

CAPITULO 4

FORMACION PIEDRAS DE AFILAR

Karina Pamoukaghlián, Daniel Poiré, Claudio Gaucher

RESUMEN

La Formación Piedras de Afilar aflora en el Terreno Tandilia en Uruguay, y sobreyace en discordancia erosiva un basamento paleoproterozoico ígneo-metamórfico. De acuerdo con el análisis de facies y la estratigrafía, esta unidad geológica se divide en tres miembros: (1) *Miembro Cuchilla Alta*, formado por conglomerados, areniscas blanquecinas amarillentas con cuarzoarenitas y subarcosas, y limolitas grises a rojas, mostrando estructuras sedimentarias bien preservadas tales como estratificación cruzada en artesa (TCS), estratificación cruzada *hummocky* (HCS), usualmente con longitudes de onda de hasta 7 m, ripples, ripples de interferencia y calcos de flujo; (2) *Miembro Arroyo del Junquito*, formado por arcillitas y limolitas de colores gris oscuro, rojo y verde, con laminación ondulítica y *wrinkles*; y (3) *Miembro Arroyo de la Tuna*, formado por limolitas grises, ritmitos marga-pelita grises a verdes y pelitas negras intercaladas. Sills de dolerita de edad incierta intruyen toda la sucesión. Se llevó a cabo el análisis de facies para definir y caracterizar cuatro asociaciones de facies, interpretando una secuencia marina somera granodecreciente en un paleoambiente marino somero. Se aplicó petrografía de secciones delgadas y difracción de rayos X para el estudio de proveniencia, paleorrelieve, paleoclima y diagénesis. Un análisis geoestadístico de paleocorrientes medidas en estratificación cruzada en artesa reveló direcciones predominantes hacia el este y

noreste mientras que las paleocorrientes medidas en calcos de flujo dieron direcciones NNE, lo cual fue verificado por las estructuras de parting lineation. La edad de esta unidad ha sido estudiada por diferentes métodos geoquímicos: U-Pb LA-ICP-MS en circones detriticos de areniscas con picos en: 1487Ma, 1347, 1242 y 1009 Ma (60% en el Mesoproterozoico); 2005–2068 Ma y 1779–1876 Ma (37% en el Paleoproterozoico); sólo un circón de 2890 Ma (Arqueano); y sugiriendo edades mínimas a 1.006 ± 31 Ma; (b) circones del basamento magmático dieron edades máximas de 2.117 ± 29 Ma; (c) isótopos C y O en calizas que sugieren una edad ediacárica; y (d) edades modelo Nd en pelitas. Se realizaron maceraciones palinológicas en pelitas y limolitas pero sin hallar microfósiles identificables. Por ello la edad de la Formación Piedras de Afilar es interpretada aquí como Ediacárico superior. Se propone una correlación de la Formación Piedras de Afilar con otras unidades del Cratón del Río de la Plata, incluyendo el Grupo Sierras Bayas en Tandilia (Argentina) y el Grupo Arroyo del Soldado en el Terreno Nico Pérez (Uruguay).

Palabras clave: Cratón del Río de la Plata, Terreno Tandilia, proveniencia, evolución de la cuenca, Ediacárico

ABSTRACT

The Piedras de Afilar Formation crops out in the Tandilia Terrane in Uruguay, and overlies with erosional unconformity a Paleoproterozoic igneous and metamorphic basement. According to facies analysis and stratigraphy, this geologic unit was divided in three members: (1) *Cuchilla Alta Member*, formed by conglomerates, yellowish white quartz-arenites and subarkoses, and gray to reddish siltstones and shales, showing well preserved sedimentary structures as trough cross stratification (TCS), hummocky cross stratification (HCS), often with wavelength up to 7 m, ripples, interference ripples and flute casts; (2) *Arroyo del Junquito Member*, formed by dark gray, red and green shales and siltstones, with wavy lamination and wrinkles; and (3) *Arroyo de la Tuna Member*, formed by gray limestones, gray to green limestone/shale rhythmites and interbedded dark shales. Dolerites of still uncertain age intrude the succession. Facies analysis was undertaken to define and characterize four facies associations, interpreting a deepening, fining-upward sequence in a shallow marine paleoenvironment. Petrographic thin sections and X-ray diffractometry were applied to study sediment provenance, paleorelief, paleoclimate and diagenesis. Palaeocurrent measures in trough cross stratification revealed predominant directions to the east and northeast, and palaeocurrents measured in flute casts arised NNE directions and this was verified by parting lineation directions. The age of this unit has been constrained through different geochemical methods: (a) U-Pb LA-ICP-MS in zircons from sandstones with main peaks at: 1487Ma, 1347, 1242 and 1009 Ma (60% Mesoproterozoic); 2005–2068Ma and 1779–1876 Ma (37% at Paleoproterozoic); and only one zircon at 2890 Ma (Archean); and suggest minimum ages at 1.006±31Ma; (b) U-Pb LA-ICP-MS in zircons from basement magmatic rocks arised ages of 2.117±29 Ma; (c) C and O isotopes in limestones which suggest Ediacaran ages; (d) Nd model ages in shales. Palynological macerations of shales

and siltstones were carried out but yielded no identifiable microfossils. Thus Piedras de Afilar Formation age is here interpreted as Late Ediacaran. A correlation of the Piedras de Afilar Formation with other units in the Río de la Plata Craton is proposed, including the Sierras Bayas Group in Tandilia (Argentina) and the Arroyo del Soldado Group in the Nico Pérez Terrane (Uruguay).

Keywords: Río de la Plata Craton, Tandilia Terrane, provenance, basin evolution, Ediacaran

Litoestratigrafía

Basamento cristalino

El basamento cristalino sobre el cual se apoya la Formación Piedras de Afilar está conformado por un complejo granítico-metamórfico, típico del Terreno Tandilia (Bossi et al., 2005 y Ribot et al., 2005). Se reconoce el contacto con el basamento en varios lugares. En la Cantera González (PAF2: mapa Fig. 4.1) se observa la mejor exposición del contacto erosivo con el granito de Soca. El mismo es un granito rapakivi compuesto por cuarzo, feldespato redondeado (textura *wiborgítica*), anfíboles y biotita. Su edad es 2.056 ± 11 Ma de acuerdo con dataciones U-Pb SHRIMP de Hartmann et al. (2001). Al sur del área, las sedimentitas de la Formación Piedras de Afilar se apoyan en discordancia angular y erosiva sobre esquistos de la Formación Montevideo (PAF44, Fig. 4.1). Las rocas metamórficas de la Formación Montevideo están orientadas N 75W/85 NE; mientras que las sedimentitas de la Formación Piedras de Afilar que se apoyan sobre la misma, presentan una dirección y orientación de los estratos discordante: N45E/50 SE.

A lo largo de la costa, en la localidad de Araminda (PAF21: 55° 33' 16.92" W, 34° 47' 22.63" S) se aprecia la intrusión del granito La Tuna en una secuencia de metareniscas. Si bien se sostenía que estas metapsamitas eran parte de la Formación Piedras de Afilar (Spoturno et al., 2004), tanto este granito como las

metareniscas del basamento, los datos de U-Pb para el zirconio completados en el MS en el 2010 que el n...

Formación

La Formación Piedras de Afilar, descrita por Jones y Gaucher (1998) y Gaucher et al. (2000), es una formación sedimentaria calcárea formada en los Cerros de la Tandilia. Este estudio detallado de la Formación Piedras de Afilar en Uruguay (Bossi et al., 2010):

(1) Mierden

continúa en Cuchilla Alta, en el área de la Tandilia sobre un granito de Soca (Fig. 4.2). La Mb. Cuchilla Alta es una unidad y basamento concordante con la Formación Junquito; granito de Soca aproximadamente compuesto por areniscas (Fig. 4.3) sedimentarias con óndulas de lineación estratificación cruzada megahum...

(2) Mierden

compuesto por areniscas y estratificación...

metareniscas han sido identificados como parte del basamento. Este hecho está sustentado por datos de edades U-Pb LA-ICP-MS y Pb TIMS para el granito La Tuna (2.150 Ma), complementados por edades U-Pb LA-ICP-MS en circones detríticos de las metareniscas que el mismo intruye (entre 2.465 y 2.150 Ma).

Formación Piedras de Afilar

La Formación Piedras de Afilar fue definida por Jones (1956) quien describió la sucesión sedimentaria de arenitas, pelitas y rocas calcáreas. Este autor definió su área tipo en los Cerros Piedras de Afilar. De acuerdo con un estudio cartográfico y análisis de facies detallado, se dividió a la Formación Piedras de Afilar en tres miembros (Pamoukaghlián et al., 2010):

(1) Miembro Cuchilla Alta: forma una faja continua de dirección NW. Su localidad tipo es en Cuchilla Alta y su perfil tipo se define en el área de los Cerros Piedras de Afilar (Fig. 4.1), sobre una cantera de granito (PAF 2: 55° 35' 14.13" W, 34° 42' 50.11" S) y es ilustrado en la Fig. 4.2. Las características diagnóstico del Mb. Cuchilla Alta son las siguientes: (a) la unidad yace en discordancia erosiva sobre el basamento paleoproterozoico; y subyace en concordancia bajo las pelitas del Mb. Arroyo Junquito; (b) es una secuencia silicoclástica grano y estratodecreciente de aproximadamente 200 m de espesor; (c) la composición de las areniscas es predominantemente de areniscas cuarzosas y areniscas subarcóscicas en menor proporción (Fig. 4.3); (d) las principales estructuras sedimentarias son: óndulas asimétricas, óndulas de interferencia, calcos de flujo, lineación de partición, estratificación paralela, estratificación convoluta, estratificación cruzada planar, en artesa, hummocky y megahummocky (Fig. 4.4).

(2) Miembro Arroyo del Junquito: compuesto por pelitas que están estratigráficamente por encima de las areniscas

del Miembro. Cuchilla Alta. Se define su estratotipo 1 km al sur de cantera Imhoff (PAF36, Fig. 4.5), donde se releva una secuencia de pelitas y limolitas, que se intercalan con areniscas de poco espesor, en una cantera de arenisca abandonada, la cual está ubicada al sur de la "falla de la vía" (55° 32' 34.65" W, 34° 44' 45.94" S). Se describen las siguientes características: (a) sobreyace en concordancia y contacto gradacional sobre el Mb. Cuchilla Alta, observándose la transición p.ej. en Cantera Imhoff (PAF32: mapa Fig. 4.1); (b) presenta espesores del orden de 50 m; (c) la paragénisis típica de las pelitas negras es cuarzo + illita + caolinita + clorita + clorita/esmectita; (d) también ocurren pelitas verdes y rojas; (e) las intercalaciones de doleritas son muy frecuentes en esta unidad, las cuales imponen un metamorfismo de contacto a las pelitas, generando *hornfels* epidóticos. Se han estudiado 10 maceraciones palinológicas de esta unidad por Gaucher (2000) y 5 preparados en este trabajo, sin encontrar fósiles. Probablemente, estas pelitas con abundante materia orgánica no presentan fósiles debido a las altas temperaturas impuestas por los sills de diabasa con los cuales están en contacto. Pecoits et al. (2008) han descrito microfósiles con morfologías dudosas en pelitas de la Formación Piedras de Afilar, considerados como dubiofósiles por Poiré & Gaucher (2009).

(3) Miembro Arroyo de la Tuna: compuesto por las rocas calcáreas de la Formación Piedras de Afilar. Son calizas y margas de color gris oscuro a negro, que se intercalan con pelitas y con sills de diabasa al igual que el resto de la unidad. Se define su perfil tipo en la Cantera Heide (Fig. 4.6), la cual lleva su nombre en honor a Eilert Heide. Se localiza en las siguientes coordenadas geográficas: 55° 33' 57.23"W, 34° 46' 15.22"S (PAF 3: mapa Fig. 4.1). Las características típicas para la definición de esta unidad son las siguientes: (a) son calizas y margas que se intercalan con pelitas; (b) se manifiestan escasamente y con un espesor tan sólo de 10 m (se debe tener en

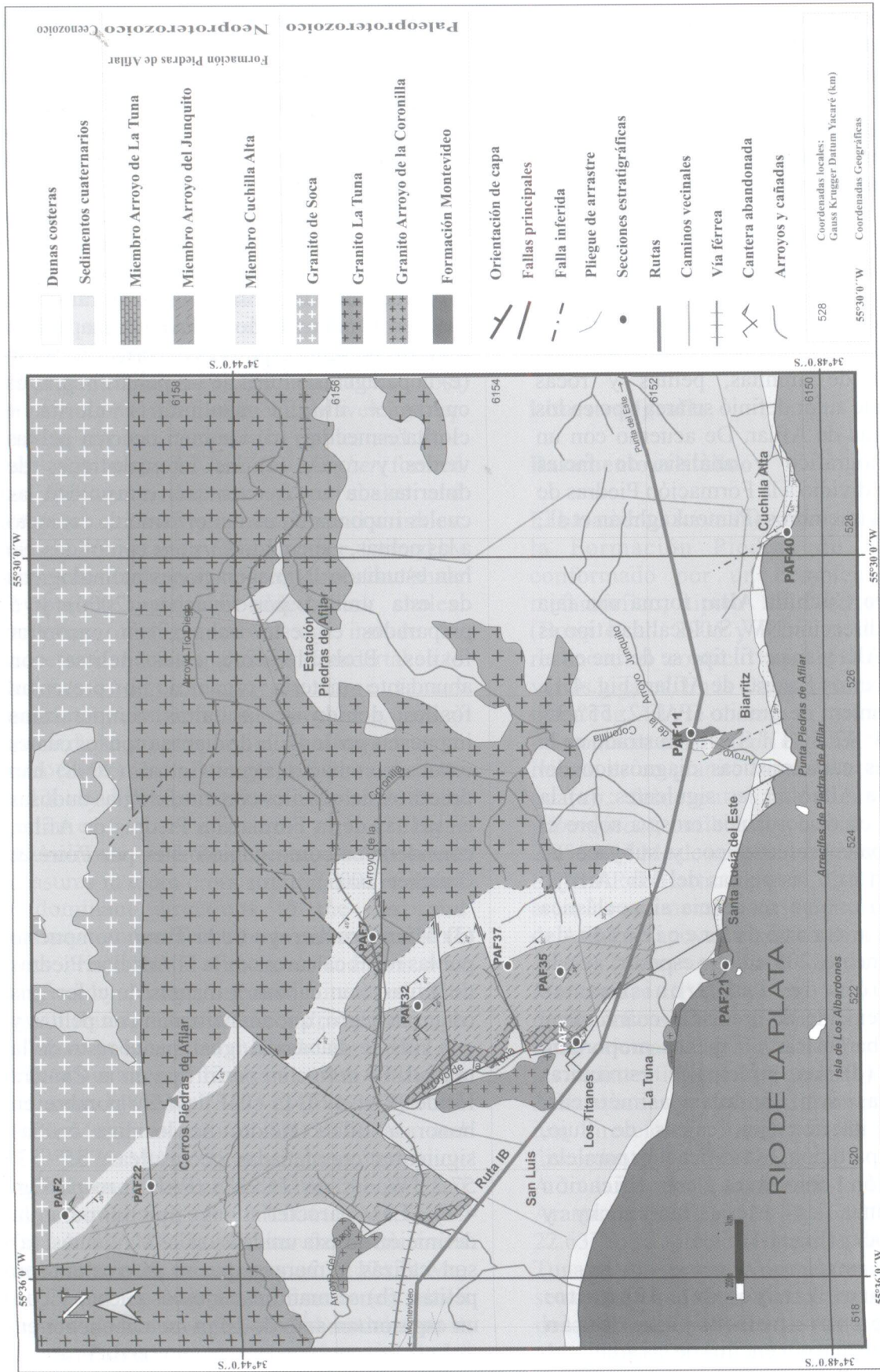


Fig. 4.1: Mapa geológico de la Formación Piedras de Afilar con ubicación de los principales puntos de observación y muestreo.

cuenta qu
explotaci
exposició
los espe
concorda
del Junq
Formac
composi
margosas

Filones c

Las doler
largo de
especialm
Arroyo c
caracter
horizontal
rocas se
filones c
unidad
conjunt
estratigr
doleritas
doleritas
y otras
pseudola
datos is
Cingolar
evento
doleritas
Ma).

**Facies y
s sedime**

C: Fac
conglom
contacto
conglom
contiene
predom
blanco y
son co
conglom
porcent
muy es

cuenta que en el perfil de Cantera Heide, la explotación de caliza ha modificado la exposición de modo que no permite calcular los espesores originales); (c) sobreyacen en concordancia las pelitas del Miembro. Arroyo del Junquito y representan el tope de la Formación Piedras de Afilar; (d) composicionalmente son margas y calizas margosas.

Filones capa de dolerita

Las doleritas aparecen interestratificadas a lo largo de toda la Formación Piedras de Afilar, especialmente en el intervalo pelítico (Mb. Arroyo del Junquito). Geométricamente se caracterizan como cuerpos tabulares horizontales que intruyen entre dos capas de rocas sedimentarias, es decir que son sills o filones capa. Por su íntima relación con la unidad sedimentaria se cartografía conjuntamente, a pesar de ser estratigráficamente distintas, siendo las doleritas más jóvenes. Se reconocieron doleritas microgranudas con textura subofítica y otras de grano grueso y textura pseudolamprofidica (Coronel et al., 1982). Los datos isotópicos de K-Ar reportados por Cingolani et al. (1990b), indican la edad del evento térmico correspondiente a estas doleritas como Silúrico-Devónico (382 ± 11 Ma).

Facies y asociaciones de facie sedimentarias Facies conglomerádicas

C: Facies de conglomerados y areniscas conglomerádicas: esta facies se encuentra en contacto erosivo con el Granito de Soca. Los conglomerados son clastosoportados, contienen clastos de hasta 2 cm de diámetro, predominando los clastos de cuarcita de color blanco y rojo. Las areniscas conglomerádicas son composicionalmente similares a los conglomerados, conteniendo un alto porcentaje de clastos de cuarcita en una matriz muy escasa.

Facies heterolíticas

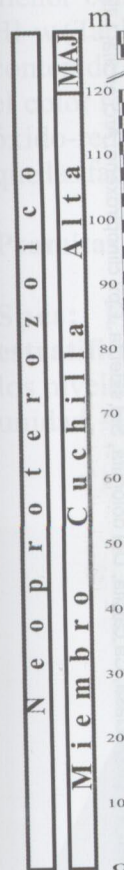
H: Facies heterolíticas con estratificación convoluta: conformada por facies heterolíticas arenita/pelita. La paragénesis dominante es cuarzo + feldespato + illita + esmectita + (illita/esmectita), de acuerdo con los análisis de rayos X (Tabla 4.1). Los estratos de facies heterolítica aparecen sólo en la base con espesores de 50-60cm y laminación muy fina. En las facies heterolíticas se observan importantes estructuras sedimentarias tales como óndulas asimétricas, estratificación convoluta, lentes pelíticos e intraclastos de pelitas.

HI: Facies heterolíticas con laminación flaser: compuesta por facies heterolíticas arenita/pelita de colores verde y rojo, las cuales se componen de granulometrías tamaño limo y arcilla en las láminas de pelita y arena muy fina en las láminas de arenita. Predominan las láminas de pelitas (compuestas por arcillita y limolita). Las principales estructuras sedimentarias son: laminación flaser y estructuras arrugadas tipo *wrinkles*. De acuerdo con los parámetros de geometría, litología, estructuras sedimentarias mecánicas y orgánicas presentes, se definen dos subfacies:

(a)- Subfacies: pelitas verdes con wrinkles (HI-w): son facies heterolíticas pelita-arenita de color verde, las cuales se observan en afloramientos del Arroyo Coronilla y en el estratotipo del Miembro. Arroyo del Junquito. Presentan estructuras arrugadas (*wrinkles*) y laminación flaser. Están compuestas por cuarzo abundante (50% aprox.), feldespatos potásicos y plagioclasa escasos. Las arcillas presentes son illita (abundante); caolinita, clorita y clorita/esmectita (escasas; Tabla 4.2). El color verde se debe a la clorita e implica condiciones anaerobias. La clorita/esmectita es un indicador de condiciones de oxidación levemente reductoras ($E_h=0$), de acuerdo con Deer et al. (1967). Acerca de las estructuras de tipo "*wrinkle*" son producidas por actividad microbiana. Son comúnmente encontradas en facies carbonáticas antiguas, pero también se

Código	Facies	Geometría / Macroescala	Litología	Textura	Estructuras Sedimentarias	Paleo_ corrientes
C	Conglomerádica	Cuerpo basal erosivo	Cong. y Ar. cong. cuarcíticos	Clasto-soportado	Gradación normal	-
H	Facies heterolítica	Lentiforme	Facies heterolítica limolita/arcillita	Micro-laminación	Gradación normal E. Convoluta	-
HI	Facies Heterolíticas superiores	Tabular	HI-w: pelita-arenita verde	HIw: Microlaminación	Fh1: Estructuras orgánicas Wrinkles	-
	Subfacies: HI-w / HI-r		HIr: pelita-arenita roja	HIr: Laminación	HIr: Ondulitas (<i>ripples</i>)	
Spcs	Arenisca subarcósica	Cuerpos tabulares con gradación normal	Subarcosa (Biotita detritica y Hematita)	Clasto-soportada	PCS Óndulitas	Hacia el NE
Sr	Cuarzoarenitas con óndulas (<i>ripples</i>)	Cuerpos tabulares con estratificación grano- y estrato-decreciente	Arenitas cuarcíticas de grano g., m., f.	Clasto-soportada Muy buena selección	Óndulas asimétricas y simétricas Frecuente PCS	Variables
Stcs	Cuarzoarenitas con Artesa (TCS)	Idem	Arenitas cuarcíticas de grano grueso, m., f., hasta tamaño limo.	Idem	TCS PCS (HCS) (Óndulas)	2 principales: NE y SW
Sir	Cuarzoarenitas con Óndulas de Interferencia	Idem	Arenitas cuarcíticas finas a mf.	Idem	Óndulas de Interferencia: <i>Interference ripple marks</i>	Perpendiculares: NE-SW y NW-SE
Sf	Cuarzoarenitas con Calcos de flujo	Idem	Arenitas cuarcíticas finas a m.f.	Idem	Calcos de flujo Óndulas asimétricas	Dir. del flujo: NNE
Shcs	Cuarzoarenitas con Hummocky (HCS)	Idem	Arenitas finas a medias	Idem	HCS y Mega-HCS PCS Lam. ondulítica	Hacia el E.
Sli	Cuarzoarenitas finas y Limolitas	Idem	Arenitas mf. y limolitas cuarzosas	Extremadamente bien seleccionadas, redondez alta. (Muy maduras)	Estratificación paralela Óndulitas Lentes (<i>linsen</i>)	-
FI	Pelitas grises laminadas	Cuneiforme	Limolitas oscuras, con abundante Hematita y Magnetita	Microlaminación	Laminación paralela	-
Lr	Ritmitas	Concordantes con las FI.	Ritmitas marga/pelita	Microlaminación Estilolitos	Laminación paralela	-
Lm	Margosas	Sobreyacidas por sill de diabasa	-Margas (CaCO ₃ :50%)	- Oolitos - Estilolitos	Laminación paralela	-
D	Dolomía silicificada	Tabular Sobreyacidas por sill de diabasa	Roca calcárea silicificada con relictos de MgCO ₃ .	Estilolitos Laminación micrométrica	Vestigios de "laminación <i>microbiana</i> "	-

Tabla 4.1: Facies sedimentarias identificadas en la Formación Piedras de Aflar. Abreviaciones: TCS: estratificación cruzada en artesa; PCS: estratificación cruzada planar, HCS: estratificación cruzada hummocky.



Referen

	Óndulas
	Lentes
	Estratificación
	Estratificación
	Estratificación
	Estratificación
	Estratificación
	Estratificación
	Estratificación
	Estratificación

Fig. 4.2: Esquema de las arcillas policristalinas.

han identificado estructuras *ripples* silicificadas microbianas de Bottjer (1986). HI-w se define según la

(b)- Se define conform

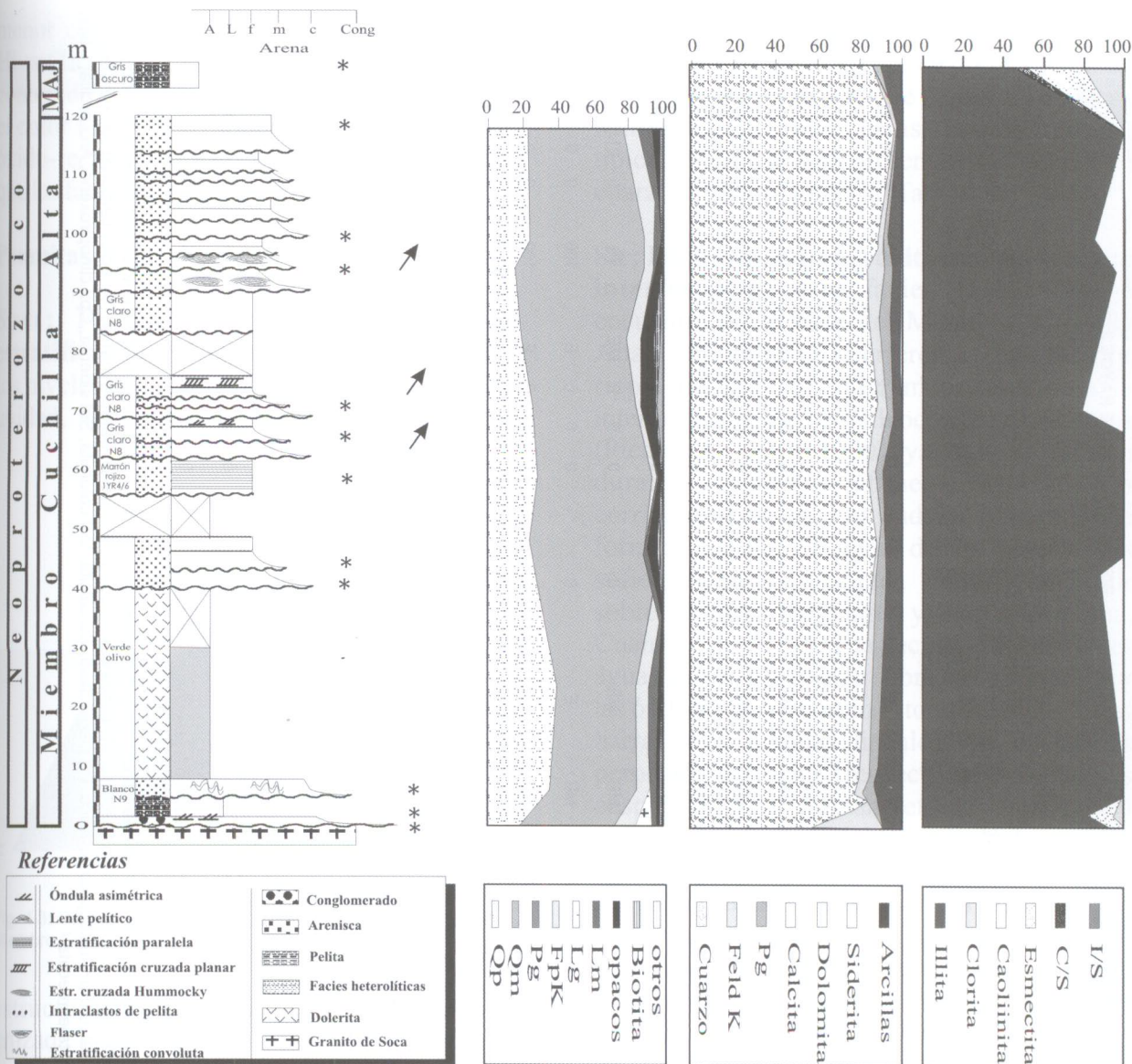


Fig. 4.2: Estratotipo del Membro Cuchilla Alta (PAF2) mostrando la composición mineralógica: (a) conteo petrográfico; (b) mineralogía de las arcillas (DRX); (c) mineralogía en muestra de roca total (DRX). Abreviaciones: Qm: cuarzo monocristalino, Qp: cuarzo policristalino, Pg: Plagioclasa, Lm: líticos metamórficos, Lg: líticos graníticos.

han identificado en facies silicoclásticas. Las estructuras "wrinkle marks" y "Kinneya ripples" son encontradas en ambientes siliciclásticos antiguos y representan actividad microbiana, de acuerdo con Hagadorn & Bottjer (1997). Las aquí reportadas en la facies HI-w son wrinkle marks de crestas sinuosas, según la clasificación de Porada et al. (2002).

(b)- Subfacies: limolitas rojas (HI-r): conformada por facies heterolíticas limolita-

arenita con óndulas asimétricas (sufijo r). Al igual que en la subfacies anterior (HI-w), se observa una interlaminación microscópica de niveles pelíticos y arenosos. Los niveles pelíticos están compuestos principalmente por illita y escasas esmeccita e illita-esmeccita, mientras que los niveles limolíticos están compuestos por cuarzo y bajo contenido de feldespato potásico y plagioclasa (Tabla 4.2). Presentan porcentajes muy elevados de minerales detríticos, especialmente cuarzo y

Numero	Litología	Composición del esqueleto													Roca Total					Arcilla							
		Qt	Qp	Qm	Pg	FpK	Lg	Lm	op	Bt	otros	Matriz	Q	FpK	Feldesptos	Carbonatos	Dol	Sid	Cpx	Px	Arci	I	Cl	K	Sm	C/S	I/S
		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Perfil: PAF2: Cantera González																											
060811/5	pelita	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
050204/6	arenisca	77	23	54	0	8	0	8	5	1	1	14	EA	ME	ME	0	0	0	0	ME	100	0	0	0	0	0	0
170607/7	arenisca	89	24	65	0	6	0	2	1	1	1	5	EA	ME	ME	0	0	0	0	E	100	0	0	0	0	0	0
050204/4	arenisca	89	16	73	0	5	0	1	4	1	0	5	EA	ME	ME	0	1	0	E	E	96	0	4	0	0	0	0
170607/8	arenisca	79	19	60	0	8	0	2	5	4	2	12	EA	ME	ME	0	0	0	0	ME	79	0	21	0	0	0	0
170607/9	arenisca	84	26	58	0	2	0	1	8	1	4	8	EA	E	ME	0	0	0	0	E	100	0	0	0	0	0	0
050204/3	arenisca	93	28	65	0	3	0	1	2	1	0	6	EA	ME	ME	0	0	0	0	E	100	0	0	0	0	0	0
170607/9a	arenisca	88	22	66	0	1	0	2	5	2	2	10	MA	E	ME	0	0	0	0	MA	100	0	0	0	0	0	0
pat2/6	arenisca	95	32	63	0	3	0	1	1	0	6	EA	ME	ME	0	0	0	0	E	88	0	12	0	0	0	0	0
170607/1	diabasa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	M	ME	0	0	0	0	A	79	0	7	14	0	0	0	0
050204/2	arenisca	84	39	45	0	8	0	5	2	1	0	11	EA	ME	ME	0	0	0	0	ME	99	0	0	0	0	0	T
051202/4	pelita	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	EA	0	ME	ME	0	0	E	E	82	0	T	14	0	5	0
051202/3	pelita	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	EA	ME	ME	0	0	0	E	E	82	T	0	14	0	4	0
051202/2	pelita	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	MA	E	E	0	0	0	E	E	88	0	0	12	0	T	0
170607/5	arenisca g.	85	35	50	0	7	0	4	2	1	1	13	EA	ME	ME	0	0	0	E	E	95	0	5	0	0	0	0

Tabla 4.2: Abundancia relativa de minerales principales y arcillas para: (1) facies psamíticas del Mb. Cuchilla Alta en su estratotipo; (2) facies psamíticas y facies transicionales de pelita en el Perfil Estación Piedras de Aflar; (3) facies psamíticas y pelíticas en el Perfil Arroyo Coronilla; (4) facies psamíticas y pelíticas en Cantera Imhoff; (5) facies carbonáticas en Cantera Heide y facies silicoclásticas infrayacentes. Abreviaciones: Q cuarzo, FpK feldespatos potásico, Pg plagioclasa, Ca calcita, Dol dolomita, Sid siderita, Cpx clinopiroxeno, Arci arcilla; I illita, Cl clorita, K caolinita, Sm esmectita, C/S clorita-esmectita, I/S illita-esmectita.

menor co
HI-w (Ta
contenid
el color r
óxido-rec
que las fa

Psamitas

Spes: I
estratific
los nivele
unidad,

F

Fig. 4.3: Diag
Miembro Cuc

estructura
cruzada ta
sigmoidal

Sr: Facie

facies de
presente e
intercala
unidad, si
más some
óndulas a
entre 7-9
menor a
óndulas or
Stcs: Fa
estratifica
con estrati
frecuentes

menor contenido de arcillas que la subfacies Hl-w (Tabla 4.2). Presentan además un elevado contenido de óxidos de hierro, los cuales le dan el color rojo y corresponden a condiciones de óxido-reducción de un ambiente más oxidante que las facies de pelitas verdes.

Psamitas

Spes: Facies de cuarzoarenitas con estratificación cruzada planar: caracteriza a los niveles de cuarzoarenitas y arenitas de esta unidad, los cuales presentan como únicas

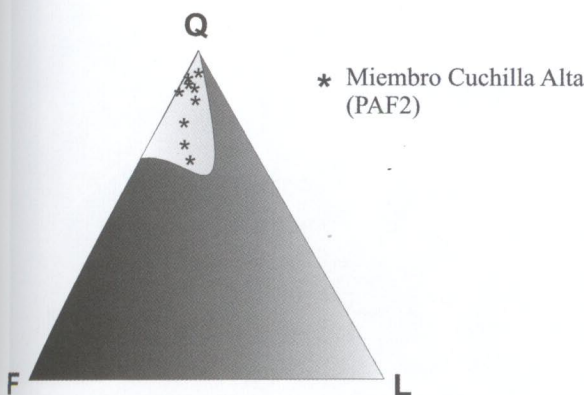


Fig. 4.3: Diagrama composicional QFL de las areniscas del Miembro Cuchilla Alta.

estructuras sedimentarias, estratificación cruzada tabular planar (pcs) y eventualmente sigmoidal.

Sr: Facies de psamitas con óndulas: esta facies de arenitas con óndulas o ripples está presente en todo el Miembro Cuchilla Alta y se intercala con las demás facies arenosas de esta unidad, siendo más dominantes en las partes más someras (Fig. 4.4). Aquí se observan óndulas asimétricas, cuyas longitudes de onda entre 7-9 cm e índice de óndula promedio menor a 10 permiten clasificarlas como óndulas originadas por olas (Tucker, 2009).

Stcs: Facies de cuarzoarenitas con estratificación en artesas: las cuarzoarenitas con estratificación cruzada en artesa, son muy frecuentes y se exponen en significativos

afloramientos en la zona de Cuchilla Alta (km 71 de la ruta IB) con excelente preservación de las estructuras sedimentarias. Mineralógicamente estas cuarzoarenitas, típicas de esta unidad, presentan porcentajes de cuarzo superiores al 90% (Tabla 4.1).

Sir: Facies de cuarzoarenitas con óndulas de interferencia: esta facies (Fig. 4.4) se encuentra en la base del Miembro Cuchilla Alta. Las óndulas de interferencia (interference ripple marks) son muy importantes para la interpretación de las paleocorrientes costeras (Picard & High, 1970) ya que se forman durante tormentas efímeras asociadas a corrientes litorales. Las óndulas linguoides se forman cuando el agua de los canales es suficientemente profunda como para fluir sobre canales marginales y barras de arena. Cuando el nivel del agua decrece, las corrientes aguas abajo se refractan sobre barras de arena y las óndulas se forman en el tope y flancos de las barras. Las óndulas lineales son orientadas perpendicularmente respecto a las óndulas cuspidales y así forman sets de interferencia con éstos. Las óndulas refractadas y los cambios del nivel del mar sobre un fondo irregular pueden complicar los padrones de óndulas asimétricas y otras estructuras direccionales. Las observaciones de las óndulas de esta facies (Fig. 4.3) y comparación con las descripciones expuestas, permitieron determinar que corresponden a óndulas de interferencia de ambiente litoral de playa. Se observaron dos trenes de ondas perpendiculares: un tren de óndulas linguoides (corrientes efímeras) indicando paleocorrientes N80E, interpretado como paralelo a la costa y otro de óndulas asimétricas (olas) indicando paleocorrientes N20W, interpretado como perpendicular a la costa. Se compararon con descripciones específicas de este tipo de estructura sedimentaria (p.ej. Kamal & Surdasy, 2005 y Tucker, 2009).

Shcs: Facies de cuarzoarenitas con hummocky y megahummocky: esta facies (Fig. 4.4) aparece estratigráficamente por encima de las areniscas con óndulas de

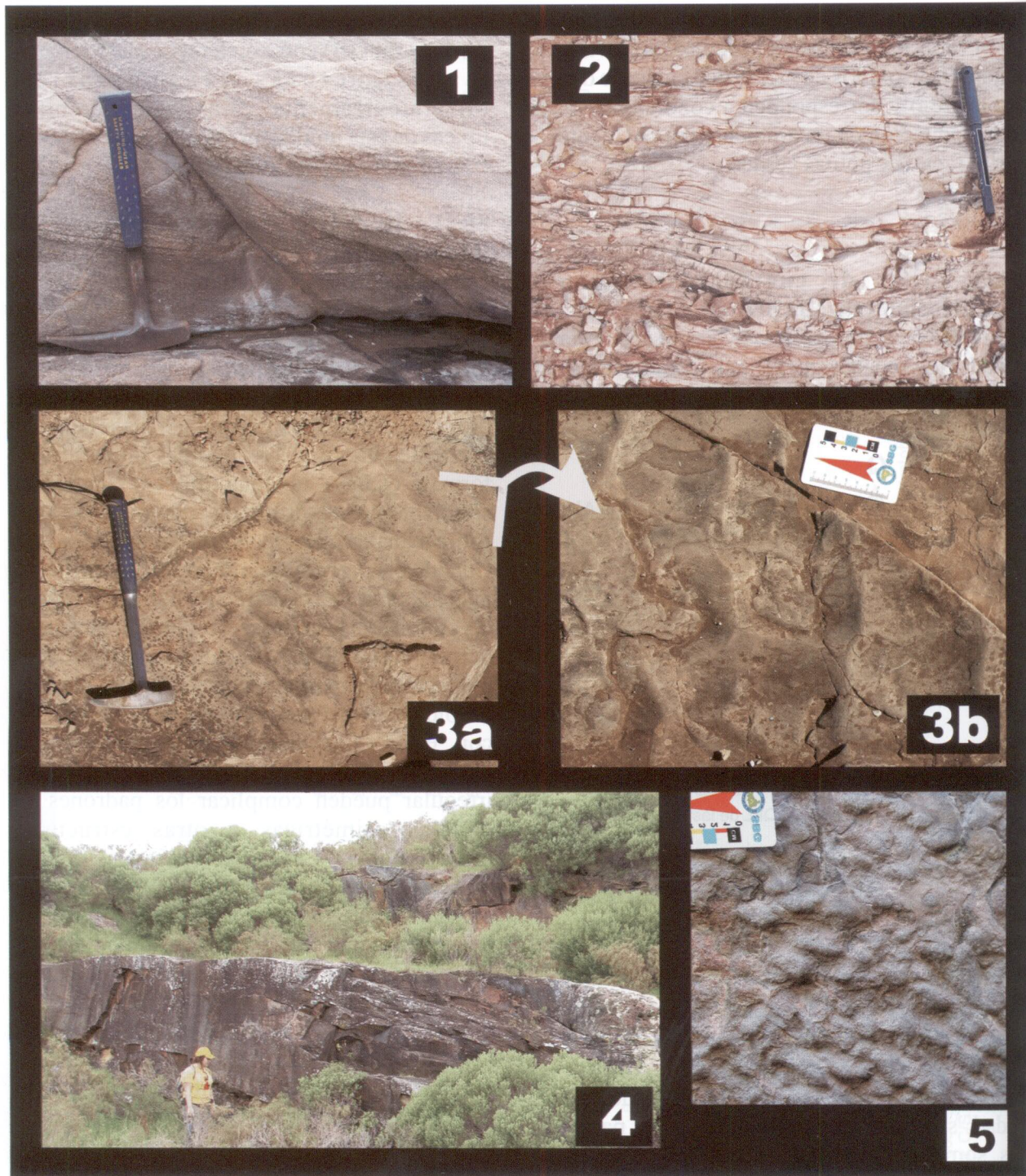


Fig. 4.4: Estructuras Sedimentarias en las arenitas del Mb. Cuchilla Alta (MCA): (1) Estratificación cruzada en artesa en Cuchilla Alta (PAF40); (2) Estratificación convoluta en las facies heterolíticas en el estratotipo del MCA (PAF2); (3) Óndulas de Interferencia (PAF14) (3a) y ampliación (3b); (4) Megahummocky o megaestratificación monticular (longitudes de onda de 7m) en arenitas de la Cantera Imhoff (PAF32); (5) Calcos de flujo en cuarzoarenitas (PAF1).

interferencia arriba descritas. Son cuarzoarenitas blanquecinas, de granulometría fina, muy bien seleccionadas, a veces con niveles ferrosos intercalados. Presentan

además de estratificación hummocky normal y en mega- escala, laminación cruzada, óndulas y laminación ondulítica. Las estructuras sedimentarias diagnóstico de esta facies son la

estrati
megah
cuarzo
como c
los cua
buen tie
(Aigner

Sf: Fac
flujo: c
blanco,
seleccio
estructu
preserva
vía ferro
46' 23.2
fueron d
1986; C
clasifica
morfolo
echelon
descripta
clasificar
"en eche
corriente
estima q
escasa
tormenta
estructu
de pelita
Aquí se o
a túneles
pero prese
probable
4.4).

Sli: Faci
Lamina
cuarzoare
maduras,
ondulítica
tamaño de
de limo q
contienen
encontrars
contenido
verdaderos
espesor (to

estratificación cruzada hummocky y megahummocky. Se interpretan estas facies de cuarzoarenitas con estratificación hummocky como correspondientes a eventos de tormenta, los cuales ocurren entre la base de las olas de buen tiempo y la base de las olas de tormenta (Aigner, 1985).

Sf: Facies de cuarzoarenitas con calcos de flujo: corresponde a cuarzoarenitas de color blanco, de grano muy fino, muy bien seleccionadas. Se observa una exposición con estructuras de calcos de flujo muy bien preservadas en la zona de los cerros al sur de la vía ferroviaria (PAF1: 55° 32' 58.22" W, 34° 46' 23.21" S). Los calcos de flujo o *flute casts* fueron descritos por varios autores (Sengupta, 1986; Collinson et al., 2006). Allen (1982) clasifica los calcos de flujo según las diferentes morfologías (con patrones lineales, "*en echelon*", "fish-pattern"). La facies aquí descrita presenta calcos de flujo que se clasifican dentro de los patrones asimétricos, "*en echelon*" (Fig. 4.4). Se interpreta que estas corrientes desembocaban en la zona litoral y se estima que se trata de corrientes efímeras, de escasa magnitud, formadas durante las tormentas. En la facies Sf aparecen también estructuras de tipo "panqueque", intraclastos de pelita en la cuarzoarenita de grano fino. Aquí se observan además estructuras similares a túneles o trazas de habitación (dubiotrazas), pero presentan bordes rectos, por lo cual es más probable que sean grietas de desecación (Fig. 4.4).

Sli: Facies de cuarzoarenitas muy finas laminadas: está conformada por cuarzoarenitas de color blanquecino, muy maduras, con laminación paralela, laminación ondulítica y lenticular (linsen). Presentan un tamaño de grano arena muy fina con contenido de limo que se incrementa hacia el tope; y contienen lentes de limolita y arcillita. Suelen encontrarse intercaladas con bandas con mayor contenido de hierro e incluso aparecen verdaderos niveles ferrosos de hasta 2m de espesor (tope de perfil PAF2). Representan la

zona de transición entre los miembros Cuchilla Alta y Arroyo del Junquito.

Pelitas

Fl: Facies de pelitas oscuras laminadas: Esta facies está compuesta por pelitas de color gris oscuro, muy finamente laminadas. Se observan frecuentemente plegadas (Fig. 4.4). Se intercalan con facies de areniscas y limolitas rojas de poco espesor. Curiosamente el color negro no responde necesariamente a la abundancia de materia orgánica, sino al elevado contenido de opacos en aglomeraciones con un tamaño de grano extremadamente fino. Presentan abundantes minerales detríticos, los cuales se observan con granulometrías muy finas de tamaño limo y arcilla. La paragénesis típica de esta facies sedimentaria es: cuarzo + plagioclasa + illita + caolinita + clorita + esmectita. Los análisis semicuantitativos de difracción de rayos X indican valores de cuarzo abundante y escasas plagioclasa. Entre las arcillas predomina la illita, la clorita es abundante, esmectita y clorita/esmectita escasas y caolinita muy escasa (Tabla 4.2). La disminución de la illita responde un factor climático, mientras que la presencia de interstratificados clorita/esmectita en las pelitas negras es también un importante indicador paleoclimático y paleoambiental.

Rocas carbonáticas

Lr: Facies de ritmitas marga-pelita: Esta facies está compuesta por margas interlaminadas con pelitas: Se observa una laminación muy fina (milimétrica) intercalando colores verde oscuro (pelita) y gris oscuro (marga). Su paragénesis típica es: cuarzo + feldespato K + plagioclasa + calcita + illita + clorita + (esmectita) + (clorita/esmectita). Las arcillas presentes son casi exclusivamente illita (muy abundante) y clorita (abundante), apareciendo a veces esmectita y clorita/esmectita como traza (Tabla 4.2). El carbonato presente es calcita (se tiñe de fucsia con alizarina).

Perfil PAF35

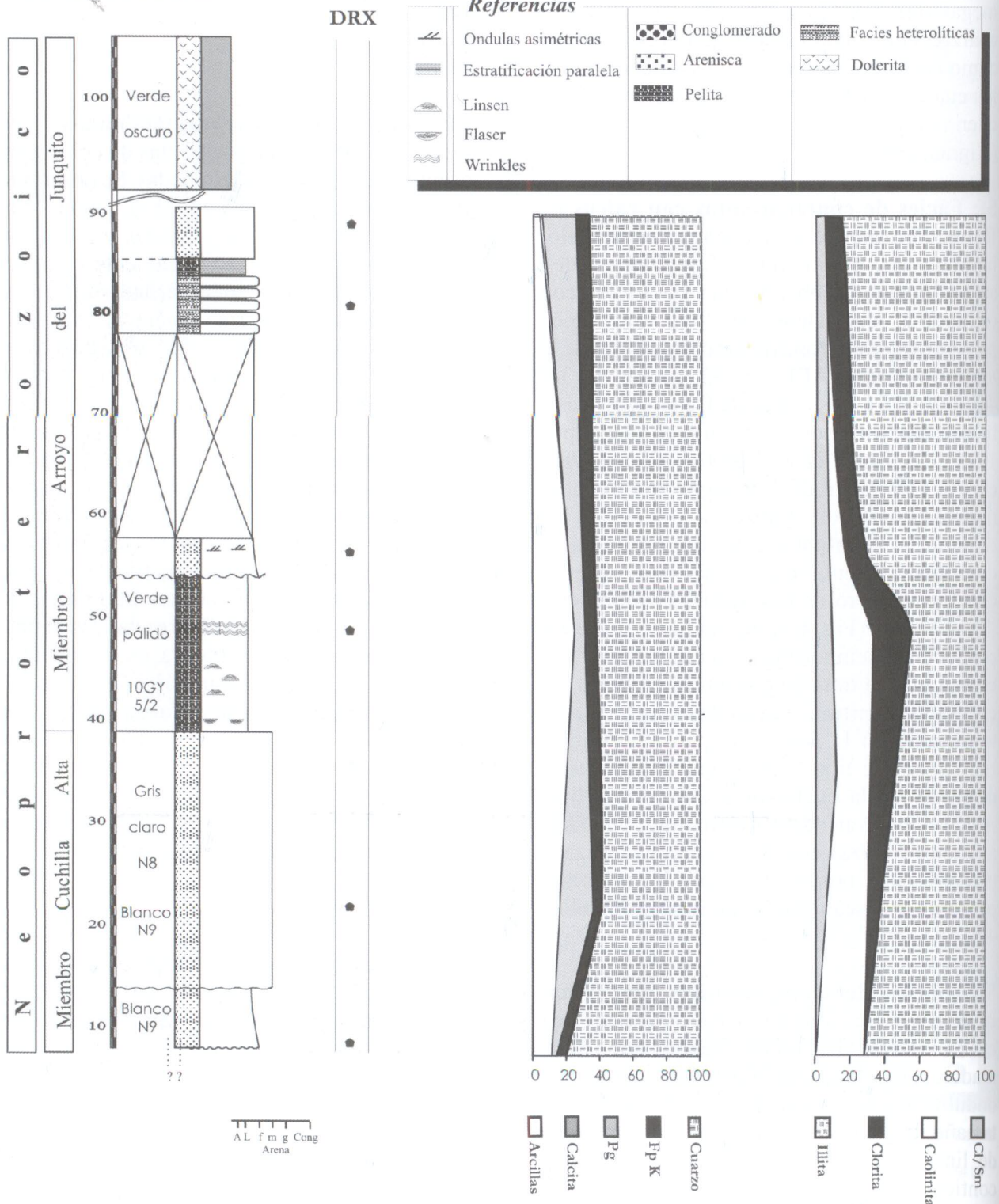


Fig. 4.5: Estratotipo del Miembro Arroyo del Junquito sobreyacente al Miembro Cuchilla Alta en contacto gradacional, mostrando la variación de la composición mineralógica (PAF32).

Lm: F
La par
cuarzo
clorita
compu
detritico
arcillos
arcillas

N e o p r o t e r o z o i c o
Formación Piedras de Afilar
M. C. A. M. A. J. Miembro Arroyo a luma

Fig. 4.6: Abu

Lm: Facies de margas y calizas margosas:

La paragénesis de esta facies es: calcita + cuarzo + feldespato K + plagioclasa + illita + clorita + clorita/esmectita + (caolinita). Están compuestas por calcita abundante, minerales detríticos de abundancia moderada y minerales arcillosos (poco abundantes). Dentro de las arcillas predomina la illita, con escasas clorita

y clorita/esmectita y caolinita como mineral traza (Tabla 4.1). Los diagramas composicionales reflejan el aumento del contenido de calcita hacia el tope, respecto a la facies Lr (Fig. 4.4). Litológicamente son muy similares a las facies más someras de las calizas de la Formación Polanco (Gaucher, 2000). Químicamente presentan contenidos de CaCO₃ bajos a moderados, menores al 50% (datos de

Cantera Heide

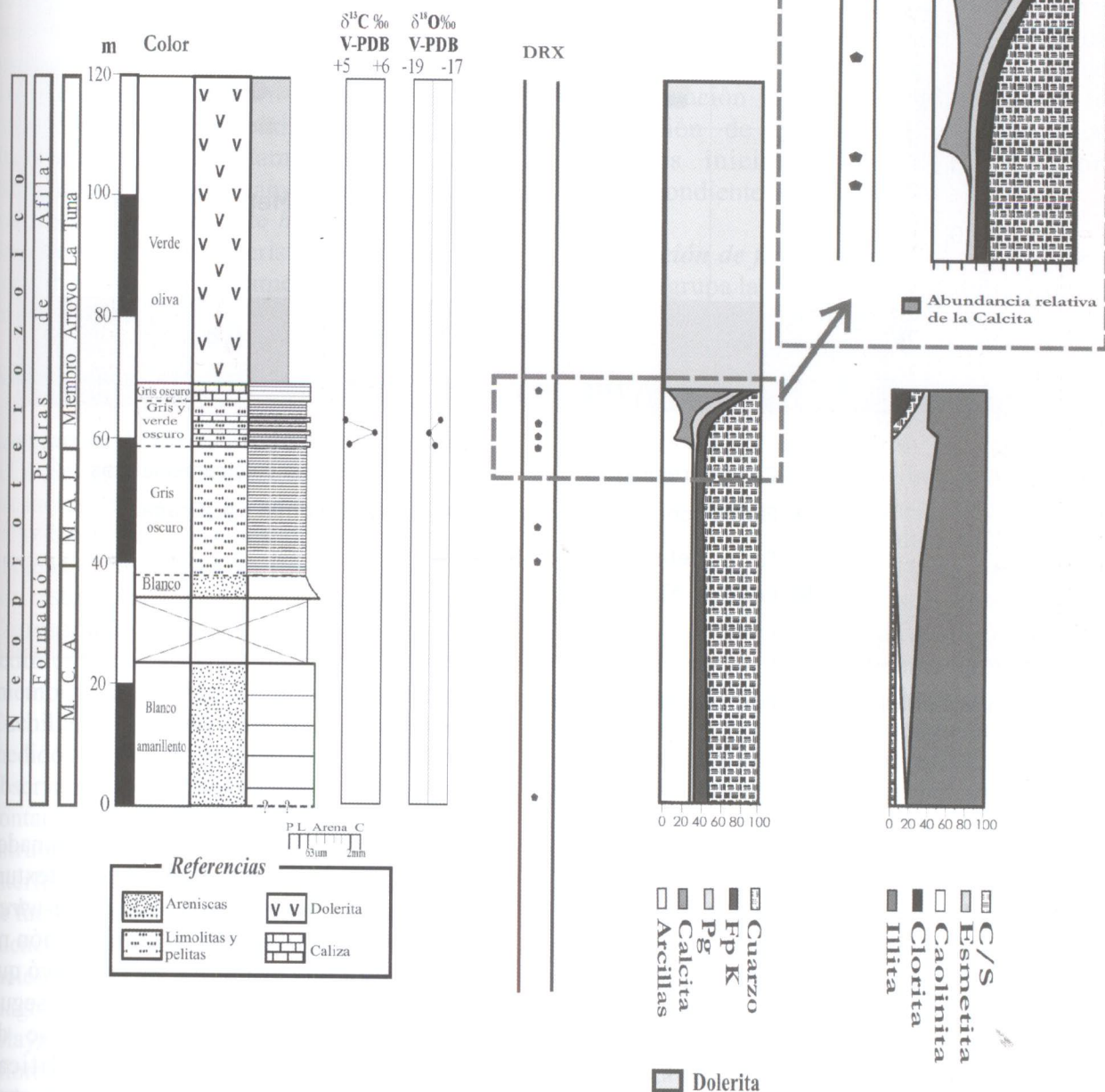


Fig. 4.6: Abundancia relativa de la composición mineralógica de las facies calcáreas del estratotipo del Mb. Arroyo de la Tuna (P AF3).

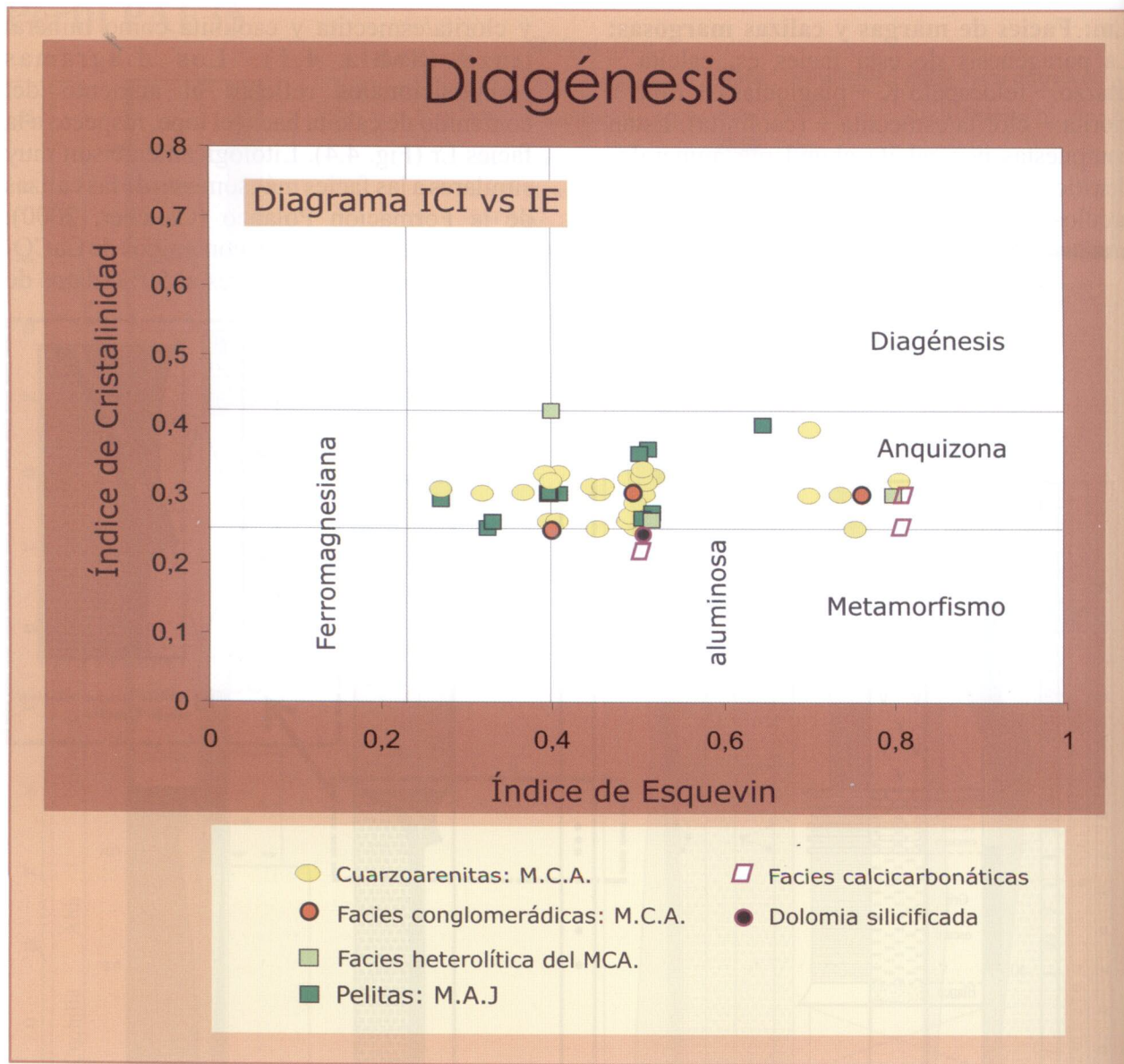


Fig. 4.7: Diagrama de índice de cristalinidad de la illita vs índice de Esquevin.

fluorescencia de rayos X no publicados, com. pers. Gabriela Alonso).

D: Facies de dolomía silicificada: son rocas carbonáticas silicificadas, con abundantes estilolitos de formas diversas. Si bien se observan una laminación que sugiere ser una laminación orgánica microbiana, no es claramente estromatolítica. Composicionalmente contienen sílice y clorita, con algunos cristales de carbonato relictivo de

forma romboidal, que han sido determinados como dolomita en DRX. Presenta una textura similar a la denominada “*chicken-wire*” (Tucker et al., 2001), pero su composición no corresponde a una evaporita. Se concluyó que son dolomías silicificadas, y debería seguir estudiándose ya que podría tratarse de verdaderas dolomías estromatolíticas silicificadas, como las que aparecen en otras unidades del Cratón del Río de la Plata

(Forma según P

Facies

Ep: Las doleritas hornfels. contacto zonas b con las metamorfolíticas doleritas práctica aparece donde corresponden diagénesis están al transformarse. Se observan corresponden en el dia

Asociac

Asociac

AF1. Se las facies ciclo basáltico óndulas con este. Corresponde a sedimentos miembros Cuchilla medidos observados contacto estructura interfere de facies cuenca, facies diagnós (playa o afloramiento) (Fig. 4.3 se mido

(Formaciones Loma Negra y Cerro Victoria, según Poiré & Gaucher, 2009).

Facies de hornfels epidóticos

Ep: Las pelitas en contacto con las intrusiones doleríticas originan esta facies metamórfica de *hornfels* epidóticos, por metamorfismo de contacto. Son relativamente abundantes en las zonas bajas y están íntimamente relacionados con las pelitas del Mb. Arroyo del Junquito. El metamorfismo de contacto que imponen las doleritas es tan importante que afecta prácticamente toda el área de afloramiento. Allí aparecen las facies F1 y H1 arriba descritas, donde se alcanzan temperaturas correspondientes a condiciones de fuerte diagénesis y anquimetamorfismo. Cuando están afectadas por metamorfismo térmico se transforman en facies de *hornfels* epidóticos. Se observan índices de cristalinidad de la illita correspondientes al metamorfismo (0,2 - 0,25), en el diagrama de la Fig. 4.7.

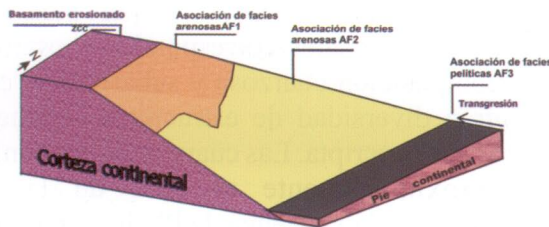
Asociaciones de facies

Asociación de facies arenosas de foreshore - AF1. Se agrupan en esta asociación de facies a las facies conglomerádicas y heterolíticas del ciclo basal (C y H), las cuarzoarenitas con óndulas de interferencia (Sir) y las areniscas con estratificación cruzada paralela (Spcs). Corresponde a la base de la secuencia sedimentaria, estrictamente conforma el miembro siliciclástico inferior: Miembro. Cuchilla Alta, donde los mayores espesores medidos para esta unidad son de 200m. Se observan ciclos granás basales que están en contacto erosivo con el basamento. Las estructuras sedimenétricas y óndulas de interferencia) evidencian que esta asociación de facies pertenece a la parte más somera de la cuenca, base de la secuencia sedimentaria. La facies con óndulas de interferencia (Sir) es diagnóstico de subambiente de *foreshore* (playa o *beachface*). Se observan muy buenos afloramientos con óndulas de interferencia (Fig. 4.3), típicas de ambiente de playa, donde se miden paleocorrientes, paralelas y

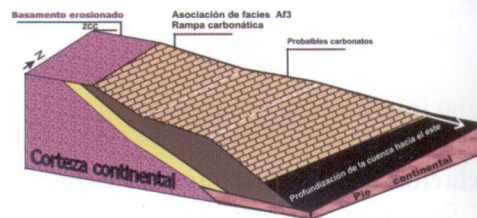
perpendiculares a la costa (N80 y N20W). Aquí se observan óndulas con escasa amplitud ($\lambda=8\text{cm}$), levemente simétricas, con interferencia de dos trenes de onda a 90°. Las orientaciones de las paleocorrientes hacia el NE (predominante) y NW (subordinada), sugieren que la paleocosta se encontraba orientada aproximadamente E-W, con olas que atacaban en sentido S-N. Otra evidencia, de tipo textural, es el hecho que los estratos inferiores presentan facies menos maduras que los sucesivos estratos superiores, donde aumenta el contenido de cuarzo, la redondez y selección además de otros parámetros texturales, como resultado de varios ciclos de sedimentación (facies Sli). Por lo tanto la asociación de facies AF1 representa los estadios iniciales de la sedimentación correspondiente a subambiente de foreshore.

Asociación de facies arenosas de shoreface - AF2. Agrupa las facies Sr, Spcs, Stcs, Shcs, Sf y Sli, las cuales corresponden a psamitas de composición cuarzosa y subarcósica, con una gran diversidad de estructuras sedimentarias arriba descripta. Las cuarzoarenitas conforman aproximadamente al 80% de las facies arenosas de la cuenca de Piedras de Afilar. Las tablas de composición mineralógicas (Tabla 4.2) y los diagramas triangulares QFL (Folk, 1978; Pettijohn et al., 1985) (Fig. 4.2) representan claramente este hecho. Los principales afloramientos de cuarzoarenitas se observan en los Cerros Piedras de Afilar con espesores máximos de 200m y en la zona costera. Se interpreta esta asociación de facies como **subambiente de shoreface**, donde se identifica *shoreface inferior, medio y superior*, de acuerdo con asociaciones de facies y modelos de facies de secuencias ideales (Spalleti, 1980; Posamentier & Walker, 2006) y ejemplos específicos de paleoambientes litorales del Precámbrico (Altermann & Corcoran, 2002). Las facies de **shoreface inferior** corresponden a las facies de areniscas con estratificación hummocky y megahummocky (de tormenta) que sugieren profundidades de 20-40 m (Molina et al., 1997). Están asociados a facies con

Código	Asociación de facies	Facies	Subambiente	Ambiente marino somero
AF4	Asociación de facies de rampa carbonática	Lr, Lm, FI D	Rampa carbonática Producción de carbonatos en parte más somera	
AF3	Asociación de facies pelíticas progradantes	FI, HI (HI-w, HI-p)	Pelitas de Offshore inicial	
AF2	Asociación de facies arenosas de Shoreface	Stcs, Sli ----- Sr, Spcs ----- Sf, Shcs	Shoreface superior ----- Shoreface medio ----- Shoreface inferior	
AF1	Asociación de facies de Foreshore	C, H Spes, Sir	Foreshore (Playa)	



Estadio 1: Cuenca Piedras de Afilar



Estadio 2: Cuenca Piedras de Afilar

■ Arenita de shoreface ■ Arenita de foreshore ■ Pelita ■ Caliza

Fig. 4.8: Representación del sistema deposicional ideal de la cuenca de Piedras de Afilar, de acuerdo con el análisis de facies (a) y evolución de la cuenca sedimentaria (b y c). Estadio 1: subsidencia y deposición de facies silicoclásticas; Estadio 2: Formación de una rampa carbonática.

estratificación cruzada sigmoidal y planar (Spes); y facies con flutes (Sf) que se generan por corrientes de tormentas. Los calcos de flujo observados en las cuarzoarenitas indican la presencia de corrientes de moderada a alta energía, con paleocorrientes dominantes hacia el norte (NNE y NNW). Las facies de **shoreface medio** comprenden facies psamíticas con óndulas (Sr) y con estratificación cruzada tabular planar (Spes), asociados a procesos de transporte de corrientes débiles. Las facies de **shoreface superior** (5-20 m de espesor) están asociadas a

“tidal flat” o planicie submareal. Incluyen también psamitas con estratificación cruzada en artesa (Sths) y facies de areniscas muy finas hasta limolitas, con lentes pelíticas (Sli), los cuales corresponde a pulsos progradantes. La disposición granodecreciente y estratodecreciente es una constante no sólo en las facies arenosas, sino en toda la sucesión sedimentaria. Esto sugiere una secuencia ingresiva con progradación de los sedimentos, donde la secuencia se hace cada vez más profunda (*deepening-upward sequence*). Las asociaciones de facies arenosas (AF1) y (AF2)

caracteri...
y superio...
Asociaci...
AF3. Ag...
las facie...
incluyen...
limolitas...
arcillita/...
definir y...
Junquito...
pelíticas...
cuenca y...
incluyen...
básicas...
contenido...
reconoci...
abundant...
que se...
carbonátic...
ambiente...
presencia...
facies FI...
acuerdo...
interestr...
ambiente...
difícilme...
orgánicas...
observar...
subfacies...
factor car...
Se interpr...
profundid...
fótica), d...
biomatas...
profundi...
correspon...
ascenso...
marina).
conforma

Asociación...
AF4. Se a...
asociación...
carbonátic...
de dolomía...
negras (FI...
calizas ma...
habría gen

caracterizan al Miembro. Cuchilla Alta inferior y superior respectivamente.

Asociación de facies de pelitas progradantes – AF3. Agrupa las facies de pelitas negras (F1), las facies de pelitas verdes y rojas (H1) que incluyen subfacies de arcillitas verdes, limolitas rojas y también facies heterolíticas arcillita/limolita. Esta asociación de facies va a definir y caracterizar el Miembro. Arroyo del Junquito y su paleoambiente. Las facies pelíticas representan menos del 30% de la cuenca y los espesores no superan los 150m, incluyendo las intercalaciones de rocas básicas. Si bien la facies F1 no presenta contenido importante de materia orgánica, se reconocieron facies pelíticas oscuras con abundante materia orgánica, especialmente las que se intercalan y subyacen las facies carbonáticas (F1). Esto sugiere el pasaje a un ambiente más reductor, hecho verificado por la presencia de clorita/esmectita (CS) en las facies F1 y H1 (subfacies H1-w); ya que de acuerdo con Deer et al. (1992) los interestratificados de CS indican Eh=0 en un ambiente levemente reductor. Además si bien difícilmente se han preservado las estructuras orgánicas en estas rocas neoproterozoicas, se observaron icnofacies de biomatas en las subfacies H1-w, siendo la bioturbación es un factor característico de ambiente de *offshore*. Se interpretan como facies progradantes, con profundidades máximas de 200 m (zona fótica), determinadas por la presencia de biomatas, pero probablemente alcanzando profundidades mayores. Estas facies corresponden a pulsos progradantes debido al ascenso del nivel del mar (transgresión marina). Esta asociación de facies A3 conforma el Miembro. Arroyo del Junquito.

Asociación de facies de rampa carbonática – AF4. Se agrupan las facies Lr y Lm como una asociación de facies de ambiente de rampa carbonática (AF4). Se incluyen aquí las facies de dolomías silicificadas D y facies de pelitas negras (F1) que se intercalan con las margas y calizas margosas. La rampa carbonática se habría generado debido a que un cambio hacia

condiciones climáticas más cálidas y una leve profundización de la cuenca, diera lugar al cese de aporte de material silicoclástico y la formación de carbonatos. Sin embargo la ausencia de facies de calizas puras es una evidencia de que las condiciones de temperatura y profundidad no eran óptimas para su formación. Las exposiciones de rocas carbonáticas no superan los 5 m de espesor (PAF3: Cantera Heide). Las facies dolomíticas más someras podrían explicarse como una dolomitización de las calizas; o bien podrían ser dolomías estromatolíticas silicificadas, aunque esto no ha sido demostrado. Finalmente, la asociación de facies AF4 conforma el Miembro Arroyo de la Tuna.

Paleoambiente

Como se ha visto se ha caracterizado el paleoambiente de acuerdo con las asociaciones de facies identificadas. De acuerdo con el concepto de modelo de facies y análisis paleoambiental (Walker & James, 1992) se ha determinado un paleoambiente marino somero litoral de playa, donde se han identificado *Shoreface*, *Foreshore* y *Offshore* inicial (Fig. 4.8). Se ha identificado una transgresión marina con una profundización de la cuenca, la cual se expresa muy bien en la gradación de los sedimentos (granodecreciente y estratodecreciente). En los esquemas (a) y (b) de la Fig. 4.8 se muestran dos estadios de evolución del paleoambiente: (a) aporte de material silicoclástico arenoso con pulsos progradantes y profundización de la cuenca hacia facies arenosas finas, limolitas y arcillitas; (b) formación de carbonatos en una fase inicial de rampa carbonática, con cambios de temperatura y leve subsidencia diferencial.

Proveniencia

El estudio de la proveniencia de las rocas sedimentarias de la Formación Piedras de Afilar comprende: (i) análisis isotópicos U-Pb LA-ICP-MS en circones detríticos; (ii) isótopos Sm-Nd y geoquímica de REE en pelitas; (iii) estudio geoestadístico de las

paleocorrientes; (iv) resultados petrográficos valorados en diagramas de proveniencia de Dickinson & Suczeck (1979).

(i) las edades U-Pb de los circones detríticos muestran dos picos principales en el Paleoproterozoico y en el Mesoproterozoico, con picos en: (a) 1487Ma, 1347, 1242 y 1009 Ma (60% en el Mesoproterozoico); (b) 2005–2068Ma y 1779–1876 Ma (37% en el Paleoproterozoico); y (c) sólo un circón de 2890 Ma (Arqueano) (Gaucher et al., 2008b).

(ii) los isótopos Sm-Nd (T_{DM} entre 1,6 y 2,5Ga) sugieren una proveniencia desde el basamento paleoproterozoico (Pamoukaghlián et al., 2012).

(iii) las paleocorrientes (71 medidas en estratificación cruzada en artesa) muestran consistentemente orientaciones hacia el E, con paleocorrientes dominantes hacia el NE. Los calcos de flujo son un factor determinante, el cual indica paleocorrientes hacia el NNE, lo cual es a su vez verificado por las estructuras de lineación de partición. (iv) los diagramas QFL muestran una tendencia de proveniencia de cratón estable, con algunos datos en el dominio de orógeno reciclado (Dickinson & Suczeck (1979).

La conjugación de todos los datos aquí presentados sugiere una proveniencia desde el Cratón del Río de la Plata.

Edad y correlaciones

Los principales datos que ayudan a acotar la edad son: (a) edades máximas de los circones detríticos de 1.006 ± 31 Ma., (b) edad mínima dada por las intrusiones de doleritas (382 ± 11 Ma) (Cingolani et al., 1990b); (c) quimiostratigrafía de las calizas. Los valores de $\delta^{13}C$ entre 5.05 y 5.8 ‰ VPDB (Pamoukaghlián et al., 2006) son normalmente encontrados en calizas del Criógeno y del Ediacárico (Halverson et al., 2005).

Se sugiere una correlación con otras unidades del Cratón del Río de la Plata avalada por: (a) una correlación litoestratigráfica, con petrografía de las facies sedimentarias y mineralogía de las arcillas análoga; (b) una correlación quimioestratigráfica con calizas del Neoproterozoico (Ediacárico) del Cratón del Río de la Plata - de acuerdo con valores de $\delta^{13}C$ y $\delta^{18}O$ obtenidos para la Formación Piedras de Afilas (Pamoukaghlián et al., 2006), comparables con valores reportados para las calizas de Formación Polanco por Gaucher et al. (2004c) y para las calizas de Formación Loma Negra por Gómez Peral (2007); (c) patrones muy similares en los histogramas de los circones detríticos de las areniscas del Miembro Cuchilla Alta (Formación Piedras de Afilas) en relación a la Formación Cerro Largo (Gr. Sierras Bayas) y a la Formación Yermal (Gr. Arroyo del Soldado) (Gaucher et al., 2008b); y (d) similitud de isótopos Sm-Nd de la unidad de estudio con las pelitas de la Formación Yermal (valores reportados por Blanco et al., 2009).