

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS y NATURALES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

TESINA PRESENTADA PARA OBTENER EL GRADO  
ACADÉMICO DE LICENCIADO EN GEOLOGÍA

**PROCEDENCIA Y DIAGÉNESIS DE LA FORMACIÓN AGUA ESCONDIDA:  
POSIBLES CONSECUENCIAS ESTRATIGRÁFICAS**

Leo FURCH

SANTA ROSA (LA PAMPA)

ARGENTINA

2014

## **Prefacio**

Esta Tesina es presentada como parte de los requisitos para optar al grado Académico de Licenciado en Geología, en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de La Pampa, y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta Universidad ni en otra Institución Académica. Se llevó a cabo en la Cátedra de Sedimentología dependiente del Departamento de Geología, durante el período comprendido entre el 01/09/2013 y el 27/07/2014, bajo la dirección de Ricardo Melchor y la codirección de Graciela Visconti.

## Índice

<b>Resumen</b>	5
<b>Abstract</b>	6
<b>Capítulo 1</b>	
Introducción	8
Objetivos	10
Hipótesis de trabajo	11
Fundamentación	11
Ubicación del área de estudio	11
<b>Capítulo 2: Marco Geológico</b>	
Cuenca de San Rafael	12
Geología del área de estudio	13
Antecedentes geológicos de la Formación Agua Escondida	17
Características litológicas, estructurales y paleoambientales de la Formación Agua Escondida	17
<b>Capítulo 3: Metodología</b>	
Metodología	19
Determinaciones petrográficas	19
Localidades y muestras estudiadas	22
<b>Capítulo 4: Resultados</b>	
Características petrográficas de las areniscas	31
Clasificación petrográfica de las areniscas	33

Descripción petrográfica de las areniscas por localidad	35
Localidades del área tipo	36
Localidades del área del cerro Poleo	44
Procedencia de las areniscas	50
Tipologías de cuarzo	54
Fábrica y empaquetamiento	57
<b>Capítulo 5: Discusión</b>	<b>61</b>
<b>Capítulo 6: Conclusiones</b>	<b>64</b>
Bibliografía	65
Anexos	71

## Resumen

La Formación Agua Escondida (Carbonífero Superior) se extiende entre el sureste de Mendoza y el sector centro – occidental de la provincia de La Pampa. Está compuesta en su mayoría por areniscas cuarzosas con estratificación paralela o entrecruzada (planar, tangencial y en artesa). Constituye, junto a la Formación El Imperial en el Bloque de San Rafael (Mendoza), el relleno de la Cuenca Neopaleozoica de San Rafael. En este trabajo se realizaron estudios petrológicos comparativos entre afloramientos de arenitas cuarzosas de la Formación Agua Escondida en su área tipo, con aquellos de los cerros Poleo, Limay Mahuida y otros afloramientos menores cercanos. El objetivo de este trabajo es determinar si existen diferencias composicionales o diagenéticas significativas, que sugieran que estas dos áreas tuvieron una historia geológica diferente.

Las areniscas se clasificaron en arenitas (< 15 % de matriz) y vaques (> 15 % de matriz). En ambas áreas fue notable el contenido de cuarzo total (89 % - 97 %), un contenido variable de líticos con variaciones entre el (2 % y 44 %) y escasos feldespatos (0 % y 3,5 %). Se identificaron arenitas y vaques cuarzosas, vaques líticas, sublitoarenitas y litoarenitas.

Los datos de modas detríticas de las areniscas analizadas variaron entre los campos de cratón interior, orógeno reciclado rico en cuarzo y transicional en menor medida. Estos valores son comparables con aquellos obtenidos en estudios previos en la Formación El Imperial (Carbonífero Medio – Pérmico Inferior) en inmediaciones de San Rafael. Las diferencias observadas en las modas detríticas se atribuyen, tentativamente, a ambientes depositacionales diferentes.

El análisis de tipologías de cuarzo propuesto por Basu *et al.* (1975), para diferenciar la litología del área de procedencia, evidenció una fuente granítica o metamórfica de bajo grado, sin encontrar grandes variaciones entre ambas áreas. La principal diferencia se da en el contenido de cuarzo policristalino, este componente es más abundante en las localidades de loma de los Guanacos y Limay Mahuida. Se estableció como posible área de aporte de sedimentos al basamento granítico y metamórfico de bajo grado del centro – sur de la provincia de La Pampa, aunque no es posible descartar la contribución de sucesiones sedimentarias cuarzosas.

Los valores de índices de contacto (IC) y de empaquetamiento cerrado (IEC) están condicionados por el contenido de matriz, por lo cual las vaques fueron desestimadas para calcular promedios y para realizar la estimación de la profundidad de sepultamiento. El valor promedio de IC para el área tipo fue de 4,83 y 4,67 para el área de cerro Poleo; en tanto el IEC fue de 4,28 y 4,01 respectivamente.

La profundidad de soterramiento se estimó entre 6,9 y 7,6 km utilizando una curva patrón establecida por McBride *et al.*, (1991) que relaciona el índice de contacto y el de empaquetamiento cerrado con la profundidad de sepultamiento.

Mediante estos análisis se llegó a la conclusión que las areniscas cuarzosas de la Formación Agua Escondida para el área tipo y el área del cerro Poleo son indiferenciables desde el punto de vista composicional. En consecuencia, han tenido una historia geológica similar.

### **Abstract**

The Agua Escondida Formation (Upper Carboniferous) crop outs between southeastern Mendoza and south-center La Pampa provinces. It is mostly composed of quartz arenites with horizontal bedding or (planar, tangential and trough) cross-bedding. This unit composes, along with the El Imperial Formation of the San Rafael Block (Mendoza), the fill of the Late Paleozoic San Rafael basin. Comparative petrologic studies between outcrops of the Agua Escondida Formation in its type area and those of the cerro Poleo, Limay Mahuida and minor neighboring outcrops (cerro Poleo area), were conducted during this study. The purpose of this work was to determine if there are any compositional or diagenetic differences between the outcrops of the Agua Escondida Formation at both areas that may be interpreted as reflecting contrasting geological histories.

The sandstones are arenites (less than 15% matrix) and wackes (more than 15% matrix). Both areas showed a high total quartz content (89 % - 97 %), low but variable content of lithic grains (2 % to 44 %) and absent to scarce feldspars (0 % to 3,5 %). The sandstones were classified as quartz arenites, quartz wackes, lithic wackes, sublithoarenites, and lithoarenites.

The studied samples mostly plotted in the field of craton interior and, in minor amount, recycled orogenic (both quartzose and transitional recycled). The compositional variation is comparable to that observed by Espejo and López Gamundí (1994) for the El Imperial Formation (Middle Carboniferous-Lower Permian) in the San Rafael Block. It is hypothesized that the observed variations can be the result of contrasting depositional environments, instead of different source rocks.

Provenance studies using quartz grain types after the methodology by Basu *et al.* (1975), suggest granitic to gneissic source rocks for both areas. The main difference is the polycrystalline quartz content, which is more abundant at loma de los Guanacos and Limay Mahuida localities. The more likely source area is the granitic to low-grade metamorphic basement of center-south La Pampa province, although recycling from quartzose sedimentary sequences cannot be discarded.

The values of contact index and tight packing index are strongly influenced by the matrix content of the analyzed sandstone, for these reason wackes were excluded from the calculation of average values for locality and to obtain estimates of the burial depth. The average values of the contact index were 4.83 for the type area and 4.67 for the cerro Poleo area; whereas the corresponding values of the tight packing index were 4.28 and 4.01. The average values of the contact index suggest a maximum burial depth

ranging between 6.9 and 7.6 km, using the regression curve proposed by McBride *et al.* (1991).

This study suggests that the quartz sandstones of the type area of the Agua Escondida Formation were compositionally indistinguishable from those of the cerro Poleo area. In consequence, they suffered a similar geologic history.

# CAPÍTULO 1

## Introducción

Las areniscas son las rocas sedimentarias más utilizadas en estudios de procedencia. El estudio detallado de la composición química y mineralógica de los sedimentos terrígenos y de sus rasgos texturales, así como el análisis estadístico de sus diversos componentes, se lleva a cabo actualmente a través de técnicas petrográficas y geoquímicas (e.g., Johnsson, 1993; McLennan *et al.*, 1993).

Entender la dinámica de los diferentes procesos que intervienen en la formación de los sedimentos y su transporte, así como conocer la litología de las rocas fuente es importante, ya que es un complemento significativo en la reconstrucción de los ambientes de depósito y sus probables correlaciones estratigráficas. Esta información aporta evidencias clave para el conocimiento de la evolución geológica de una región en particular, y su evolución paleogeográfica en un contexto regional.

Gran parte de los estudios de procedencia de areniscas se basan en el análisis petrográfico de minerales livianos, así como de determinados minerales detríticos como diversos minerales pesados, feldespatos (Helmold, 1985) y cuarzo (Basu, 1985).

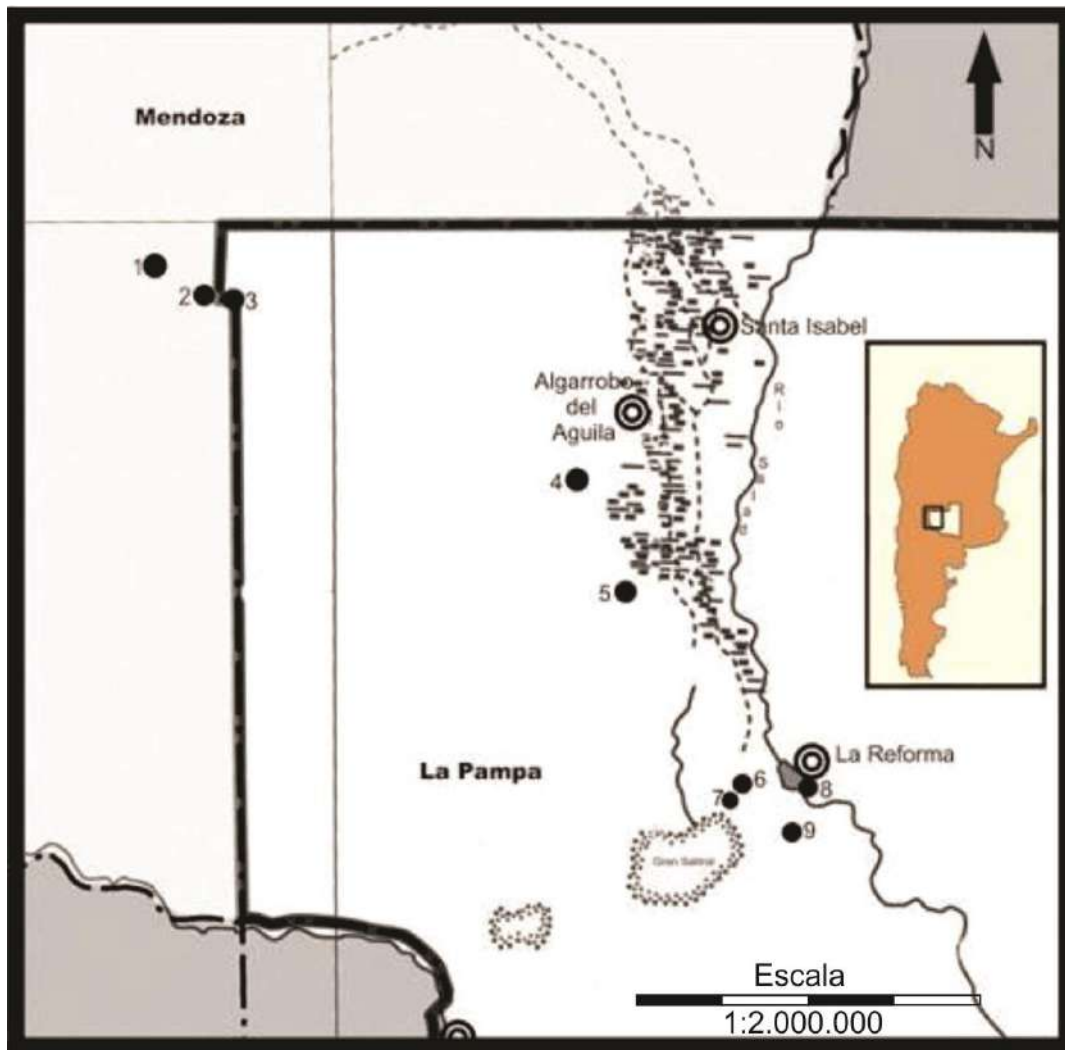
Una de las especies minerales a la que se ha prestado especial atención en este tipo de análisis ha sido el cuarzo detrítico, debido a su alta estabilidad mecánica y química, que lo convierten en el constituyente fundamental más frecuente de los depósitos arenosos (Tortosa *et al.*, 1988). La Formación Agua Escondida está conformada por arenitas cuarzosas y pelitas oscuras que afloran, de manera dispersa, en los alrededores de la localidad de Agua Escondida (sureste de Mendoza) y se extienden hasta el centro-oeste de La Pampa. A dicha Formación se le asigna una edad carbonífera tardía debido al hallazgo de flora fósil (González Díaz y García, 1968), la que es concordante con las relaciones estratigráficas de la unidad.

Los afloramientos del sureste de Mendoza presentan una mayor diversidad litológica, en tanto aquellos que se encuentran en la Provincia de La Pampa están casi exclusivamente compuestos por arenitas cuarzosas con estratificación entrecruzada (Linares *et al.*, 1980; Melchor y Casadío, 2000; Melchor y Llambías, 2004). Estas diferencias han sustentado la propuesta de división de la unidad en dos miembros (Linares *et al.*, 1980); Afilar y Cerro Guanaco. La denominación de Miembro Afilar se propuso para los afloramientos del área tipo, incluyendo aquellos cercanos Agua Escondida y Lomas Piedras de Afilar, los que muestran una litología más variable (arenitas, vaques y pelitas). El Miembro Cerro Guanaco se compone casi exclusivamente por arenitas cuarzosas y aflora sólo en La Pampa. Los principales afloramientos del Miembro Cerro Guanaco están conformados por, loma de los Guanacos y cerro Poleo, aunque existen varios afloramientos y subafloramientos menores que se disponen a lo largo del valle del río



Atuel-Salado-Chalideuvú hasta la latitud de cerro Ñaño (37°21' 39"S, 66°48'58"O)- (Fig. 1).

El cerro Poleo está compuesto por una sucesión de areniscas cuarzosas, las cuales se hallan en posición vertical y con rumbo N45°O. Una inclinación tan elevada implica la actuación de procesos deformativos de una magnitud que no encuentra comparación entre las secuencias neopaleozoicas de la región. En efecto, todos los afloramientos de las sedimentitas de la Formación Agua Escondida (Carbonífero Superior) en el noroeste de La Pampa - sureste de Mendoza, muestran plegamiento suave, el que se traduce localmente en inclinaciones de los estratos menores a 20° (Melchor *et al.*, 1999b). Al proponer la extensión meridional del terreno de Cuyania-Precordillera en la provincia de La Pampa, Melchor *et al.* (1999b) reconocieron como elementos claves a un intrusivo de edad Grenvilliana (Plutón Las Matras, Sato *et al.*, 2000), más una cobertura sedimentaria compuesta por calizas ordovícicas (Formación San Jorge) y arenitas cuarzosas (asignadas previamente a la Formación Agua Escondida). Dichos autores expresan que los afloramientos de arenitas cuarzosas del centro oeste de La Pampa, que se encuentran próximos a la Formación San Jorge, podrían constituir una unidad previa al Paleozoico Tardío. Los afloramientos son los cerros Poleo, Limay Mahuida, Bayo, y asomos sin nombre ubicados al oeste de los cerros San Jorge y al noreste del cerro Colón. Además del argumento de la contrastante actitud estructural, la presencia de clastos de grava de cuarcita en la Formación Agua Escondida en lomas de los Guanacos (Melchor, 1987), implica la existencia de un área de aporte cuarcítica previa al Carbonífero Tardío. Dado que la mayor parte de las unidades litoestratigráficas no muestran relaciones estratigráficas en el área de estudio, es necesario emplear metodologías alternativas para inferir las mismas.



**Figura 1.** Mapa de ubicación de las localidades estudiadas. 1- Puesto Yantén, 2- Perfil tipo Agua Escondida, 3- Loma Piedras de Afilas, 4- Loma de los Guanacos, 5- Cerro Poleo, 6- Cerro Quiroga, 7- Cerro de Lobos, 8- Cerro Limay Mahuida, 9- Elevación al NE del cerro Ñaño

### Objetivos

En el proyecto de tesina se propuso realizar estudios petrológicos comparativos entre afloramientos de arenitas cuarzosas de la Formación Agua Escondida en su área tipo, con aquellos de los cerros Poleo, Limay Mahuida y otros afloramientos menores cercanos; a fin de determinar si existían diferencias composicionales o diagenéticas significativas. En particular, se realizaron estudios de procedencia de arenitas cuarzosas, así como estimaciones de la compactación sufrida durante la diagénesis.

## **Hipótesis de trabajo**

Los afloramientos de areniscas cuarzosas del cerro Poleo y asomos adyacentes (aquí denominados área del cerro Poleo) constituyen una unidad litoestratigráfica de edad más antigua que Carbonífero Tardío, y tendrían una historia geológica diferente que los afloramientos del área tipo de la Formación Agua Escondida. Estas diferencias implican una composición diferente de las areniscas y un diferente grado de compactación.

## **Fundamentación**

Estudios geológicos previos sugieren que la actitud estructural de la Formación Agua Escondida en Cerro Poleo contrasta con aquella de los restantes afloramientos de la unidad (Melchor *et al.*, 1999a). Por otro lado, la presencia de clastos cuarcíticos de tamaño grava, sugiere la existencia de una sucesión sedimentaria de dicha composición, previa a la Formación Agua Escondida, la que no se ha distinguido formalmente a la fecha.

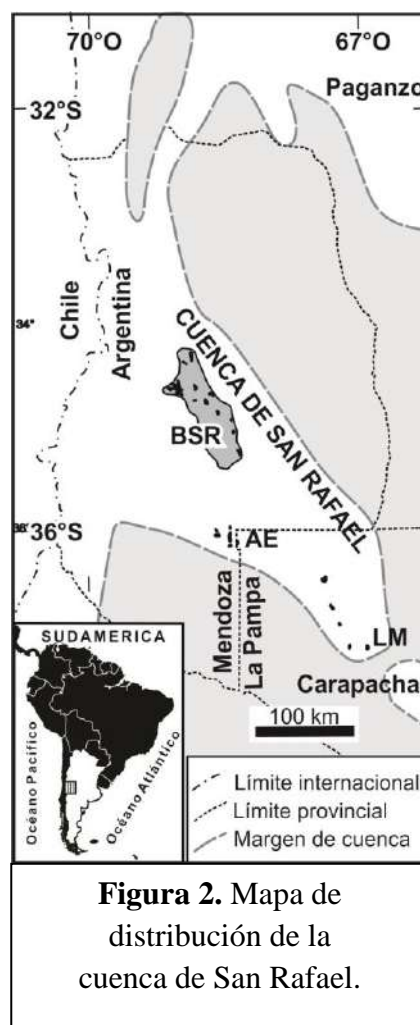
## **Ubicación del área de estudio**

El área de estudio se sitúa en el sector centro-occidental de la Provincia de La Pampa y sureste de Mendoza. Abarca parte de la Provincia Geológica Sanrafaelina-Pampeana, Cuenca Cuyana y Bloque las Mahuidas. De norte a sur, las muestras provienen de Puesto Yantén (36° 00' 35''S; 68° 26' 21''O) y Agua Escondida (36° 08' 51''S; 68° 17' 59''O) en la Provincia de Mendoza; loma Piedras de Afilar (36° 09' 27''S; 68° 16' 22''O), loma de los Guanacos (36° 29' 10''S; 67° 15' 59''O), cerro Poleo (36° 46' 26''S; 67° 09' 00''O), cerro Limay Mahuida (37° 10' 39''S; 66° 41' 51''O), cerro Quiroga (37° 10' 35''S; 66° 52' 45''O), cerro de Lobos (37° 12' 47''S; 66° 57' 11''O), y elevación al NE del cerro Ñaño (37° 21' 46''S; 66° 43' 00''O), estas últimas siete localidades se ubican en la provincia de La Pampa (Fig. 1).

## CAPÍTULO 2. Marco Geológico

### Cuenca de San Rafael

La Cuenca de San Rafael es una cuenca Neopaleozoica de antepaís de retroarco, desarrollada en el margen paleo-Pacífico de Gondwana. Tiene forma elongada con un eje mayor orientado NO-SE que cubre parte de las provincias de Mendoza y La Pampa (Fig. 2). Recibió sedimentos desde el Carbonífero Medio al Pérmico Temprano (Azcuay *et al.* 1987, Espejo *et al.*, 1996). Las áreas de afloramiento principales son dos. La mejor conocida corresponde al Bloque de San Rafael de Mendoza, donde se encuentra representada por la Formación El Imperial. La segunda área de afloramientos corresponde al suroeste de Mendoza y noroeste de La Pampa, donde se encuentra representada por la Formación Agua Escondida. Esta zona fue denominada como la “Bahía Pampeana” de la cuenca de San Rafael por Polanski (1970). La Formación El Imperial descansa en discordancia sobre rocas ígneas y metamórficas de alto grado del basamento Precámbrico, así como sobre sucesiones marinas del Paleozoico Inferior. La unidad es esencialmente marina y alcanza un espesor máximo de 1800 m en el Bloque de San Rafael (Espejo, 1990). La Formación El Imperial muestra una transición de ambientes sedimentarios, incluyendo pelitas y areniscas marinas transgresivas basales, que pasa a pelitas con clastos caídos de origen glacimarino, los que son reemplazados por depósitos marinos someros, deltaicos y fluviales (Espejo y Lopez-Gamundi, 1994; Espejo *et al.*, 1996; Henry *et al.*, 2014). La sucesión de la Formación Agua Escondida podría correlacionarse con la parte alta de la Formación El Imperial, aunque su edad no se encuentra bien definida (Polanski, 1970; Melchor, 1996).



**Figura 2.** Mapa de distribución de la cuenca de San Rafael.

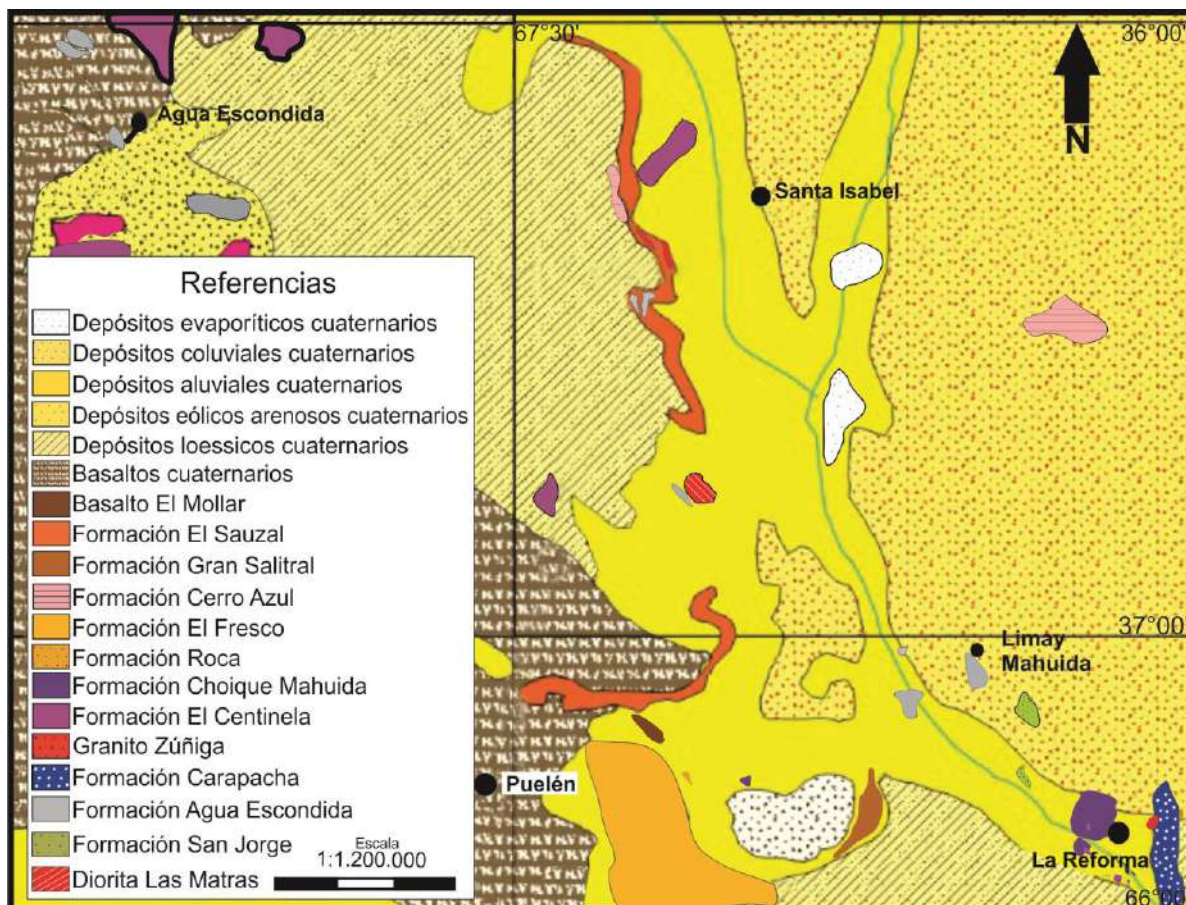
## Geología del área de estudio

La roca más antigua del área es el Plutón tonalítico-trondhjémítico mesoproterozoico (Sato *et al.*, 2000) ubicado en el cerro Las Matras, que fuera denominado Diorita Las Matras por Linares *et al.* (1980) (Fig. 3 y 4). Los afloramientos de este plutón se encuentran parcialmente cubiertos por sedimentos modernos. Hacia el oeste del cerro Las Matras, Sato *et al.* (2000) infieren un posible contacto tectónico con las arenitas cuarzosas de cerro Poleo.

En orden de antigüedad le siguen las calizas de la Formación San Jorge del Ordovícico Inferior, de la cual se reconocen los Miembros San Jorge Sur y Rogaziano (Melchor *et al.* 1999b). El primero, compuesto por calizas con estromatolitos, trombolitos y laminación algal, se interpreta como depositado en un ambiente perimareal de baja energía. El Miembro Rogaziano abarca las rocas metamórficas de la Formación San Jorge, las que poseen textura granoblástica poligonal, compuestas principalmente por dolomitas y calcita con contenido menor de cuarzo (Melchor *et al.* 1999b; Tickyj *et al.* 2002).

La Formación Piedras de Afilas (González Díaz, 1972) cuya edad fue asignada al Carbonífero Superior utilizando datos radiométricos, (Linares *et al.*, 1978) está compuesta por granitos muy alterados, sobre los que se apoya localmente la Formación Agua Escondida.

En el Carbonífero Superior se ubican las arenitas cuarzosas de la Formación Agua Escondida (González Díaz y García, 1968). Esta Formación se divide en el Miembro Afilas (Llambías, 1975; Linares *et al.*, 1980) y el Miembro Cerro Guanaco (Llambías, 1975; Linares *et al.*, 1980).



**Figura 3.** Mapa geológico del área de estudio. Tomado y modificado de la Hoja Geológica 3766-I Santa Isabel (Melchor y Llambías, 2000) de la Hoja Geológica 3766-III, La Reforma (Melchor y Casadío 2000) y de la Hoja Geológica 30e, Agua Escondida (González Díaz, 1972).

En el área de las sierras Carapacha Chica se describen areniscas y pelitas pardo-rojizas correspondientes a la Formación Carapacha del Pérmico Superior. En esta localidad, Melchor (1995, 1999) reconoció el Miembro Urre-Lauquen.

El Grupo Sierra Pintada (Criado Roqué, 1972) abarca a las rocas ígneas correspondientes al extendido ciclo magmático permo-triásico, equivalente al magmatismo del Choiyoi (Stipanovic *et al.*, 1968) en el oeste argentino, el cual su extensión podría alcanzar más de 500.000 km<sup>2</sup>, considerando datos del subsuelo (Llambías *et al.*, 2003). Dentro de este grupo se reconoce el Granito Zúñiga (Linares *et al.*, 1980), constituido por leucogranitos de grano fino a medio y pórfidos graníticos; la Formación El Centinela (Linares *et al.*, 1980) conformada por andesitas, andesitas cuarcíferas, pórfidos e ignimbritas de alto grado y la Formación Choique Mahuida (Linares *et al.*, 1980) compuesta por rocas riolíticas, depósitos de oleadas piroclásticas, e ignimbritas de alto grado. Tickyj *et al.* (2014), obtuvieron resultados geocronológicos sobre intrusivos silíceos a mesosilíceos de la provincia magmática Choiyoi mediante el estudio de circones aplicando el método U-Pb. La edad obtenida en rocas correspondientes a la Sección Inferior del magmatismo Choiyoi fue de  $283,8 \pm 0,98$  Ma, (Pérmico Temprano, límite Artinskiano-Kunguriano) y la edad obtenida para la base de la Sección Superior fue de 266,7 Ma (Pérmico Medio-Wordiano).

En el área de la Meseta de El Fresco, el Paleógeno está representado por rocas sedimentarias marinas del Daniano, asignadas a la Formación Roca (Wichmann, 1928). También afloran en esta área, las psamitas, pelitas y calizas lacustres de edad eocena inferior asignadas a la Formación El Fresco (Melchor y Casadío, 2000).

Durante el Eoceno tardío se depositaron calizas, psamitas y pelitas en ambientes lacustres someros de la Formación Gran Salitral (Melchor, 2002).

En el sector central del área de estudio durante el Neógeno se depositaron sedimentitas silicoclásticas en ambientes continentales reconocidas como formaciones Cerro Azul (Linares *et al.*, 1980) y Río Negro (García y García, 1964).

Sobre la secuencia sedimentaria neógena, se dispone una colada de basalto pleistoceno (Basalto El Mollar; González Díaz, 1972), que constituye los afloramientos más orientales de los basaltos de retroarco del sureste de Mendoza.

Al intervalo Pleistoceno- Holoceno corresponden los depósitos aluviales de los ríos Atuel-Salado-Chadileuvú, acumulaciones coluviales y depósitos principalmente eólicos silicoclásticos.



Era	Sistema	Serie	Grupo	Formación	Miembro	Litología	
<b>CENO-ZOICO</b>	Cuaternario	Holoceno		Depósitos eólicos y de bajos y lagunas		Arenas finas, arcillas, evaporitas.	
				Depósitos eólicos Modernos		Arena fina y limos.	
				Depósitos aluviales del río Chadileuvú, Atuel-Salado		Arenas, limos, arcillas, evaporitas.	
				Depósitos Coluviales		Arenas y brechas sedimentarias.	
				Meauco		Arena fina y muy fina	
	Neógeno	Plioceno		El Sauzal		Areniscas líticas, limos, tosca, conglomerados	
		Mioceno		Cerro Azul		Areniscas líticas, limos, arcillas	
	- - - - - <b>Discordancia</b> - - - - -						
	Paleógeno	Eoceno			Gran Salitral		Areniscas líticas, limos, arcillas
					El Fresco		Riolitas, tobas, chonitas, calizas y areniscas
- - - - - <b>Discordancia</b> - - - - -							
	Paleoceno			Roca		Grainstones (bioesparitas) y arenitas híbridas.	
- - - - - <b>Discordancia</b> - - - - -							
<b>MESO-ZOICO</b>	Pérmico - Triásico		Sierra Pintada	Choique Mahuida		Riolitas, dacitas, tobas.	
				El Centinela		Andesitas, lavas, y brechas andesíticas.	
				Granito Zúñiga		Pórfido granítico	
<b>PALEO-ZOICO</b>	Pérmico	Superior		Carapacha	Urre-Launquen	Areniscas, pelitas y calizas	
	Carbonífero	Superior		Agua Escondida	Cerro Guanaco	Ortocuarcitas blancas.	
					Afilar	Ortocuarcitas, subgrauvacas, lutitas, limolitas.	
				Piedras de Afilar		Granitos	
	Paleozoico inferior		San Jorge	Rogaziano		Calizas cristalinas plegadas, marmol, skarnoide.	
				San Jorge Sur		Calizas estratificadas, oesparitas, chert, estromatolitos.	
<b>PRECAM-BICO</b>	Proterozoico	Mesoproterozoico		Plutón Las Matras		Tonalitas y trondhjemitas	

**Figura 4.** Cuadro estratigráfico del área de estudio. Tomado y modificado de Melchor y Llambías (2000) y Melchor y Casadío (2000).



## **Antecedentes Geológicos de la Formación Agua Escondida**

La primera mención sobre afloramientos de la unidad se debe a Wichmann (1928), quien se refirió los afloramientos de cerro Guanacos, actualmente conocido como loma de los Guanacos. La unidad litoestratigráfica fue creada por González Díaz y García (1968), para englobar sedimentitas aflorantes en el ámbito de la Hoja Geológica 30e “Agua Escondida” (Provincias de Mendoza y La Pampa).

Llambías (1975) y Linares *et al.* (1980) distinguieron dos miembros en esta Formación, denominando Miembro Cerro Guanaco a los afloramientos constituidos por ortocuarcitas blancas, cuya localidad tipo se encuentra en el ámbito de la Hoja Santa Isabel, en la loma de los Guanacos. El miembro restante, denominado Miembro Afilar por Linares *et al.* (1980), corresponde a ortocuarcitas, subgrauvacas, lutitas y limolitas que se distribuyen mayormente en el ámbito de la Hoja Agua Escondida (González Díaz, 1972).

Ortiz (1967) describió el cerro Guanacos y elaboró un perfil N-S que incluye a las lomas del Divisadero, loma de los Guanacos y cerro El Centinela. Melchor (1987, 1996) delineó los rasgos geológicos del área de la loma de los Guanacos y realizó una interpretación paleoambiental de las secuencias de la unidad aflorante en La Pampa. Además Fernández (1997) y Bassan (1996) estudiaron localidades próximas al poblado de Agua Escondida. Posteriormente, Melchor *et al.* (1999a) indicaron que los afloramientos del cerro Poleo podrían pertenecer a una unidad más antigua, sobre la base de su contrastante actitud tectónica en comparación con aquella de los asomos ubicados en la loma de los Guanacos y el área de Agua Escondida. Melchor y Casadío (2000) reseñaron las características de la unidad en la Hoja La Reforma y por último Narciso *et al.* (2001) lo hicieron en la Hoja Agua Escondida 3769-II.

### **Características litológicas, estructurales y paleoambientales de la Formación Agua Escondida**

Esta unidad posee una marcada homogeneidad litológica; estando compuesta mayormente por arenitas cuarzosas finas y, en menor medida, areniscas cuarzosas medianas a gruesas, de color gris claro y pardo amarillentas, con estratificación paralela o entrecruzada (planar, tangencial y en artesa). También se observan arenitas cuarzosas rojas y escasos niveles conglomerádicos (Linares *et al.*, 1980; Melchor, 1987, 1996; Melchor y Casadío, 2000; Narciso *et al.*, 2001). Las arenitas cuarzosas rojizas aparecen en el extremo sur del cerro Poleo.

En el cerro de Lobos (Fig. 1), la unidad muestra mayor variabilidad granulométrica presentando localmente limolitas finas cuarzosas. En la zona de Agua Escondida, particularmente en Mina Santa Cruz y Puesto Yantén (Fig. 1), aparecen intervalos de

pelitas oscuras laminadas potentes, hasta 20 m de potencia, que pertenecen al Miembro Afilar.

Los espesores máximos se registran en la loma de los Guanacos (Fig. 1), donde Llambías y Leveratto (1975) estimaron 900 m, aunque este espesor está probablemente sobre-estimado. En el resto de las localidades, los espesores expuestos generalmente no superan los 40 m.

En cerro Poleo (Fig. 1), la secuencia sedimentaria tiene una posición subvertical (entre  $N85^{\circ}SO$  y  $N85^{\circ}NE$ ) con rumbo aproximado  $N45^{\circ}O$ . En la loma de los Guanacos (Fig. 1) las inclinaciones raramente superan  $15^{\circ}$ , y la estructura mayor consiste en un megaplegamiento suave cuyo eje se ubica en posición NNO (Melchor, 1987). En cerro Bayo la posición probable de la estratificación es  $N35^{\circ}O/43^{\circ}SO$ .

En el cerro de Lobos (Fig. 1) las capas buzcan mayormente entre  $10^{\circ}$  y  $18^{\circ}$  hacia el norte (posición promedio  $N87^{\circ}O/12^{\circ}N$ ), en tanto en el cerro Limay Mahuida (Fig. 1) la estratificación tiene un rumbo promedio N-S con una inclinación próxima a vertical. Esta relación entre cerro de Lobos y Limay Mahuida es similar a la encontrada entre cerro Poleo y loma de los Guanacos.

Esta formación ha sido atribuida a un ambiente marino somero, sobre la base de su monotonía composicional. Se aprecia una transición entre ambientes de playa en el extremo SE de la cuenca (“shoreface” en el cerro Poleo) a condiciones estuarinas en el área tipo de la unidad (Provincia de Mendoza) (Melchor, 1996 e información inédita).

En Loma de los Guanacos, la presencia de un arreglo granodecreciente y artesas de gran escala con indicadores de paleocorrientes bipolares sugiere la posible identificación de depósitos de origen fluvial con influencia de mareas. La sucesión de cerro Poleo está compuesta por areniscas cuarzosas finas con estratificación horizontal y de bajo ángulo predominante, las que fueron interpretadas como correspondientes a un ambiente de playa (Melchor, 1996).

En el área de Puesto Yantén, la Formación Agua Escondida está integrada por sedimentitas depositadas en un ambiente de playa a marino somero, correspondiente a una costa marina clástica con influencia de mareas (Fernández, 1997). Litológicamente está compuesta por arenitas y vaques cuarzosas y en menor medida pelitas.

### **CAPITULO 3: Metodología**

La metodología utilizada incluyó la descripción petrográfica, determinación de las modas detríticas y del grado de empaquetamiento de muestras de areniscas cuarzosas incluidas en la Formación Agua Escondida. En comparación con estudios de procedencia usando técnicas más complejas, como edades de circones detríticos, dicha metodología es menos diagnóstica. Sin embargo, se considera que es un método simple y de bajo costo que puede brindar resultados que justifiquen la aplicación de técnicas más costosas y sofisticadas en el futuro.

Para el presente estudio se usaron muestras de arenitas cuarzosas del área tipo de la Formación Agua Escondida, cerro Poleo y asomos adyacentes, que han sido colectadas en estudios previos. Se seleccionaron cuarenta muestras de arenitas cuarzosas del área de Agua Escondida (Mendoza), loma de los Guanacos, cerro Poleo, cerro Limay Mahuida y otros afloramientos cercanos (La Pampa). En todos los casos, las muestras se seleccionaron de manera que fueran representativas de las sucesiones analizadas. Las muestras se pueden referir a perfiles sedimentológicos de detalle en todos los afloramientos que presentan una sucesión sedimentaria adecuada (Melchor, 1996 e información inédita). En los casos en que no existe tal sucesión sedimentaria (por ejemplo, cerro de Lobos), la muestra se tomó de manera que fuera representativa de la litología presente.

#### **Determinaciones petrográficas**

Las muestras fueron usadas para efectuar diferentes determinaciones petrográficas:

- 1) *Moda detrítica*: estimada mediante el conteo de 500 puntos por corte delgado aplicando el método de Gazzi-Dickinson (Ingersoll *et al.*, 1984). En los conteos de modas detríticas se puso especial atención a la caracterización de granos líticos y a la presencia de minerales pesados. Los parámetros contados y las abreviaturas asignadas a cada uno de ellos se presentan en la Tabla 1.

<b>Qm</b>	Cuarzo monocristalino
<b>Qpa</b>	Cuarzo policristalino anhedral
<b>Qpp</b>	Cuarzo policristalino polihedral
<b>Qpe</b>	Cuarzo policristalino elongado
<b>Pc (a)</b>	Plagioclasa alterada con macla Carlsbad
<b>Pc (f)</b>	Plagioclasa fresca con macla Carlsbad
<b>Mc (f)</b>	Microclino fresco
<b>Lsfa</b>	Fangolita
<b>Lslu</b>	Lutita
<b>Lslr</b>	Limolita recristalizada
<b>Lsch</b>	Chert
<b>Lvt</b>	Lítico volcánico con textura traquítica
<b>Lma</b>	Agregado cuarzo-mica-albita
<b>Lmc</b>	Cuarcita
<b>Lmcf</b>	Cuarcita filítica

**Tabla 1.** Parámetros contados. Modificado de Dickinson (1970), Graham *et al.* (1976), Ingersoll y Suczek (1979), Dorsey (1988), y Marsaglia e Ingersoll (1992).

Una vez realizado los conteos se efectuó el recálculo de acuerdo a los parámetros y a las abreviaturas correspondientes señalados en la tabla 2.

<b>Q</b>	Total de granos cuarzosos	<b>Q=</b> Qm + Qp
<b>F</b>	Total de granos de feldespatos	<b>Qp=</b> Qpa + Qpp + Qpe
<b>Lv</b>	Granos líticos volcánicos	<b>F=</b> P + K
<b>Lm</b>	Granos líticos metamórficos	<b>K=</b> Mc
<b>Ls</b>	Granos líticos sedimentarios	<b>P=</b> Pc (a) + Pc (f)
<b>Mc</b>	Granos de microclino	<b>K=</b> Mc
<b>K</b>	Total granos de feldespatos potásicos	<b>L=</b> Lm + Lv + Ls
<b>Pc</b>	Plagioclasa con macla Carlsbad	<b>Ls=</b> Lsfa + Lslu + Lslr + Lsch
<b>P</b>	Granos de plagioclasa	<b>Lv=</b> Lvt
<b>Mz</b>	Matriz	<b>Lm=</b> Lmc
<b>C</b>	Cemento	

**Tabla 2 A y 2 B.** Parámetros recalculados. Modificado de Dickinson (1970), Graham *et al.* (1976), Ingersoll y Suczek (1979), Dorsey (1988), y Marsaglia e Ingersoll (1992).

La composición modal de las areniscas se planteó en los diagramas QFL y QmFLt de Dickinson *et al.* (1983) utilizando la planilla Excel propuesta por Zahid y Barbeau (2011). La composición de las distintas localidades estudiadas también se graficó empleando valores promedio de los parámetros contados y hexágonos elaborados de

manera que su ancho corresponda a 2 desviaciones estándar del parámetro analizado, siguiendo la propuesta de Gergen e Ingersoll (1986).

2) Policristalinidad y extinción del cuarzo: se realizó el conteo de 100 granos de cuarzo consecutivos por corte delgado con el objeto de clasificarlos según los parámetros establecidos por Basu *et al.* (1975), con las observaciones realizadas por Tortosa et al. (1988). Estos autores proponen distinguir cuatro categorías de cuarzo, de acuerdo a la cantidad de cristales o subgranos y la extinción:

- **Cuarzo monocristalino con extinción recta**: Granos de cuarzo constituidos por un único cristal, cuya extinción completa no supera los 5°.
- **Cuarzo monocristalino con extinción ondulante**: Granos de cuarzo constituidos por un único cristal pero, a diferencia del anterior, se necesita un giro mayor a 5° para que se produzca la extinción total.
- **Cuarzo policristalino con 2 ó 3 subgranos**: granos de cuarzo constituidos por 2 o 3 subgranos con distinta orientación óptica.
- **Cuarzo policristalino con más de 3 subgranos**: Granos de cuarzo con más de 3 subgranos con distinta orientación óptica.

Como los granos de cuarzo no tienen un hábito, se eligió medir en la platina del microscopio el valor para el cual el grano se encontraba en máxima iluminación y luego se la giró hasta que se extinguiera. En ese punto, se tomó el valor de la diferencia entre ambos como ángulo de extinción.

3) Clasificación petrográfica de las areniscas: Las muestras estudiadas se clasificaron según la propuesta de Folk *et al.* (1970) y Dott (1964) modificada por Pettijohn et al. (1972, 1987). Para el ploteo de los datos se empleó la planilla Excel de Zahid y Barbeau (2011).

4) Grado de empaquetamiento: Se efectuó el conteo de 100 granos por corte delgado para determinar dos parámetros de empaquetamiento. Dichos parámetros fueron, el índice de contactos (IC; Taylor, 1950) y el índice de empaquetamiento cerrado (IEC; *tight packing index*, Wilson y McBride, 1988).

El índice de contactos (IC) fue introducido por Taylor (1950) como parámetro de empaquetamiento en areniscas y es el número promedio de contactos por grano. Corresponde a la sumatoria del número de contactos entre granos de todo tipo (puntuales: p, rectos: r, cóncavo-convexos: c y suturados: s), sobre el número total de granos contados (Tc).

$$IC = (p + r + c + s) / Tc \text{ (Ecuación 1)}$$

El índice de empaquetamiento cerrado (IEC) fue definido por Wilson y McBride (1988) como la sumatoria de contactos rectos (r), cóncavo-convexos (c) y suturados (s) que muestra una arenisca sobre el número total de granos contados (Tc).

$$\text{IEC} = (\mathbf{r} + \mathbf{c} + \mathbf{s}) / \mathbf{Tc} \text{ (Ecuación 2)}$$

5) Tamaño de grano: el tamaño promedio de granos fue calculado mediante la medición consecutiva del eje mayor de 30 granos utilizando un aumento de x10.

6) Selección: Para calcular la selección se usaron comparadores visuales, los mismos fueron propuestos por Harrel (1985).

Estas tareas fueron realizadas con un microscopio *Nikon* modelo *Eclipse E400POL* y un contador de puntos *Prior Modelo G*, en el Departamento de Geología de la UNLPam.

Con los resultados de los conteos que se encuentran en las tablas ubicadas en el anexo 1, las areniscas fueron clasificadas según el diagrama triangular discriminatorio QtFL propuesto por Folk *et al.* (1970) y también usando el diagrama de Dott (1964) modificado por Pettijohn *et al.* (1972, 1987), que tiene en cuenta el porcentaje de matriz y la composición modal de cuarzo, feldespatos y líticos. A partir del análisis modal de las areniscas y el posterior recálculo de los parámetros, se graficaron estos datos en diagramas ternarios, los cuales relacionan la composición modal de las areniscas y el emplazamiento tectónico de las áreas de aporte. Se utilizaron diagramas QtFL y QmFL, propuestos por Dickinson y Suczec (1979) y Dickinson *et al.* (1983)

Las fotografías incluidas en este trabajo fueron tomadas con un dispositivo *Motorola XT1032* modificando parámetros de enfoque, apertura y obturación según las necesidades.

### **Localidades y muestras estudiadas**

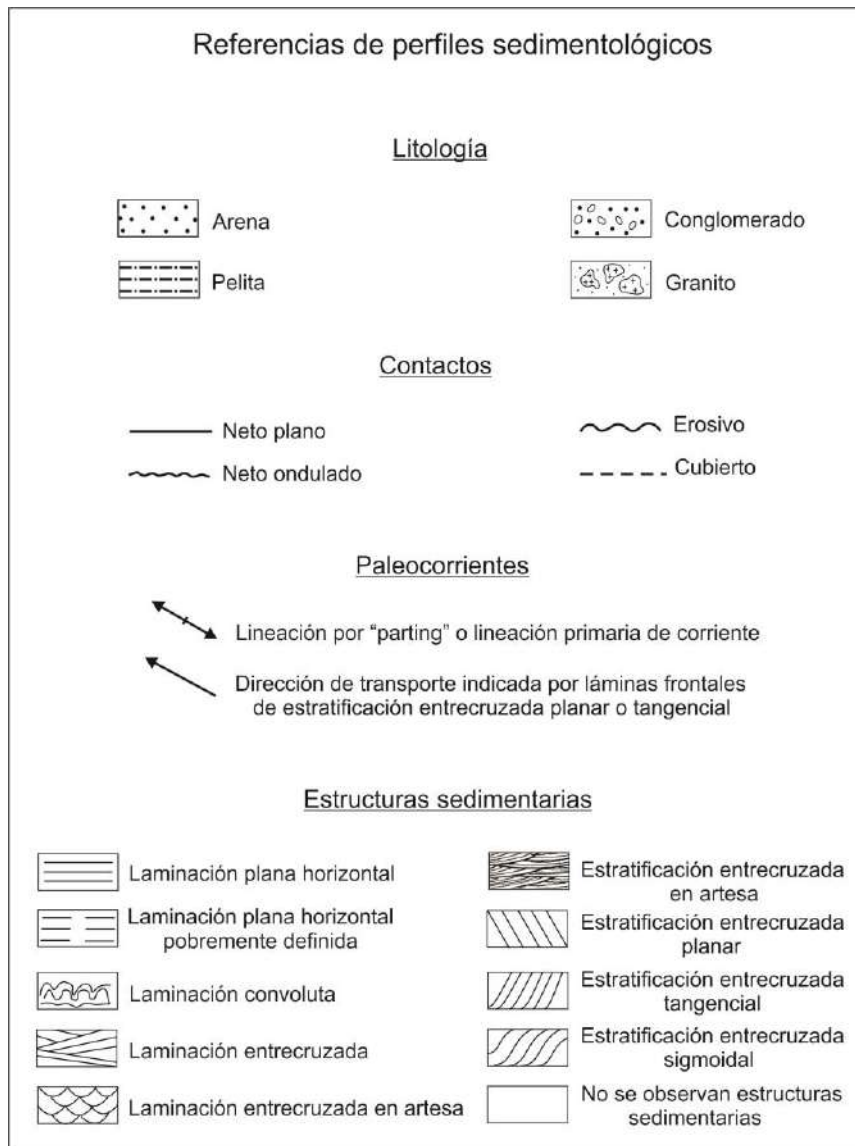
La selección de muestras se realizó de manera de contar con una similar representación de las localidades del área tipo (n= 20) y del área de cerro Poleo (n= 17). En las localidades donde es posible observar una sucesión sedimentaria, las muestras se distribuyen en todo el espesor expuesto. Se estudiaron 20 muestras de la Formación Agua Escondida en su área tipo (Tabla 3, Fig. 1). En la Figura 6 a 10 se indica la ubicación estratigráfica de las muestras estudiadas, en tanto que la Figura 4 contiene la referencia de los perfiles. Las muestras del área tipo corresponden mayormente al Miembro Afilar, incluyendo la localidad de Agua Escondida (10 muestras), lomas Piedras de Afilar (4 muestras) y Puesto Yantén (2 muestras). Dentro de los ejemplares del área tipo se incluyen aquellas correspondientes a la localidad tipo del Miembro Cerro Guanaco (4 muestras), también denominada lomas de los Guanacos. Las restantes localidades corresponden al Miembro Cerro Guanaco y se denominan “Área del cerro Poleo” (Tabla 3, ver ubicación en Fig. 1). Las localidades incluidas en esta área son

cerro Poleo (8 muestras), cerro Limay Mahuida (5 muestras), cerro Quiroga (1 muestra), cerro de Lobos (2 muestras) y elevación al NE del cerro Ñaño (1 muestra). La distribución estratigráfica de las muestras del cerro Poleo (única sucesión sedimentaria expuesta), está indicada en la Figura 11.

Área	Localidad	Muestras
Área tipo	<b>Agua Escondida</b> (36° 08' 51"S; 68° 17' 59"O)	AE-46, AE-48, AE-63, AE-68, AE-69, AE-71, AE-72, AE-74, AE-76, AE-78A.
	<b>Loma Piedras de Afilas</b> (36° 09' 27"S; 68° 16' 22"O)	LPA-9, LPA-15, LPA-16, LPA-19
	<b>Puesto Yantén</b> (36° 00' 35"S; 68° 26' 21"O)	PY-21, PY-24
	<b>Loma de los Guanacos</b> (36° 29' 10"S; 67° 15' 59"O)	LLG-1, LLG-7, LLG 17, LLG-19
Área de Cerro Poleo	<b>Cerro Poleo</b> (36° 46' 26"S; 67° 09' O)	CP-1, CP-2, CP-3, CP-9, CP-11, CP-12, CP-13, CP-14
	<b>Cerro Limay Mahuida</b> (37° 10' 39"S; 66° 41' 51"O)	LM-1, LM-2, LM-4, LM-5, LM-173
	<b>Cerro Quiroga</b> (37° 10' 35"S; 66° 52' 45"O)	CQ-174
	<b>Cerro de Lobos</b> (37° 12' 47"S; 66° 57' 11"O)	CL-181, CL-187
	<b>Elevación al NE del cerro Ñaño</b> (37° 21'46"S; 66° 43'O)	Ñ-309

**Tabla 3.** Muestras analizadas y clasificación según Área Tipo y Área de Cerro Poleo. AE: Agua Escondida; LPA: loma Piedras de Afilas; PY: Puesto Yantén; LLG: loma de los Guanacos; CP: cerro Poleo; LM: cerro Limay Mahuida; CQ: cerro Quiroga; CL: cerro de Lobos; Ñ: Elevación al NE del cerro Ñaño.

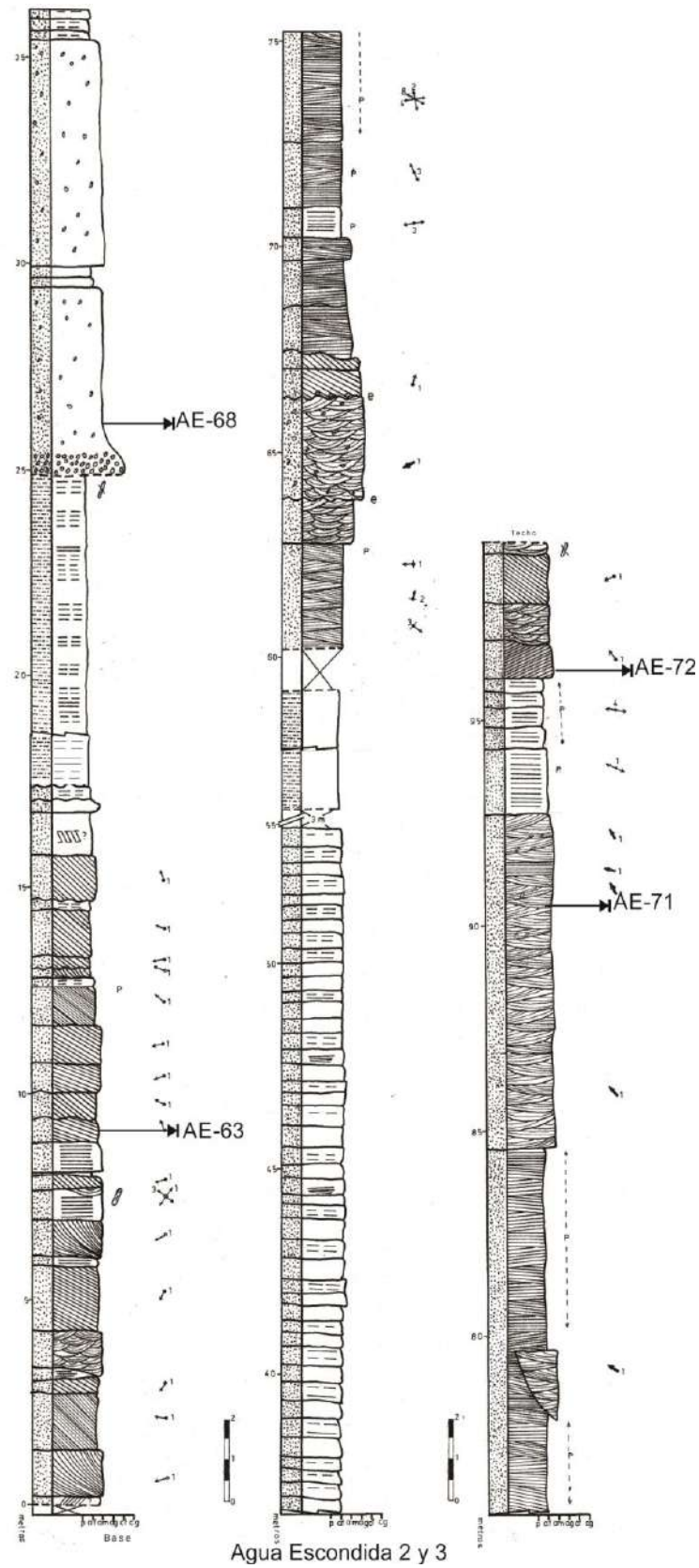
Los perfiles de los cuales se extrajeron las muestras consideradas en la Tabla 3 provienen de relevamientos previos en el área de estudio. La ausencia del perfil de las localidades cerro Limay Mahuida, cerro Quiroga, cerro de Lobos y cerro Ñaño, se debe a la mala preservación de sucesión sedimentaria. La representación gráfica de la mayoría de ellos se encontraba disponible, a excepción del perfil Cerro Poleo 2, el cual fue dibujado siguiendo el estilo de los perfiles ya existentes.



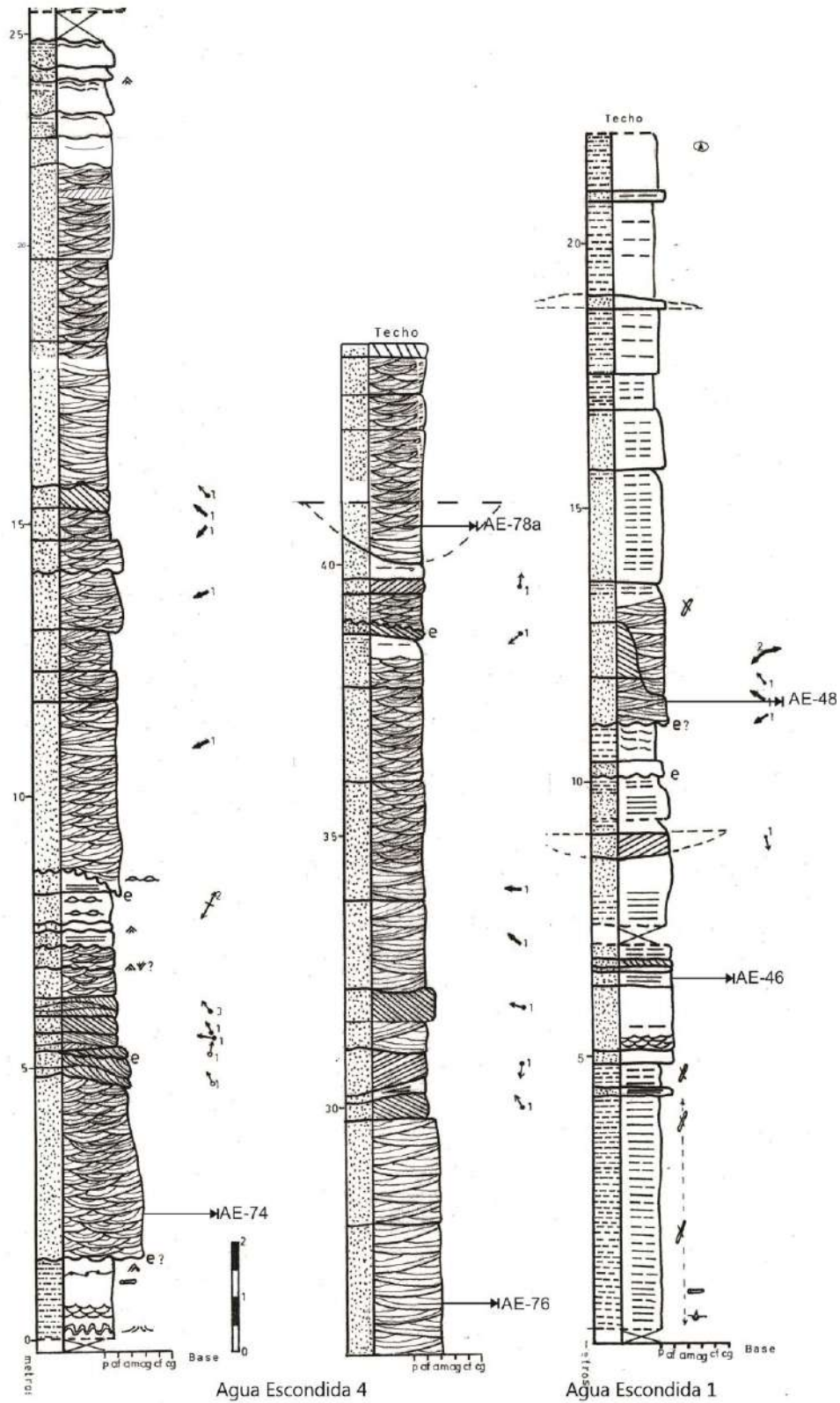
**Figura 5.** Referencias para los perfiles sedimentarios.



## Perfiles Área Agua Escondida

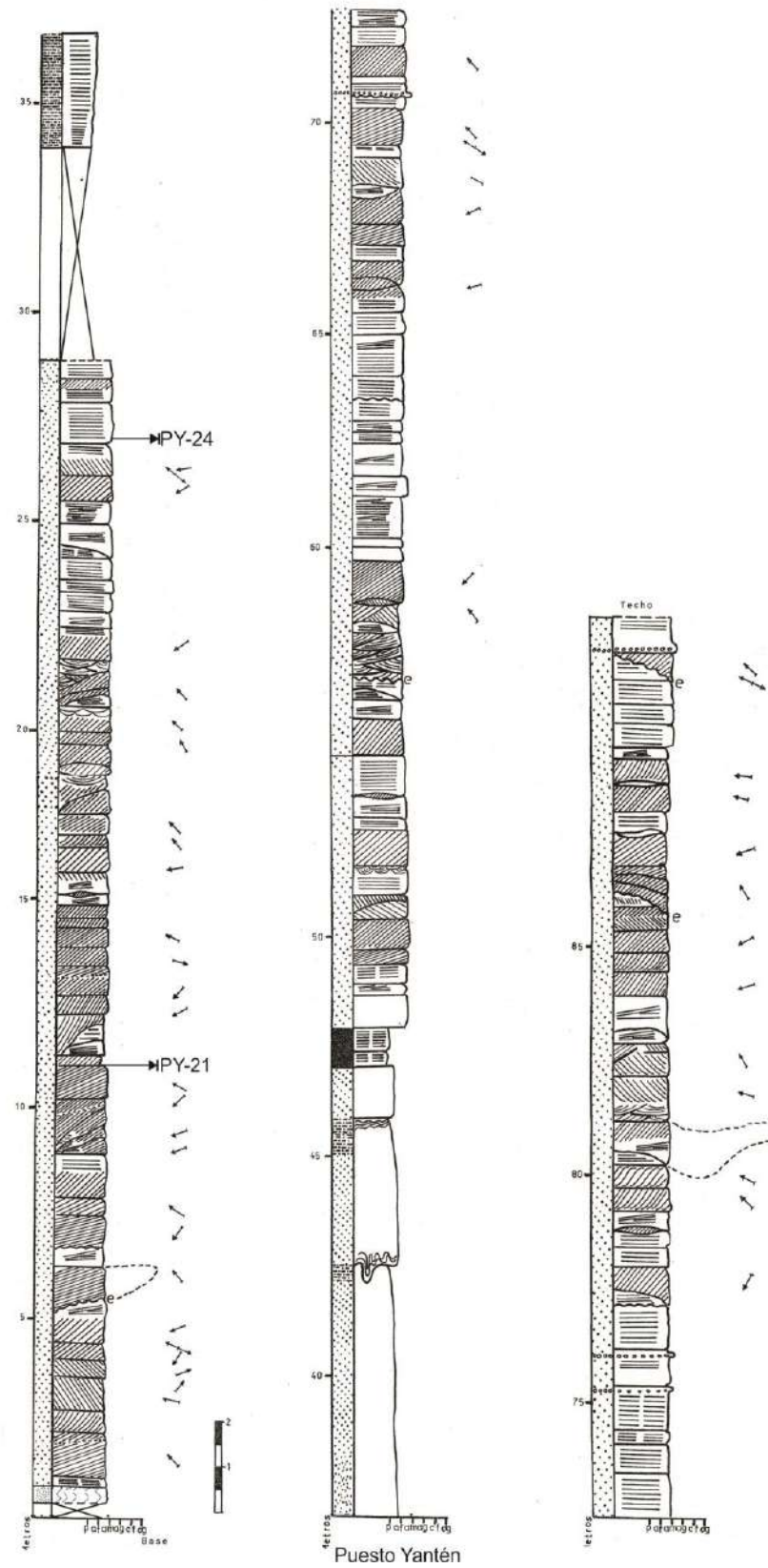


**Figura 6.** Perfiles 2 y 3 de la Localidad Agua Escondida con la ubicación de las muestras. Ver referencias en Fig. 5.



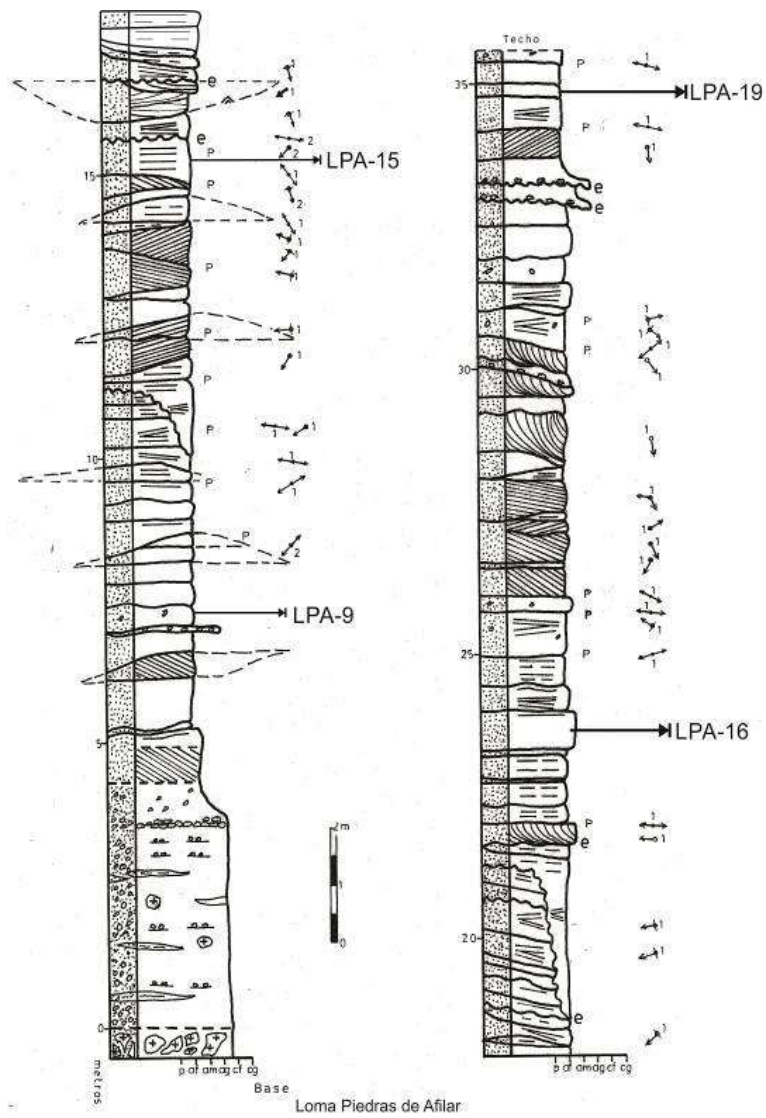
**Figura 7.** Perfiles 1 y 4 de la Localidad Agua Escondida con la ubicación de las muestras. Ver referencias en Fig. 5.

## Perfil Puesto Yantén



**Figura 8.** Perfil de la localidad Puesto Yantén, con la ubicación de las muestras. Tomado de Fernández (1997). Ver referencias en Fig. 5.

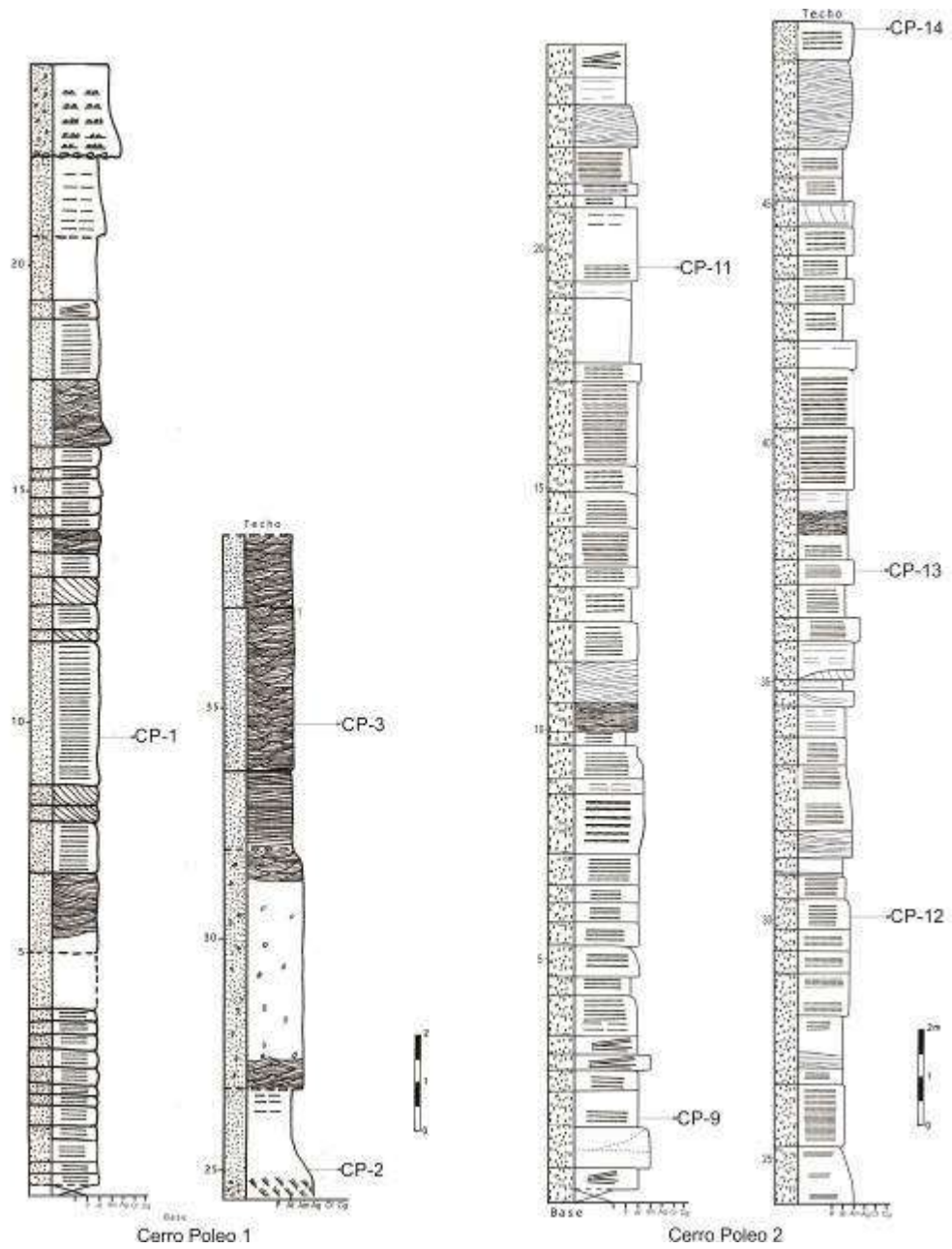
**Perfil loma Piedras de Afilor:**



**Figura 9.** Perfil loma Piedras de Afilor, con la ubicación de las muestras. Ver referencias en Fig. 5.

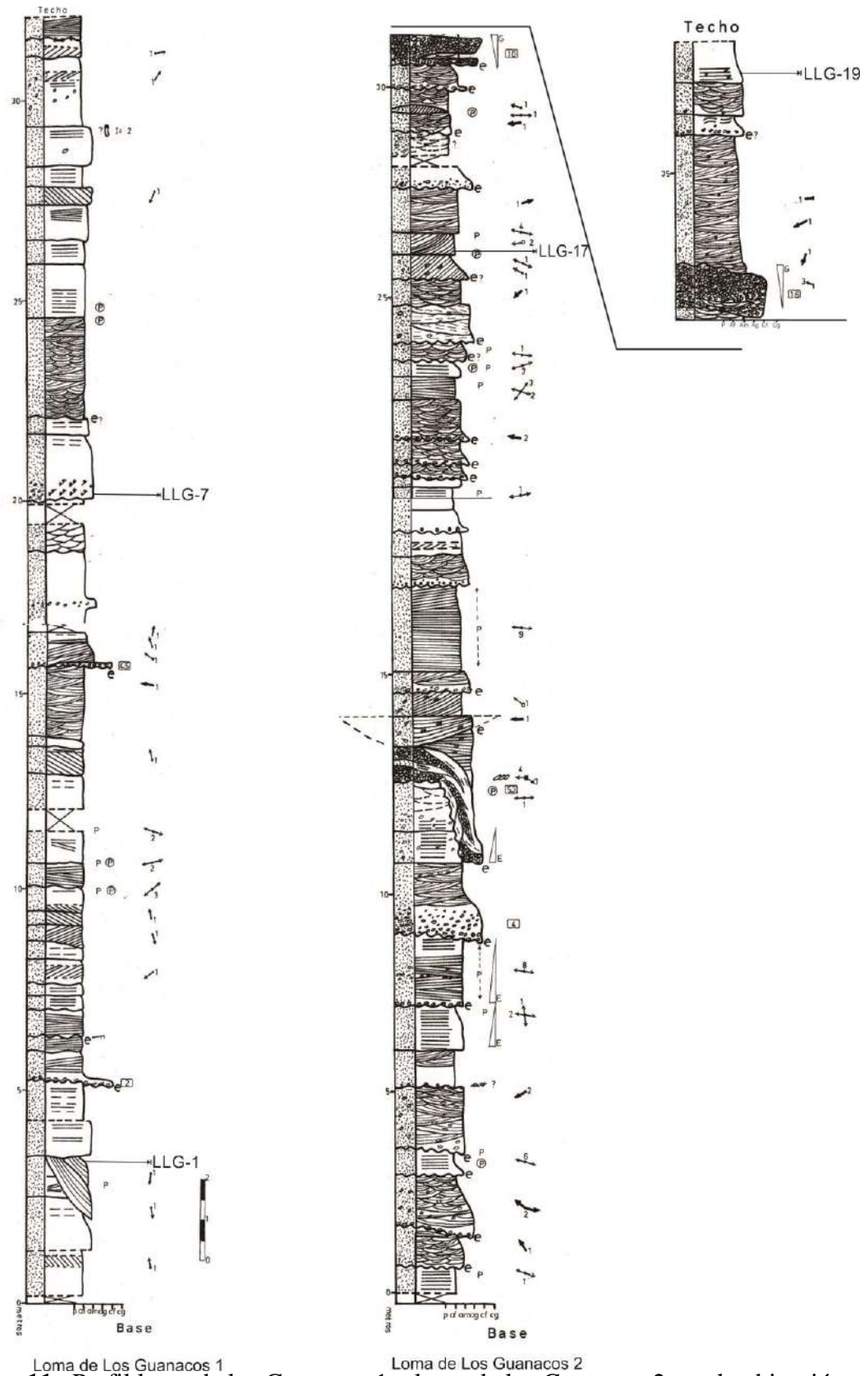


## Perfiles Área cerro Poleo:



**Figura 10.** Perfiles de cerro Poleo 1 y cerro Poleo 2 con la ubicación de las muestras.  
Ver referencias en Fig. 5.

**Perfil loma de los Guanacos:**



**Figura 11.** Perfil loma de los Guanacos 1 y loma de los Guanacos 2 con la ubicación de las muestras. Ver referencias en Fig. 5.

## CAPÍTULO 4: Resultados

### Características petrográficas de las areniscas

Los componentes identificados en las muestras estudiadas presentaron las siguientes características:

#### Cuarzo Policristalino (Qp)

En esta clase se consideraron solo a clastos de cuarzo puro. Se diferenciaron cuatro variedades de acuerdo a la morfología de los cristales constituyentes (según Pettijohn *et al.*, 1987; Savage y Potter, 1991; Marsaglia e Ingersoll, 1992): 1) cuarzo anhedral sin orientación preferencial, con frecuentes bordes suturados (Qpa); 2) cuarzo polihedral (Qpp): con tendencia a un contorno de varias caras, sin extinción ondulante, con contactos planos y ángulos interfaciales de 120° en las uniones triples (Young, 1976); 3) cuarzo elongado (Qpe) con una elongación predominante, orientación preferencial y contactos suturados.

#### Microclino (Mc)

Se distinguió microclino fresco Mc (f).

#### Plagioclasa (P)

Se diferenciaron granos de plagioclasa con macla Carlsbad frescos Pc (f) y alterados Pc(a).

#### Líticos

Para la identificación de los líticos sedimentarios (Ls) y metamórficos (Lm) se adoptó la clasificación textural de Dorsey (1988) modificada por Melchor (1995).

#### Líticos Sedimentarios (Ls)

Se los divide en clastos de fangolita, lutita, limolita recristalizada y chert.

- **Fangolita (Lsfa):** reconocida por su matriz arcillosa, de aspecto sucio, no diferenciable petrográficamente; carencia de una fábrica planar preferencial, y ausencia de rasgos de solución por presión en los granos de tamaño limo presentes.
- **Lutita (Lslu):** Caracterizada por una fábrica microscópica dada por laminación horizontal que es diferente de la masiva de las fangolitas.

- **Limolita recristalizada (Lslr):** se la distingue por contener subgranos de tamaño limo y arena muy fina de cuarzo, feldespato y sericita. Muestra evidencias de solución por presión y crecimiento secundario de sericita.
- **Chert (Lsch):** engloba a agregados micro- a criptocristalino de cuarzo, límpido al microscopio petrográfico, con cristales equidimensionales que varían gradualmente de tamaño.

### **Líticos metamórficos (Lm)**

Se han distinguido cuarcitas, cuarcitas filíticas y agregado cuarzo-mica-albita.

- **Cuarcita (Lmc):** contiene subgranos parcialmente recristalizados de cuarzo  $\pm$  feldespato altamente seritizado  $\pm$  albita, con escasa sericita intersticial recristalizada ( $< 10\%$ ). Los contactos entre subgranos comúnmente son suturados, y en parte están pobremente definidos.
- **Cuarcita filítica (Lmcf):** estos fragmentos contienen aproximadamente más del 75% de cuarzo  $\pm$  albita totalmente recristalizada con cantidades menores de mica de buena cristalinidad, en una fábrica con marcada orientación plana.
- **Agregado cuarzo-mica-albita (Lma):** Se trata de un mosaico no foliado y entrelazado de cuarzo  $\pm$  albita, con mica blanca euedral subordinada ( $< 25\%$ )  $\pm$  biotita  $\pm$  clorita. En estos fragmentos, los subgranos de cuarzo son ecuanes y las micas no tienen una orientación preferencial.

### **Líticos volcánicos (Lv)**

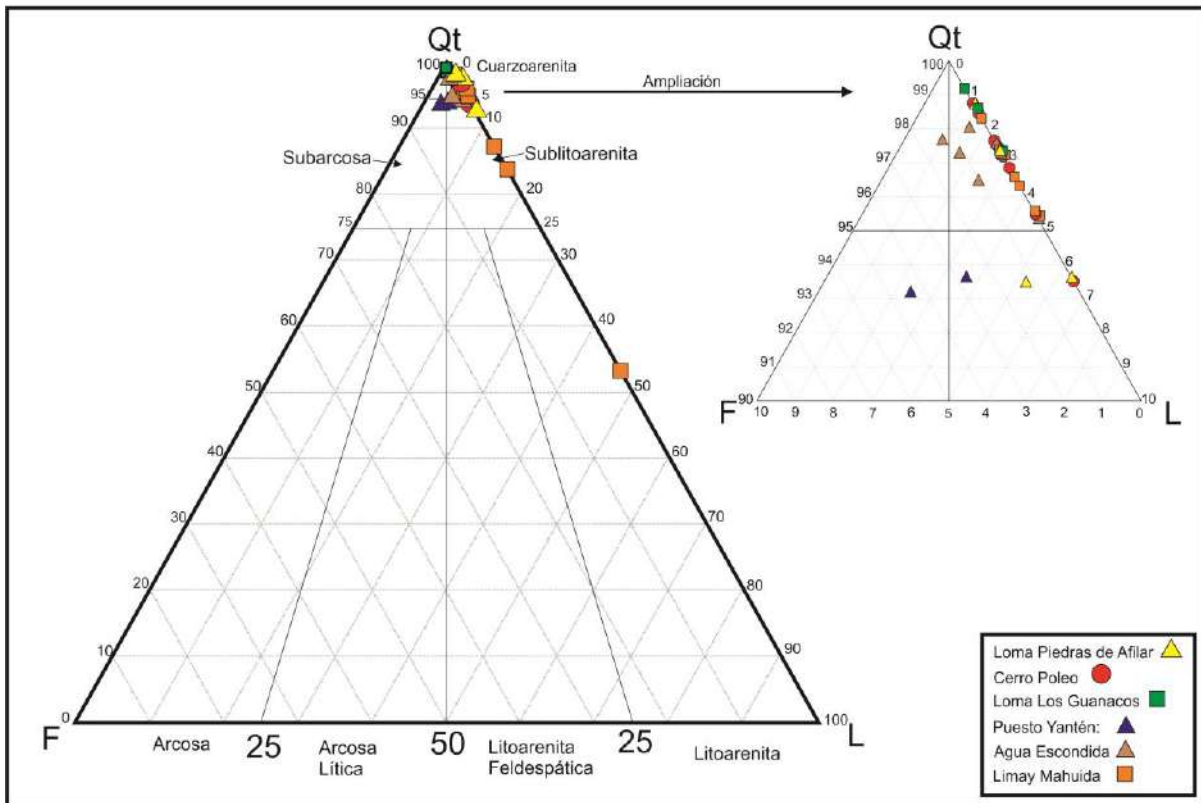
En este trabajo se distinguieron únicamente granos con textura traquítica.

- **Lítico volcánico con textura traquítica (Lvt):** agregado de microlitos feldespáticos de disposición paralela.



## Clasificación petrográfica de las areniscas

Las areniscas estudiadas tanto de las localidades pertenecientes al área tipo de la Formación Agua Escondida, como de las localidades del área del Cerro Poleo, muestran un alto contenido de cuarzo total (89 % - 97 %), clasificándose principalmente como cuarzoarenita, y dos muestras corresponden a sublitoarenita y litoarenita según Folk *et al.* (1970) (Fig. 12).

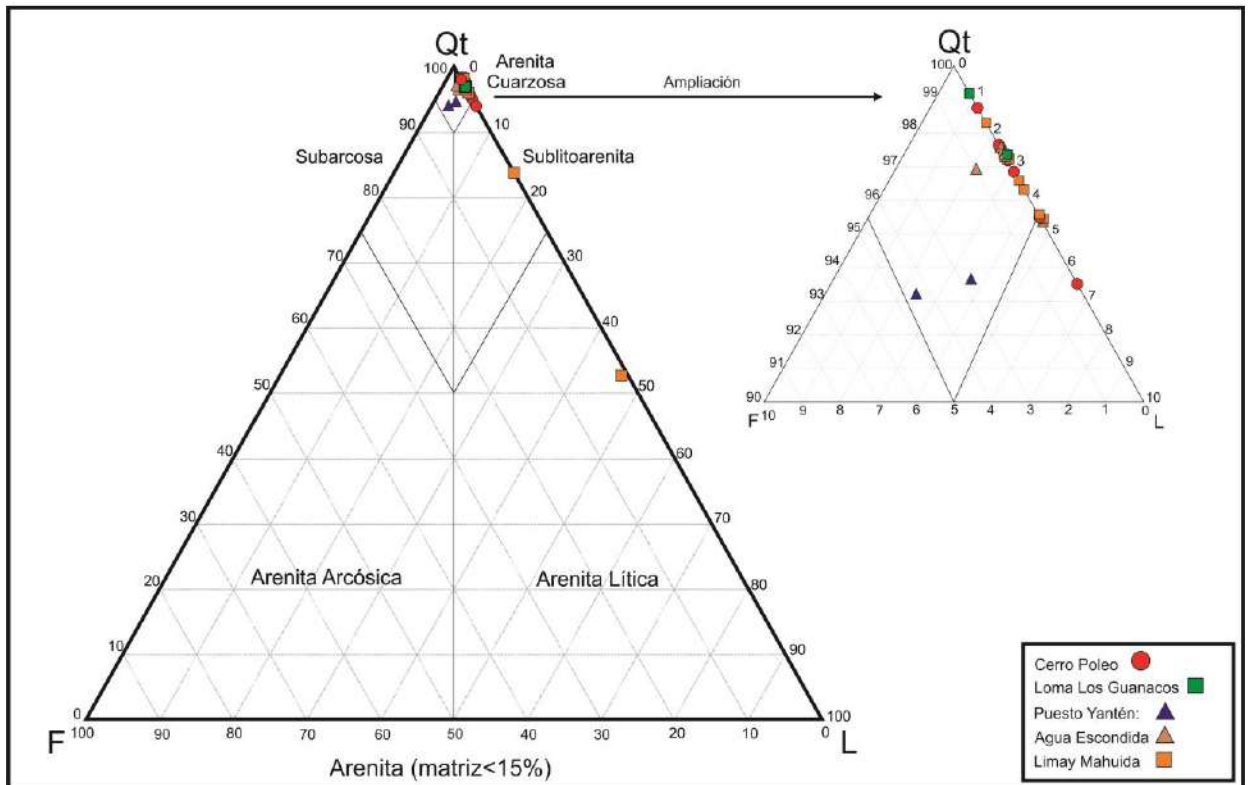


**Figura 12.** Diagrama clasificatorio QtFL de Folk *et al.* (1970). En el extremo superior derecho se incluye una ampliación del extremo superior del triángulo clasificatorio.

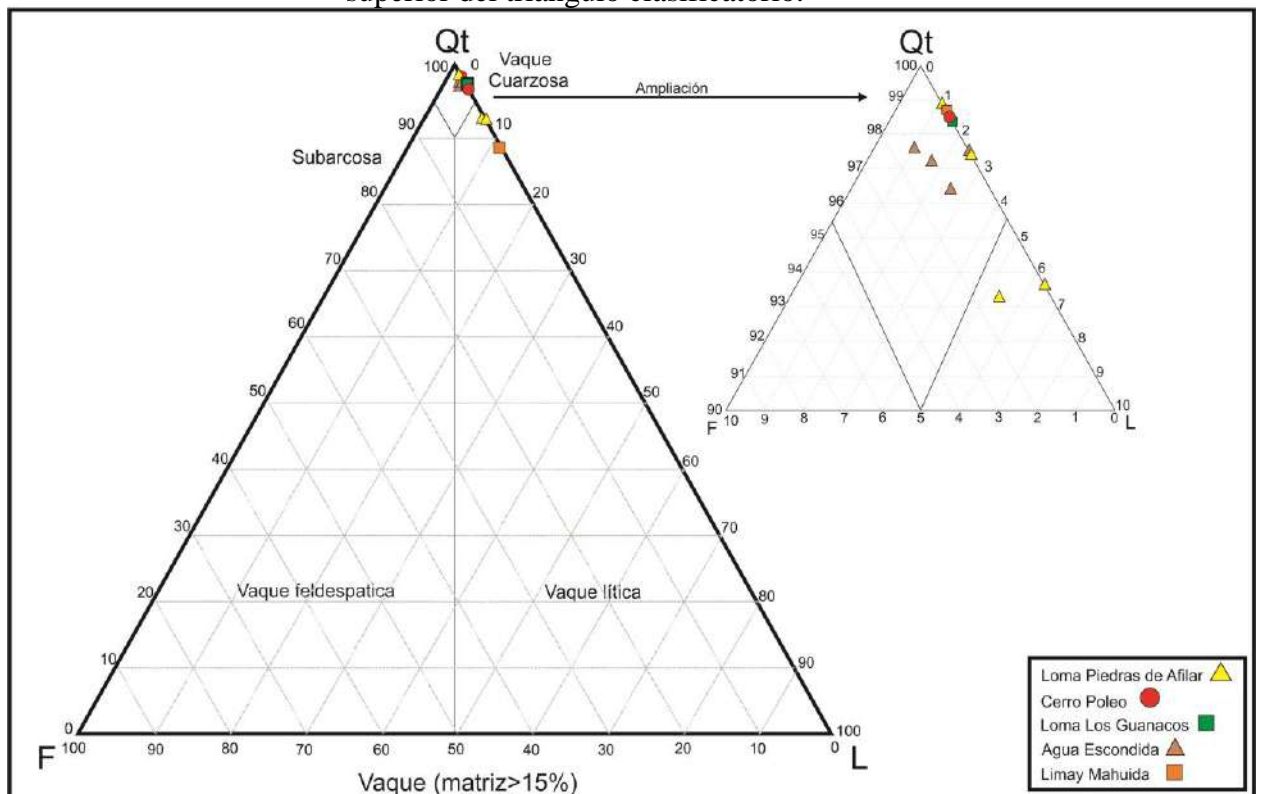
Según la clasificación de Dott (1964) modificada por Pettijohn *et al.* (1972, 1987) se pudieron diferenciar arenitas de vaques (Fig. 13A y 13B), computándose 25 arenitas y 12 vaques.

Dentro de las arenitas 23 se clasifican como arenitas cuarzosas, 1 como sublitoarenita y 1 arenita lítica (Fig. 13A).

En el grupo de las vaques se identificaron 10 vaques cuarzosas y 2 vaques líticas (Fig. 13B).



**Figura 13A.** Diagrama clasificatorio de Dott (1964) modificada por Pettijohn *et al.* (1972, 1987) para arenas. Arriba a la derecha se incluye una ampliación del extremo superior del triángulo clasificatorio.



**Figura 13B.** Diagrama clasificatorio de Dott (1964) modificada por Pettijohn *et al.* (1972, 1987) para vaques. Arriba a la derecha se incluye una ampliación del extremo superior del triángulo clasificatorio.

### Descripción petrográfica de las areniscas por localidad

A continuación se presentan los resultados obtenidos del análisis petrográfico en cada una de las localidades estudiadas. La Tabla 4 contiene un resumen de los principales rasgos de las areniscas.

Localidad	Tamaño grano modal	Mz	Selección	Tipo de contactos	IC (ar)	IEC (ar)	Qm	Qm (incl.)	Qp	Líticos	Feldespatos	Cemento	Minerales Accesorios	Composición QFL	Clasificación
<b>Agua Escondida</b>	Arenisca mediana a gruesa	7- 0% y 30-51%	mbs - bs	r y c (p, s y f)	4,83	4,22	42-80%	Láminas de Boehm vacuolas muscovita, circón rutilo, psilomelano	3-12 % anhedral polihedral, elongado	1-5% cuarcita, cuarcita filítica, limolita recristalizada y fangolita	0-1,2% plag. Alteradas	Hasta 5% (cuarzo y óxidos de Fe)	Esfena, muscovita, biotita y circón	Q <sub>96</sub> F <sub>0,6</sub> L <sub>3,4</sub>	Arenitas y vaques cuarzosas
<b>Loma Piedras de Afilar</b>	Arenisca mediana	16-25%	bs - ms	r, (p, c, y s)	3,86 (va)	2,96 (va)	56-67%	Vacuolas, apatita, circón	7 - 21% anhedral	1-3% cuarcita filítica, limolita recristalizada y agregado cuarzo albita	0-0,2% plag. Alteradas	Hasta 0,6% óxidos de Fe y cuarzo	Esfena, circón y muscovita	Q <sub>97</sub> F <sub>0</sub> L <sub>3</sub>	Vaques cuarzosas
<b>Puesto Yantén</b>	Arenisca mediana	12%	bs	r y c (s y p)	4,65	4,03	73%	Vacuolas, acículas circón, muscovita, apatita	6-7% anhedral, (polihedral, elongado)	0,4-1,8% limolita recristalizada	3-4% plag. Frescas microclino	Hasta 3% óxidos de Fe y cuarzo	Esfena, muscovita y circón	Q <sub>93</sub> F <sub>4</sub> L <sub>3</sub>	Arenitas cuarzosas
<b>Loma de los Guanacos</b>	Arenisca mediana a gruesa	8-10% (40%)	ms - ps	s y (r, c y p)	5	4,59	40-63%	Vacuolas, láminas de Boehm, acículas apatita, circón, muscovita, apatita, rutilo, psilomelano	23-42% anhedral (polihedral, elongado)	0,8-2,2% cuarcita, cuarcita filítica limolita recristalizada (volcánicos)	0%	1-13% cuarzo y óxidos de Fe	Circón, esfena, biotita y muscovita	Q <sub>98</sub> F <sub>0</sub> L <sub>2</sub>	Arenitas y vaques cuarzosas
<b>Cerro Poleo</b>	Arenisca mediana	6-16%	bs - ps	r y (c, p y s)	4,63	3,84	60-80%	Vacuolas, acículas circón, muscovita, apatita, rutilo, psilomelano	4-13% anhedral, (polihedral, elongado)	1-5% limolita recristalizada, cuarcita, (volcánicos)	0%	1-5% cuarzo y óxidos de Fe	Circón, esfena, muscovita y biotita	Q <sub>97</sub> F <sub>0</sub> L <sub>3</sub>	Arenitas y vaques cuarzosas
<b>Limay Mahuida</b>	Arenisca mediana a gruesa	10-14% y 4-6% (22%)	ms - ps, (bs)	r y c, (s y p)	4,7	4,18	25-82%	Vacuolas, láminas de Boehm, circón, muscovita, rutilo, psilomelano	8-26% (65%) anhedral, (Polihedral, elongado)	1-10% (44%) limolita recristalizada, lutita, cuarcita, cuarcita filítica	0-0,4% microclino	1-6% cuarzo y óxidos de Fe	Circón, muscovita y esfena	Q <sub>90</sub> F <sub>0</sub> L <sub>10</sub>	Arenitas y vaques cuarzosas, litoarenitas, sublitoarenitas

**Tabla 4.** Resumen de las principales características de las muestras. Mz: matriz; mbs: muy buena selección; bs: buena selección; ms: moderadamente seleccionado; ps: pobremente seleccionado; p: contacto puntual; r: contacto recto; c: contacto cóncavo convexo; s: contacto suturado; f: clasto flotante; IC: índice de contactos; IEC: índice de empaquetamiento cerrado; ar: arenita; va: vaque; Qm: cuarzo monocristalino; Qm (incl.): inclusiones en cuarzo monocristalino; Qp: cuarzo policristalino; Plag.: plagioclasa.

## Localidades del área tipo

- **Zona de Agua Escondida (AE):**

En las muestras de esta zona, el tamaño promedio de grano es de 0,398 mm por lo cual se clasifican como areniscas medianas. En general, se encuentran bien seleccionadas (Fig. 14 A). Presentan un empaquetamiento cerrado (Fig. 15 A), con predominio de contactos rectos y cóncavo-convexos, (40,17 % y 29,22 %, respectivamente). En orden de predominancia le siguen los contactos puntuales (16 %), suturados (14,12 %) y un escaso porcentaje del total corresponde a clastos flotantes (0,49 %). El promedio de índice de contactos para arenitas es de 4,83 y el del índice de empaquetamiento cerrado de 4,22, para vaques es de 2,03 (IC) y 0,925 (IEC), respectivamente.

En la fracción clástica, el cuarzo monocristalino es el principal componente, ocupando más del 80 % en muestras como AE-71, AE-72, AE-69, AE-76. En el resto de las muestras el porcentaje se encuentra entre el 42 % y 75 %, aun así sigue siendo el componente clástico mayoritario, con extinción recta a levemente ondulada, y escasos individuos con extinción fuertemente ondulada.

Las inclusiones en los granos de cuarzo están conformadas principalmente por pequeñas vacuolas, de abundancia similar entre todas las muestras del grupo. En algunos casos se encuentran formando láminas de Boehm a lo largo de los clastos, en otras se encuentran diseminadas de manera caótica. Estas vacuolas en muchos casos contienen líquidos y sólidos muy pequeños. Se observan, en algunas ocasiones, inclusiones de muscovita y circón. Las inclusiones en forma acicular son abundantes en AE-71, las cuales toman una coloración rojiza, posiblemente correspondiendo a rutilo y psilomelano (Fig. 15 B y 15 C).

El cuarzo policristalino ocupa entre el 3 % y el 12 % en todas las muestras, siendo la variedad anhedral la predominante, seguida de polihedral y elongados. Los granos de cuarzo policristalino, en general, son sensiblemente de mayor tamaño que los granos de cuarzo monocristalino.

La proporción de fragmentos líticos varía entre 1 % y 5 % entre las diferentes muestras. Corresponden principalmente a líticos metamórficos como cuarcita y cuarcita filítica con contenido moderado de micas. Los líticos sedimentarios son más escasos, encontrándose fragmentos de limolitas recrystalizadas (Fig. 15 F) y fangolitas (Fig. 16 B). Los líticos sedimentarios, en ocasiones están deformados y con contornos difusos.

Los feldespatos son muy escasos y están restringidos a las muestras AE-48, AE-46, AE-63 y AE-71, donde representan entre un 0,4 % y 1,2 %, corresponden a plagioclasas de forma tabular, de bordes definidos con macla polisintética. Estas plagioclasas muestran

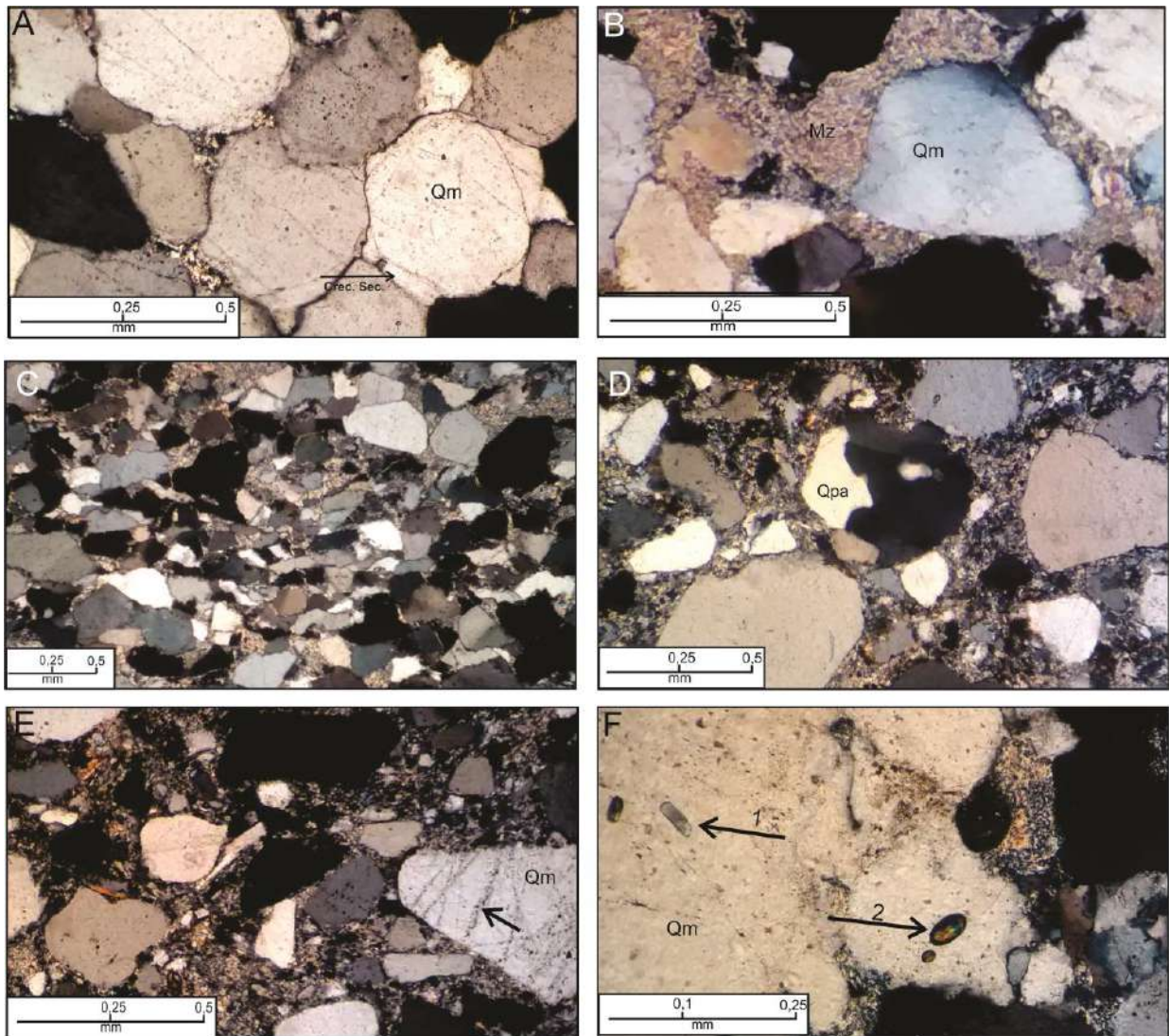
alteración marcada, principalmente desde el centro hacia la periferia de los clastos. La alteración es principalmente sericítica.

El contenido de cemento es variable, llegando a ocupar hasta el 5 % en algunas muestras. Se trata de crecimiento secundario de cuarzo y parches de óxidos de hierro.

La matriz es principalmente sericítica, dentro de la cual se pueden observar pequeños cristales de cuarzo y muscovita. La proporción de matriz es variable, en muestras como AE-48, AE-46, AE-63 y AE-68 ocupa entre un 30 % y 51 % del total. En el resto de las muestras el contenido de matriz se encuentra entre el 7 % y el 10 %. En algunos casos los líticos sedimentarios forman una pseudomatriz (Dickinson, 1970), la que se reconoce porque la forma del clasto está subordinada a la disposición de los clastos próximos más resistentes (Fig. 15 F).

Los minerales accesorios encontrados corresponden a esfena, muscovita, biotita y circones, con contenidos entre 0,2 % y 1,4 %. (Fig. 16C y 16D)

Las láminas de muscovita son escasas y llegan a tener buen desarrollo, suelen estar deformadas por compactación de clastos más resistentes.



**Figura 14.** Vistas microscópicas de arenitas y vaques del área tipo **A)** Detalle de una arenita típica de la localidad Agua Escondida, se puede observar cuarzo monocristalino (Qm), crecimiento secundario de cuarzo (flecha) y buena selección (AE-74) (Tabla 1). Nícoles cruzados. **B)** Vista de una vaque de la localidad de Loma Piedras de Afilas, detalle de la matriz sericítica (Mz) y cuarzo monocristalino (Qm) (LPA – 16). Nícoles cruzados. **C)** Fábrica planar en vaque (LPA-16). Nícoles cruzados. **D)** Ejemplo de cuarzo policristalino anhedral (Qpa) y pobre selección en vaque (LLG-19). Nícoles cruzados. **E)** Detalle de inclusiones formando láminas de Boehm (flecha) en cuarzo monocristalino en vaque de loma de los Guanacos, (LLG-19). Nícoles cruzados. **F)** La flecha 1 muestra inclusión de apatita en cuarzo y la flecha 2 inclusiones de circón en cuarzo identificadas en arenita de la localidad loma de los Guanacos (LLG-7). Nícoles cruzados.



- **Loma Piedras de Afilar**

Las muestras LPA-9, LPA-15 y LPA-16 poseen una selección buena a moderada, en tanto, LPA-19 se encuentra mal seleccionada. El tamaño promedio es de 0,351 mm (arena mediana). Las muestras se clasifican como vaques (Fig. 14 B) siendo el porcentaje de matriz superior al 15 % (16 % - 25 %). Las areniscas muestran un predominio de contactos rectos (37,21 %), seguido de contactos cóncavo-convexos (26,92 %) y puntuales (23,2 %); los contactos suturados son los menos abundantes (12,55 %). El promedio de índice de contacto es de 3,86 y el índice de empaquetamiento cerrado es de 2,96. Se puede observar cierta fábrica planar (Fig. 14 C), probablemente de origen primario (depositacional).

En la fracción clástica el cuarzo monocristalino es el principal componente, ocupando entre el 56 % y el 67 % de total. La extinción se encuentra generalmente entre los 12° y 18°.

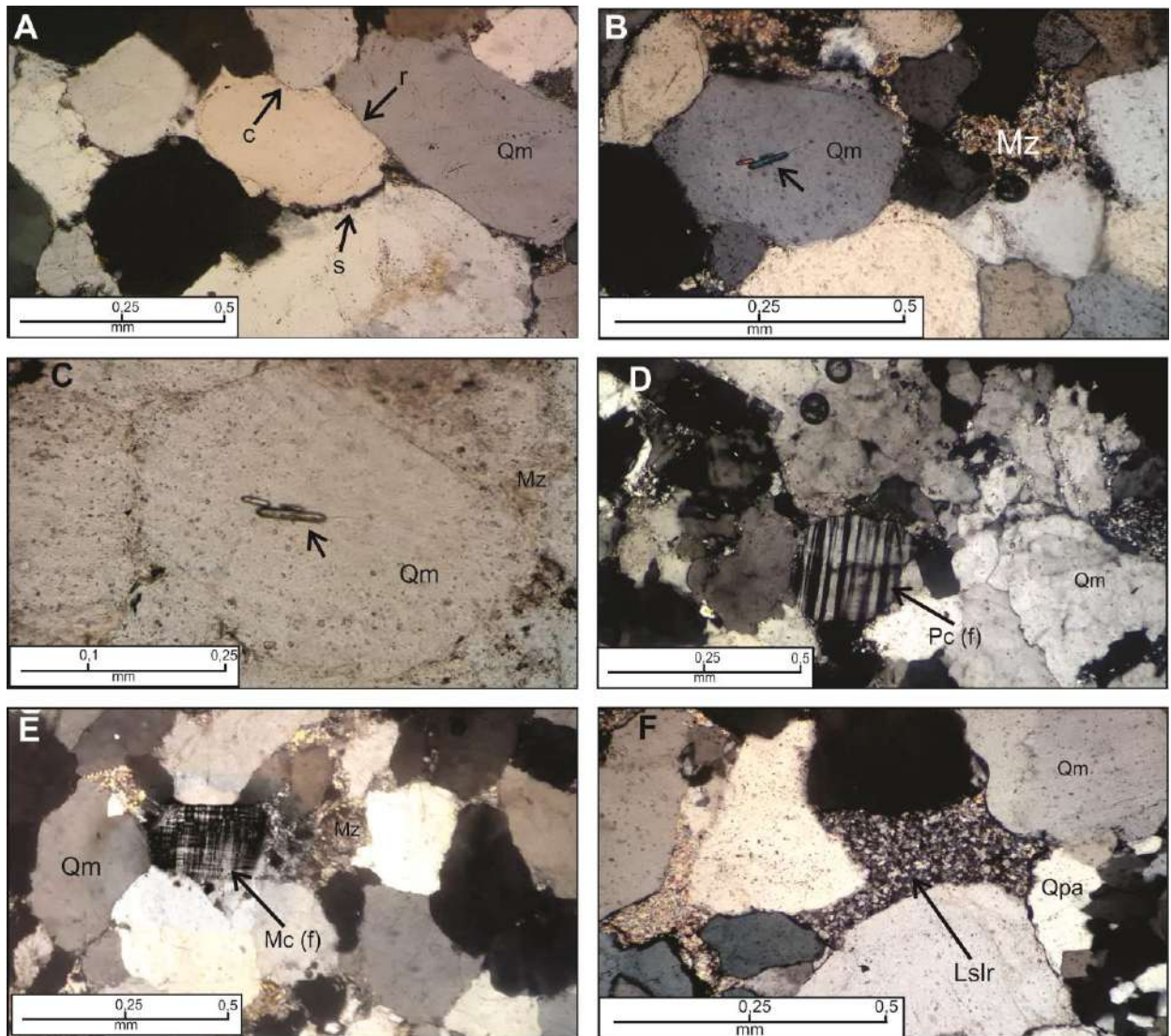
Las inclusiones son menos abundantes que en las demás localidades estudiadas, y están conformadas principalmente por vacuolas gaseosas de distintos tamaños diseminadas por los granos. Son frecuentes las inclusiones de apatita y circón. El cuarzo policristalino ocupa entre el 7 % (LPA-15) y el 21,4 % (LPA-16) y corresponde en su mayoría a la variedad anhedral, conteniendo de dos a tres cristales por clasto.

La proporción de líticos es baja llegando a ocupar hasta el 3 % de las muestras, siendo estos de origen metamórfico y sedimentario. Los líticos metamórficos son principalmente cuarcita y cuarcita filítica de contactos netos y subcristales de contornos definidos y suturados. Los líticos sedimentarios pertenecen a limolita recristalizada, los cuales tienen contactos definidos y en su interior se puede identificar cuarzo, muscovita y sericita.

El cemento es escaso y corresponde principalmente a parches de óxido de hierro. El crecimiento secundario es muy escaso.

La matriz es sericítica, en la cual se observan pequeños cristales de cuarzo y muscovita. El contenido de matriz es variable entre las distintas muestras, varía del 16 % (LPA-16) al 25 % (LPA-15).

Los minerales accesorios que se observan son circón, titanita y muscovita (Fig. 16 C).



**Figura 15.** Vistas microscópicas de arenitas y vaques del área tipo (continuación) **A)** Detalle de distintos tipos de contactos, contacto recto (r), contacto cóncavo convexo (c), contacto suturado (s) y empaquetamiento cerrado en arenita (AE-72). Nícoles cruzados. **B)** La flecha indica inclusiones aciculares de gran tamaño posiblemente de rutilo o psilomelano en cuarzo, nótese también detalle de la matriz (Mz) en arenita (AE-71). Nícoles cruzados. **C)** Detalle de la Fig. 15B con luz natural. **D)** Plagioclasa fresca (Pc (f) en arenita (flecha), notar lo cerrado del empaquetamiento (PY-24). Nícoles cruzados. **E)** Microclino fresco (Mc (f) en arenita (PY-21). Nícoles cruzados. **F)** Clasto de limolita recrystalizada (Lslr) en AE-74, nótese su forma condicionada por la posición de los granos de cuarzo circundantes (pseudomatriz). Qm = cuarzo monocristalino, Qpa = cuarzo policristalino anhedral. Nícoles cruzados.



- **Puesto Yantén**

Las muestras comprendidas dentro de este grupo se encuentran bien seleccionadas, con moda en arena mediana (0,328 mm).

Su contenido de matriz no supera el 15 %, por lo que se clasifican como arenitas. Predominan los contactos cóncavo-convexos (33,04 %) y rectos (31,4 %), seguidos de suturados (23,14 %) y puntuales (12,4 %). El promedio del índice de contactos es de 4,65 y el índice de empaquetamiento cerrado es de 4,03. Se observa fábrica planar en ambas muestras.

El cuarzo monocristalino es el componente mayoritario (73 %), este valor es idéntico para ambas muestras, tiene un tamaño homogéneo y posee extinción levemente ondulante (12° - 20°).

Las inclusiones son escasas y dominan las vacuolas, son muy pequeñas y sin un patrón específico de distribución. Las inclusiones en forma acicular son muy escasas y el color de interferencia de los minerales que las rellenan es apenas visible, lo que hace que sean imposibles de identificar. Se observan inclusiones de circones, muscovita y apatita.

El cuarzo policristalino ocupa entre el 6 % y 7 % y la variedad anhedral es la más abundante, en menor medida se observan granos polihedrales y elongados. La mayoría de los granos posee entre dos y tres subgranos, aunque la diferencia no es notable.

El contenido de feldespatos es mayor que en el resto de los grupos. El feldespato potásico (microclino) alcanza el 3,2 % en la muestra PY-21 (Fig. 15 E), presenta bordes definidos, fracturas, macla enrejada y cierto grado de alteración sericítica. Las plagioclasas ocupan hasta un 2 % de la muestra PY-24 (Fig. 15 D), se trata de plagioclasas frescas, con maclas polisintéticas y en su mayoría fracturadas.

El contenido de líticos es bajo y oscila entre 0,4 % y 1,8 %. Corresponden a limolita recristalizada, las cuales actúan como pseudomatriz. Poseen bordes difusos, subgranos de cuarzo y se encuentran deformados.

La cantidad de cemento es casi idéntica en las dos muestras, no supera el 3 % y se trata de crecimiento secundario de granos de cuarzo. No se observan parches de óxidos.

La matriz es sericítica y en ella se pueden observar láminas de muscovita bien desarrolladas y pequeños fragmentos de cuarzo. El contenido de matriz está en torno al 12 % en ambas muestras.

Los minerales accesorios son escasos y corresponden a esfena, muscovita y circón.

- **Loma de los Guanacos**

Las muestras comprendidas dentro de este grupo poseen una selección moderada a pobre. El tamaño de grano medio es de 0,396 mm, lo cual permite clasificarlas como areniscas medianas. Hay diferencias significativas entre el tamaño de grano de LLG-19 (0,257 mm) y LLG-1 (0,501 mm). En LLG-17 y LLG-7 se observan fragmentos de cuarzo con tamaños entre 1,2 mm y 2,54 mm, lo que evidencia su pobre selección.

Por su contenido de matriz se clasifican como arenitas, excepto LLG-19 (Fig. 14 D) que, al contener un 40,8% de matriz, se la incluye dentro del grupo de las vaques. Los contactos predominantes en arenitas son suturados (32,48 %) seguidos de rectos (29,53 %), cóncavos-convexos (27,04 %) y por último puntuales (10,96 %). El promedio de índice de contacto es de 5 y el índice de empaquetamiento cerrado es de 4,59 para arenitas, para la única muestra que se clasifica como vaques los valores son 2,12 y 1,18, respectivamente.

El cuarzo monocristalino es el componente mayoritario, ocupando hasta un 63 % del total. Se trata en su mayoría de granos con extinción levemente ondulante y con valores de extinción entre 14° y 22°.

Las inclusiones no son tan abundantes en comparación a otros grupos, constan principalmente de vacuolas de tamaño muy pequeño formando láminas de Boehm (Fig. 14 E) o diseminadas caóticamente por los granos. Las acículas son más escasas y finas, formadas por minerales con color de interferencia alto posiblemente rutilo y psilomelano. También se observan tablas de apatita, zircón y muscovita como inclusión (Fig. 14 F).

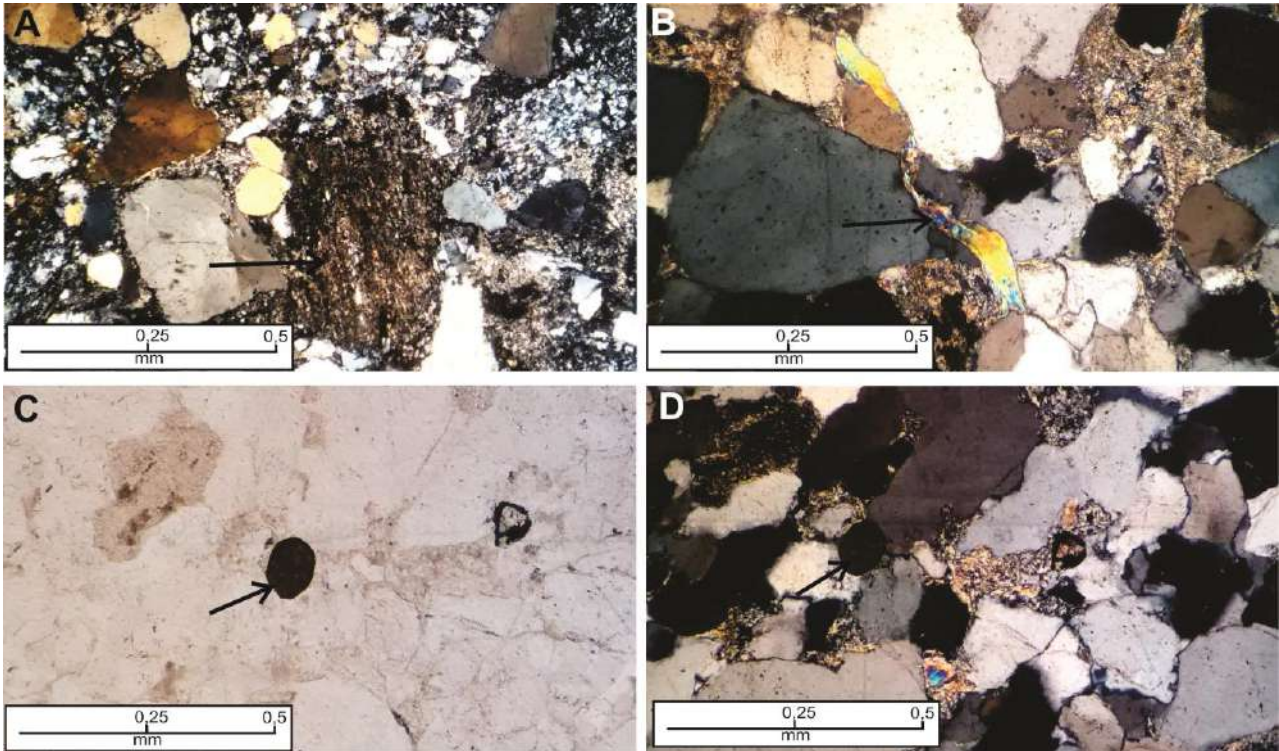
El cuarzo policristalino es abundante en relación a lo estimado para otros grupos de muestras y llega a ocupar hasta el 42,2 % en LLG-7. La variedad más abundante es la anhedral, con más de 3 cristales por grano. También se observan las variedades polihedrales y elongadas. Los subgranos por lo general poseen contactos dentados entre sí.

Los fragmentos líticos son escasos y ocupan entre el 0,8 % y el 2,2 %, principalmente metamórficos y sedimentarios. Los primeros están conformados por cuarcita y cuarcita filítica con fábrica planar, contactos definidos y muscovita intersticial escasa. Los líticos sedimentarios son principalmente limolitas recristalizadas dentro de las cuales se observan pequeños cristales de cuarzo. Estos líticos actúan como pseudomatriz debido a la deformación que han sufrido, quedando moldeados por los granos de cuarzo adyacentes. Se observan muy escasos líticos volcánicos (0,2%), muy alterados con fenocristales de plagioclasa apenas visibles y de pequeño tamaño.

El contenido de cemento varía entre el 0,8 % (LLG-1) y 12,6 % (LLG-19), es principalmente silíceo, proveniente del crecimiento secundario de los granos de cuarzo. También se observan parches de óxido de hierro, especialmente en LLG-19.

La matriz es sericítica y en LLG-19 alcanza el 40,8 % del total de la muestra, en las demás este valor se sitúa entre 8 % y 10 %. En la matriz se encuentran pequeños granos de cuarzo, muscovita y opacos.

Dentro de los minerales accesorios se encuentran circones subhedrales, de alto relieve y color de interferencia; también se observan titanita, biotita y muscovita.



**Figura 16.** Granos líticos y minerales accesorios de muestras del área tipo de la Fm. Agua Escondida. **A)** Grano de lutita con fábrica planar (Lslu) en vaque con pobre selección (AE-68). Nícoles cruzados. **B)** Muscovita flexurada (Mu) entre granos de cuarzo en vaque (LPA-9). Nícoles cruzados. **C)** La flecha indica un grano de titanita en arenita, mineral accesorio frecuente (AE-72). Luz Natural. **D)** Ídem anterior con nícoles cruzados y mayor zoom. Qm= cuarzo monocristalino, Qpa= cuarzo policristalino anhedral, Mz= matriz.

## Área del Cerro Poleo

- **Cerro Poleo**

Las muestras comprendidas dentro de este grupo se encuentran bien a moderadamente seleccionadas, exceptuando la muestra CP-2 que posee una pobre selección. El tamaño de grano promedio es de 0,320 mm, por lo que se ubican dentro del rango de arena mediana. En la muestra CP-2 se observa un tamaño de grano mayor y planos de fracturas que, en ocasiones, abarcan más de 2 granos de cuarzo. Se clasifican como arenitas excepto CP-2 y CP-14, las cuales se clasifican como vaques (Fig. 17 B). Predominan los contactos rectos (42,3 %) seguidos de contactos cóncavo-convexos (28,9 %), puntuales (18,6 %) y suturados (10,1 %). El promedio de índice de contactos para arenitas es de 4,63 y del índice de empaquetamiento cerrado de 3,84. Los valores correspondientes para vaques son 4,13 y 3,1, respectivamente.

El cuarzo monocristalino es el principal componente, ocupando entre el 60% y el 80% de las muestras, posee en la mayoría de los casos extinción levemente ondulante ( $12^\circ$  -  $18^\circ$ ).

Las inclusiones en los granos de cuarzo son principalmente vacuolas gaseosas de abundancia variable, con pequeños cristales en su interior. En muestras como CP-9, CP-11 y CP-12 las inclusiones son escasas. También se observan inclusiones de circón, muscovita y apatita (Fig. 17 F). Las inclusiones en forma acicular son menos frecuentes que en otros grupos de muestras, son acículas finas compuestas por minerales con altos colores de interferencia; posiblemente rutilo, psilomelano y tremolita-actinolita.

El cuarzo policristalino ocupa entre el 4 % y el 13 % de las muestras, perteneciendo mayoritariamente a la variedad anhedral con 2-3 subgranos. Las variedades polihedral y elongadas son las que siguen en abundancia. Los granos de cuarzo policristalinos son sensiblemente de mayor tamaño que los granos de cuarzo monocristalinos.

Los fragmentos líticos varían entre el 1 % y el 5 %, están conformados por líticos sedimentarios y metamórficos. Dentro de los primeros domina limolita recristalizada de contornos difusos y deformados, se pueden observar en ellos pequeños cristales de cuarzo y sericita. Los líticos metamórficos pertenecen a cuarcitas con bordes bien definidos, los subgranos poseen contacto cóncavo - convexo a suturado y escasa sericita intersticial.

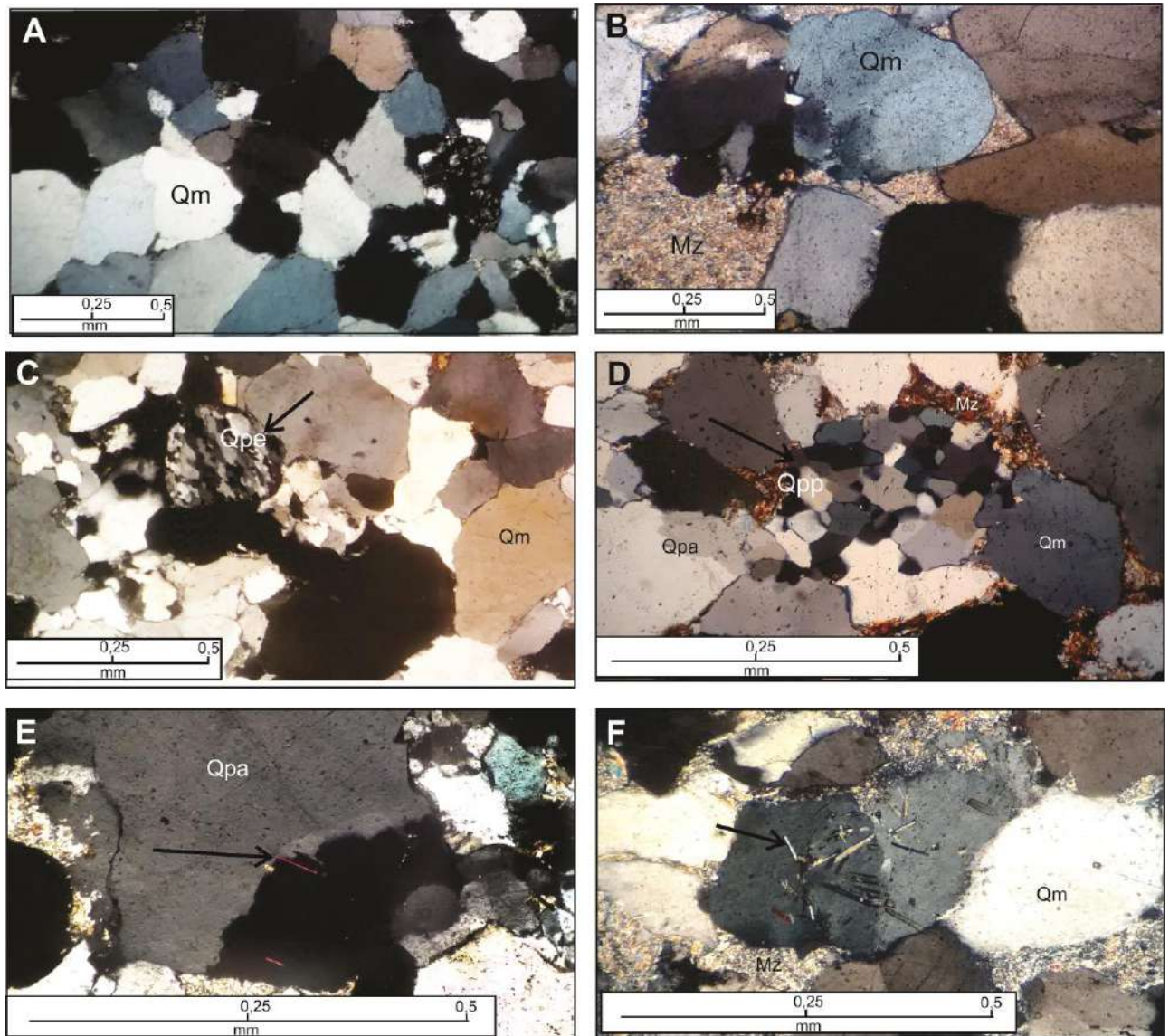
El contenido de cemento varía entre el 1 % y el 5 %, se trata principalmente de cemento silíceo producto de crecimiento secundario de los granos de cuarzo. Se observan en la mayoría de las muestras parches de óxido aglutinando pequeños granos de cuarzo y muscovita. En algunos casos se distinguen láminas bien desarrolladas y flexuradas de muscovita.

La matriz es sericítica, dentro de la cual se observan granos pequeños de micas y cuarzo. La proporción de matriz varía entre 6 % y 16 % en las distintas muestras.

Los minerales accesorios que se observan son circón, titanita, muscovita y biotita en orden de abundancia. La muestra CP-9 es la que mayor cantidad de éstos posee, llegando a conformar el 1,2 % del conteo total.

El circón es el mineral accesorio más abundante (Fig. 18 E y 18 F), con color de interferencia alto, bordes bien definidos, alto relieve. La titanita es muy escasa (Fig. 18 D), presenta color pardo y forma preferentemente romboidal.





**Figura 17.** Vistas microscópicas de arenitas y vaques del área del cerro Poleo **A)** Aspecto general de una arenita bien seleccionada y de empaquetamiento cerrado (LM-1). **B)** Vaque proveniente de la localidad cerro Poleo, detalle de la matriz sericítica (Mz) y cuarzo monocrystalino (Qm) (CP-14). **C)** Cuarzo policristalino elongado (Qpe) en arenita (LM-173). **D)** Ejemplo de cuarzo policristalino polihedral (Qpp) y matriz sericítica (Mz) con parches de óxidos de hierro en arenita (CP-2). **E)** Inclusión acicular de rutilo o psilomelano en cuarzo policristalino anhedral en arenita de cerro de Lobos (CL-181). **F)** Tablillas de apatita (flecha) en cuarzo policristalino en arenita (CP-3).

Todas las fotografías tomadas con nicoles cruzados.

- **Cerro Limay Mahuida, Cerro de Lobos, Cerro Quiroga, Cerro Ñaño**

Las muestras comprendidas dentro de este grupo se encuentran pobremente seleccionadas en su mayoría. Contienen fragmentos líticos metamórficos de hasta 2,78 mm y cristales de cuarzo monocristalino y policristalino, con tamaños de hasta 1,33 mm. Muestras como CL-187 y CQ-174 se encuentran moderadamente a bien seleccionadas, en tanto LM-1 está muy bien seleccionada (Fig. 17 A).

El tamaño medio de grano es de 0,392 mm, clasificándolas como arenisca mediana. Hay diferencias notables dentro del grupo en cuanto a granulometría, muestras tales como LM-173, Ñ-309 y LM-5 tienen tamaños entre 0,450mm y 0,515 mm, en tanto muestras como LM-1 y CL-187 poseen tamaños de 0,272 mm y 0,255 mm, respectivamente.

Por su contenido de matriz se clasifican como arenitas, excepto LM-2 que con un contenido del 21,8 % de matriz entra en el grupo de las vaques. Dentro de este grupo hay diferencias en cuanto a la distribución de los contactos. Las muestras provenientes de Cerro Limay Mahuida presentan un predominio de contactos rectos (44,3 %) y cóncavos-convexos (27,8 %) en orden de abundancia se observan contactos puntuales y suturados con el 15,6 % y 12,3 % respectivamente. Para arenitas, el índice de contactos es 4,66 y el índice de empaquetamiento cerrado 4,04. Los valores para vaques son 3,71 y 2,8, respectivamente.

En las muestras de Cerro de Lobos predominan los contactos rectos (36%), cóncavo convexos (29%) y suturados (24%). Los menos abundantes son los contactos puntuales (10,5%). El índice de contactos es de 4,67 y el índice de empaquetamiento cerrado de 4,18.

Los contactos predominantes de la localidad de Cerro Ñaño fueron los contactos rectos (34 %) y cóncavo-convexos (34 %). En orden de abundancia le siguen contactos suturados (21 %) y puntuales (11 %). El índice de contactos es de 4,5 y el índice de empaquetamiento cerrado es de 4,03.

En Cerro Quiroga los contactos predominantes son rectos (39 %) y le siguen en orden de abundancia, cóncavo-convexos (26 %), suturados (25 %) y puntuales (10 %). El índice de contactos es 4,95 y el índice de empaquetamiento cerrado es de 4,59.

El contenido promedio de cuarzo monocristalino es de 58 % (25 - 82 %). La extinción es levemente ondulante, mayormente entre los 15° y 18°.

Las inclusiones son abundantes, principalmente en las muestras del cerro Limay Mahuida (LM) y constan esencialmente de vacuolas de diversos tamaños diseminadas de manera caótica, y en algunos casos formando láminas de Boehm. Las vacuolas son, en su mayoría, gaseosas y en menor medida están rellenas de líquido. También se observan circones y muscovitas como inclusión. Las inclusiones de forma acicular son frecuentes principalmente en las muestras de las series CL, Ñ y CQ (Fig. 17E), donde se

advierten minerales de color de interferencia rojo, azul y amarillo intenso, posiblemente correspondientes a rutilo, psilomelano, o tremolita-actinolita.

El cuarzo policristalino también presenta contenido variable en las distintas muestras. En LM-173 (Fig. 17C) ocupa el 65 % del total de la fracción clástica, en el resto de las muestras el contenido oscila entre el 8 % y 26 %. La variedad más abundante es la anhedral con más de 3 cristales por grano.

El contenido de feldespato es muy bajo o nulo, solo fue encontrado en la muestra Ñ-309, conformando menos del 1% del total de la fracción clástica de la roca y corresponde a microclino. Son de tamaño medio a pequeño con bordes definidos y con crecimiento interno de sericita.

La proporción de fragmentos líticos es muy variable y se refieren principalmente a líticos sedimentarios y metamórficos. Los líticos metamórficos pertenecen principalmente a fragmentos de cuarcitas y cuarcitas filíticas (Fig. 17 C). En la serie LM los fragmentos de cuarcita ocupan hasta un 44,2 % (muestra LM-4), son clastos de borde definido con un contenido de cuarzo superior al 90 % y sericita intersticial, los contactos entre los subgranos son, en partes, bastantes definidos. En el resto de las muestras los fragmentos de cuarcitas son más escasos, llegando a ocupar hasta el 2 % de las muestras.

Los clastos de cuarcita se encuentran fundamentalmente en LM-5 (9,8 %), esta muestra contiene 2 clastos de gran tamaño y otros de menor tamaño pero superior a la media (Fig. 18 A y 18 B). En las muestras de la series CL, CQ y Ñ estos clastos ocupan hasta un 3% de las mismas. Se caracterizan por sus bordes bien definidos, contenido de sericita y muscovita intersticial.

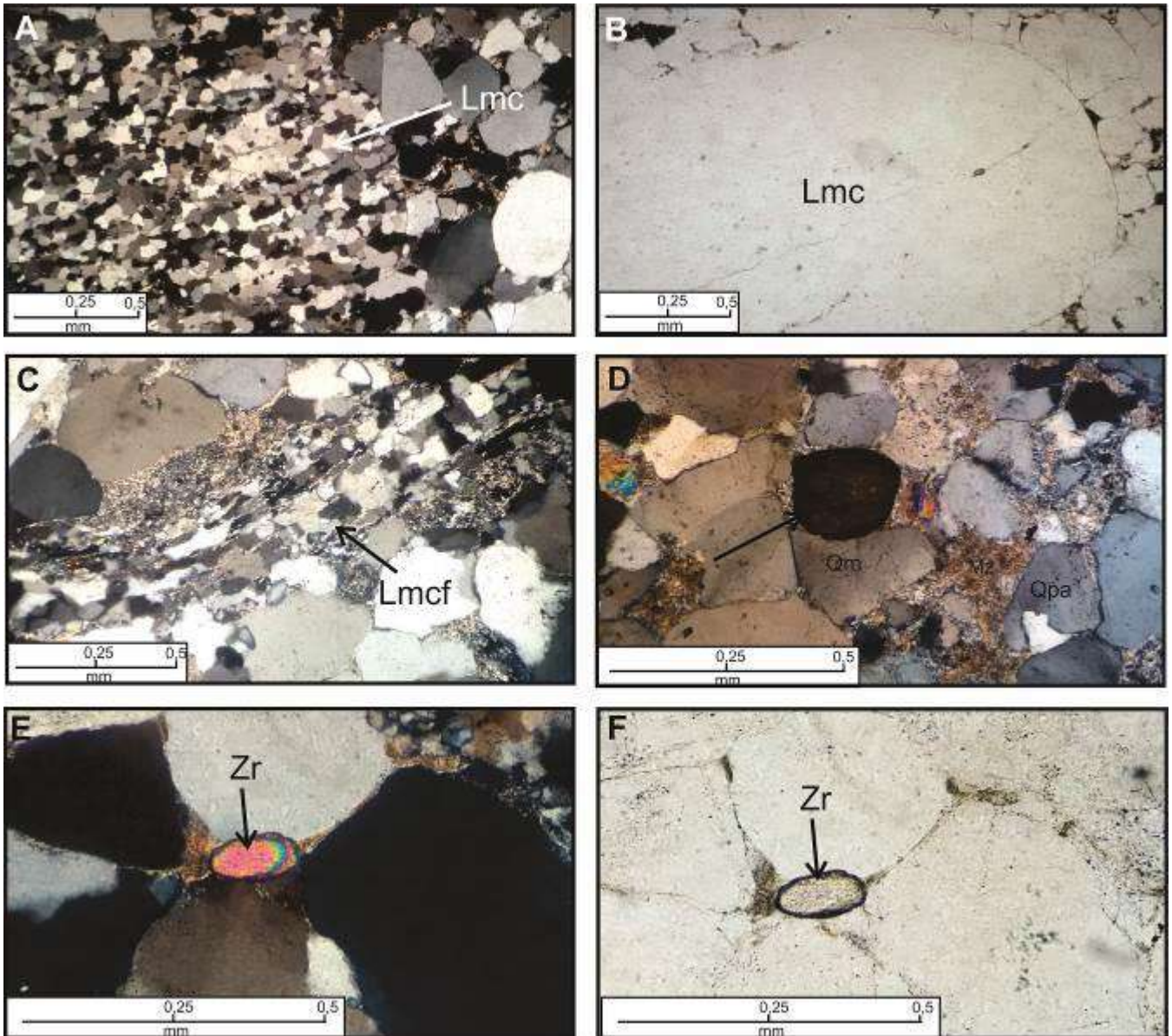
Los líticos sedimentarios conforman entre el 1 % y el 5 % de la fracción clástica. Esencialmente se encuentran reconocieron lutita y limolita recristalizada. La mayoría de los clastos de limolita recristalizada forman una pseudomatriz, ya que su forma y disposición está sujeta a la forma de los granos de cuarzo. Estos granos de limolita recristalizada suelen tener bordes difusos y en su interior se pueden distinguir subgranos de cuarzo y sericita.

El contenido de cemento varía de 1 % hasta un 6 %. El cemento mayoritario proviene del crecimiento secundario de los granos de cuarzo. También en algunas muestras se observan parches de óxido de hierro.

La matriz sericítica presenta pequeños cristales de cuarzo, muscovita y minerales de tamaño muy pequeño, con alteración sericítica y oxidados. La proporción de matriz es variable. En muestras que manifiestan un empaquetamiento más cerrado, como es el caso de LM-1 y CQ-174, el contenido es del 4 % al 6 %. En LM-2 la cantidad de matriz es del 21,8 % y en el resto de las muestras se ubica entre el 10 y el 14 %.

Los minerales accesorios están representados por circón, muscovita y esfena.





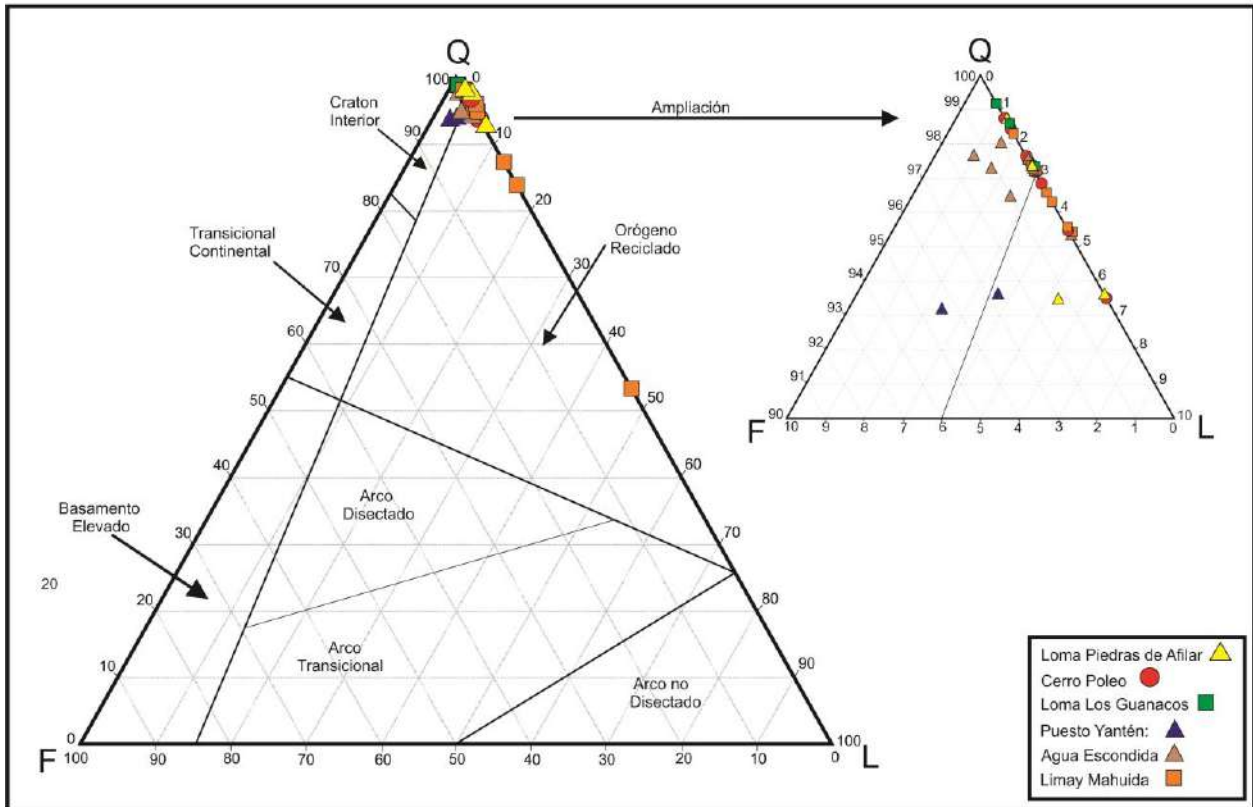
**Figura 18.** Granos líticos y minerales accesorios en areniscas del área del cerro Poleo. **A).** Detalle de grano de cuarcita (Lmc) en arenita con mala selección (LM-5). Nicoles cruzados **B).** Ídem anterior con luz natural, se observan los contactos netos del grano de cuarcita. **C).** Ejemplo de un grano de cuarcita filítica (Lmcf) en arenita (CQ-174). Nicoles cruzados. **D).** La flecha indica a un grano de titanita en vaque (CP-11). Nicoles cruzados. **E).** Grano de circón (Zr), mineral accesorio más abundante en las arenitas de Cerro Poleo (CP-9). Nicoles cruzados. **F).** Ídem anterior, con luz natural. Qm= cuarzo monocristalino, Qp= cuarzo policristalino.

## Procedencia de las areniscas

La composición de los depósitos detríticos está controlada por cuatro factores principales: litología del área fuente, clima, transporte-ambiente depositacional y diagénesis (e.g., Suttner, 1974; Johnsson, 1993). Dickinson y Suczeck (1979) y Dickinson *et al.* (1983) relacionaron la composición modal de las areniscas y el emplazamiento tectónico de las áreas de aporte. Con ello realizaron diagramas discriminantes que permiten distinguir los siguientes campos de procedencia:

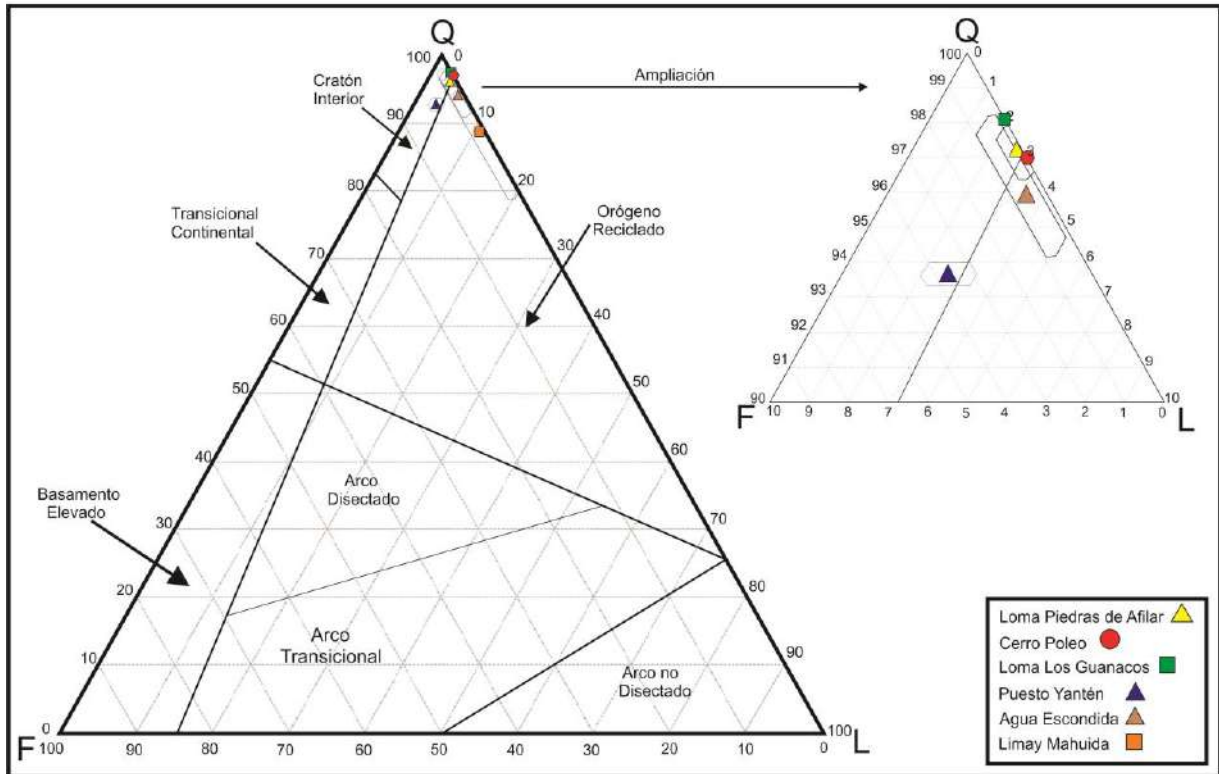
- **Orógeno reciclado:** la fuente de los sedimentos está deformada y corresponde a secuencias exhumadas.
- **Basamento elevado:** corresponde a bloques de rocas graníticas o metamórficas de alto grado, ascendidos tectónicamente fuera de un contexto de interior cratónico. Se presenta durante las primeras etapas de la evolución de rift, en cuencas controladas por fallamiento transformante o frente a la faja plegada y corrida en cuencas de antepaís (Dickinson y Suczek, 1979; Sánchez, 2006).
- **Arco Magmático:** la fuente de sedimentos está en el interior de orógenos activos como arcos de islas o márgenes continentales activos (Dickinson y Suczek, 1979; Sánchez, 2006). Se divide en arco no disectado, transicional y arco disectado.
- **Cratón Interior:** la fuente de los sedimentos son los escudos y plataformas o bloques de basamento fallado (Dickinson y Suczek, 1979). Se divide en cratón estable de bajo relieve (areniscas cuarzosas), transicional (areniscas un poco más feldespáticas) y bloques de basamento elevado (areniscas feldespáticas) donde la erosión ha expuesto niveles profundos de la corteza continental (Dickinson *et al.*, 1983; Sánchez, 2006).

En particular, se han seleccionado los diagramas QFL y QmFLt (Dickinson *et al.*, 1983), donde Q: total de granos cuarzosos, incluyendo chert y líticos cuarzosos como cuarcita, F: granos de feldespato monocristalino, L: granos líticos de filiación volcánica, sedimentaria y metamórfica (excluye chert y cuarcita), Lt; granos líticos policristalinos totales, incluyendo las variedades cuarzosas (chert y cuarcita).



**Figura 19.** Diagrama QFL (Dickinson *et al.*, 1983) de discriminación en el área de aporte.

Los datos ploteados en el diagrama QFL (Fig. 19), evidencian el elevado contenido de cuarzo en la mayoría de las muestras, ubicándose en el límite entre el campo de cratón interior y orógeno reciclado. Los valores medios por localidad de acuerdo al agrupamiento de la Tabla 3 (Fig. 19), muestran que las localidades ubicadas dentro del campo de cratón interior son: Loma de los Guanacos, Loma Piedras de Afilar y Puesto Yantén. En tanto que las localidades de Limay Mahuida, cerro Poleo y Agua Escondida se ubican dentro del campo de orógeno reciclado. Las areniscas, tanto del área tipo como del área de Cerro Poleo, están caracterizadas en su mayoría por un contenido mayor al 90% de cuarzo y proporciones variables de líticos y feldespatos (frecuentemente ausentes). La localidad de Limay Mahuida posee el mayor rango de variabilidad en sus componentes, seguida por Agua Escondida.

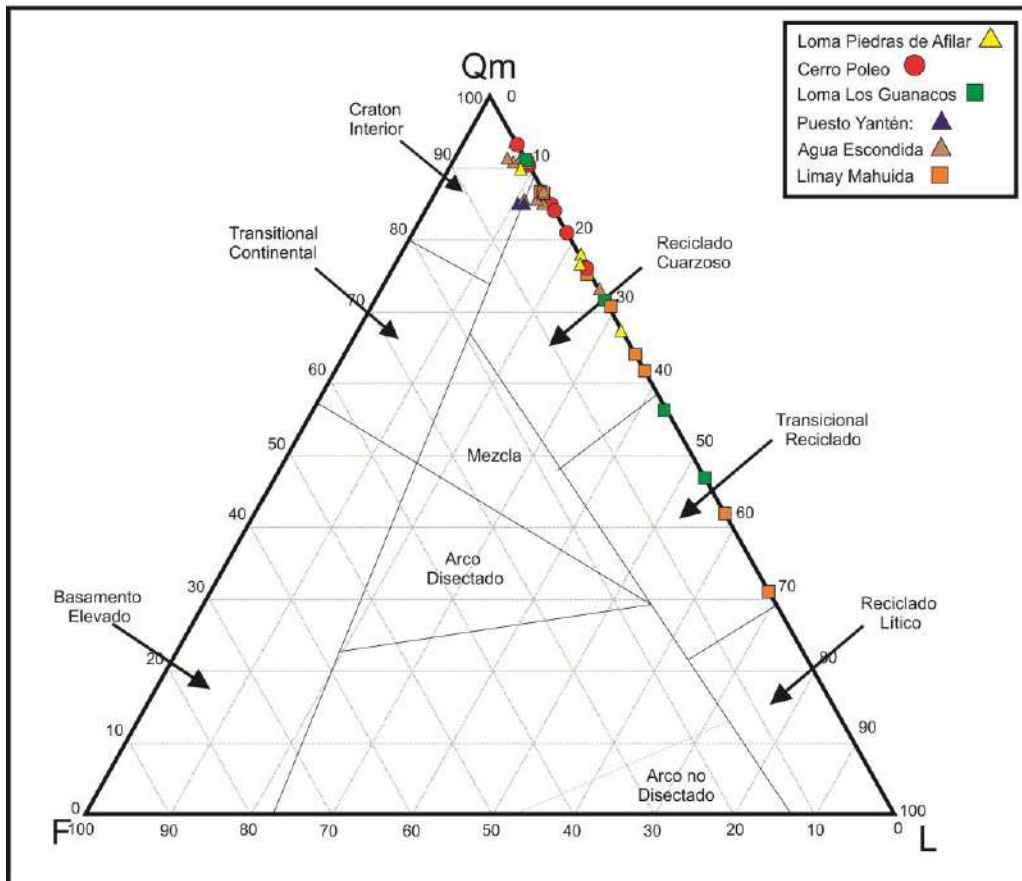


**Figura 20.** Diagrama QFL (Dickinson *et al.*, 1983) de discriminación del área de aporte, plotado con valores medios para cada localidad encerrados con hexágonos mostrando la variabilidad. En la ampliación no se grafican las muestras de Limay Mahuida debido a que sus valores no caen en el rango detallado.

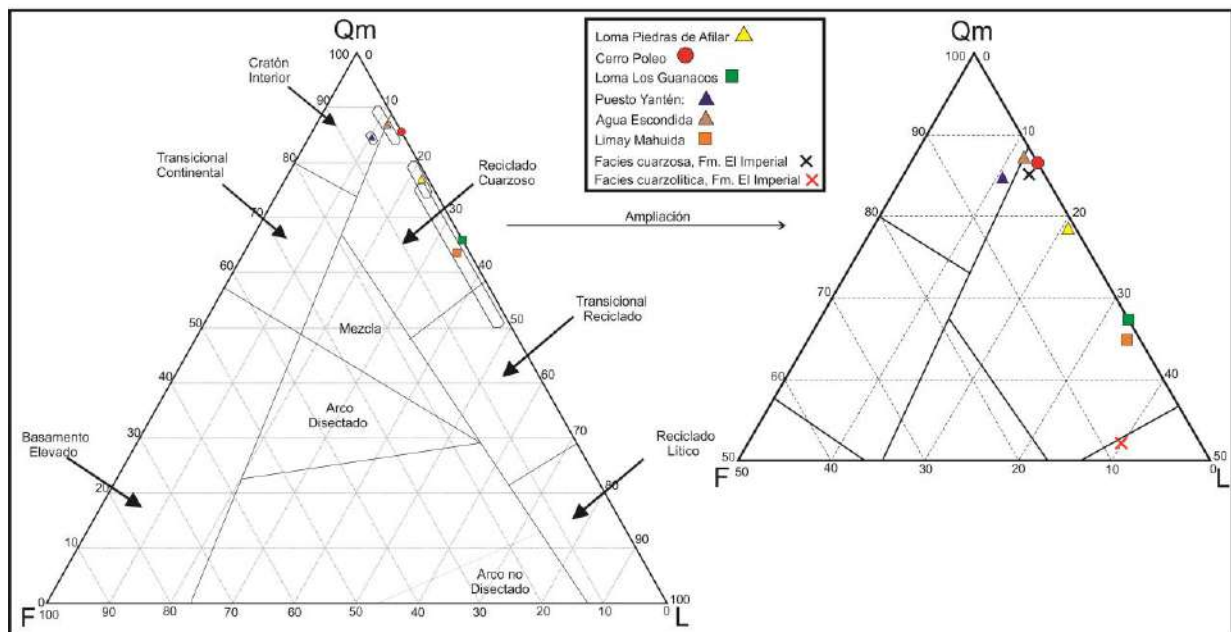
Al volcar estas modas detríticas en el diagrama QmFLt (Fig. 21) se observa que la mayoría de las muestras se ubican principalmente en los campos de cratón interior y en menor medida en orógeno reciclado y transicional reciclado. En el diagrama ternario QmFLt de valores medios por localidad (Fig. 22), se advierte que las localidades que caen dentro del campo de cratón interior es Puesto Yantén; Agua Escondida se ubica en el campo de orógeno reciclado rico en cuarzo, en el límite de cratón interior. El cuarzo monocristalino es el componente mayoritario en todas las localidades, aunque en Limay Mahuida se percibe una disminución de éste y un aumento de fragmentos líticos (con valores máximos que superan el 40%).

La dispersión de las localidades de cerro Poleo y loma de los Guanacos no han podido ser representada en el diagrama QmFLt (Fig. 22), debido a que su contenido de feldespatos es cero.





**Figura 21.** Diagrama QmFLt (Dickinson *et al.*, 1983) de discriminación del ambiente tectónico en el área de aporte.



**Figura 22.** Diagrama QmFL (Dickinson *et al.*, 1983) de discriminación del ambiente tectónico en el área de aporte plotado con valores medios. En la ampliación también se grafican los valores medios obtenidos por Espejo y Gamundí (1994), para las petrofacies cuarzosas y cuarzolíticas de la Fm. El Imperial.

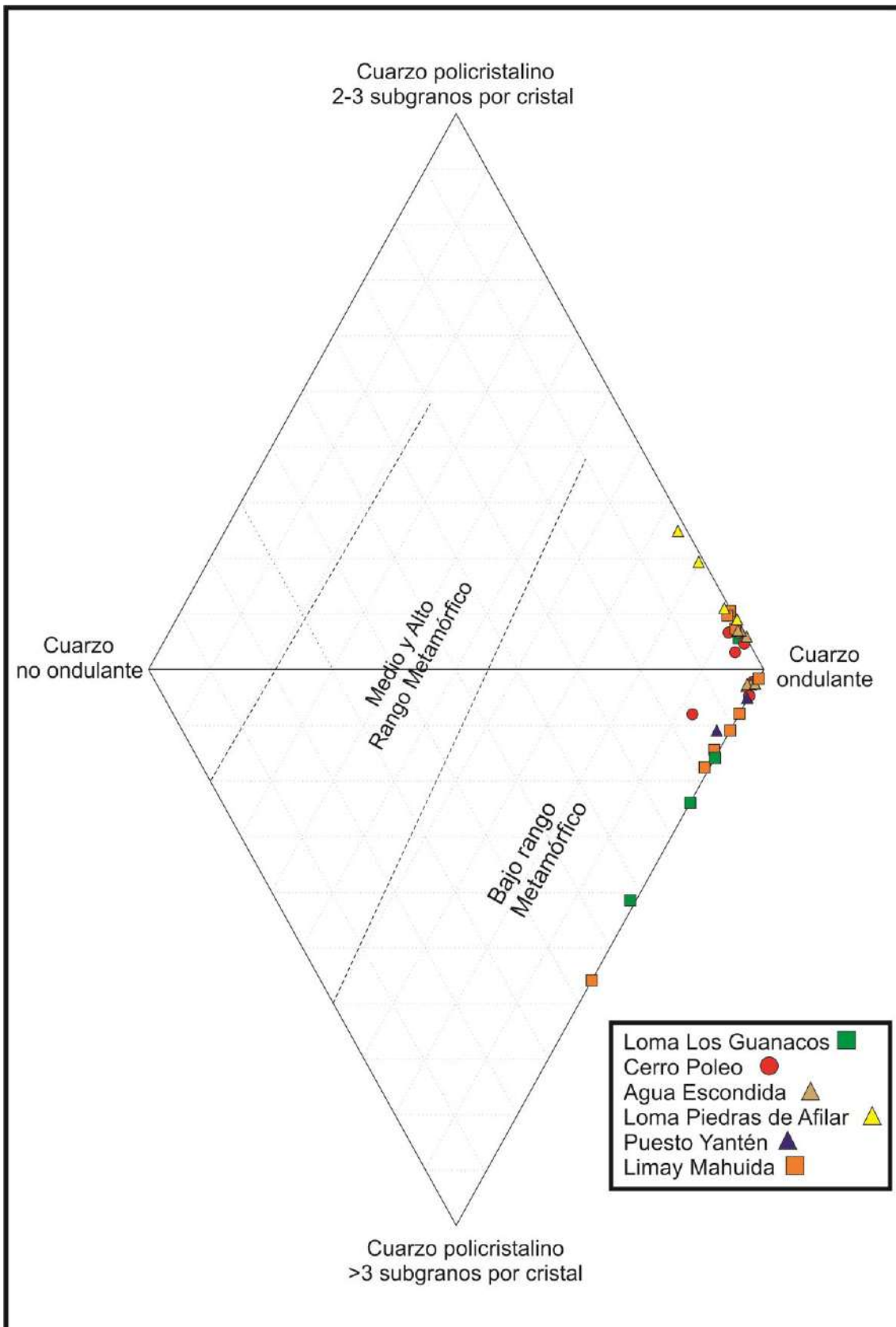
## Tipologías de Cuarzo

Los porcentajes relativos de las cuatro tipologías de cuarzo (cuarzo monocristalino con extinción recta, cuarzo monocristalino con extinción ondulante, cuarzo policristalino con 2 ó 3 subgranos y cuarzo policristalino con más de 3 subgranos) se encuentran representados en la tabla 1 y 2 del anexo 4. Dichos resultados han sido proyectados en el diagrama rómbico propuesto por Basu *et al.* (1975), para diferenciar la litología de las áreas de procedencia.

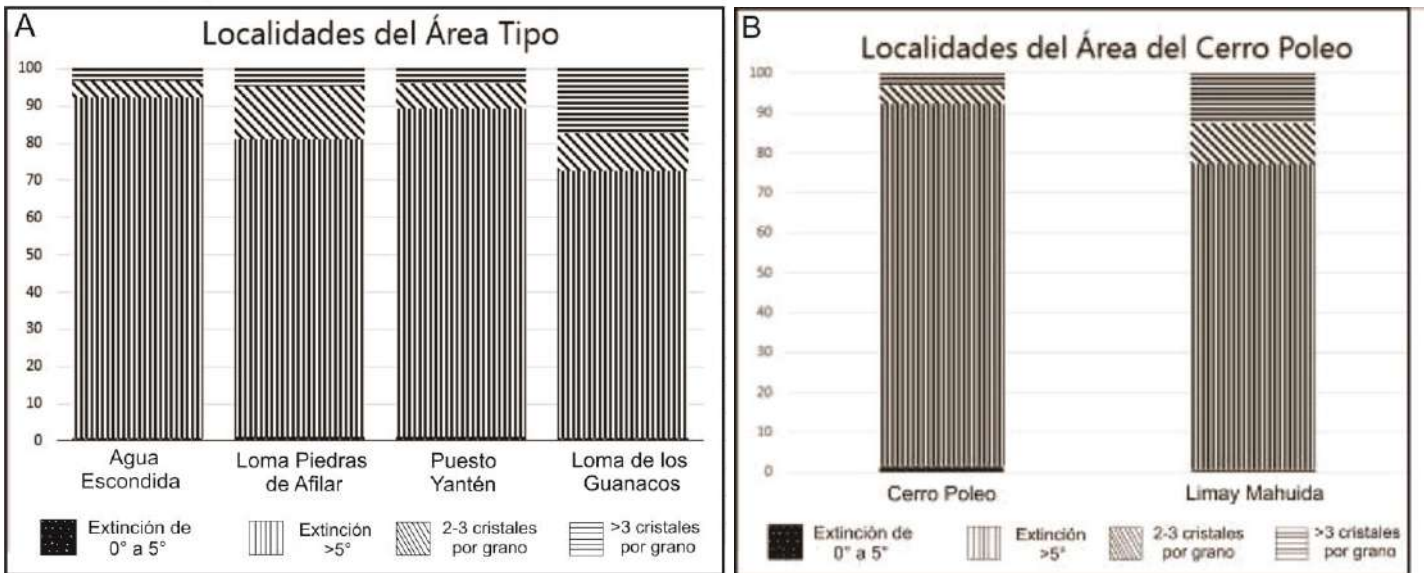
En dicho gráfico (Fig. 23) se puede observar que, en las localidades de loma de los Guanacos y Limay Mahuida, el contenido de cuarzo policristalino con más de tres subgranos es superior al resto de las localidades. El cuarzo monocristalino con extinción superior a  $5^\circ$  es el componente mayoritario para los dos grupos de muestras, aunque su contenido es mayor en las localidades tipo. El cuarzo monocristalino de extinción recta arrojó valores bajos y equiparables entre los dos grupos de muestras, en promedios ambos se extinguieron totalmente entre los  $12^\circ$  y  $18^\circ$ .

A pesar de estas diferencias, las muestras se ubican dentro del campo de bajo rango metamórfico, el cual describe la naturaleza litológica del área fuente.

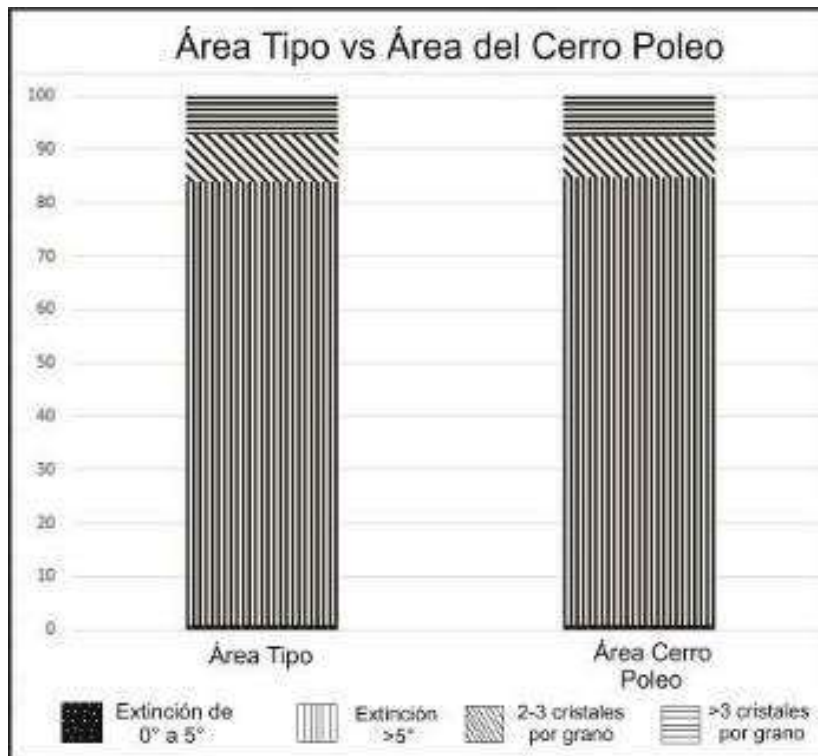
En las Figuras 24 A y 24 B se representa la proporción de los distintos componentes por localidad, la Figura 25 muestra los valores medios para las áreas tipo y del cerro Poleo.



**Figura 23.** Representación rómbica de las tipologías de cuarzo en relación a la naturaleza del área fuente, según la propuesta de Basu *et al.* (1975).



**Figuras 24A y 24B.** A) representación en porcentaje de las distintas tipologías de cuarzo para las localidades del área Tipo. B) representación en porcentaje de las distintas tipologías de cuarzo para las localidades del área de cerro Poleo.



**Figura 25.** Gráfico comparativo entre los distintos grupos de muestras, donde se puede observar una tendencia similar en ambos, aunque con un contenido superior en cuarzo policristalino con más de 3 subgranos en las localidades anexas.



## Fábrica y empaquetamiento

Se obtuvieron datos de índice de contactos (IC) e índice de empaquetamiento cerrado (IEC) con el fin de realizar una caracterización cuantitativa del empaquetamiento.

Ambos índices se relacionan con el incremento de la compactación, el tipo de empaquetamiento y la profundidad de sepultamiento. Tanto el IC como el IEC se incrementan con la profundidad, resultando fuertemente dependientes de la selección y granulometría de la roca analizada (Harrell 1985; McBride *et al.* 1991). Dado que la alta proporción de matriz de las vaques es un factor que disminuye el número de contactos entre granos, se han calculado los índices por separado para arenitas y vaques.

El IEC se calculó mediante la ecuación 2 arrojando los resultados representados en las Tablas 5 a 7.

El IC se calculó mediante la ecuación 1 y sigue la tendencia del IEC, con valores superiores en las localidades del área tipo de la Formación Agua Escondida (Tabla 5). Las localidades tipo arrojaron un valor medio de 4,83 mientras que el de las localidades del área de Cerro Poleo (Tabla 6) fue de 4,67. En las primeras se observaron una cantidad superior de contactos cóncavo-convexos y suturados y fábrica planar más marcada (valores medios en tabla 7).

Los valores medios del IEC para arenitas fueron sensiblemente superiores en las muestras de localidades del Área Tipo de la Formación Agua Escondida, que en las localidades del Área de Cerro Poleo. Para las primeras se obtuvieron valores medios de 4,28 y las segundas de 4,01 (Tabla 7).

Arenitas			Vaques		
Localidad	IC	IEC	Localidad	IC	IEC
Agua Escondida	4,83	4,22	Agua Escondida	2,03	0,925
Loma Piedras de Afilar	—		Loma Piedras de Afilar	3,86	2,96
Puesto Yantén	4,65	4,03	Puesto Yantén	—	—
Loma de los Guanacos	5	4,59	Loma de los Guanacos	2,12	1,18

**Tabla 5.** Valores promedios de IEC e IC para arenitas y vaques de localidades del área Tipo.

Arenitas			Vaques		
Localidad	IC	IEC	Localidad	IC	IEC
Cerro Poleo	4,63	3,84	Cerro Poleo	4,13	3,1
Limay Mahuida	4,7	4,18	Limay Mahuida	3,71	2,8

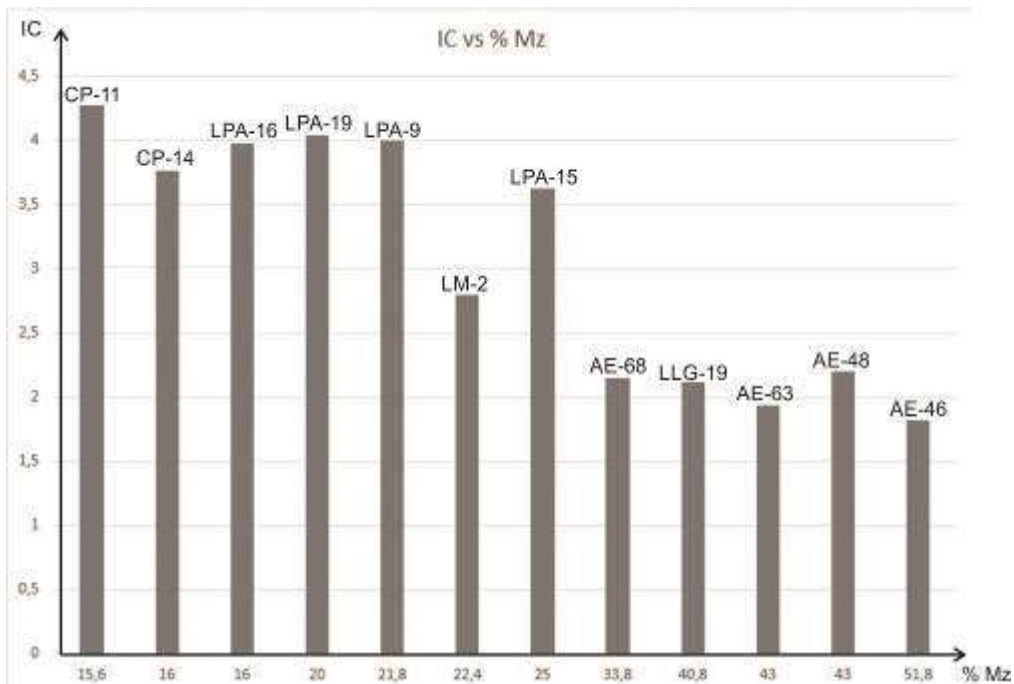
**Tabla 6.** Valores promedios de IEC e IC para arenitas y vaques de localidades del área de cerro Poleo.

Arenitas			Vaques		
Área	IC	IEC	Área	IC	IEC
Tipo	4,83	4,28	Tipo	2,67	1,69
Cerro Poleo	4,67	4,01	Cerro Poleo	3,92	2,95

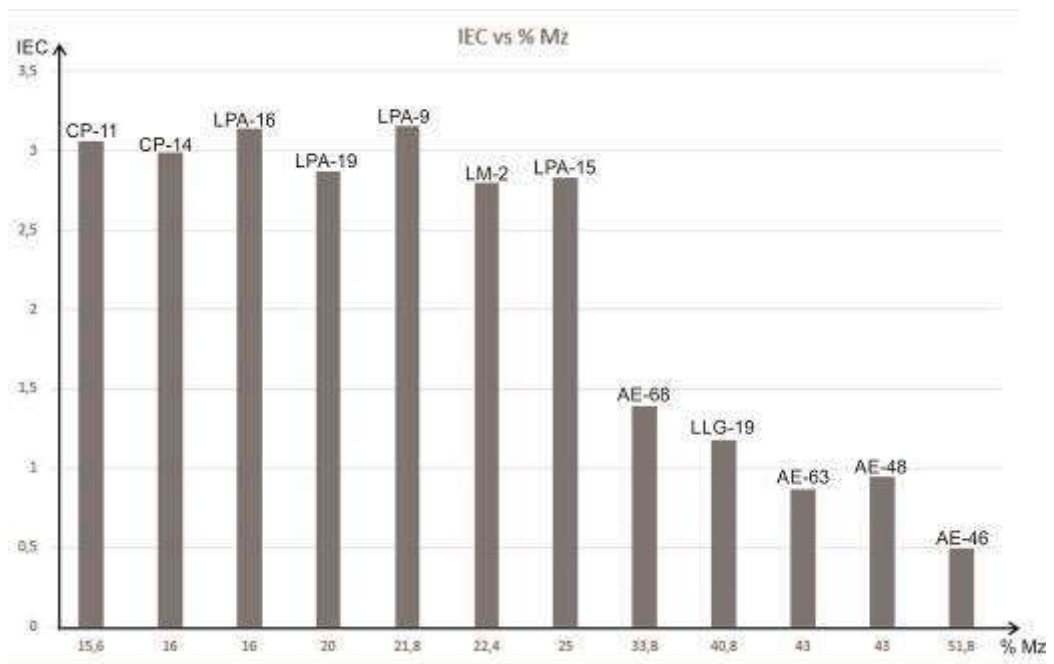
**Tabla 7.** Valores promedios de IEC e IC para localidades del área Tipo y localidades del área de cerro Poleo.

La cercanía entre los valores de IEC e IC se debe al alto grado de compactación y diagénesis que sufrieron estas rocas. Esto se traduce en una transformación gradual de los contactos entre granos, pasando de puntuales a rectos, luego a cóncavos convexos y por último a suturados.

Estos valores de IEC e IC están condicionados por el contenido de matriz de las muestras, por este motivo se separaron las arenitas de las vaques (muestras con un contenido de matriz superior al 15 % según la propuesta de Pettijohn *et al.* (1987)). Las vaques presentaron valores muy variables de matriz, los cuales oscilan entre el 16 % y 51 % (Fig. 26 y 27), esto hace que el comportamiento de la roca ante un esfuerzo sea distinto dando valores de IEC e IC muy dispares y poco representativos. Esta tendencia también se hizo evidente en las arenitas, aquellas con un contenido más elevado de matriz arrojaron valores de IEC e IC más bajos, pero con resultados más estables dado que el rango de matriz se ubica entre un 7,8 % y 14,2 %.



**Figura 26.** Variación del IC respecto del porcentaje de matriz en vaques.



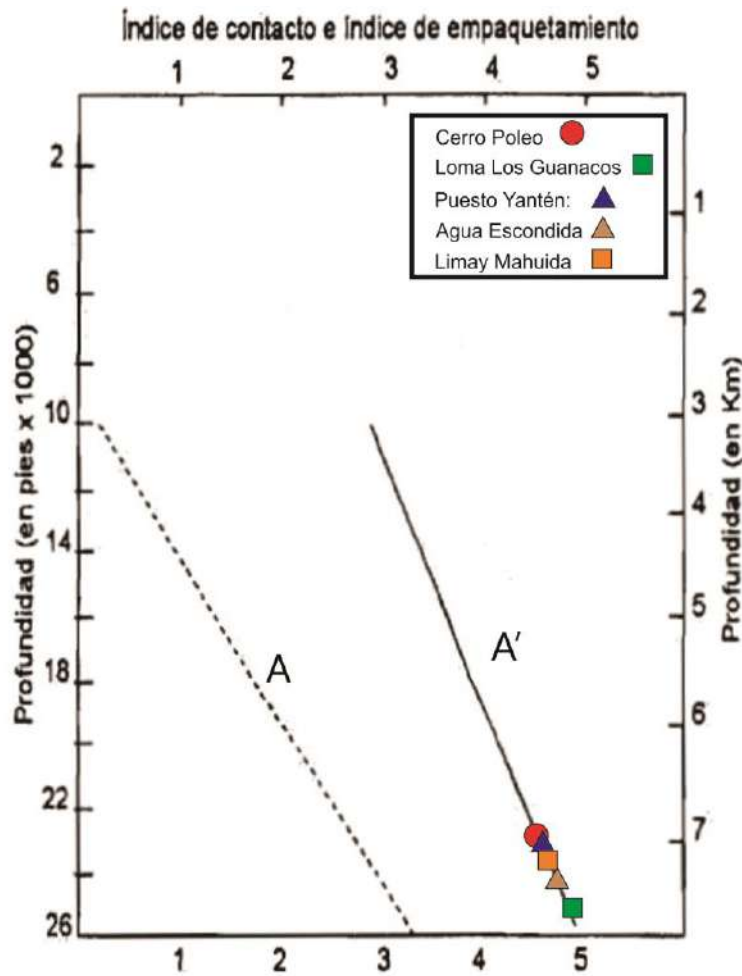
**Figura 27.** Variación del IEC respecto del porcentaje de matriz en vaques.

Wilson y McBride (1988) y posteriormente McBride et al. (1991) analizaron la variación del índice de contactos (IC) y el índice de empaquetamiento cerrado (IEC), con la profundidad de sepultamiento. Utilizando información de varias formaciones

podieron deducir que existe una correlación lineal con la profundidad máxima de sepultamiento.

Los datos medios de IC para arenitas de cada localidad fueron ploteados en dicho diagrama, para estimar la profundidad de enterramiento (Fig. 28). Los valores obtenidos de IEC no fueron representados en el gráfico debido a que estos valores exceden a los obtenidos por McBride *et al.* (1991) y por lo tanto no se ajustan a la recta correspondiente, esto se debe al alto grado de diagénesis que han sufrido estas rocas.

Del ploteo de los datos de IC se estima que la profundidad de enterramiento fue entre 6,9 y 7,6 km.



**Figura 28.** Variación del índice de contactos (IC, línea llena A) y de empaquetamiento cerrado (IEC, líneas punteadas A' y C). Modificado de McBride *et al.* (1991).

## CAPÍTULO 5: Discusión

### Petrografía de areniscas

Las areniscas estudiadas se clasifican esencialmente como arenitas y vaques cuarzosas, con menor participación de sublitoarenita, litoarenita, y vaques líticas. Las únicas dos muestras de sublitoarenita y litoarenita proceden de Limay Mahuida (área cerro Poleo), en tanto que las vaques líticas son de loma Piedras de Afilar (área tipo). Excepto por estas diferencias, no se observa una distribución preferencial de las tipos de areniscas en las áreas analizadas.

A partir del análisis petrográfico de las areniscas se observa que el cuarzo monocristalino es el componente mayoritario. El cuarzo policristalino raramente supera el 10-15 %, excepto en las localidades de Loma de los Guanacos (2 – 42 %, área tipo) y Limay Mahuida (8 – 65 %, área cerro Poleo).

El contenido de líticos totales se ubica entre el 2 % y el 44 %, correspondiendo este último valor a la localidad Limay Mahuida, las demás localidades rondan entre el 2 % y 3,5 %. El contenido de líticos sedimentarios es proporcional al contenido de líticos metamórficos en ambos grupos de muestras. Los líticos volcánicos son muy escasos (0,1 % - 0,4 %) y difíciles de identificar, concentrándose en las localidades de cerro Poleo y loma de los Guanacos.

El contenido en feldespatos es escaso o nulo y ronda entre 0% y 3,5%, perteneciendo este último valor a la localidad de Puesto Yantén, las demás se ubican entre 0% y 0,5%. Estos minerales se observaron principalmente en las muestras provenientes de las localidades tipo de la Formación Agua Escondida.

La escasez de feldespatos puede ser el resultado de un intenso retrabajo físico y/o reciclado de sucesiones sedimentarias cuarzosas. La presencia de feldespatos en Puesto Yantén, aunque los valores son bajos, podrían vincularse a la presencia de un regolito granítico en la localidad de lomas Piedras de Afilar documentado por Melchor (1996). En dicha localidad se observa que la formación Agua Escondida cubre a dicho regolito vinculado con el Granito Piedra de Afilar. Si bien loma de los Guanacos ha sido incluida como uno de los miembros de la Formación Agua Escondida, desde el punto de vista composicional presenta una afinidad marcada en con las localidades de Limay Mahuida y cerro Poleo, lo que podría ser el resultado de su cercanía geográfica. Esta afinidad está dada por la mayor proporción de cuarzo policristalino y líticos.

### Procedencia de las areniscas

La procedencia de las areniscas de la Formación Agua Escondida ha sido abordada a través de la estimación de las modas detríticas (Dickinson *et al.*, 1983) y de la tipología de los granos de cuarzo (Basu *et al.*, 1975).

Las areniscas analizadas plotean en los campos de interior cratónico y orógeno reciclado en un diagrama QFL y en los campos de interior cratónico, orógeno reciclado rico en cuarzo y transicional en un diagrama QmFLt (Figs. 21 y 22). Esta distribución sugiere procedencia de áreas cratónicas estables de bajo relieve. La tendencia a la distribución de las muestras analizadas entre los campos de interior cratónico y orógeno reciclado rico en cuarzo es evidencia de materiales cuarzosos que han sufrido varios ciclos sedimentarios (Dickinson et al., 1983). Esto también se puede inferir a partir de la presencia de líticos sedimentarios de naturaleza cuarzosa, que pueden ser localmente abundantes (localidad de Limay Mahuida).

Existe una marcada superposición entre las modas detríticas de las muestras del área tipo de la Formación Agua Escondida con aquellas del área de cerro Poleo. En particular las muestras de cerro Poleo son indiferenciables de aquellas de Agua Escondida y lomas Piedra de Afilas. Las muestras de Puesto Yantén se distinguen de las restantes, por el contenido en feldespatos, lo que puede ser una reflexión de aportes locales y/o escaso número de muestras (n=2). Del mismo modo, las muestras de loma de los Guanacos (área tipo) y Limay Mahuida (área cerro Poleo) son las que más se apartan del resto, en parte, por el contenido en líticos sedimentarios cuarzosos y cuarzo policristalino. Es probable que estas relaciones se deban a diferencias en el ambiente depositacional o a aportes locales. En particular, la loma de los Guanacos corresponde a facies fluviales que son menos agresivas desde el punto de vista mecánico con los granos inestables. Podría suceder lo mismo en Limay Mahuida, pero no existe una sucesión sedimentaria expuesta que permita observar un perfil, en consecuencia no es posible inferir el ambiente sedimentario.

En conjunto, estos resultados son semejantes a los obtenidos por Espejo y López Gamundi (1994), para la Formación El Imperial (Carbonífero Medio – Pérmico Inferior). Dicha formación fue estudiada en cercanías de la localidad de San Rafael y se diferenciaron una petrofacies cuarzosa (QFL % 85,8 - 3,1 - 11,1) y otra cuarzolítica (QFL % 55,8 - 11,2 - 33,0). Estos autores encuentran que existe una fuerte influencia de los procesos actuantes sobre la composición de las areniscas: la petrofacies cuarzosa corresponde a barras de desembocadura retrabajadas por el oleaje, y la petrofacies cuarzolítica corresponde a areniscas de canales distributarios deltáicos. Los datos registrados en el diagrama QmFLt (Fig. 22) muestran que existe una semejante composición de las areniscas entre la Formación Agua Escondida y la Formación El Imperial. En consecuencia si bien es necesario realizar estudios de detalle es lícito suponer que las diferencias composicionales observadas entre las localidades Agua Escondida, loma Piedras de Afilas, Puesto Yantén y Cerro Poleo con las localidades de loma de los Guanacos y Limay Mahuida corresponderían a diferencias en la sedimentación.

El análisis de policristalinidad y grado de extinción de los granos de cuarzo sugiere que las areniscas proceden de rocas fuentes de tipo graníticas y gnéicas (Basu *et al.* 1975; Tortosa *et al.* 1988). La localidad de loma de los Guanacos muestra cierta afinidad con la localidad de Limay Mahuida, ubicada en el área de cerro Poleo. Esto contribuye a

afianzar las semejanzas mencionadas entre dichas localidades, usando los diagramas de procedencia de Dickinson *et al.*, (1983).

Respecto a los candidatos como área de aporte existe poca información disponible. Las paleocorrientes promedios para los afloramientos analizados indican un vector de SE a NE lo que sugiere que las áreas de aporte deberían buscarse en el centro – sur de la provincia de La Pampa.

En particular, los mejores candidatos son las litologías del basamento granítico y metamórfico de bajo grado, el que podría representar una prolongación austral de las Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luís (Linares *et al.* 1980; Tickyj 1999). No es posible descartar el aporte de una sucesión sedimentaria cuarzosa previa al Carbonífero como ocurre en otros casos semejantes. Actualmente dicha unidad no está reconocida en La Pampa, aunque en Mendoza existe la Formación Río Seco de los Castaños (Silúrico-Devónico), la cual presenta estas características. Dicha formación está conformada por areniscas cuarzo feldespáticas (Manassero *et al.* 2009).

### **Grado de empaquetamiento**

A partir de los datos de índice de contacto (IC) ploteado en el diagrama de McBride *et al.*, (1991) (Fig. 28) se puede inferir una profundidad máxima de enterramiento para las muestras analizadas entre 6,9 y 7,6 km. Las diferencias observadas entre las distintas localidades podrían corresponder a distintas localizaciones dentro de la cuenca. Por ejemplo, la localidad de cerro Poleo muestra los menores valores de IC y se encontraría en una posición marginal; en tanto que loma de los Guanacos muestra el mayor valor y podría haberse encontrado en una zona de mayor subsidencia, la cementación de las areniscas es mayor en esta última localidad que en las restantes localidades analizadas. Esto coincide con el mayor índice de contacto de esta localidad y podría corresponder con un fenómeno de disolución por presión más intenso en estas areniscas.

### **Consecuencias estratigráficas**

La información presentada en este trabajo sugiere que las areniscas analizadas de las distintas localidades no pueden ser distinguidas desde el punto de vista composicional. Las diferencias observadas pueden ser el resultado de depositación en distintos ambientes sedimentarios. En consecuencia su asignación a la misma unidad litoestratigráfica de acuerdo al conocimiento actual, se mantiene. Las diferencias en la actitud estructural de las areniscas de la Formación Agua Escondida en cerro Poleo no son suficientes para sugerir su ubicación en una unidad distinta. Es necesario mayor información estructural para entender adecuadamente el significado de la misma.

## CAPÍTULO 6: Conclusiones

- 1) Las areniscas de la Formación Agua Escondida están compuestas en su mayoría por arenitas y vaques cuarzosas, y escasas sublitoarenitas y litoarenitas.
- 2) Las areniscas plotean en los campos de cratón interior, orógeno reciclado rico en cuarzo y transicional en el diagrama QmFLt de Dickinson *et al.*, (1983). Es posible distinguir dos grupos de localidades que muestran composiciones contrastantes: por un lado el área de Agua Escondida, loma Piedras de Afilar, Puesto Yantén y cerro Poleo exhiben una composición más cuarzosa; y las muestras de las localidades de loma de los Guanacos y Limay Mahuida muestran mayor participación de fragmentos líticos. Estas diferencias podrían corresponder a contrastantes ambientes depositacionales.
- 3) El análisis de tipologías de cuarzo no arrojó diferencias significativas entre las distintas localidades, evidenciando una fuente granítica o metamórfica de bajo grado (gnéisica).
- 4) Los candidatos como área de procedencia se buscarían en el basamento granítico – gnéisico del centro de La Pampa y, eventualmente una sucesión sedimentaria cuarzosa desconocida.
- 5) Los índices de contacto y de empaquetamiento cerrado se encuentran fuertemente controlados por el contenido de matriz, estos presentaron similitudes entre el área Tipo y el área de cerro Poleo, evidenciando su comparable historia diagenética. La profundidad de soterramiento para estas areniscas se estimó entre los 6900 y 7600 metros.
- 6) Se encontraron similitudes composicionales entre las areniscas estudiadas por Espejo y López Gamundi (1994) en la Formación El Imperial (Carbonífero Medio – Pérmico Inferior) y la Formación Agua Escondida.
- 7) Las areniscas cuarzosas de la Formación Agua Escondida no presentan diferencias composicionales y de empaquetamiento significativas entre el área Tipo y el área del cerro Poleo. Por lo que han tenido una historia geológica similar.



## **Bibliografía**

**Azcuy, C. L., Arias, W., Cuerda, A. 1987.** Cuenca San Rafael. En: Archangelsky, S., El Sistema Carbonífero en la República Argentina. Academia Nacional de Ciencias, Córdoba, pp. 153-168.

**Bassan, J. A., 1996.** Paleoaambientes y Estratigrafía de las sedimentitas neopaleozoicas aflorantes en el cerro Áspero, departamento Malargüe, Mendoza. Trabajo Final de Licenciatura (inérito). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de La Pampa. 37 p. Santa Rosa.

**Basu, A. 1985.** Reading provenance from detrital quartz. En G. G. Zuffa. Nato ASI Series C-148: 231-248.

**Basu, A., Young, S.W., Suttner, L.J., James, W.C. y Mack, G.H., 1975.** Re-evaluation of the use of undulatory extinction and polycrystallinity in detrital quartz for provenance interpretation. *Journal of Sedimentary Research* 45: 873:882.

**Criado Roqué, P., 1972.** El Bloque de San Rafael. En: Leanza, A.F. (ed): *Geología Regional Argentina*, pp. 287-295, Academia Nacional de Ciencias, Córdoba.

**Dickinson, W. R., 1970.** Interpreting detrital modes of graywacke and arkose: *Jour. Sed. Petrology*, v. 40, p. 695 – 707.

**Dickinson, W.R., and Suczek, C.A., 1979.** Plate tectonics and sandstones compositions: *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, v. 63, p. 2164-2181.

**Dickinson W.R., Bread L.S., Brakenridge G.R., Erjavec J.L., Ferguson R.C., Inman K.F., Knepp R.A., Lindberg F.A. Ryberg P.T., 1983.** Provenance of North American Phanerozoic sandstones in relation to tectonic setting: *Geological Society of America Bulletin*, v.94, p. 222 – 235.

**Dorsey, R. J., 1988.** Provenance evolution and unroofing history of a modern arc – continent collision: evidence from petrography of Plio – Pleistocene sandstones, Eastern Taiwan: *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 58, p. 208 – 218.

**Dott, R. H., 1964.** Wacke, graywacke and matriz-what approach to immature sandstone classification. *Journal of Sedimentary Petrology* 34: 625-632.

**Espejo, I.S., 1990.** Análisis estratigráfico, paleoambiental y de proveniencia de la Formación El Imperial, en los alrededores de los Ríos Diamante y Atuel (Pcia. de Mendoza). Tesis Doctoral inédita, 299 pp, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.

**Espejo, I. S. y O. R. López Gamundi, 1994.** Source versus depositional controls on sandstone composition in a foreland basin: the El Imperial Formation (Mid

Carboniferous-Lower Permian) San Rafael basin, Western Argentina. *Journal of Sedimentary Research*, A64 (1): 8-16.

**Espejo, I.S., Andreis, R. R. y Mazzoni, M. M., 1996.** Cuenca San Rafael. En: Archangelsky, S. (Ed.), *El Sistema Pérmico en la República Argentina y la República Oriental del Uruguay*, pp. 177–185, Córdoba.

**Fernández, M. A., 1997.** Sedimentología de la Formación Agua Escondida en las cercanías de Puesto Yantén, sureste de la provincia de Mendoza, Argentina. Trabajo Final de Licenciatura (inédito). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de La Pampa. 61p. Santa Rosa.

**Folk, R.L., Andrews, P.B., and Lewis, D.W., 1970.** Detrital sedimentary rock classification and nomenclature for use in New Zealand: *New Zealand Journal of Geology & Geophysics* 13, 937-968.

**García J. y García O., 1964.** Hidrología de la región de Bahía Blanca. Dirección Nacional de Geología y Minería. Boletín 96, Buenos Aires.

**Gergen, L. D., Ingersoll, R.V., 1986.** Petrology and provenance of deep sea drilling project sand and sandstone from the North Pacific Ocean and the Bering Sea. *Sedimentary Geology* 51, 29-56.

**González Díaz, E., 1972.** Descripción geológica de la Hoja 30e, Agua Escondida. Dirección Nacional de Geología y Minería. Boletín 135:1-78. Buenos Aires.

**González Díaz, E. F y García, G.G., 1968.** El hallazgo del neopaleozoico plantífero en el área de Agua Escondida (SE de Mendoza y NO de La Pampa. 3 Jornadas Geológicas Argentinas, Actas, Comodoro Rivadavia, I, pp. 341-354.

**Graham, S. A., Ingersoll, R. V., and Dickinson, W. R., 1976.** Common provenance for lithic grains in carboniferous sandstones from the Ouachita Mountains and Black Warrior Basin: *Journal of Sedimentary Petrology*, v, 46, p. 620-632.

**Harrel, J., 1985.** A visual comparator for degree of sorting in thin and plane sections; discussion and reply. *Journal of Sedimentary Research*, v, 55, p. 621 – 626.

**Helmold, K. 1985.** Provenance of feldspathic sandstones. The effect of diagenesis on provenance interpretation: A review. En: G. G. Zuffa (Ed). *Provenance of arenites*, Nato ASI Series, 148. Reidel Publishing Company: 139-166.

**Henry, L. C., Isbell, J.L. y Limarino, C.O., 2014.** The late Paleozoic El Imperial Formation, western Argentina: Glacial to post-glacial transition and stratigraphic correlations with arc-related basins in southwestern Gondwana. *Gondwana Research* 25: 1380-1395.

**Ingersoll, R. V., and Suczek, C.A., 1979.** Petrology and provenance of Neogene sand from Nicobar and Bengal fans, DSDP Sites 211 and 218. *Journal Sedimentary Petrology* 49: 1217 – 1228.

**Ingersoll, R.V., Fullard, T.F., Ford, R.L., Grimm, J.P., Pickle, J.D. y Sares, S.W., 1984.** The effect of grain size on detrital modes; a test of the Gazzi-Dickinson point-counting method. *Journal of Sedimentary Research* 54: 103-116.

**Johnsson, M. J., 1993.** The system controlling the composition of clastic sediments. *Geological Society of America Special Papers* 284: 1-20.

**Linares, E., Llambías, E.J. y Latorre, C.O., 1978.** Geología y geocronología de las rocas eruptivas de la provincia de La Pampa, República Argentina- Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. *Anales* 29 (14): 349-376, Buenos Aires.

**Linares, E., Llambías, E.J. y Latorre, C., 1980.** Geología de la provincia de La Pampa, República Argentina y geocronología de sus rocas metamórficas y eruptivas. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 35: 87-146.

**Llambías, E.J., 1975.** Geología de la provincia de La Pampa y su aspecto minero. Dirección de Minas de la provincia de La Pampa, Santa Rosa (Inédito).

**Llambías, E.J. y Leveratto M.A., 1975.** El “plateau” riolítico de la provincia de La Pampa, República Argentina. *Actas 2º Congreso Iberoamericano de Geología Económica*, 1:99-114, Buenos Aires.

**Llambías, E.K., Quenardelle, S. y Montenegro, T., 2003.** The Choiyoi Group from central Argentina: a subalkaline transitional to alkaline association in the cratón adjacent to the active margin of the Gondwana continent. *Journal of South American Earth Sciences* 16: 243-257.

**Manassero, M. J.; Cingolani, C. A.; Abre, P., 2009.** A Silurian-Devonian marine platform-deltaic system in the San Rafael Block, Argentine Precordillera-Cuyania Terrane; lithofacies and provenance. *Geological Society Special Publications* 314: 215-240.

**Marsaglia, K. e Ingersoll, R.V., 1992.** Compositional trends in arc-related, Deep marine sand and sandstone: a reassessment of magmatic provenance. *Geological Society of America Bulletin*, 104: 1637 – 1649.

**McBride, E. F., Diggs, T. N., Wilson, J. C., 1991.** Compaction of Wilcox and Carrizo sandstones (Paleocene – Eocene) to 4420 M, Texas Gulf Coast. *Journal of Sedimentary Petrology* 61, 73 – 85.

**McLennan, S.M., Hemming, S., McDaniel, D.K. y Hanson, G.N., 1993.** Geochemical approaches to sedimentation, provenance, and tectonics. *Geological Society of America* 284: 21-40.

**Melchor, R.N., 1987.** Características geológicas de las Lomas de los Guanacos, Dpto. Chicalcó, provincia de La Pampa, Argentina, 102 pp, Universidad Nacional de La Pampa, Santa Rosa.

**Melchor, R.N., 1995.** Sedimentología de las unidades paleozoicas aflorantes del centro-oeste de la provincia de La Pampa, Argentina, 272 pp, Universidad Nacional de La Plata, La Plata.

**Melchor, R.N., 1996.** La Bahía Pampeana de la Cuenca San Rafael. Reunión Anual del Grupo Argentino de Trabajo del Paleozoico Superior, Comunicaciones: 26 – 27. Buenos Aires.

**Melchor, R.N., 1999.** Redefinición estratigráfica de la Formación Carapacha (Pérmico), provincia de La Pampa. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 54: 99-108.

**Melchor, R. N. 2002.** Depósitos continentales eocenos del sudoeste de La Pampa, Argentina: Edad, estratigrafía y paleoambientes. En Cabaleri N., Cingolani, C.A., Linares, E., López de Luchi, M.G., Osters, H.A. y Panarello, H.O. (eds.) XV Congreso Geológico Argentino, Actas I: 694-698.

**Melchor, R.N. Sato, A.M., Llambías, E.J. y Tickyj, H., 1999a.** Documentación de la extensión meridional del terreno Cuyania/Precordillera en la provincia de La Pampa. En 14° Congreso Geológico Argentino, edited, pp. 156-159, Salta.

**Melchor, R.N., Tickyj, H. and Dimieri, L.V., 1999b.** Estratigrafía, Sedimentología y Estructura de la Fm. San Jorge (Paleozoico Inferior), La Pampa, Argentina. 14° Congreso Geológico Argentino, Actas I: 389 – 392. Salta.

**Melchor, R.N. y Casadío, S., 2000.** Hoja Geológica 3766-III La Reforma, provincia de La Pampa. Programa Nacional de Cartas Geológicas 1:250:000. Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín, No. 295., 71 p. Buenos Aires.

**Melchor, R.; Llambías, E.J. 2000.** Hoja Geológica 3766-I Santa Isabel, provincia de La Pampa. Programa Nacional de Cartas Geológicas 1:250.000. Servicio Geológico Argentino, 65 p. Buenos Aires

**Melchor, R.N. y Llambías, E.J., 2004.** Descripción de la Hoja Geológica 3766-I “Santa Isabel” (1:250.000), Provincia de La Pampa. *Boletín del Servicio Geológico Minero Argentino* 344: 1-43.

**Narciso, V., Zanettini, J.C., Santamaría, G. y Mallimacci, H.S. 2007.** Hoja Geológica 3769-II, Agua Escondida, provincias de Mendoza y La Pampa. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino. Segunda edición revisada, Boletín 300, 54 p., Buenos Aires.

**Ortíz, A., 1967.** Estudio Geológico de la zona occidental de La Pampa, desde La Escondida hasta Pichi Mahuida. Yac. Petrolíferos Fiscales, informe inédito, Comisión Geológica N° 6, 23 p. + 10 adjuntos. Buenos Aires.

**Pettijohn F. J., Potter, P. E. y Siever, R. 1972.** Sands and sandstones. Springer – Verlag, New York, 618 pp.

**Pettijohn, F., Potter. Y Siever, R., 1987.** Sands and sandstones. 2° Edición. Springer – Verlag, New York, 553 pp.

**Polanski, J. 1970.** Carbónico y Pérmico de la Argentina. Eudeba. 216 p., Buenos Aires.

**Sánchez M.L., Armas, P. y Morra, S 2006.** La transición entre los Grupos Neuquén y Malargüe del Cretácico Superior, en el borde noreste de la Cuenca Neuquina (Provincia de Río Negro y Neuquén), Argentina. En: 4° Congreso Latinoamericano de Sedimentología y 11° Reunión Argentina de Sedimentología. Comunicación, 207.

**Sato, A.M., Tickyj, H., Llambías, E.J. y Sato, K., 2000.** The Las Matras tonlitic-trondhjemitic pliton, Central Argentina: Grenvillian age constraints, geochemical characteristics, and regional implications. Journal of South American Earth Sciences, 13: 587-610.

**Savage K. M., and Potter P. E., 1991.** Petrology of modern sands of the Rios Guaviare and Inirida, southern Colombia: Tropical climate and sand composition. Journal of Geology 99: 289 – 298.

**Stipanovic, P.N., Rodrigo, F.O.L., y Martínez, C.G., 1968.** Las formaciones presenonianas en el denominado Macizo Nordpatagónico y regiones adyacentes. Revista de la Asociación Geológica Argentina 23(2): 67-98.

**Suttner, L.J., 1974.** Sedimentary petrographic provinces an evaluation, SEPM Special Publication 21: 75-84.

**Taylor, J.M., 1950.** Pore space reduction in sandstones. American Association of Petroleum Geologists Bulletin 34:710-716.

**Tickyj, H., 1999.** Estructura y petrología del Basamento Cristalino de la región centro – sur de la provincial de La Pampa, Argentina. PhD Thesis. Universidad Nacional de La Plata, 228p. (Sin publicar).

**Tickyj, H., Tomezzoli, R.N. y Basei, M.A. 2014.** Primeras edades U-Pb en intrusivos Pérmicos de distrito minero Agua Escondida, Mendoza. En 19° Congreso Geológico Argentino, Córdoba. Actas, CD-T8 54.

**Tickyj, H., Llambías E. J. y Melchor, R.N., 2002.** Ordovician Rocks from La Pampa Province, Argentina. 257 – 266. En Aceñolaza, F. G. (ed.) Aspects of the Ordovician System in Argentina, Instituto Superior de Correlación Geológica, Serie Correlación Geológica 16, 370 p., Tucumán.

**Tortosa, A., Palomares, M y Arribas, J. 1988.** Tipologías de cuarzo como indicadores de procedencia en areniscas: Excepciones al método de Basu et al., 1975. Estudios Geológicos, 44: 385-390.

**Wichmann, R., 1928.** Contribucion a la geología de los departamentos Chical-Có y Puelén, de la parte occidental de La Pampa Central. Publicación de la Dirección General de Minas, Geología e Hidrogeología, 40. Buenos Aires.

**Wilson, J.C. and McBride, E.F., 1988.** Compaction of porosity evolution of Pliocene sandstones, Ventura basin, California. A.A.P.G. Bull., v. 72, 664-681.

**Young, S. W., 1976.** Petrographic teture of detrital polycrystalline quartz as an to interpreting crystalline source rocks: Journal of Sedimentary Petrology, v. 46, p. 595 - 603.

**Zahid, K.M. and Barbeau, D.L., 2011.** Constructing sanstone provenance and classification ternary diagrams using electronic spreadsheet. Journal of Sedimentary Research, v. 81, p 702 – 707.

**Anexo 1. Datos crudos de los conteos.**

**Tabla 1.** Conteos para la localidad de Agua Escondida expresada en porcentaje sobre la identificación de 500 granos por corte delgado. Ver referencias en Tabla 1.

Muestra	Agua Escondida										
Parámetro	AE-46	AE-48	AE-63	AE-68	AE-69	AE-71	AE-72	AE-74	AE-76	AE-78	
<b>Qm</b>	41,8	49	52	46,4	81,6	85	83,2	75,4	83,2	83,8	
<b>Qpa</b>	3	4	2,2	12	7,2	4	5,8	4,2	4,2	3,6	
<b>Qpp</b>	0,6	0,6	0,2	0,4	0,2	x	0,4	x	0,6	0,8	
<b>Qpe</b>	x	0,6	0,2	x	0,2	0,6	x	0,6	0,2	x	
<b>Mc (f)</b>	x	0,2	x	x	x	x	x	x	x	x	
<b>Pc (f)</b>	0,2	x	0,2	x	x	0,6	x	x	0,4	0,4	
<b>Pc (a)</b>	1	0,4	0,4	x	x	x	x	x	x	x	
<b>Lslr</b>	x	x	x	2,6	2,4	1,4	1,6	1,6	2,4	2,2	
<b>Lslu</b>	x	x	x	0,6	x	x		x	x	x	
<b>Lsch</b>	x	x	x	x	x	x	0,8	x	x	x	
<b>Lmc</b>	0,2	x	0,2	0,2	0,2	x	1,4	x	0,8	1,4	
<b>Lmcf</b>	0,4	0,4	0,6	1	x	x	x	x	0,6	x	
<b>Lma</b>	0,2	0,4	0,6	1,6	x	x	0,8	0,6	x	x	
<b>Lvt</b>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<b>Cem</b>	x	x	x	x	x	2,2	x	9	x	1,6	
<b>Mz</b>	51,8	43	43	33,8	8,2	6,4	6	8,6	7,6	6	
<b>Accesorios</b>	0,8	1,4	0,4	0,4	x	x	x	x	x	0,2	

**Tabla 2.** Conteos de conteos para la localidades loma Piedras de Afilar, loma de los Guanacos y Puesto Yantén expresada en porcentaje sobre la identificación de 500 granos por corte delgado. Ver referencias en Tabla 1.

Muestra	Loma Piedras de Afilar				Loma de los Guanacos				Puesto Yanten	
Parámetro	LPA-9	LPA-15	LPA-16	LPA-19	LLG-1	LLG-7	LLG-17	LLG-19	PY-21	PY-24
<b>Qm</b>	61,4	66,8	56,4	62,2	63,2	40,2	53	43	72,6	72,8
<b>Qpa</b>	14,2	6,8	21,4	14,8	22,2	36,6	32,6	2,2	7	6,2
<b>Qpp</b>	x	x	x	x	1,4	5,6	2	x	x	0,4
<b>Qpe</b>	x	x	x	x	1	x	1,2	x	x	2
<b>Mc (f)</b>	x	0,2	x	x	x	x	x	x	3,2	1
<b>Pc (f)</b>	x	x	x	x	x	x	x	x	0,8	2
<b>Pc (a)</b>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Lslr</b>	x	0,4	1,8	1,2	0,8	x	0,8	x	1,8	0,4
<b>Lslu</b>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Lsch</b>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Lmc</b>	x	x	x	x	x	0,8	0,2	0,6	x	x
<b>Lmcf</b>	1	0,4	2	0,6	x	1,4	x	0,4	x	x
<b>Lma</b>	1,2	x	1,4	0,4	x	x	x	x	x	x
<b>Lvt</b>	x	x	x	x	x	0,2	0,2	0,2	x	x
<b>Cem</b>	x	x	0,6	x	0,8	6	1,8	12,6	2,8	2,4
<b>Mz</b>	21,8	25	16	20,2	10,4	7,8	7,6	40,8	11,8	12,2
<b>Accesorios</b>	0,4	0,4	0,4	0,6	0,2	1,4	0,6	0,2	x	0,6



**Tabla 3.** Conteos de conteos para la localidad de cerro Poleo expresada en porcentaje sobre la identificación de 500 granos por corte delgado.  
Ver referencias en Tabla 1.

Muestra	Cerro Poleo							
Parámetro	CP-1	CP-2	CP-3	CP-9	CP-11	CP-12	CP-13	CP-14
<b>Qm</b>	74	60,6	77,4	73,2	70,8	79,6	77,2	73,8
<b>Qpa</b>	12,6	12,6	3,6	11,2	10,4	3	4,2	6,6
<b>Qpp</b>	0,6	1,2	0,8	x	0,4	0,4	x	x
<b>Qpe</b>	x	1	x	x	0,6	x	x	x
<b>Mc (f)</b>	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Pc (f)</b>	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Pc (a)</b>	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Lslr</b>	2	3,6	2,4	1,8	1	2	3,2	1,2
<b>Lslu</b>	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Lsch</b>	x	0,2	x	x	x	x	x	x
<b>Lmc</b>	x	1,2	x	0,2	x	0,6	x	x
<b>Lmcf</b>	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Lma</b>	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Lvt</b>	x	x	x	x	x	x	0,6	x
<b>Cem</b>	5	5,4	2	2,6	1	0,8	1,4	1,8
<b>Mz</b>	5,8	14,2	13,4	9,8	15,6	13,6	12,8	16
<b>Accesorios</b>	x	x	0,4	1,2	0,2	x	0,6	0,6

**Tabla 4.** Conteos para la localidad de Limay Mahuida expresada en porcentaje sobre la identificación de 500 granos por corte delgado. Ver referencias en Tabla 1.

Muestra / Parámetro	Limay Mahuida								
	LM - 1	LM - 2	LM - 4	LM - 5	LM - 173	CQ - 174	CL - 181	CL - 187	Ñ - 309
<b>Qm</b>	81,6	48	39,6	54,8	25,2	81,6	55,8	70,6	66
<b>Qpa</b>	7	15,4	10,8	10,6	55,2	7,4	20,2	4,6	17,2
<b>Qpp</b>	x	5,6	0,6	7	0,6	x	x	x	x
<b>Qpe</b>	x	x	x	x	0,8	x	0,8	1	0,4
<b>Mc (f)</b>	x	x	x	x	x	x	x	x	0,4
<b>Pc (f)</b>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Pc (a)</b>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Lslr</b>	4,2	x	0,4		0,8	1,2	1,4	x	0,8
<b>Lslu</b>	x	0,4	x	1	0,2	0,4		1,2	x
<b>Lsch</b>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Lmc</b>	x	7,8	44,2	9,8	2,8	0,4	1	0,8	0,8
<b>Lmcf</b>	x	0,2	x	x	x	0,4	x	x	x
<b>Lma</b>	x	0,4	x	1,6	x	x	0,2	0,2	0,2
<b>Lvt</b>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Cem</b>	x	1	x	2,4	3	1,6	9,2	6,4	4,2
<b>Mz</b>	7,2	22,4	4,4	12,8	11,4	6,6	10,8	14,6	10
<b>Accesorios</b>	x	x	x	x	x	0,4	0,6	0,6	x

## Anexo 2. Datos reorganizados para análisis de clasificación y procedencia.

**Tabla 1.** Datos reorganizados para plotear en el diagrama QFL (Dickinson et al., 1983 y Dott, 1964) de localidades del área Tipo y del Área de cerro Poleo. Ver referencias en Tabla 1.

Localidades	Q	Ft	Lt
<b>Agua Escondida</b>			
%	95,98	0,56	3,46
$\sigma$	2,53	0,77	2,73
Rango	88,82 - 98,03	0 - 2,53	1,44 - 11,18
<b>Loma Piedras de Afilas</b>			
%	97,19	0,068	2,74
$\sigma$	1,04	0,12	1,14
Rango	95,72 - 98,66	0 - 0,27	1,07 - 4,28
<b>Puesto Yantén</b>			
%	93,49	3,72	2,78
$\sigma$	0,285	0,96	0,67
Rango	93,21 - 93,78	2,76 - 4,68	2,11 - 3,46
<b>Loma de los Guanacos</b>			
%	98,08	0	1,92
$\sigma$	0,81	0	0,51
Rango	97,17 - 99,08	0	0,92 - 2,83
<b>Cerro Poleo</b>			
%	97,02	0	2,97
$\sigma$	1,55	0	1,55
Rango	93,78 - 98,81	0	1,19 - 6,22
<b>Limay Mahuida</b>			
%	89,88	0,052	10,11
$\sigma$	13,58	0,15	13,59
Rango	53,34 - 98,35	0 - 0,47	1,18 - 44,2

**Tabla 2.** Datos reorganizados para plotear en el diagrama QmFLt (Dickinson et al., 1983) de localidades del área tipo y del cerro Poleo. Ver referencias en Tabla 1.

Localidades	Qm	Ft	Lt
<b>Agua Escondida</b>			
%	88,17	0,6	11,23
$\sigma$	5,65	0,75	5,83
Rango	72,5 - 93,3	0 - 2,53	6,26 - 27,5
<b>Loma Piedras de Afilar</b>			
%	78,96	0,067	20,94
$\sigma$	7,28	0,12	7,38
Rango	68,95 - 89,54	0 - 0,27	10,19 - 31,05
<b>Puesto Yantén</b>			
%	85,42	4,11	10,45
$\sigma$	0,41	0,57	0,155
Rango	85,01 - 85,83	3,54 - 4,68	10,3 - 10,61
<b>Loma de los Guanacos</b>			
%	67,51	0	32,48
$\sigma$	16,83	0	16,83
Rango	47,29 - 92,67	0	7,33 - 52,71
<b>Cerro Poleo</b>			
%	86,66	0	13,26
$\sigma$	5,45	0	5,5
Rango	75,56 - 92,44	0	7,01 - 24,44
<b>Limay Mahuida</b>			
%	68,24	0,05	31,71
$\sigma$	20,11	0,15	20,18
Rango	30,43 - 91,45	0 - 0,47	8,55 - 69,57

### Anexo 3. Datos de conteo para el análisis de empaquetamiento

**Tabla 1.** Número de contactos identificados en 100 granos por corte delgado para el área Tipo.

Contactos Muestras	Puntual	Recto	Cóncavo – Convexo	Suturado	IC	IEC
AE-46	82	69	25	8	<b>1,82</b>	<b>0,49</b>
AE-48	107	82	2	3	<b>1,94</b>	<b>0,87</b>
AE-63	125	197	126	31	<b>2,2</b>	<b>0,95</b>
AE-68	125	90	3	2	<b>2,2</b>	<b>1,39</b>
AE-69	40	198	148	78	<b>4,64</b>	<b>4,24</b>
AE-71	50	193	207	47	<b>4,97</b>	<b>4,47</b>
AE-72	44	159	153	144	<b>5</b>	<b>4,56</b>
AE-74	71	246	129	35	<b>4,81</b>	<b>4,1</b>
AE-76	83	230	133	41	<b>4,82</b>	<b>3,98</b>
AE-78	89	213	111	35	<b>4,79</b>	<b>3,89</b>
<b>Sumatoria</b>	<b>816</b>	<b>1677</b>	<b>1037</b>	<b>424</b>		
PY-21	60	155	174	67	<b>4,56</b>	<b>3,95</b>
PY-24	41	188	200	61	<b>4,74</b>	<b>4,1</b>
<b>Sumatoria</b>	<b>101</b>	<b>343</b>	<b>374</b>	<b>128</b>	<b>4,5</b>	<b>4,03</b>
LPA-9	84	140	103	73	<b>4</b>	<b>3,16</b>
LPA-15	80	127	104	52	<b>3,63</b>	<b>2,83</b>
LPA-16	78	134	125	40	<b>3,77</b>	<b>2,99</b>
LPA-19	117	174	84	29	<b>4,04</b>	<b>2,87</b>
<b>Sumatoria</b>	<b>359</b>	<b>575</b>	<b>416</b>	<b>194</b>		
LLG-1	14	256	161	81	<b>5,12</b>	<b>4,98</b>
LLG-7	38	131	122	216	<b>4,82</b>	<b>4,61</b>
LLG-17	21	89	162	210	<b>4,82</b>	<b>4,61</b>
LLG-19	94	77	36	5	<b>2,12</b>	<b>1,18</b>
<b>Sumatoria</b>	<b>167</b>	<b>553</b>	<b>481</b>	<b>512</b>		

**Tabla 2.** Número de contactos identificados en 100 granos por corte delgado para el área del cerro Poleo.

Contactos Muestras	Puntual	Recto	Conc-conv	Suturado	IC	IEC
CP-1	35	189	190	86	<b>5</b>	<b>4,65</b>
CP-2	85	194	125	29	<b>4,33</b>	<b>3,48</b>
CP-3	97	197	126	31	<b>4,51</b>	<b>3,54</b>
CP-9	69	205	110	91	<b>4,75</b>	<b>4,06</b>
CP-11	118	147	99	60	<b>4,24</b>	<b>3,06</b>
CP-12	97	214	145	21	<b>4,77</b>	<b>3,8</b>
CP-13	87	227	112	13	<b>4,39</b>	<b>3,52</b>
CP-14	84	149	131	34	<b>3,98</b>	<b>3,14</b>
<b>Sumatoria</b>	<b>672</b>	<b>1522</b>	<b>1038</b>	<b>365</b>		
LM-1	29	213	178	88	<b>5,08</b>	<b>4,79</b>
LM-2	91	165	74	41	<b>3,71</b>	<b>2,8</b>
LM-4	67	180	133	60	<b>4,76</b>	<b>4,01</b>
LM-5	90	196	98	19	<b>4,03</b>	<b>3,74</b>
LM-173	65	208	142	69	<b>4,5</b>	<b>4,03</b>
CQ - 174	36	196	138	125	<b>4,95</b>	<b>4,59</b>
CL-181	35	124	134	207	<b>5</b>	<b>4,65</b>
CL-187	63	208	135	28	<b>4,34</b>	<b>3,71</b>
Ñ-309	47	159	146	98	<b>4,5</b>	<b>4,03</b>
<b>Sumatoria</b>	<b>523</b>	<b>1649</b>	<b>1178</b>	<b>735</b>		

#### Anexo 4. Datos de conteos para el análisis de policristalinidad del cuarzo.

**Tabla 1.** Datos de conteos de tipologías de cuarzo, se identificaron 100 granos por corte delgado. Tabla para localidades del área Tipo.

Parámetros	Cuarzo monocristalino		Cuarzo policristalino	
	Extinción de 0° a 5°	Extinción >5°	2-3 cristales	>3 cristales
<b>Agua Escondida</b>				
%	0,7	91,6	4,4	3,3
$\sigma$	0,6	4,36	1,91	3,58
Rango	0 - 2	79 - 96	1 - 7	0 - 13
<b>Puesto Yantén</b>				
%	1	88,5	6,5	4
$\sigma$	1	0,5	0,5	0
Rango	0 - 2	88 - 89	6 - 7	4
<b>Lomas Piedras de Afilar</b>				
%	1,25	80	14,25	4,5
$\sigma$	0,83	9,35	5,4	3,2
2 $\sigma$	0 - 2	74 - 91	8 - 21	1 - 9
<b>Loma Los Guanacos</b>				
%	0,75	72	10	17,25
$\sigma$	0,83	15	3,67	12,46
Rango	0 - 1	51 - 93	4 - 13	1 - 35

**Tabla 2.** Datos de conteos de tipologías de cuarzo, se identificaron 100 granos por corte delgado. Tabla para localidades del área de cerro Poleo.

Parámetros	Cuarzo monocristalino		Cuarzo policristalino	
	Extinción de 0° a 5°	Extinción >5°	2-3 cristales	>3 cristales
<b>Cerro Poleo</b>				
%	1,5	90,75	4,62	3,13
$\sigma$	0,87	3,93	1,87	2,32
Rango	0 - 3	85 - 86	2 - 8	0 - 7
<b>Limay Mahuida</b>				
%	0,56	76,89	10,11	12,44
$\sigma$	0,68	15,52	2,68	13,85
Rango	0 - 2	37 -	6 - 15	2 - 48

