso-

ciación de braquiópodos, “fauna de *Leangella*”, descrita por Benedetto y Franciosi (1998), indicaría una edad no más joven que Wenlockiano tardío, equivalente a la indicada para el miembro inferior de la Formación Los Espejos en Talacasto.

En trabajo reciente Mestre (2009) describe para los niveles de coquina del miembro superior de fangolitas moradas, una asociación de conodontes que refiere al Silúrico tardío (Pridoliano inferior) en base a la presencia de *Zieglerodina?* cf. *zellanmeri*. De acuerdo con las relaciones de campo y datos aportados en este trabajo para las unidades silúricas de la sierra de la Invernada y Pachaco, es evidente que la Formación Los Bretes es un equivalente lateral de la Formación La Chilca, con posición estratigráfica infrayacente respecto a la Formación Los Espejos, caracterizada esencialmente por macrofaunas (graptolitos, braquiópodos) y microfaunas (palinomorfos y conodontes) como formas diagnósticas del Silúrico medio-superior. Esto inequívocamente permite señalar que la edad de la Formación Los Bretes (=Facies Pachaco de la Formación Tambolar) no puede ser más moderna que la edad wenlockiana asignada a la base de la suprayacente Formación Los Espejos en base a su contenido paleobiológico, razón por la cual se acuerda con los argumentos bioestratigráficos sustentados por Benedetto y Franciosi (1998), Sánchez *et al.* (1991) y Benedetto *et al.* (1992).

Formación Los Espejos (Cuerda 1969)

En el área de estudio, esta unidad presenta espesores variables entre 120 m y 220 m, se caracteriza por su arreglo general estrato-grano creciente, la coloración verde y morada de su parte inferior, verde oliva de su parte media, y pardo a gris verdosa de los niveles limo-arenosos de su parte superior. Esta unidad se observa de norte a sur, parcialmente expuesta al oeste de los cerros de Gualilán, pero con mejor grado de desarrollo desde las quebradas Agua del Puntudo y cerro Bayo hacia el sur (Fig. 1).

Desde la quebrada de Los Bretes, en dirección al área del río San Juan, se produce el gradual acuñamiento y desaparición

de la Formación Los Espejos, razón por la cual sus depósitos no afloran en el área de Pachaco (Fig. 4), y solo se encuentran resedimentados en depósitos de olistostromas del Devónico post-Formación Punta Negra. Este hecho, sumado a la falta de registro de la Formación Talacasto (Devónico inferior) en todo el flanco oriental de la sierra de La Invernada, es el motivo por el cual, en el cerro Blanco de Pachaco, la Formación Los Bretes se observa cubierta en paraconcordancia por las pelitas basales transgresivas de la Formación Punta Negra. En este contexto, la ausencia de los depósitos de las Formaciones Los Espejos y Talacasto pone en evidencia, de norte a sur, un marcado incremento en el valor del hiato entre las formaciones Los Bretes y Punta Negra (Fig. 3), el cual se extendería entre el Wenlockiano medio y el Devónico Inferior (Emsiano), de acuerdo con la información bioestratigráfica disponible (Peralta *et al.* 1995, Benedetto y Franciosi 1998, Herrera y Bustos 2001). En el área de estudio, se reconocen en la Formación Los Espejos los tres miembros descriptos por Baldi y Peralta (1999).

Miembro inferior de lutitas verdes y moradas: esta unidad, desde Gualilán hasta la quebrada de La Cantera, yace en paraconcordancia sobre depósitos de la Formación La Chilca, y su equivalente Formación Los Bretes. El mismo está constituido por lutitas de coloración verdosa y morada en alternancia, entre los que intercalan niveles fangolíticos bioturbados y de concreciones pelítico-fosfáticas de 1 a 10 cm de diámetro. En la parte superior predominan capas delgadas de limolitas verdosas, que pasan en transición a los niveles psamíticos del miembro medio. En esta unidad son frecuentes trazas fósiles de la icnofacies de *Cruziana*, tales como *Paleophycus*, *Rusophycus*, *Planolites*, *Chondrites*, entre otros. Sin embargo en el área de Talacasto incluye braquiópodos de la Fauna de *Leangella* (Benedetto *et al.* 1992), y restos de *M. flemingii* (Rickards, com. pers.).

Miembro medio de pelitas y areniscas: está integrado por niveles de fangolitas bioturbadas, de coloración verdosa a verde-grisásea, con intercalaciones de capas de

	TALACASTO	PORTEZUELO DEL TAMBOLAR	CERRO BLANCO DE PACHACO	SIERRA DE LA INVERNADA
DEVÓNICO	FORMACIÓN PUNTA NEGRA	FORMACIÓN PUNTA NEGRA	FORMACIÓN PUNTA NEGRA	FORMACIÓN PUNTA NEGRA
	FORMACIÓN TALACASTO	FORMACIÓN TALACASTO		
SILÚRICO	FORMACIÓN LOS ESPEJOS			FORMACIÓN LOS ESPEJOS
	FORMACIÓN LA CHILCA	FORMACIÓN TAMBOLAR		
				FORMACIÓN LOS BRETES
ORDOVÍCICO				
	FORMACIÓN SAN JUAN			

Figura 5: Correlación de las unidades silúricas de sierra de La Invernada y Pachaco, con secciones clásicas del Portezuelo del Tambolar y quebrada de Talacasto.

arenisca fina con acumulaciones bioclásticas, de hasta 10 cm de espesor, portadoras de braquiópodos, entre los cuales se reconocen *Clarkeia tambolarenis*, *Leptaena argentina*, *Australina jachalensis*, *Harringtonina*? sp., *Castellaroína*?, y a las que se asocian restos de trilobites, corales, ostrácodos y tentaculitoideos. En estos depósitos es frecuente la ocurrencia de trazas fósiles dominadas por formas de *Planolites*, *Paleophycus*, *Chondrite* y *Neonereites*, que indican la icnofacies de *Cruziana*. También ocurren en esta sucesión niveles de deformación sinsedimentaria, principalmente deslizamientos sinsedimentarios de orden métrico, y estructuras de deformación por carga, y pasa en transición a los términos basales del miembro superior. *Miembro superior de areniscas y fangolitas*: está compuesto por capas de vaques verdosos a gris verdoso, bioturbados, con intercalaciones subordinadas de fangolitas. Son frecuentes las capas con estratificación cruzada en domo o “HCS” (*hummocky cross stratification*), y capas gradadas (tempestitas) a las que se asocian acumulaciones bioclásticas dominadas por *Clarkeia*

tambolarenis, *Leptaena argentina*, *Australina jachalensis*, *Harringtonina*? sp., y trazas fósiles de la icnofacies de *Cruziana*. Este miembro se caracteriza por la presencia a través de todo su espesor, de estructuras de deformación sinsedimentaria, pliegues sinsedimentarios y estructuras de carga, de orden métrico a decámetrico, coronado por un nivel de vaques muy finos-finos, bioturbado, de geometría tabular, sin deformación sinsedimentaria, que caracteriza el tope de la Formación Los Espejos en toda la Precordillera Central. Este miembro es cubierto en paraconcordancia por las pelitas transgresivas de la base de la Formación Punta Negra. Los depósitos de la Formación Los Espejos se habrían originado en ambiente de plataforma dominada por tormentas, similar a lo que ocurre con sus equivalentes en la sección de Talacasto (Peralta 1990) y sección de Las Aguaditas (Astini y Piovano 1992). Su edad ha sido establecida en el Wenlockiano medio para el miembro inferior, en base al registro de la “primera asociación de braquiópodos” descrita por Benedetto *et al.* (1992), alcanzado

hasta el Ludlowiano inferior en el miembro superior, de acuerdo con el registro de *Monograptus uncinatus* var. *notouncinatus*, *Saetograptus argentinus* (Cuerda 1969) y *Saetograptus (Colonograptus) roemeri* (Rickards *et al.* 1996), y Pridoliano hasta Lochkoviano basal en la sección del cerro del Fuerte en base al registro de faunas de braquiópodos (Benedetto *et al.* 1992). Albanesi *et al.* (2006) registran en la parte superior de la Formación Los Espejos *Kockelella variabilis variabilis*, forma diagnóstica del Ludlowiano inferior, Heredia *et al.* (2007) indican esta misma forma, asociada al nivel más alto con braquiópodos, asociación 4 de Benedetto *et al.* (1992), por lo que concluyen que los términos superiores de la Formación Los Espejos corresponden al Ludlowiano inferior y no al Lochkoviano. Esto se ve corroborado en la sierra de La Invernada, por la ocurrencia de *Monograptus uncinatus* var. *notouncinatus* en los niveles arenosos cuspidales de la Formación Los Espejos.

SIGNIFICADO PALEOAMBIENTAL Y TECTO-SEDIMENTARIO

El cambio de facies de norte a sur de la Formación La Chilca y consecuente engranaje lateral con la Formación Los Bretes, es acompañado por una profundización relativa de la cuenca silúrica hacia el oeste, desde el área de cerro La Chilca-Talacasto-La Dehesa (proximal), hacia el área de la sierra de la Invernada (distal) (Aceñolaza y Peralta 1991, Peralta y León 1993, Peralta *et al.* 1998) (Fig. 5). Lo expuesto es coherente con la interpretación de Benedetto y Franciosi (1998), quienes consideran que los niveles portadores de coquinas con la “fauna de *Laengella*” en el miembro superior de fangolitas moradas de la Formación Los Bretes, en el área de Pachaco, se habrían depositado en aguas más someras que sus equivalentes de la base de la Formación Los Espejos en el área de Talacasto. Esto se opone con la interpretación de Astini y Maretto (1996), que indica un ambiente proximal para los depósitos silúricos de Jáchal, y distal para los del área de Tambolar-Pachaco, con-

siderando tanto el registro sedimentario como biofacies.

La información estratigráfica aportada en este trabajo, demuestra que en la sierra de la Invernada, el miembro superior de la Formación Los Bretes infrayace en paraconcordancia al miembro inferior de lutitas verdes y moradas de la Formación Los Espejos, relación esta equivalente a la existente entre esta última unidad y el tope de la Formación La Chilca, tanto en el área de Gualilán como en el resto de la Precordillera Central (Peralta 1990, Peralta *et al.* 2003). En la Precordillera Central los estudios estratigráficos realizados en el Silúrico de la sección del río San Juan por Aceñolaza y Peralta (1991), Peralta y Carter (1990), Peralta *et al.* (1997), León y Peralta (1997), Peralta *et al.* (1998) y Baldis y Peralta (1999), y la presencia de la “fauna de *Leangella*” del Wenlockiano tardío, en el tramo superior de la Formación Los Bretes (Benedetto y Franciosi, 1998) en el área de Pachaco, indican profundización de la cuenca hacia el norte y el oeste respectivamente. Ello es consistente con lo observado al comparar el desarrollo de espesores y litofacies de la Formación La Chilca en el sector Jáchal-La Chilca-Talacasto (proximal), con sus equivalentes en el área de Gualilán y Pachaco (distal).

La falta de registro de la Formación Los Espejos, en el área del Pachaco, se atribuye a la actividad del Alto del Tambolar (Braccini 1950, Heim 1952) como elemento de control estructural de la cuenca silúrica, que produjo el basculamiento de la cuenca hacia el norte, probablemente, provocando también el cambio de facies del duplo formacional La Chilca-Los Bretes. Ello explicaría el desarrollo de la superficie transgresiva entre estas dos unidades y la base de la Formación Los Espejos, el hiato representado por ella y el arreglo estrato-grano creciente de las tres unidades. Esto, sumado al evento de regresión forzada (Peralta 2006) representado por el duplo formacional La Chilca-Los Bretes, explicaría el carácter diacrónico de sus términos superiores, y probable coetaneidad entre los niveles del miembro superior de la Formación Los Bretes y miembro inferior de la Forma-

ción Los Espejos, ambos portadores de elementos de la “fauna de *Leangella*” (Benedetto y Franciosi 1998).

De esta forma, el evento transgresivo que inicia la sedimentación de la Formación Los Espejos no está documentado en el área de Pachaco, extendiéndose hasta poco más al norte del río San Juan, en los alrededores de la quebrada de La Canteira (Fig. 1), donde se registran los últimos asomos de la mencionada formación. Esta unidad, limitada por sendas paracordancias, presenta arreglo general transgresivo-regresivo, con frecuentes niveles de deformación sinsedimentaria (“slumps”) en el miembro superior (Peralta 1990), interpretados como sismitas por Astini y Maretto (1996). Ambos procesos, carácter regresivo y ocurrencia de deslizamientos sinsedimentarios, podrían considerarse como una consecuencia del gradual ascenso del Alto del Tambolar, y consecuente basculamiento hacia el norte, lo que habría condicionado la extensión de la Formación Los Espejos y el proceso de regresión forzada que le dio origen (Peralta 2006), lo cual podría asociarse con los movimientos Precordilleranos en el sentido de Furque (1965) y Astini *et al.* (1996).

CONCLUSIONES

En el flanco oriental de la sierra de La Invernada, las relaciones estratigráficas de campo, registro bioestratigráfico y facies sedimentarias, indican equivalencia lateral de las formaciones La Chilca y Los Bretes, con un marcado cambio de facies de pelitas y areniscas de la primera a fangolitas bioturbadas de la segunda. Lo expuesto permite sugerir para la Formación Los Bretes, una edad hirnantiana a wenlockiana temprana, en total acuerdo con lo indicado por el registro de la “fauna de *Leangella*”.

La falta de registro de la Formación Los Espejo en el área de Pachaco, cuyos depósitos se encuentran resedimentados en depósitos alóctonos del Devónico post-Formación Punta Negra, se interpreta como resultado del control estructural del Alto del Tambolar, cuyo levantamiento produjo el basculamiento y profundización de

la cuenca silúrica hacia el norte, con desarrollo de facies más someras en dirección al Alto del Tambolar.

El arreglo regresivo, estrato grano creciente, del duplo formacional La Chilca/Los Bretes y de la suprayacente Formación Los Espejos, puede considerarse como el resultado de procesos de regresión forzada, de acuerdo con lo sugerido por Peralta (2006), considerando el control estructural ejercido por el Alto del Tambolar. En este contexto, la evolución de la cuenca silúrica para el área de estudio, puede ajustarse a un modelo de régimen extensional, durante el cual episodios de subsidencia (transgresión)-somerización (regresión) con relleno pasivo, están evidenciados por el arreglo estrato-grano creciente de las mencionadas unidades.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece al Instituto de Geología, Universidad Nacional de San Juan, por el apoyo recibido. Al Dr. Edson Oliveira (Universidad de Campinas, Brasil) por el aporte sobre las vulcanitas del área de estudio; a los alumnos de Geología, Iván Chávez, Ignacio Cuadra y Marcelo Ortiz, por el apoyo en las tareas de campo, y al Técnico Vicente Mulet por su aporte en la parte gráfica.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Aceñolaza, F. G. y Peralta, S.H. 1991. Trazas fósiles de la Formación Tambolar, Silúrico de la Precordillera Central sanjuanina, Argentina. *Revista Técnica de YPFB* 12: 125-127.
- Albanesi, G.L., Ortega, G., Hünnicken, M.A. 2006. Bioestratigrafía de conodontes y graptolitos silúricos de la sierra de Talacasto, Precordillera de San Juan, Argentina. *Ameghiniana* 43: 93-112.
- 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. 13° Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 1: 351-368, Buenos Aires.
- Astini, R.A. y Piovano, E. 1992. Facies de plataforma terrígena del Silúrico de la Precordillera sanjuanina. *Revista Asociación Geológica*

- Argentina 47: 99-110.
- Astini, R.A., Ramos, V.A., Benedetto, J. L., Vaccari, N.E. y Cañas, F.L. 1996. La Precordillera: un terreno exótico a Gondwana. 13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 5: 293-324, Buenos Aires.
- Baldis, B.A. y Chebli, G. 1969. Estructura profunda del área central de la Precordillera sanjuanina. 4° Jornadas Geológicas Argentinas, Actas 1: 47-66, Buenos Aires.
- Baldis, B.A. y Peralta, S.H. 1999. Silúrico y Devónico de la Precordillera de Cuyo y Bloque de San Rafael. En Caminos, R. (ed.) Geología Argentina, Servicio Geológico Minero Argentino SEGEMAR, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales 29: 215-238, Buenos Aires.
- Banchig, A.L. 1996. Litofacies y paleoambiente sedimentario del Ordovícico clástico de la sierra de la Invernada (Formación Sierra de la Invernada), Precordillera Central, San Juan. 6° Reunión Argentina de Sedimentología, Actas: 169-174, Bahía Blanca.
- Benedetto, J.L. 1995. Braquiópodos del Silúrico temprano (Llandoveryano) Malvinocáfrico, Formación La Chilca, Precordillera Argentina. *Geobios* 28: 425-457.
- Benedetto, J.L. y Franciosi, M. 1998. Braquiópodos silúricos de las Formaciones Tambolar y Rinconada, en la Precordillera de San Juan, Argentina. *Ameghiniana* 35: 115-132.
- Benedetto, J.L., Racheboeuf, P.R., Herrera, Z.A., Brussa, E.D. y Toro, B.A. 1992. Brachiopodes et biostratigraphie de la Formación Los Espejos, Siluro-Devonien de la Precordillera (NW Argentine). *Geobios* 25: 599-637.
- Braccacini, O.I. 1950. Observaciones estratigráficas en la Precordillera sanjuanina. *Revista Asociación Geológica Argentina* 5: 4-14.
- Bracco, A. 1985. Estudio estratigráfico y estructural del faldeo oriental de la Sierra de la Invernada (sector central), departamento Ullum, San Juan Trabajo final de Licenciatura, Facultad Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional San Juan (inédito), 112 p, San Juan.
- Buggisch, W., von Gosen, W., Henjes_Kunst, F. y Krumm, S. 1993. The age of Early Paleozoic deformation and metamorphism in the Argentine Precordillera-evidence from K-Ar data. *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie, Teil 1*: 275-286.
- Caballé, M., Furque, G., Cuerda, A. y Alfaro, M. 1992. Nuevos hallazgos de graptolitos en la Formación Sierra de la Invernada (Ordovícico), Precordillera de San Juan, Argentina. *Ameghiniana* 29: 9-26.
- Caballé, M., Cuerda, A.J., Alfaro, M. y Furque, G. 1993. Nuevos hallazgos de graptolitos en el Ordovícico de la Sierra del Tigre, Precordillera de San Juan. 12° Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 268-280, Mendoza.
- Cuerda, A.J., 1969. Sobre las graptofaunas del Silúrico de San Juan. *Ameghiniana* 5: 223-235.
- Cuerda, A.J. y Baldis, B.A. 1971. Silúrico-Devónico de la Argentina. *Ameghiniana* 8: 128-164.
- Cuerda, A.J., Furque, G. y Uliarte, E.R. 1982. Graptolitos de la base del Silúrico de Talacasto, Precordillera de San Juan. *Ameghiniana* 19: 239-252.
- Cuerda, A.J., Rickards, R.B. y Cingolani, C. 1988. A new Ordovician-Silurian boundary section in San Juan Province, Argentine, and its definitive graptolite fauna. *Journal of the Geological Society* 145: 749-757.
- Frey, R.W. y Pemberton, S.G. 1984. Trace Fossil Facies Model. En Walker, R. (ed.) *Facies Model, Geological Association of Canada, Reprint 1*, p. 189-207, Minnesota.
- Frey, R.W. y Seilacher, A. 1980. Uniformity in marine invertebrate ichnology. *Lethaia* 13: 183-207.
- Furque, G. 1965. Geología de la región del cerro La Bolsa (provincia de La Rioja). Segundas Jornadas Geológicas Argentinas, Actas 3: 181-215, Buenos Aires.
- Furque, G. 1983. Descripción geológica de la Hoja 19c, Ciénaga de Gualilán, San Juan. Servicio Geológico Nacional, Boletín 193, 193, 106 p. Buenos Aires.
- Furque, G. y Caballé, M. F. 1990. Depósitos marinos del Paleozoico medio en la Precordillera Central de San Juan, Argentina. 11 Congreso Geológico Argentino. Actas 2: 81-84, San Juan.
- Furque, G., Cuerda, A. J., Caballé, M. F. y Alfaro, M. 1990. El Ordovícico de la Sierra de la Invernada y su fauna de graptolitos. San Juan. *Revista Museo La Plata (paleontología)*, 9: 159-181. La Plata.
- Guillén, R.O. 1985. Estudio estratigráfico estructural del faldeo oriental de la Sierra de la Invernada (sector centro-norte, departamento Ullum, provincia de San Juan). Trabajo final de Licenciatura, Facultad Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional San Juan (inédito), 111 p, San Juan.
- Heim, A. 1952. Estudios tectónicos en la Precordillera de San Juan: los ríos San Juan, Jáchal y Huaco. *Revista Asociación Geológica Argentina* 7: 11-70.
- Heredia, S., Mestre, A. y Milana, J.P. 2007. Re-apraisal of the Silurian stratigraphy at Cerro del Fuerte section (San Juan, Argentina). En Díaz Martínez, E. y Rábano, I. (eds.) 4th European Meeting on the Paleontology and Stratigraphy of Latin America, Cuadernos del Museo Geominero 8, Instituto Geológico y Minero de España, p. 195-200, Madrid.
- Herrera, Z.A. 1993. Nuevas precisiones sobre la edad de la Formación Talacasto (Precordillera Argentina) en base a su fauna de braquiópodos. 12° Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 289-295, Mendoza.
- 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.
- 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. *Newsletter in Stratigraphy* 31: 115-132.
- Kerleñevich, S. y Cuerda, A.J. 1986. *Monograptus priodon* (Bronn) (Graptolithina) en la Formación La Chilca, Precordillera de San Juan, Argentina. *Ameghiniana* 33: 119-126.
- Kobayashi, T. 1937. The Cambro-Ordovician shelly faunas of South America. *Journal of Faculty of Science, University of Tokio* 2: 369-522.
- La Motte, G.M. 1996. Estratigrafía y estructura en la Quebrada de Aparicio, Sierra de La Invernada, departamento Ullum, San Juan. Trabajo Final de Licenciatura, Facultad Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional San Juan (inédito), 132 p., San Juan.
- Lehnert, O., Bergström, S.M., Benedetto, J.L. y Vaccari, N.E. 1999. First record of Lower Silurian conodonts from South America: Biostratigraphic and palaeobiogeographic implications of Llandovery conodonts in the Precordillera of Argentina. *Geological Magazine* 136: 119-131.
- León, L.I. y Peralta, S.H. 1997. Estratigrafía, icnofacies y significado paleoambiental de la Formación Tambolar (Silúrico), Precordille-

- ra Central de San Juan, Argentina. 2° Jornadas de Geología de Precordillera, Actas: 36-41, San Juan.
- Leveratto, M.A. 1976. Edad de intrusivos cenozoicos en la Precordillera de San Juan y su importancia estratigráfica. *Revista Asociación Geológica Argentina* 31: 53-58.
- Mestre, A. 2009. Primeros conodontes de la Formación Tambolar (Facies Pachaco), Silúrico de la Precordillera Argentina, y sus implicancias bioestratigráficas. *Ameghiniana* 46: 469-479.
- Ortega, C., Albanesi, G.L., Banchig, A.L. y Peralta, G.L. 2004. Bioestratigrafía de graptolitos y conodontes de la Formación sierra de la Invernada (Ordovícico Medio a Superior), Precordillera de San Juan, Argentina. *Ameghiniana*, Suplemento Resúmenes 41: 17.
- Ortega, G., Albanesi, G.L., Banchig, A.L. y Peralta, G.L. 2008. Graptolites and conodonts from the Middle-Upper Ordovician in the La Invernada Range, San Juan Precordillera, Argentina. *Geologica Acta* 6: 161-180.
- Ortega, G., Albanesi, G.L., Bejerman, A., Voldman, G.G. y Banchig, A.L. 2010a. Graptolite and conodont faunas from the Middle-Upper Ordovician Sierra de La Invernada Formation, Central Precordillera of San Juan, Argentina. 4° International Palaeontological Congress, on line, London.
- Ortega, G., Albanesi, G.L., Voldman, G.G. y Banchig, A.L. 2010b. Estudio de faunas ordovícicas e implicaciones estratigráficas en la quebrada Vallecito, extremo sur de la sierra de La Invernada, Precordillera de San Juan. 10° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Resúmenes: 53, La Plata.
- Osgood, R.G. y Szmuc, E.J. 1972. The trace fossil Zoophycos as an indicator of water depth. *Bulletins of American Paleontology* 62: 1-22.
- Peralta, S.H. 1990. Silúrico de la Precordillera de San Juan - Argentina. 11° Congreso Geológico Argentino, Relatorio: 48-65, San Juan.
- Peralta, S.H. 2006. Sea level fluctuations and forced regressions in the Silurian basin of the Precordillera, Western Argentina. *GFF* 128: 181-184.
- Peralta, S.H. y Carter, C.H. 1990. Facies de plataforma e icnofacies asociadas de la Formación Tambolar (Silúrico), en su localidad tipo, Precordillera Central sanjuanina. 3° Reunión Argentina de Sedimentología, Actas: 339-344, San Juan.
- Peralta, S.H. y León, L.I. 1993. Estratigrafía, sedimentología y correlación de los depósitos silúricos de Pachaco, Precordillera Central sanjuanina. 12° Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 142-147, Mendoza.
- Peralta, S.H., León, L.I. y Carter, C.H. 1995. Estratigrafía de las sedimentitas del Eopaleozoico-Terciario de Pachaco, Precordillera Central Sanjuanina, Argentina. *Revista Ciencias, Facultad Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Universidad Nacional San Juan* 6: 41-56.
- Peralta, S.H., Pothe de Baldis, E.D. y Aceñolaza, F.G. 1997. Elementos de correlación estratigráfica del Silúrico de la Precordillera Central de San Juan, Argentina. 2° Jornadas Sobre Geología de Precordillera, Actas: 48-53, San Juan.
- Peralta, S.H., Pothe de Baldis, E.D. y León, L.I. 1998. El Silúrico en la sección del río San Juan. Precordillera de Cuyo, Argentina: significado estratigráfico y paleoambiental. 10° Congreso Latinoamericano de Geología y 6° Congreso de Geología Económica, Actas 1: 163-168, Buenos Aires.
- Peralta, S.H., Pothe de Baldis, E.D., León, L.I. y Pereira, M.E. 2003. Silurian of the San Juan Precordillera, western Argentina: stratigraphic framework. En Ortega, G. y Aceñolaza, G.F. (eds.) *Proceedings of the 7th International Graptolite Conference & Field Meeting of the International Subcommission on Silurian Stratigraphy, Serie Correlación Geológica* 18, 151-156, San Miguel de Tucumán.
- Pittaluga, A., Banchig, A.L. y Bordonaro, O.L. 1996. Descripción y análisis de los depósitos olistolíticos del borde oriental de la Sierra de La Invernada, Precordillera Central de San Juan. 6° Reunión Argentina de Sedimentología. Actas: 17-22, Bahía Blanca.
- Pittaluga, A., Banchig, A.L. y Bordonaro, O.L. 1997. Depósitos olistostrómicos silúricos-devónicos en la quebrada de Vallecitos, sierra de la Invernada, Precordillera Central sanjuanina. 2° Jornadas Sobre Geología de Precordillera, Actas: 54-59, San Juan.
- Pöthe de Baldis, E.D. 1987. Microplancton del Llandoveryano superior-Wenlockiano inferior: Asociación de *Deunffia* y *Domasia*, de la Formación La Chilca, Aguada de Los Azulejitos, San Juan, Argentina. 10° Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 89-94, Tucumán.
- Pöthe de Baldis, E.D. 1997. Acritarcas y prasinofíceas del Llandoveryano temprano-medio de la Formación La Chilca, Quebrada de Talacasto, Provincia de San Juan, Argentina. *Ameghiniana* 34: 461-480.
- 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.
- Rubinstein, C.V. y García Muro, V.J. 2011. Fitoplancton marino de pared orgánica y mioesporas silúricos de la Formación Los Espejos, en el perfil del río de Las Chacritas, Precordillera de San Juan, Argentina. *Ameghiniana* 48: 618-641.
- Sánchez, T.M., Waisfeld, B.G. y Benedetto, J.L. 1991. Lithofacies, taphonomy, and brachiopod assemblages in the Silurian of western Argentina: A review of Mlavinkaffric Realm communities. *Journal of South American Earth Sciences* 4: 307-329.
- Seilacher, A. 1967. Bathymetry of trace fossils. *Marine Geology* 5: 413-428.
- Treo, C. y Baraldo, J. 1984. Estructura del extremo norte de la Sierra de la Invernada y sur del cerro El Peñón, departamento Ullum, provincia de San Juan. 9° Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 466-477, San Carlos de Bariloche.

Recibido: 12 de mayo, 2012

Aceptado: 23 de febrero, 2013