

Departamento de Geología y Petróleo - Licenciatura en Ciencias Geológicas

Trabajo Final de Licenciatura

Geología y estratigrafía de la Formación Arroyo del Torreón al NE de Varvarco, Cordillera del Viento, Provincia del Neuquén



Autor: Cisterna Riba, Sofía Susana
Directora: de la Puente, Graciela Susana
Codirector: Danieli, Juan Carlos

Neuquén
Año 2022

Resumen

La Formación Arroyo del Torreón (Carbonífero inferior), perteneciente al Grupo Andacollo junto a la Formación Huaraco, forma parte del basamento paleozoico de la Cordillera del Viento. Dicha unidad fue definida en el sector sur de la Cordillera del Viento, en los alrededores de Andacollo, y se encuentra conformada por tobas y coladas riolíticas en los niveles inferiores que son sucedidas por areniscas cuarzosas y sedimentitas marinas pelíticas en menor proporción. El primer afloramiento asignado a la Formación Arroyo del Torreón en el sector noroccidental de esta cordillera, en el área de Varvarco, ha sido descrito entre las quebradas de los arroyos El Auque y Chacay y constituye el objeto de estudio de este trabajo. La secuencia se encuentra conformada por unos 65 m de intercalaciones de metarenisca y metatufitas, interestratificadas con vulcanitas ácidas, silicificadas, de poco espesor, afectada por un metamorfismo regional de muy bajo-bajo grado en facies de sub-esquistos verdes y alteración sericítica. Las características de estas rocas permiten determinar un ambiente de depositación probablemente marino proximal asociado a una importante actividad volcánica, con abundante participación de material piroclástico y, en menor medida, de flujos lávicos. La base de la unidad en el afloramiento no está expuesta y su parte superior se encuentra en contacto discordante con la suprayacente Formación Cordillera del Viento (Triásico Medio a Superior). El contacto discordante entre dichas unidades es asignado regionalmente a la Discordancia Huárpica producto de la Fase Diastrófica Huárpica.

Palabras claves: Formación Arroyo del Torreón, Varvarco, Cordillera del Viento, Misisipiano

Abstract

The Arroyo del Torreón Formation (Lower Carboniferous), which constitutes the Andacollo Group along with the Huaraco Formation, is part of the Paleozoic basement of the Cordillera del Viento Range. This unit has been defined in the southern end of the Cordillera del Viento Range, close to the Andacollo locality. It is composed of rhyolitic flows and tuffs, in its lower part, that are overlain by less common quartz sandstones and shales. The first outcrop related to the Arroyo del Torreón Formation in the north-western part of the range, in the Varvarco area, has been described between the El Auque and Chacay creeks, and it is studied here. The sequence is composed of 65 m of meta-sandstone and meta-tuff, interbedded with acid lava flows, affected by a low to very low grade, sub-greenschist facies, of regional metamorphism, and sericitic alteration. The characteristics of these rocks suggest for the sequence a probably proximal marine depositional environment with abundant pyroclastic material and less common interbedded lava flows. In the outcrop, the base of the unit is not exposed and its upper part is overlain by the Cordillera del Viento Formation (Middle to Upper Triassic) through an unconformity. This unconformity involves the Huárpica Discordance, which is due to an extensional regimen, in the region.

Key words: Arroyo del Torreón Formation, Varvarco, Cordillera del Viento, Mississippian

Agradecimientos

En primer lugar, quisiera agradecer a mis padres y a mi hermano, por su apoyo incondicional, consejos y enseñanzas que me ayudaron tanto en la carrera como en mi vida y quienes son la razón de que hoy esté acá. Gracias a ustedes soy lo que soy.

A mi pareja LÍam por tantos años de compañía y buenos momentos, esto también es gracias a vos.

A mi directora Susana de la Puente por toda la ayuda que me brindó durante mi TFL, realizada en este contexto extraordinario, y por ser para mí una referente a lo largo del desarrollo de mi carrera. Sin ella, esto no hubiera sido posible.

A mi codirector Juan Carlos Danieli por sus revisiones, correcciones y acompañamiento.

A mis amigos y amigas, tanto de la vida como de la Universidad, que estuvieron a mi lado e hicieron este camino más ameno.

A mi padrino de la carrera Osvaldo Kraemer y su familia, quienes me brindaron su apoyo y estuvieron siempre presentes desde el primer momento.

A Eduardo Canales, técnico a cargo del Laboratorio Petrocalcográfico (Asentamiento Universitario Zapala) por su buena predisposición y la rápida y eficaz realización de las secciones delgadas.

Al jurado: Alberto Garrido, Emmanuel Agüero y Pablo González por dedicar su tiempo a revisar y mejorar este trabajo.

Por último, a la Universidad Nacional del Comahue y a todos los docentes de la carrera que contribuyeron a mi formación.

Índice

Resumen	ii
Abstract	iii
Capítulo I	1
Introducción	1
Objetivos	1
Objetivo general	1
Objetivos específicos	1
Localización del área de estudio	2
Metodología	3
Capítulo II	5
Marco geológico	5
Antecedentes	8
Estratigrafía	8
Basamento Pre-Devónico	8
Formación Guaraco Norte	8
Grupo Andacollo	9
Formación Arroyo del Torreón	9
Formación Huaraco	10
Complejo Plutónico-Volcánico Huingancó	10
Granito Huingancó	11
Formación La Premia	11
Ciclo Precuyano	12
Formación Cordillera del Viento	12
Formación Colomichicó	12
Intrusivos	13
Granodiorita Varvarco	13
Granito Radales	14
Tonalita Butalón	14
Unidades Cenozoicas	14
Estructura	15
Capítulo III	17
Estratigrafía y litología	17
Capítulo IV	30
Petrografía	30
Capítulo V	40
Discusiones e interpretaciones	40
Capítulo VI	41
Conclusiones	41
Bibliografía	42

Capítulo I

Introducción

La Formación Arroyo del Torreón (Méndez *et al.*, 1995) fue definida en el extremo austral de la Cordillera del Viento, en los alrededores de Andacollo, como parte de los depósitos volcánicoclásticos y, en menor medida, volcánicos y clásticos misisipianos que componen la parte inferior del Grupo Andacollo (Llambías *et al.*, 2007). En este sector ha sido mayormente estudiada como parte de la roca de caja de la mineralización que caracteriza al Distrito Minero de Andacollo (Danieli *et al.*, 1999, 2011). En esta área, la unidad está constituida por tobas grises con tonalidades verdosas, pardas y rojizas (Stoll, 1957) o blanquecinas y riolíticas (Zöllner y Amos, 1973), en general macizas o con cierto bandeado. Localmente contienen intercalaciones de niveles conglomerádicos, así como sedimentitas clásticas más finas (Stoll, 1957). En la parte noroccidental de la Cordillera del Viento, en los alrededores de Varvarco, unidades paleozoicas también han sido reconocidas. Sin embargo, el estudio de estas últimas ha sido significativamente menor. La Formación Arroyo del Torreón es aquí descrita conformando un afloramiento reducido entre las quebradas de los arroyos Chacay y El Auque constituido por tobas y areniscas. Su edad máxima de depositación ha sido determinada como misisipiana-pensilvaniana inferior, sobre la base de datos de U-Pb en circones (Zappettini *et al.*, 2012). Afloramientos asignados a esta unidad han sido recientemente descritos en la quebrada del arroyo Guaraco Norte, al sudeste de Varvarco (Suarez, 2020).

Objetivos

Objetivo general

Describir la geología y la estratigrafía de la Formación Arroyo del Torreón entre las quebradas de los arroyos El Auque y Chacay, NE de Varvarco, faldeo occidental de la Cordillera del Viento.

Objetivos específicos

- Llevar a cabo el reconocimiento geológico de los contactos y relevamiento estratigráfico de las unidades aflorantes entre las quebradas de los arroyos El Auque y Chacay, aproximadamente entre los 36°47'40" hasta 36°49'0"S y desde 70°38'20" hasta 70°37'40"O.
- Preparar un mapa geológico a escala adecuada de las unidades litoestratigráficas relevadas.

- Realizar el muestreo litológico y, si correspondiere, palinológico y fosilífero de los niveles correspondientes a la Formación Arroyo del Torreón, unidad en estudio.
- Realizar el estudio petrográfico de las muestras seleccionadas y, si correspondiere, palinológico y fosilífero.
- Analizar los datos geológicos obtenidos y su relación estratigráfica con las demás unidades representadas en el área.
- Evaluar toda la información producida, obtener conclusiones y escribir informes y el manuscrito del Trabajo Final de Licenciatura.

Localización del área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada en la ladera occidental de la Cordillera del Viento, al norte de la Provincia del Neuquén (Fig. 1. A-B). La misma está ubicada al noreste de la localidad de Varvarco, entre los arroyos Chacay y El Auque, y hacia el este del Puesto Castillo y de la Ruta Provincial N° 43 (Fig. 2).

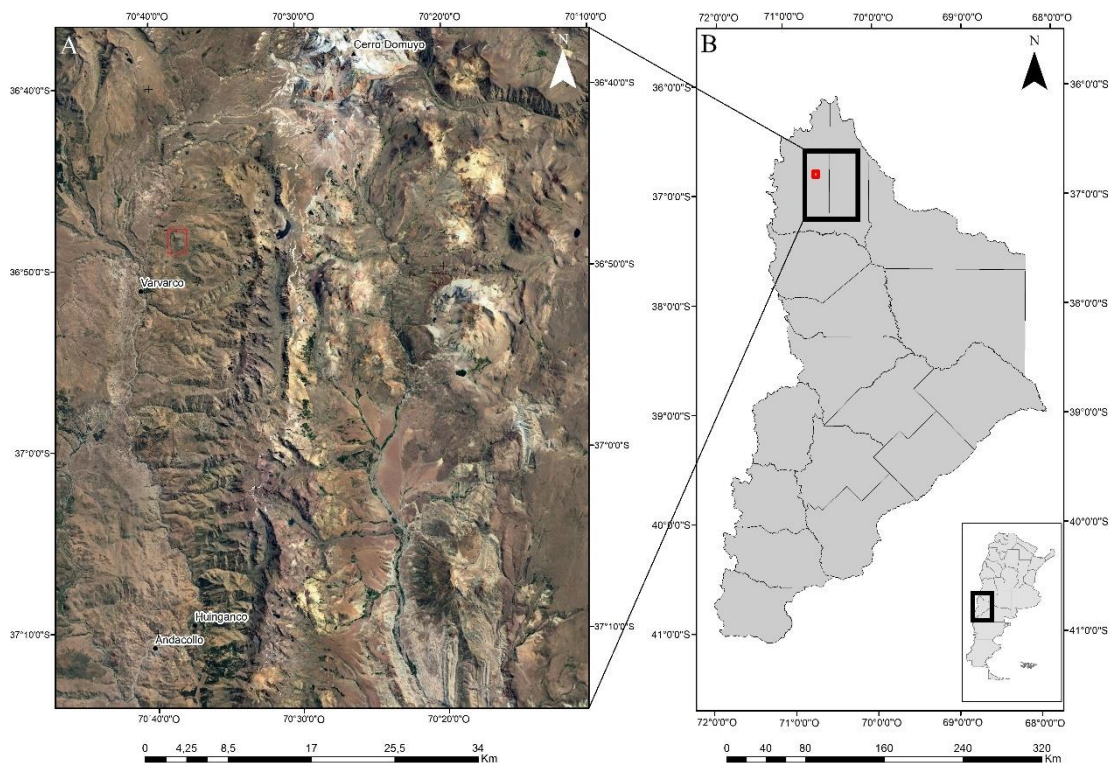


Fig. 1. Área de estudio (rectángulos rojos). A) Ubicación en la Cordillera del Viento en el noroeste neuquino (imagen satelital Google Earth, 2022). B) Ubicación en el marco provincial y nacional.

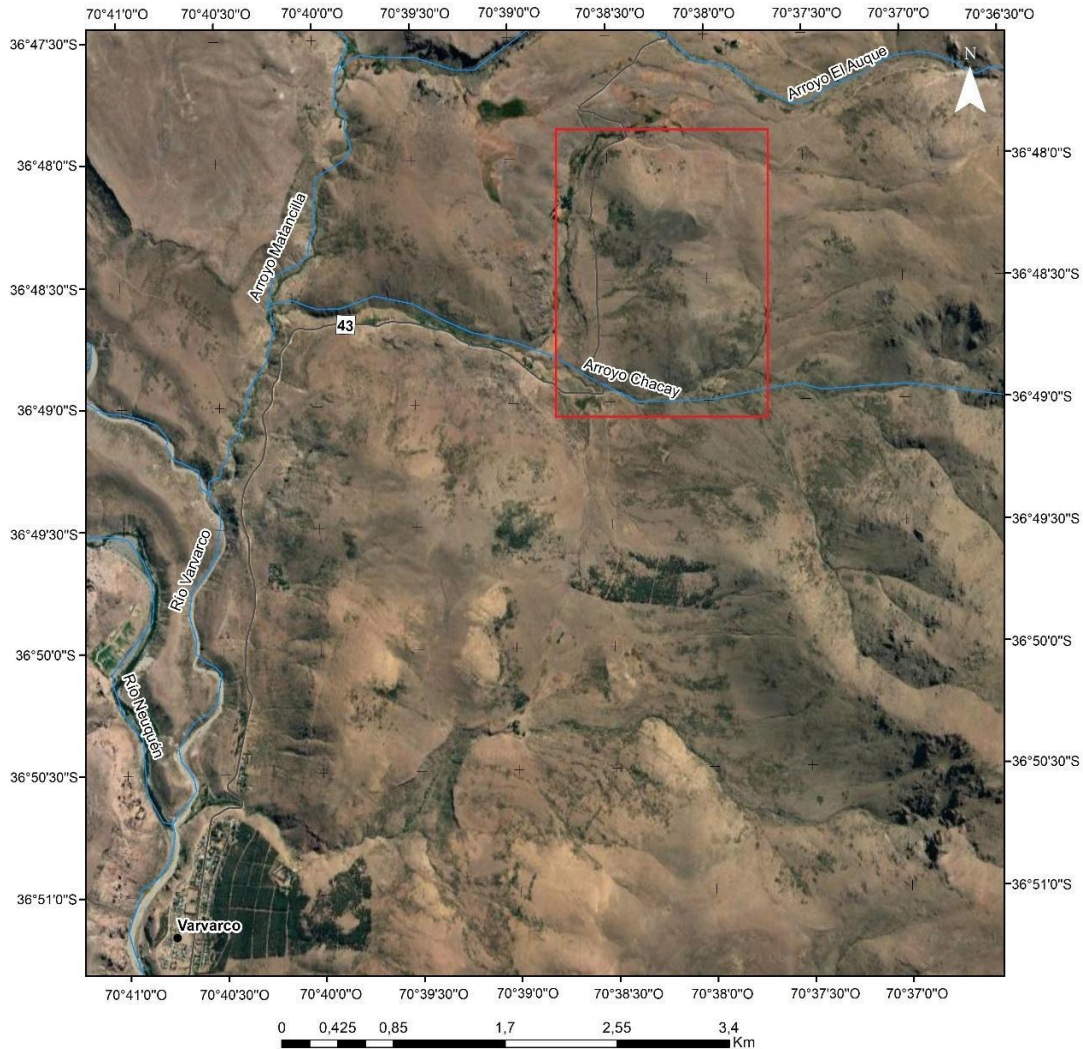


Fig. 2. Detalle del área de estudio (rectángulo; imagen satelital Google Earth, 2022).

Metodología

La realización de este trabajo involucró el análisis previo de la información geológica existente del área de estudio. El análisis de antecedentes bibliográficos, cartografía, fotografías aéreas e imágenes satelitales se realizó en base al material disponible en la cátedra de Geología Argentina de la Universidad Nacional del Comahue, bibliotecas y repositorios especializados (Bibliotecas Electrónicas, MINCyT, y SEGEMAR) de libre acceso y los aportados por los directores de la propuesta.

Los trabajos de campo y laboratorio se llevaron a cabo respetando los protocolos y condiciones de circulación vigentes en el marco del contexto de Pandemia COVID-19. El relevamiento geológico se realizó mediante la utilización de brújula geológica y GPS, considerando cartografía e imágenes satelitales de base. Se realizó el registro fotográfico de los afloramientos. El muestreo litológico implicó el uso de bolsas de muestreo resistentes

rotuladas adecuadamente. El estudio petrográfico se realizó en las rocas de grano fino y muy fino (nueve muestras seleccionadas) mediante el uso de microscopio binocular y petrográfico. Este análisis incluyó la determinación mineralógica y textural de las muestras. El valor de los porcentajes de los minerales en las descripciones petrográficas fue obtenido a partir de patrones para la estimación visual (Compton, 1962). Para la determinación de las rocas sedimentarias clásticas se utilizaron las clasificaciones basadas en Folk (1974) y para las piroclásticas se emplearon las clasificaciones de la IUGS (*International Union of Geological Sciences*) y sus actualizaciones (Le Bas y Streckeisen, 1991; Le Maitre *et al.*, 2005). En el área de estudio no se encontraron niveles aptos para tratamiento palinológico ni material fosilífero.

El mapa geológico resultante del área de estudio, de escala 1:10.000, se realizó sobre la base de la imagen satelital de la zona de Varvarco y alrededores utilizando programas de Sistema de Información Geográfica-SIG (ArcGIS) y de diseño (Inkscape).

Los esquemas y columnas estratigráficas se ilustraron con programas de diseño (Inkscape) y edición de imágenes (Adobe Photoshop).

Las secciones delgadas para estudios petrográficos se realizaron en el Laboratorio Petrocalcográfico del Asentamiento Universitario Zapala, FaIn-UNCo. Las observaciones petrográficas se realizaron en el Aula de Microscopía del Departamento de Geología y Petróleo (microscopio petrográfico BIOTRAZA XP-607 LPT).

Los programas informáticos de diseño y procesamiento de datos, así como los instrumentos de medición y registro en el campo (GPS, brújula geológica, elementos de muestreo, cámara fotográfica, etc.) fueron provistos por la directora de este proyecto de TFL.

El financiamiento para llevar a cabo los trabajos de campo, incluyendo la realización de las secciones delgadas, provino en parte del Proyecto de Investigación financiado por la Universidad, PIN1 04/I248, y en parte de su directora.

Capítulo II

Marco geológico

La Cordillera del Viento se encuentra ubicada en el noroeste neuquino entre las latitudes 36°45' S y 37°20', dentro de la provincia geológica de la Cordillera Principal (Yrigoyen, 1970), formando parte de la subprovincia Precordillera Neuquina Norte (*sensu* Ramos *et al.*, 2011). Este cordón montañoso presenta dimensiones de aproximadamente 60 km de largo y 25 km de ancho, y alturas entre los 2000 y 3000 m.s.n.m., a excepción del Cerro Domuyo, el cual, con 4707 m.s.n.m, es el cerro de mayor altura de la Patagonia.

La Cordillera del Viento forma un alto estructural (Bracacchini, 1970) constituido por un pliegue, denominado Anticlinal Cordillera del Viento, y una falla principal de orientación norte-sur, conocida como Falla Cordillera del Viento (Giacosa *et al.*, 2014). Este gran alto estructural forma parte de la unidad morfoestructural denominada Faja Plegada y Corrida (FPC) de Chos Malal (Fig. 3) cuya evolución es producto de la acción de la Orogenia Andina, a partir del Cretácico Superior. La compresión a la cual fue sometida esta zona permitió el alzamiento de las rocas más antiguas, de edad paleozoica media a superior, constituyendo un modelo de deformación de tipo piel gruesa.

En cuanto a la estratigrafía involucrada la Cordillera del Viento está caracterizada por un basamento polimetamórfico, predevónico a devónico, y la presencia de rocas ígneas y, en menor proporción, clásticas (Fig. 4), formadas durante el lapso comprendido entre el Pérmico temprano y el Jurásico Temprano. Estas últimas, correspondientes en forma inicial a la actividad magmática en el margen convergente occidental del supercontinente Gondwana, posteriormente a los fundidos de origen cortical asociados a su desmembramiento y, finalmente, al desarrollo de un margen de subducción tipo andino por el oeste.

A partir del Cretácico, se produce la intrusión de diversos cuerpos ígneos que afectan a la secuencia previa (Kay *et al.*, 2006; Assis *et al.*, 2022). La intrusión de estos cuerpos produjo una importante alteración hidrotermal de los depósitos, dando origen a enriquecimientos auríferos y otros metales, así como la presencia de pirofilita en riolitas, brechas volcánicas e ignimbritas, lo cual generó un interés minero en la zona (Zappettini *et al.*, 2018; 2021).

Durante el Cenozoico, se produjeron principalmente numerosas efusiones volcánicas de composición básica a ácida y la depositación de sedimentos clásticos y glaciogénicos (Zanettini, 2001).



Fig. 3. Contexto geológico del área de estudio con indicación de las principales estructuras a nivel regional, regiones geológicas y unidades morfoestructurales con ubicación de la Cordillera del Viento. Basado en Giacosa *et al.* (2014).

Edad		Litología	Estratigrafía	Ciclo Orogénico	
Cenozoico	Cuaternario	Holoceno	Depósitos de remoción en masa, aterrazados, aluviales, coluviales y pedemontanos	Ándico	
		Pleistoceno	Depósitos morénicos y glaciafluviales		
	Neógeno	Plioceno	Basalto Coyocho		
		Mioceno			
	Paleógeno	Oligoceno	Fm. Colipilli		Grupo Naumauco
Eoceno		Fm. Cayanta			
Paleoceno		Tonalita Butalón Granito Radales	Grupo Campana Mahuida		
Mesozoico	Cretácico	Superior	Granodiorita Varvarco		Gondwánico
		Inferior			
	Jurásico	Superior	Fm. Colomichicó		
		Medio			
		Inferior			
	Triásico	Superior	Fm Cordillera del Viento	Fase Huárpica	
		Medio			
		Inferior	Fm La Premia		
Paleozoico	Pérmico	Lopingiano	Granito Huingancó	Complejo Plutónico-Volcánico Huingancó	
		Guadalupiano			
		Cisuraliano			
	Carbonífero	Pennsylvaniano	Fm. Huaraco		Grupo Andacollo
Mississippiano		Fm. Arroyo del Torreón			
Devónico	Superior	Fm. Guaraco Norte	Fase Chánica	Chánico	
¿?			Basamento Pre-Devónico		

Fig. 4. Columna estratigráfica generalizada del sector norte de la Cordillera del Viento. Basado en Zanettini (2001), Giacosa *et al.* (2014), Zappettini *et al.* (2015, 2018), Agüero (2018), Assis (2019) y Assis *et al.* (2022).

Antecedentes

Estratigrafía

Debido a que la Cordillera del Viento es un área geológica compleja, tanto en su estructura como en su estratigrafía, a la que se asocian distintos distritos mineros, existen numerosos autores que han realizado estudios en el área (Fig. 5). Es por este motivo que se pueden hallar diversas interpretaciones con respecto a la geología local, dando lugar a variadas denominaciones. A continuación, se realiza una breve síntesis de los antecedentes estratigráficos correspondientes a la región noroccidental de la Cordillera del Viento.

Basamento Pre-Devónico

Dentro de la denominación “Basamento Pre-Devónico” se describe a un basamento ígneo-metamórfico compuesto por metamorfitas de alto grado, además de granitoides que las instruyen, expuesto a lo largo del arroyo Chacay. Las rocas metamórficas de alto grado fueron mencionadas por primera vez por Agüero *et al.* (2017) y Agüero (2018) para toda la Cordillera del Viento y su designación como “Basamento Pre-Devónico” es tentativa de acuerdo a su relación estratigráfica con respecto a la Formación Guaraco Norte. El basamento en sí está compuesto por esquistos y gneises, ortogneises y paragneises, con evidencia de milonitización, mostrando un contacto neto entre las unidades (Agüero, 2018). Este basamento es cubierto en discordancia angular por las metasedimentitas de la Formación Guaraco Norte. Es importante destacar que el metamorfismo de alto grado y las estructuras que afectan al Basamento Pre-Devónico son anteriores a la depositación de las metasedimentitas de la Formación Guaraco Norte (Agüero, 2018).

Formación Guaraco Norte

Definida por Zappettini *et al.* (1987), la Formación Guaraco Norte corresponde a metasedimentitas de bajo grado metamórfico, asignadas al Devónico Superior. Estos autores indican la existencia de afloramientos de esta unidad, ubicados en el arroyo Guaraco Norte, al sur de la localidad de Varvarco, y los divide en dos sectores: la sección inferior está compuesta por filitas, de color gris oscuro a negro, con marcada esquistosidad, mientras que la sección superior está compuesta por esquistos cuarzosos y, con una menor presencia, pizarras. Todo el sector superior presenta una coloración verdosa producto de la meteorización.

Zanettini (2001) también describe afloramientos de esta unidad en el arroyo Chacay, correspondientes a esquistos oscuros a claros, y menciona la presencia de esquistos cuarzo-biotíticos, de coloración gris oscura, en un afloramiento ubicado en la confluencia de los ríos Neuquén y Varvarco. Además, describe también las filitas, pizarras y esquistos grises cuarzosos del curso inferior del arroyo Guaraco Norte.

La edad de esta unidad ha sido confirmada luego a partir de dataciones de U-Pb de circones detríticos, efectuadas por Zanettini *et al.* (2012), en los afloramientos del arroyo Chacay. Se determinó una edad máxima de depositación correspondiente al Devónico Tardío, pudiendo alcanzar el Carbonífero Inferior.

En trabajos más recientes, se detallan los eventos metamórficos y de deformación que afectaron a la unidad en área del arroyo Chacay (Giacosa *et al.*, 2014; Agüero *et al.*, 2017, Agüero, 2018).

Grupo Andacollo

Las primeras observaciones de las unidades neopaleozoicas en la región fueron realizadas por Stoll (1950), quien describió la geología y las mineralizaciones presentes en el Distrito Minero Andacollo. A partir de estas descripciones reconoció tres unidades, las cuales asignó al Paleozoico superior: Tobas Inferiores, Serie Sedimentaria Carbonífera y Tobas Superiores. Zöllner y Amos (1955) definieron la “Serie Andacollo” para esta sucesión de unidades, manteniendo las denominaciones propuestas por Stoll (1950), a excepción de la Serie Sedimentaria Carbonífera, la cual renombraron como Formación Huaraco.

Posteriormente, Digregorio (1972) y Digregorio y Uliana (1980) agruparon estas unidades bajo el nombre de “Grupo Andacollo”, mientras que en el trabajo de Méndez *et al.* (1995), se renombraron las unidades Tobas Inferiores y Superiores, por La Formación Arroyo del Torreón y Formación La Premia respectivamente. Llambías *et al.* (2007) realizaron una importante modificación de este esquema de clasificación, basado en evidencias tectomagmáticas. Los autores proponen mantener la denominación Grupo Andacollo, pero conformado por las unidades Arroyo del Torreón y Huaraco, mientras que incluyen a la Formación La Premia dentro del Complejo Plutónico-Volcánico Huingancó.

Formación Arroyo del Torreón

En el área de Andacollo, la Formación Arroyo del Torreón está integrada por tobas y coladas riolíticas, en los niveles inferiores, que son cubiertas por areniscas cuarzosas y sedimentitas marinas pelíticas, en los superiores (Llambías *et al.*, 2007). Dominan las tobas silicificadas, que presentan textura variable y color gris blanquecino con tonos verdes, castaños y rojizos (Danieli *et al.*, 2011). Son fundamentalmente masivas con cierto bandeado, aunque en algunos sectores desarrollan estratificación (Stoll, 1950). Según Suárez y De la Cruz (1994) esta unidad corresponde a un contexto de vulcanismo explosivo asociado a un ambiente marino.

El espesor estimado para esta unidad es de entre 1500 y 1800 m (Zöllner y Amos, 1995, 1973) y los afloramientos de dicha unidad se concentran principalmente en el faldeo sudoccidental de la Cordillera del Viento, abarcando dos fajas elongadas meridionales.

En el área de Varvarco, la Formación Arroyo del Torreón ha sido descrita en un afloramiento en la zona del arroyo Chacay por Zappettini *et al.* (2012). Allí los autores describen capas tobáceas de colores amarillentos a verdosos, con intercalaciones de areniscas afectadas por metamorfismo de bajo grado. Recientemente, Suarez (2020) asigna niveles aflorantes en el tramo inferior de la quebrada del arroyo Guaraco Norte a la Formación Arroyo del Torreón de acuerdo a sus características litológicas, unidades volcánicas conteniendo niveles pelíticos, brechas sedimentarias, brechas volcánicas y niveles tobáceos, y su relación estratigráfica con sedimentitas clásticas y niveles tobáceos asignados por el autor a la Formación Huaraco.

Con respecto a la edad de esta unidad, en un primer momento las “Tobas Inferiores” fueron adjudicadas al Carbonífero, en base a su posición estratigráfica con respecto a la Formación Huaraco, para la cual, Zöllner y Amos (1955, 1973) indicaron una edad carbonífera temprana, en base al contenido paleontológico de invertebrados y flora. Posteriormente, Suárez *et al.* (2008) y Hervé *et al.* (2013) realizaron dataciones de la unidad y se obtuvieron como resultado las edades de $327,9 \pm 2,0$ Ma (U-Pb SHRIMP) y 326 ± 3 Ma (U-Pb SHRIMP) respectivamente, confirmando esa edad.

Zappettini *et al.* (2012) también realizaron dataciones de la unidad, a partir de circones ígneos, en la zona del arroyo Chacay. Los resultados obtenidos arrojaron para los más jóvenes, aunque no los predominantes, edades devónicas (383 ± 6 Ma U-Pb SHRIMP). Los autores interpretan que la edad máxima de depositación es coherente con la dada para la unidad en el área de Andacollo, es decir, carbonífera inferior.

Formación Huaraco

La Formación Huaraco, depositada en discordancia angular sobre la Formación Arroyo del Torreón, está constituida principalmente por lutitas y limolitas verde oscuro a negro, con intercalaciones de bancos de areniscas. La formación fue asignada al Carbonífero superior en base al contenido fosilífero de braquiópodos del género *Orbiculoidea* y restos de plantas asignables a *Rhacopteris* sp. (Zöllner y Amos, 1955, 1973; Freytes, 1969; Amos, 1972).

Zappettini *et al.* (2012) describen dos afloramientos de esta unidad en la zona del arroyo Guaraco Norte, en el área de Varvarco. El primero se encuentra ubicado en el curso medio del arroyo, y está compuesto por un afloramiento de 100 m de espesor de areniscas gris-verdosas y limolitas, mientras que el segundo afloramiento está en la cabecera del arroyo y presenta la misma secuencia de rocas con colores grises a negros. Suarez (2020) asigna niveles clásticos y tobáceos a la Formación Huaraco en el curso inferior del arroyo Guaraco Norte.

Complejo Plutónico-Volcánico Huigancó

Definido así por Llambías *et al.* (2007), este complejo se encuentra constituido por el Granito Huigancó (Digregorio, 1972) y por la Formación La Premia (Méndez *et al.*, 1995).

Las vulcanitas apoyan en discordancia angular sobre el Grupo Andacollo, en tanto que los intrusivos se emplazan cortando las estructuras plegadas del mismo (Llambías *et al.*, 2007). El límite superior del complejo se encuentra delimitado por una extensa superficie de erosión, la cual lo separa de las sedimentitas de la Formación Cordillera del Viento, conocida bajo el nombre de discordancia Huárpica.

Si bien las diferentes dataciones efectuadas indican una edad pérmica, considerando las correlaciones regionales con el Grupo Choiyoi en áreas cercanas, la edad de dicho complejo puede ser extendida hasta el Triásico Temprano (Llambías *et al.*, 2007; Heredia *et al.*, 2012).

Granito Huingancó

Esta unidad está integrada por plutones de granodiorita y de monzogranito, a los que se asocian domos subvolcánicos riolíticos (Digregorio, 1972; Zöllner y Amos, 1955, 1973; Llambías, 1986).

El Granito Huingancó intruye a las rocas pertenecientes al Grupo Andacollo, previamente deformadas, y es cubierto por la Formación Cordillera del Viento.

Las dataciones radiométricas efectuadas en el sector austral de la Cordillera del Viento indican una edad pérmica temprana a pérmico medio para esta unidad. Una de las dataciones fue realizada en un plutón de composición granodiorítica, en la cual se obtuvo una edad de 287 ± 9 Ma (Suárez y de la Cruz, 1997), mientras que la segunda fue en un domo riolítico, de la cual se obtuvo una edad entre 260 ± 10 Ma (Llambías, 1986) y 259 ± 18 Ma (JICA, 2001).

Formación La Premia

Consiste principalmente en ignimbritas masivas, de composición dacítico-riolítica, fuertemente soldadas de colores grises y verdosos, con presencia de conglomerados y areniscas subordinadas (Llambías *et al.*, 2007). De acuerdo con Suárez (2007), el espesor de dicha unidad alcanza los 1.000 m.

En cuanto a las relaciones estratigráficas, esta unidad se encuentra apoyada en discordancia angular con respecto a las unidades del Grupo Andacollo. En un primer momento, a esta unidad se la asignó, con reserva, al Carbonífero superior (Zöllner y Amos, 1973). Llambías *et al.* (2007) propusieron asignarla al Pérmico, pudiendo eventualmente alcanzar el Triásico Inferior, considerando su posición y relaciones estratigráficas. Posteriormente, Suárez *et al.* (2008) realizaron dataciones de circones en ignimbritas de la base de esta unidad, obteniendo una edad de 282 ± 2 Ma (U-Pb SHRIMP) correspondiente al Pérmico temprano, verificando lo indicado por Llambías *et al.* (2007).

En la ladera occidental de la Cordillera del Viento, considerando el área de Varvarco, Giacosa *et al.* (2014) mapean sedimentitas y rocas volcánicas que asignan a la Formación La Premia. Sin embargo, Zappettini *et al.* (2018) indican que no existen en la zona norte de la Cordillera

del Viento afloramientos de esta unidad, que hayan sido verificados por geocronología, asignado esos niveles a la Formación Cordillera del Viento.

Ciclo Precuyano

Con la denominación de Ciclo Precuyano se engloba en el área de estudio a las unidades Cordillera del Viento (Leanza *et al.*, 2005) y Colomichicó (Zappetini y Dalponte, 2009). Estratigráficamente, en el contexto regional, se encuentran comprendidas entre el Complejo Plutónico-Volcánico Huingancó y las sedimentitas del Grupo Cuyo.

Formación Cordillera del Viento

La Formación Cordillera del Viento ha sido redefinida (Leanza *et al.*, 2005; Llambías *et al.*, 2007) en el área de Andacollo abarcando los afloramientos descritos por Groeber (1929, 1946) como Serie Porfírica Supratriásica y Choiyolitense. Esta unidad está conformada por rocas volcánicas de composición mesosilícica a silícica, caracterizadas por tonalidades rojizas, verdes o más frecuentemente moradas, a las cuales se vinculan diques y cuerpos subvolcánicos genéticamente relacionados (Llambías, 1999).

Dataciones K/Ar de esta unidad arrojaron edades comprendidas entre 260 ± 10 Ma (Llambías, 1985); 287 ± 9 Ma (Suárez y de La Cruz, 1997) y 259 ± 18 Ma y 227 ± 16 Ma (JICA, 1992), es decir del Pérmico al Triásico Temprano (Leanza *et al.*, 2005).

En la región septentrional de la Cordillera del Viento, estos niveles son incluidos por Zanettini (2001) en el Grupo Choiyoi (*sensu* Stipanovic, 1965, equivalente al Choiyolitense de Groeber, 1946) y estaría compuesta por vulcanitas calcoalcalinas que se acidifican hacia los términos más jóvenes. Debido a este cambio de litología, la unidad se divide en una sección inferior mesosilícica y una superior silícica, las cuales se encuentran separadas por una discordancia erosiva (Digregorio, 1972). La sección inferior es predominante en los afloramientos de la región de estudio y está constituida por andesitas, brechas volcánicas y tobas andesíticas de colores violáceo, verde grisáceo y gris claro a oscuro. La sección superior se manifiesta entre la localidad de Varvarco y la de Las Ovejas y está compuesta por riolitas, pórfiros riolíticos, tobas riolíticas y lítico-cristalinas de colores blanco rosado, pardo rojizo y gris claro a oscuro. Se estima para la unidad un espesor de 880 m en esta comarca (Pesce, 1981; Zanettini, 2001).

Formación Colomichicó

La Formación Colomichicó ha sido descrita hasta el momento solo en la porción noroccidental de la Cordillera del Viento. Esta unidad se encuentra compuesta por dos secciones principalmente: la sección inferior corresponde a una secuencia de grauvacas gris verdosas y escasas intercalaciones de areniscas, mientras que la sección superior está constituida por grauvacas y areniscas volcánicas con intercalaciones de jaspilitas, jaspes y vulcanitas (Zappetini *et al.*, 2011). El espesor total estimado es de 500 m y su disposición es subhorizontal (Zappetini *et al.*, 2011).

La Formación Colomichicó cubre, en discordancia angular, a las volcanitas de la Formación Cordillera del Viento y es, a su vez, cubierta por las sedimentitas correspondientes al Grupo Cuyo. El hiatus presente entre el techo de la Formación Cordillera del Viento y la base de la Formación Colomichicó se asigna tentativamente a la Fase Tunuyán (Zappettini *et al.*, 2018). A partir de dataciones radiométricas efectuadas, la edad de esta unidad queda comprendida entre el Pliensbachiano y el Toarciense temprano (Jurásico Inferior) (Zappettini *et al.*, 2011).

En el sector norte de la Cordillera del Viento, en el curso medio del arroyo El Auque, Zappettini y Delponte (2009) definieron la Formación El Auque, conformada por esquistos pirofiliticos. Dichos autores indicaron una edad devónica superior para esta unidad, considerando su correlación con la Formación Guaraco Norte en cuanto a la disposición estructural y grado metamórfico similar de sus afloramientos. Anteriormente esta zona había sido descrita únicamente como una zona de alteración (JICA, 2001; Danieli *et al.*, 2002; Casé *et al.*, 2004). En trabajos más recientes, Zappettini *et al.* (2018) identifican estos afloramientos como rocas volcánicas correspondientes a la Formación Colomichicó.

Intrusivos

Dentro del sector norte de la Cordillera del Viento, aflora un conjunto de intrusivos de edad cretácica tardía-paleocena, conformado por la Granodiorita Varvarco, la Tonalita Butalón y el Granito Radales. La ubicación de este cinturón magmático, que se encuentra aproximadamente a unos 100-140 km hacia el este del arco magmático actual, ha sido adjudicada a la somerización de la losa subductada (Spagnuolo, 2014).

La Granodiorita Varvarco fue identificada por Pesce (1981) bajo el nombre de Plutonita Varvarco, término en el que incluía también a los distintos intrusivos del área. Zanettini (2001) redefine las unidades como Granodiorita Varvarco, Tonalita Butalón y Granitos Radales, dentro del Grupo El Portillo, de edad triásica “post-choiyoilitense”. A partir de dataciones posteriores realizadas (JICA/M.M.A.J., 2000; Kay *et al.*, 2006; Assis *et al.*, 2022), finalmente se determinó una edad cretácica superior - paleocena para este conjunto de cuerpos intrusivos.

Granodiorita Varvarco

La Granodiorita Varvarco o Tonalita Varvarco (Assis *et al.*, 2022) está integrada por granodioritas y tonalitas de color blanco grisáceo a gris, de estructura granosa mediana a gruesa (Zanettini, 2001), que intruye a las unidades Guaraco Norte y a las formaciones Cordillera del Viento y Colomichicó. Presenta numerosos afloramientos localizados entre el arroyo Manchana Covunco y la comarca de Butalón Norte, en la ladera occidental de la Cordillera del Viento (Zanettini, 2001). Con respecto a la edad del intrusivo, en la zona de Butalón, presenta una edad de enfriamiento K/Ar en roca total $64,7 \pm 3,2$ Ma (edad de la JICA/M.M.A.J., 2000, documentada por Franchini *et al.*, 2003) y una edad de enfriamiento $40\text{Ar}-39\text{Ar}$ en biotita de $69,09 \pm 0,13$ Ma en el área de Varvarco (Kay *et al.*, 2006). Recientes

análisis de trazas de fisión en apatita dan una edad de exhumación de $67,5 \pm 8$ Ma (Assis *et al.*, 2022).

Granito Radales

El Granito Radales es un granito de grano fino, de color rosado claro y textura aplítica, que aflora en la zona de Varvarco, tanto en el arroyo Manzano como en el arroyo Chacay, donde se encuentra en contacto con la Granodiorita Varvarco (Zanettini, 2001; Agüero, 2018; Assis, 2019).

Tonalita Butalón

La Tonalita Butalón se encuentra constituida por stocks y diques tonalíticos y dioríticos que intruyen a la Granodiorita Varvarco. El afloramiento de dicha unidad se encuentra sobre la margen izquierda del arroyo Butalón. A partir de la intrusión, se generó una zona de alteración hidrotermal que afectó a las formaciones Guaraco Norte y Cordillera del Viento. Considerando que este cuerpo ígneo instruye a la Granodiorita Varvarco, se le ha asignado una edad paleocena-eocena (Franchini *et al.*, 2003; Casé *et al.*, 2008; Assis, 2019). Recientemente, a partir de análisis de trazas de fisión en apatita, se ha determinado una edad de exhumación de $50,3 \pm 5,9$ Ma para esta unidad (Assis *et al.*, 2022).

Unidades Cenozoicas

En el área de estudio afloran unidades del Grupo Naunauco (Zamora Valcarce, 2007), constituido por las subvulcanitas de la Formación Collipilli (Llambías y Rapela, 1989) y las rocas efusivas de la Formación Cayanta (Rapela y Llambías, 1985) de edad paleógena. Groeber (1929) fue quien originalmente denominó a estas unidades como “Serie Andésítica Infraterciaria” y, posteriormente, redefinió como Mollelitense (Groeber, 1946). Yrigoyen (1972) formalizó el nombre al cambiarlo por Grupo Molle, pero dichas unidades fueron nuevamente re-definidas como Grupo Naunauco por Zamora Valcarce (2007), ya que en la anterior designación quedan comprendidos cuerpos de edad neógena.

En la zona hay también presencia de un vulcanismo eruptivo, que tuvo lugar durante el Mioceno superior al Plioceno superior, representados por el Basalto Coyocho (Yrigoyen, 1972). La actividad efusiva básica a silíceo fue continua durante el Plioceno superior y Pleistoceno medio. Hacia el techo de la columna estratigráfica de la región, se encuentran depósitos morénicos y glaciales del Pleistoceno superior. La estratigrafía se completa con depósitos, de edad cuaternaria, de remoción en masa, aterrazados, aluviales, coluviales y pedemontanos (Zanettini, 2001).

Tiempo		Méndez <i>et al.</i> (1995)	Zanettini (2001)	Zappettini <i>et al.</i> (2012)	Giacosa <i>et al.</i> (2014)	Agüero (2018)	Assis (2019) Assis <i>et al.</i> (2022)	Zappettini <i>et al.</i> (2018)	
Mesozoico	Cretácico	Superior					Grupo Campana Maluida ↑	Grupo Campana Maluida ↑	
		Inferior							
	Jurásico	Superior		Grupo Mendoza				Fm. Los Molles	
		Medio	Fm. Los Molles	Grupo Lotena		Grupo Lotena		Fase Rioatúelica	
		Inferior		Grupo Cuyo		Grupo Cuyo		Fm. Colomichicó	
	Triásico	Superior	Fm. Chacaicó	Fase Rioatúelica		Fase Rioatúelica		Fase Turyunímica	
		Medio		Fm. Lapa	Fm. Lapa	Fm. Cordillera del Viento	Fase Huárpica	Fm. Cordillera del Viento	
		Inferior	Complejo Eruptivo Gondwánico	Grupo El Portillo	Complejo Volcánico-Plutónico Huigancó	Complejo Volcánico-Plutónico Huigancó	Serie Plutónica Varvarco	Fase Huárpica	
	Paleozoico	Pérmico	Lopingiano					Grupo Choiyoi	Afloramientos no verificados por geocronología
			Guadalupiano		Grupo Choiyoi				Fase San Rafael
Cisuraliano			Fm. La Premia	Fase San Rafael		Fase San Rafael			
Carbonífero		Pennsylvaniano	Grupo Andacollo	Fm. Huaraco	Fm. Huaraco	Fm. Huaraco			Fm. Huaraco
		Mississippiano		Fm. Arroyo del Torreón	Fm. Arroyo del Torreón	Fm. Arroyo del Torreón			Fm. Arroyo del Torreón
Devónico		Superior		Fase Chánica	Fm. Guaraco Norte	Fm. Guaraco Norte		Fm. Guaraco Norte	
		Medio							
	Inferior								
Silúrico	Pridoliano		Ectinita Guaraco Norte						
	Ludloviano								
	Wenlockiano								
	Llandoveryano								

Fig. 5. Correlación estratigráfica de las unidades paleozoicas y mesozoicas en el sector norte de la Cordillera del Viento según diversos autores. Se indica además la unidad de estudio.

Estructura

Dentro de los primeros estudios realizados, Groeber (1947) describe a la Cordillera del Viento como un braquianticlinal de rumbo norte-sur, cuyo extremo septentrional se hunde a la altura del arroyo Atreuco. Es una estructura que involucra en la deformación al basamento paleozoico, presentando una mayor exhumación y erosión del limbo occidental. La génesis de esta gran morfoestructura se encuentra vinculada a la acción de la Orogenia Andina, durante el Cretácico Superior - Neógeno. El flanco occidental de la Cordillera del Viento ha sido totalmente erodado durante el levantamiento de la misma, mientras que en el sector oriental se encuentran preservadas el resto de las unidades jurásicas y cretácicas que conforman el relleno de la Cuenca Neuquina.

Zanettini (2001) vinculó la génesis de este braquianticlinal con un esfuerzo vertical que fracturó el núcleo paleozoico y plegó a la sucesión sedimentaria mesozoica adosada al flanco oriental del mismo. En estudios estructurales más recientes, Giacosa *et al.* (2014) también caracterizaron a la Cordillera del Viento como un alto estructural asociado a un gran pliegue ándico de orientación norte-sur, denominado Anticlinal Cordillera del Viento (Zöllner y Amos, 1973). Además, estos autores identificaron una estructura compresiva de gran importancia en la zona, la Falla Cordillera del Viento. Esta estructura constituyó originalmente una falla normal buzante hacia el este que controló la depositación de las rocas permotriásicas y jurásicas. La Falla Cordillera del Viento fue incluida por Vergani *et al.* (1995) en un sistema de fallas norte-sur denominado "Sistema Tres Chorros-Cordillera del Viento", que controló la sedimentación del sinrift de los depocentros durante el Triásico Superior hasta el inicio de la depositación del Grupo Cuyo. Durante la Orogenia Andina, en el

Mioceno superior, el sistema extensional habría sido invertido, generando la inversión de la Falla Cordillera del Viento y, en consecuencia, la exhumación de las rocas paleozoicas en la parte occidental, formando así el Anticlinal Cordillera del Viento.

A rasgos generales, el Anticlinal Cordillera del Viento presenta un sistema de fallas con orientación principalmente noroeste - sureste, fracturación noroeste y su conjugado nordeste, que las afectan dividiéndolas en bloques que regulan los afloramientos de las metamorfitas mesopaleozoicas y de las eruptivas permotriásicas (Zanettini, 2001). También presenta, de manera subordinada, fallas normales, de orientación este-oeste, asociadas a un alivio extensional (Giacosa *et al.*, 2014).

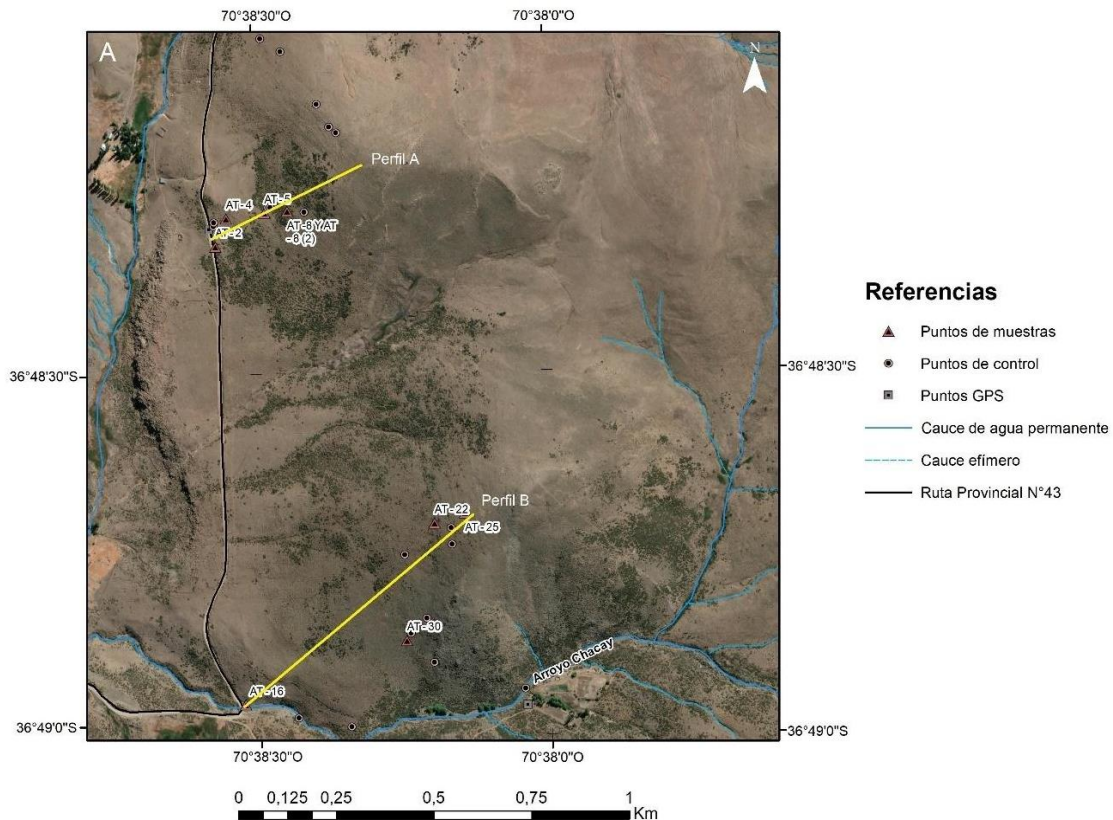
Los lineamientos norte-sur corresponden a fallas compresivas de alto ángulo, que afectan mayoritariamente a las unidades paleozoicas.

La deformación involucra al basamento emplazado sobre una rampa que inclina al oeste y es afectada por estructuras sintéticas y antitéticas a la rampa principal a lo que, se interpreta, responde la doble vergencia de las estructuras y la mayor exhumación del flanco occidental de la cordillera (Zapata *et al.*, 1999; Fabiano *et al.*, 2012).

Capítulo III

Estratigrafía y litología

En este capítulo se detalla la información litológica y estratigráfica obtenida durante el trabajo de campo, laboratorio y gabinete en el área de estudio. Se realizaron dos perfiles estratigráficos, uno en el noroeste, Perfil A, y otro en el sur-suroeste, Perfil B, del área de estudio (Fig. 6), con su correspondiente correlación (Fig. 18) e integrados en una columna estratigráfica general inferida para el área (Fig. 19). Los resultados se representan en el mapa de escala 1:10.000 de la figura 20.



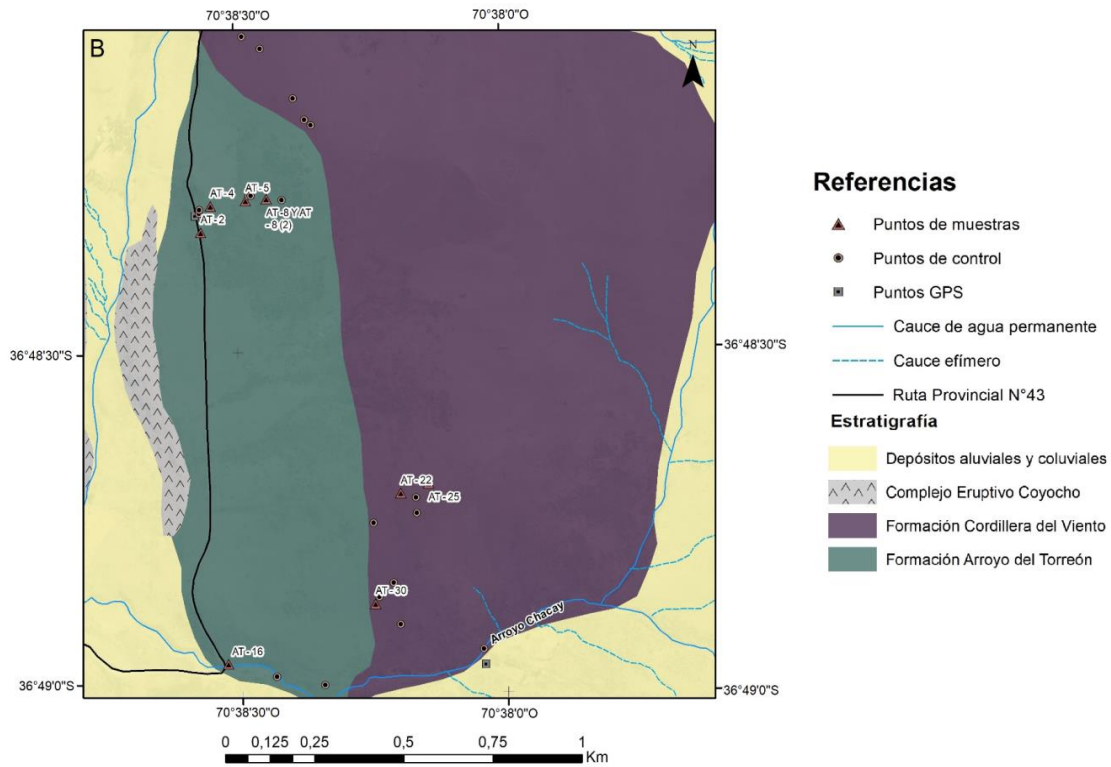


Fig. 6. A) Ubicación de los perfiles estratigráficos A y B en el área de estudio. B) Representación de la estratigrafía de la zona según Zappettini *et al.* (2018).

Perfil A

En el sector noroeste, en cercanía de la Ruta Provincial N° 43, la columna inicia con la depositación (S₀ N345°/56E) de 8 m de metarenisca grisácea de grano fino (AT-2), amarilla clara por la importante alteración (Fig. 7), cuya base no está expuesta. Se observa dentro del afloramiento una intercalación de niveles de arenisca y de material más fino, limolita, descriptas en los antecedentes de estudio (Zappettini *et al.*, 2015) como de origen piroclástico (Fig. 8. A y B).



Fig. 7. Perfil A. Afloramiento de la metarenisca (AT-2) de la parte inferior del perfil.

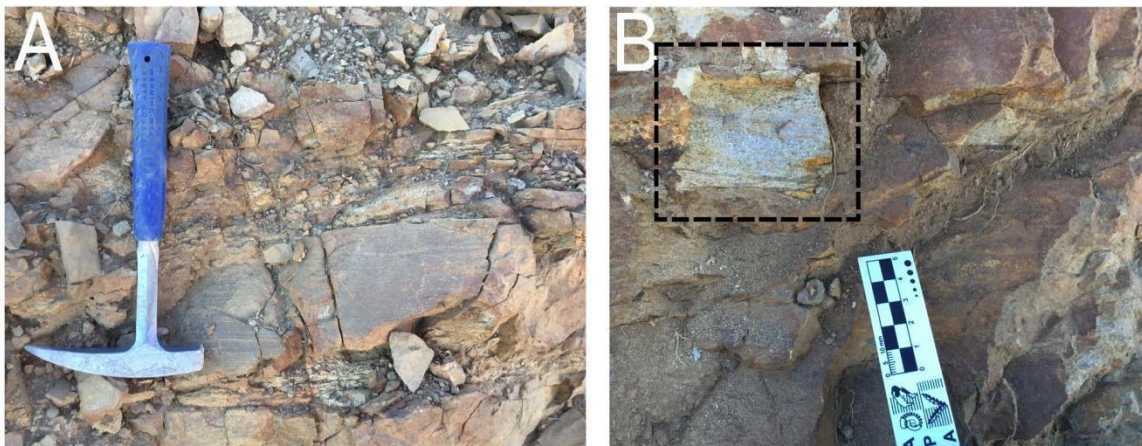


Fig. 8. A y B. Perfil A. Detalle de las metareniscas (AT-2). En el recuadro se observa la intercalación de capas de arenisca y limolita, de origen piroclástico.

Presenta diaclasas paralelas buzantes al sur y lateralmente una variación en el grado silicificación.

Estratigráficamente por encima, se encuentran niveles de metatufitas (AT-4), con un espesor de 16 m (Fig. 9. A y B), de color gris oscuro. Se caracteriza por presentar cristales aciculares a tabulares de color blanco, alterados que se encuentran inmersos en una matriz grisácea. De acuerdo a la textura nodular incipiente (Capítulo IV, Fig. 24 B y C) que presenta, podría estar relacionada a metamorfismo de contacto generado a partir de la intrusión de cuerpos ígneos comunes en el área durante el Cretácico.

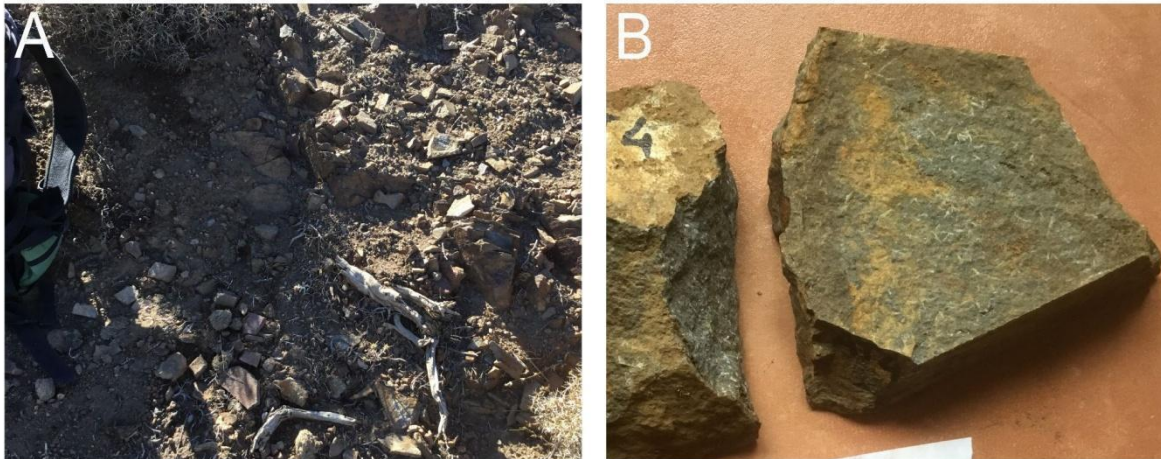


Fig. 9. A) Perfil A. Afloramiento de la metatufita (AT-4). Gran parte del afloramiento se encuentra cubierto por vegetación y/o derrubios. B) Muestra de mano de la metatufita en la cual se observa los cristales aciculares a tabulares.

Por encima de las metatufitas se encuentran riolitas silicificadas (AT-5), de color blanquecino y aspecto masivo (Fig. 10). Dicho afloramiento presenta un espesor aproximado de 3 m.



Fig. 10. Perfil A. Afloramiento de riolitas silicificadas (AT-5).

En contacto con la riolita hay una secuencia de metareniscas cuarzo-feldespáticas laminadas (AT-8, AT-8(2); $S_0 N312^\circ/56E$) de grano fino a muy fino, con buena selección y de color ocre en afloramiento por alteración (Fig. 11. A y B). Lateralmente muestra sectores con cierta esquistosidad, con mayor alteración, que la convierte en friable. El espesor aproximado es de

35 m. Se distingue un aumento en el contenido de muscovita en comparación a los afloramientos previamente mencionados y un mayor grado de alteración.

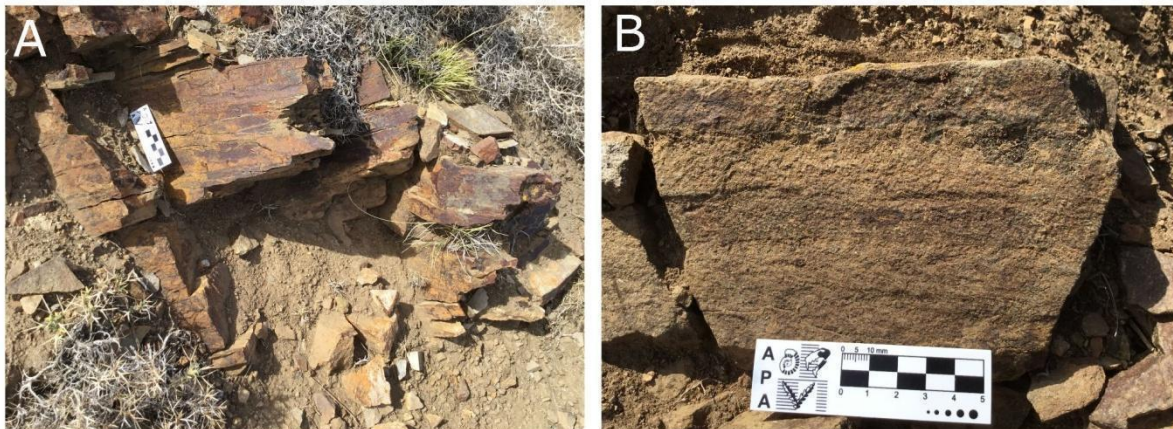


Fig. 11. Perfil A. A) Afloramiento de la metarenisca cuarzo-feldespática (AT-8, AT-8(2)). B) Detalle de la metarenisca laminada.

Esta secuencia está atravesada por venillas de turmalina, muscovita y cuarzo, de entre 3 y 4 cm de espesor, también asociadas, posiblemente, a los intrusivos cretácicos (Fig. 12, A y B).

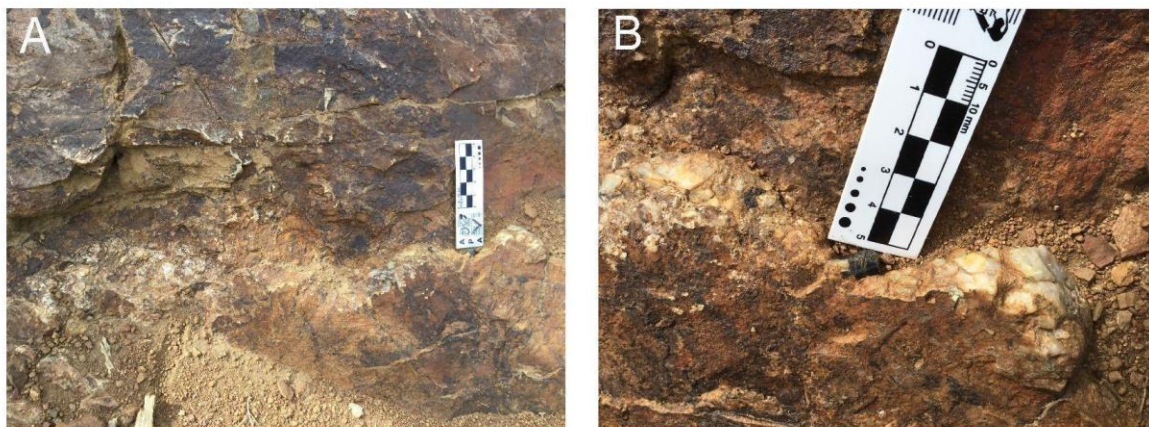


Fig. 12. Perfil A. A) Venilla de cuarzo, muscovita y turmalina que atraviesa el perfil. B) Detalle de un cristal de turmalina de aproximadamente 12 mm de longitud y hábito prismático.

A partir de los 1.587 m de altura, dentro del mismo afloramiento analizado y en el contacto con la Formación Cordillera del Viento, se observa un notorio cambio en el rumbo de los estratos (N290°), con una ligera disminución en el buzamiento.

Por encima y en discordancia, se apoyan vulcanitas pertenecientes a la Formación Cordillera del Viento. El contacto, discordante, entre dichas unidades se encuentra mayoritariamente cubierto por derrubios y/o vegetación.

En síntesis, los depósitos descritos y representados en el Perfil A (Fig. 13) corresponden principalmente a metareniscas y metatufitas, con importante alteración sericítica,

interestratificadas con vulcanitas ácidas, silicificadas, de poco espesor. El Perfil A abarca un total de 62 m de espesor.

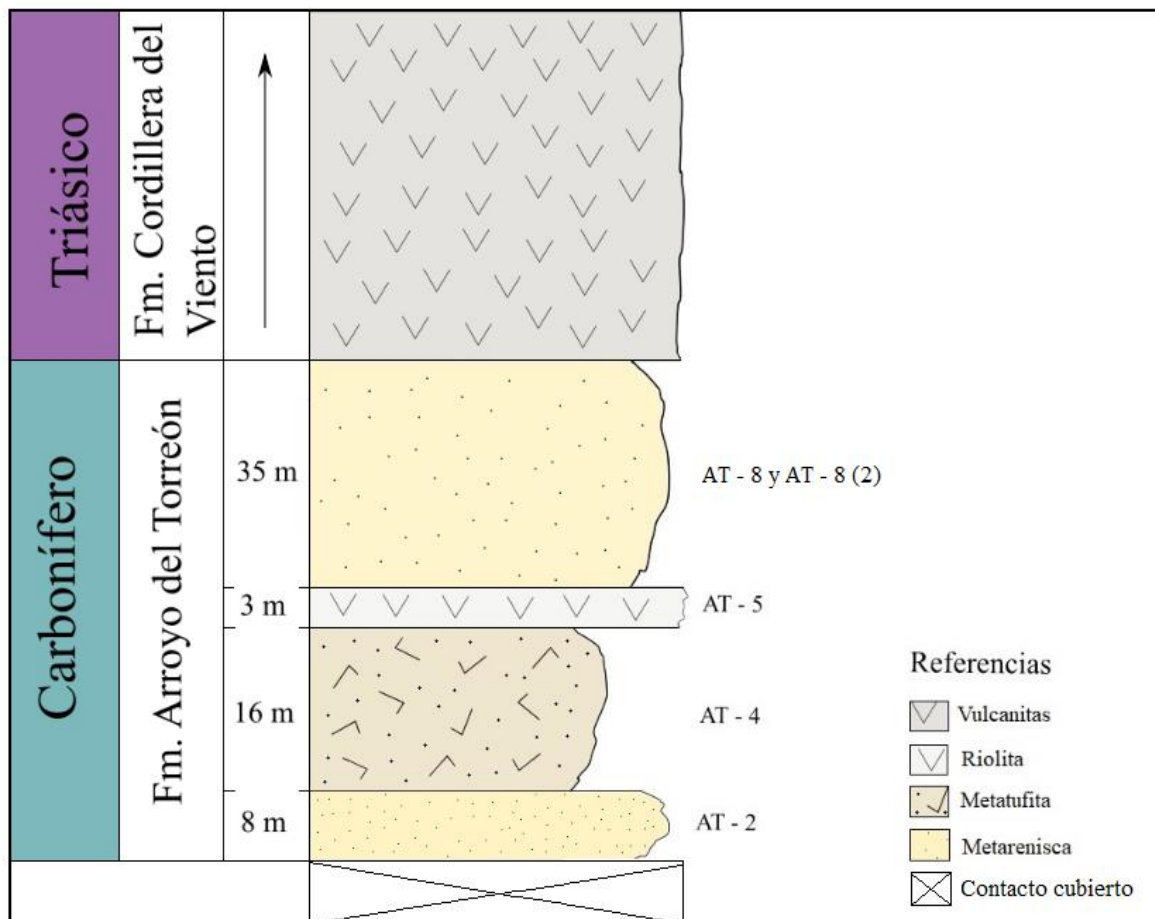


Fig. 13. Perfil estratigráfico A, correspondiente al sector norte del área de estudio.

Perfil B

En el sector suroeste, entre la Ruta Provincial N° 43 y el arroyo Chacay, la columna inicia con afloramientos de ignimbritas vitrolitocristalinas de composición intermedia (AT-16; Fig. 14. A y B) con un espesor aproximado de 79 m, de color gris blanquecino y con una elevada alteración (N338°/34°E), cuya base no está expuesta. Se observan fiammes, líneas de flujo, litoclastos y cristaloclastos con tamaños hasta 7,5 cm y con importante alteración (Fig. 14. C y D).

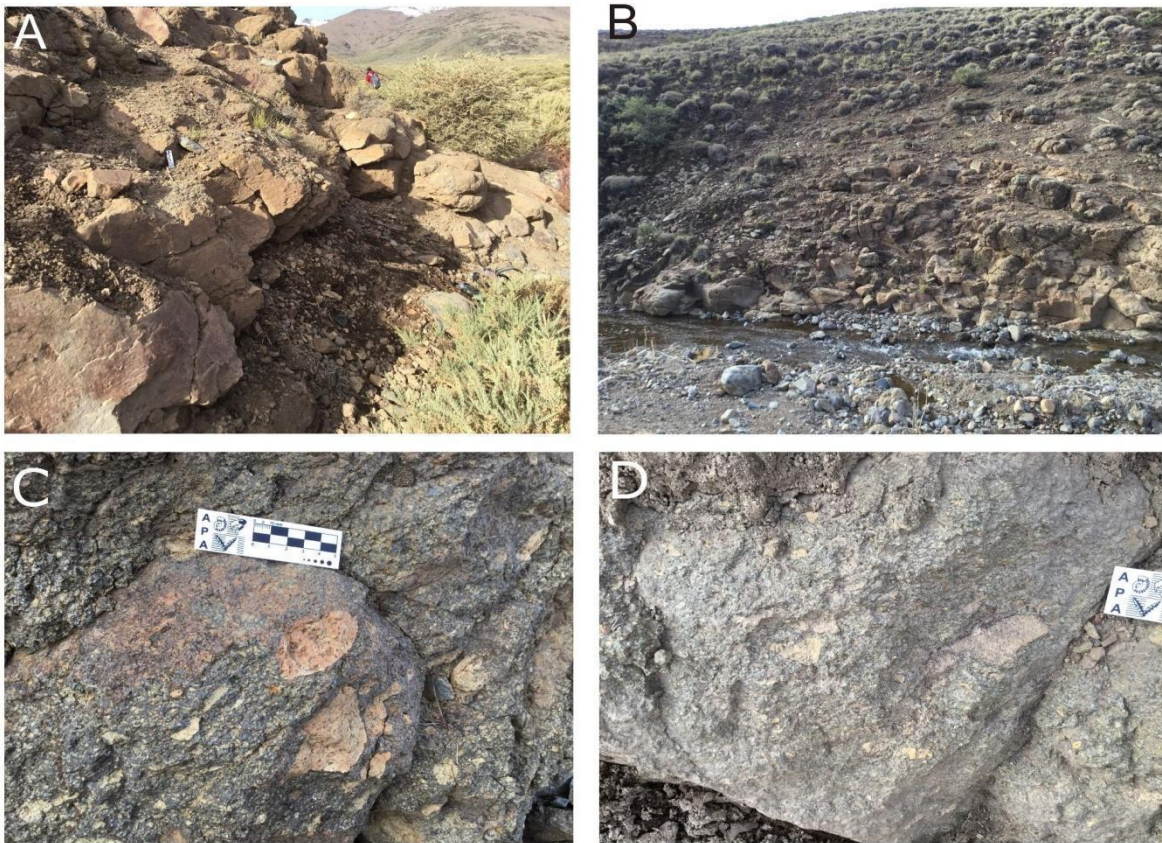


Fig. 14. Perfil B. Afloramiento de ignimbritas vitrolitocristalinas intermedias (AT-16), ladera norte (margen derecho) del Arroyo Chacay A) Vista hacia el este. B) Vista al norte donde se aprecia su contacto superior cubierto. C y D) Detalles de la ignimbrita.

Su límite superior se encuentra cubierto por depósitos modernos y vegetación (Fig. 14. B). Estas rocas se observan también hacia el norte del área de estudio, expuestas por el cauce del arroyo El Auque. Topográficamente por encima, se destaca la presencia de metatufitas (AT-22 y AT-30) (Fig. 15. A y B) gris blanquecinas, de color amarillo claro por oxidación y presencia de cristales aciculares a tabulares de color blanco, alterados e inmersos en una matriz grisácea, con textura nodular incipiente (Capítulo IV, Fig. 29 B-C) (Fig. 15. A). Los estratos (N308°/22°E) tienen un espesor aproximado de 59 m. A partir de los 1652 m de altura, se observa un cambio notorio en el rumbo y un aumento en el buzamiento de los estratos (N183°/50°E).

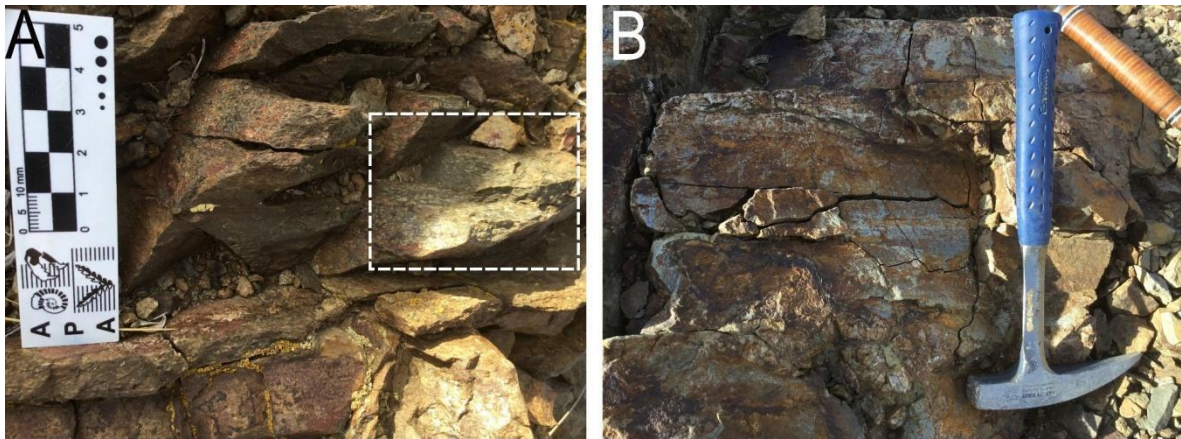


Fig. 15. Perfil B. A y B) Detalles del afloramiento de la metatufita (AT-22). En el recuadro se observan los cristales tabulares.

Por encima de las metatufitas hay presencia de metareniscas (Fig. 16. A y B) cuarcíticas (AT-25), de grano fino a muy fino y de color violáceo (Fig. 16. C y D). El afloramiento (S₀ N157°/64E°) abarca un espesor aproximado de 9 m.

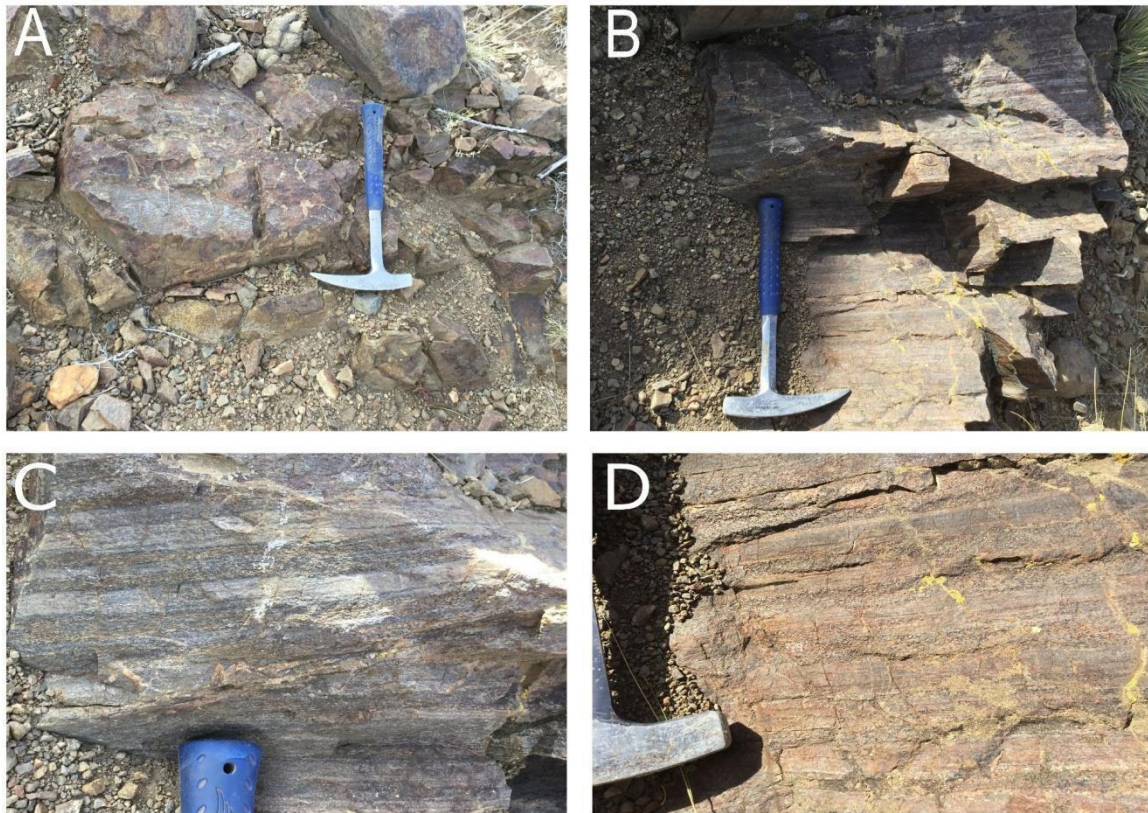


Fig. 16. Perfil B. A y B) Afloramiento de la metarenisca laminada violácea (AT-25). C y D) Detalle de la metarenisca (AT-25) con una marcada laminación.

Por encima de las anteriores, y en discordancia, se apoyan vulcanitas correspondientes a la Formación Cordillera del Viento. El contacto entre dichas unidades se encuentra mayoritariamente cubierto por derrubios y/o vegetación.

En síntesis, las unidades descriptas y representadas en el Perfil B (Fig. 17) abarcan metatufitas, de mayor espesor, y un afloramiento más reducido de metareniscas, las cuales se encuentran en contacto discordante con la Formación Cordillera del Viento. Aunque el límite superior de las ignimbritas descriptas en la base del perfil estratigráfico no está expuesto, sus características litológicas en cuanto a su yacencia, su buzamiento menor, y sus caracteres texturales y mineralógicos distintos al resto de la secuencia, permite inferir que su depositación ha sido posterior al resto de la secuencia analizada en el afloramiento.

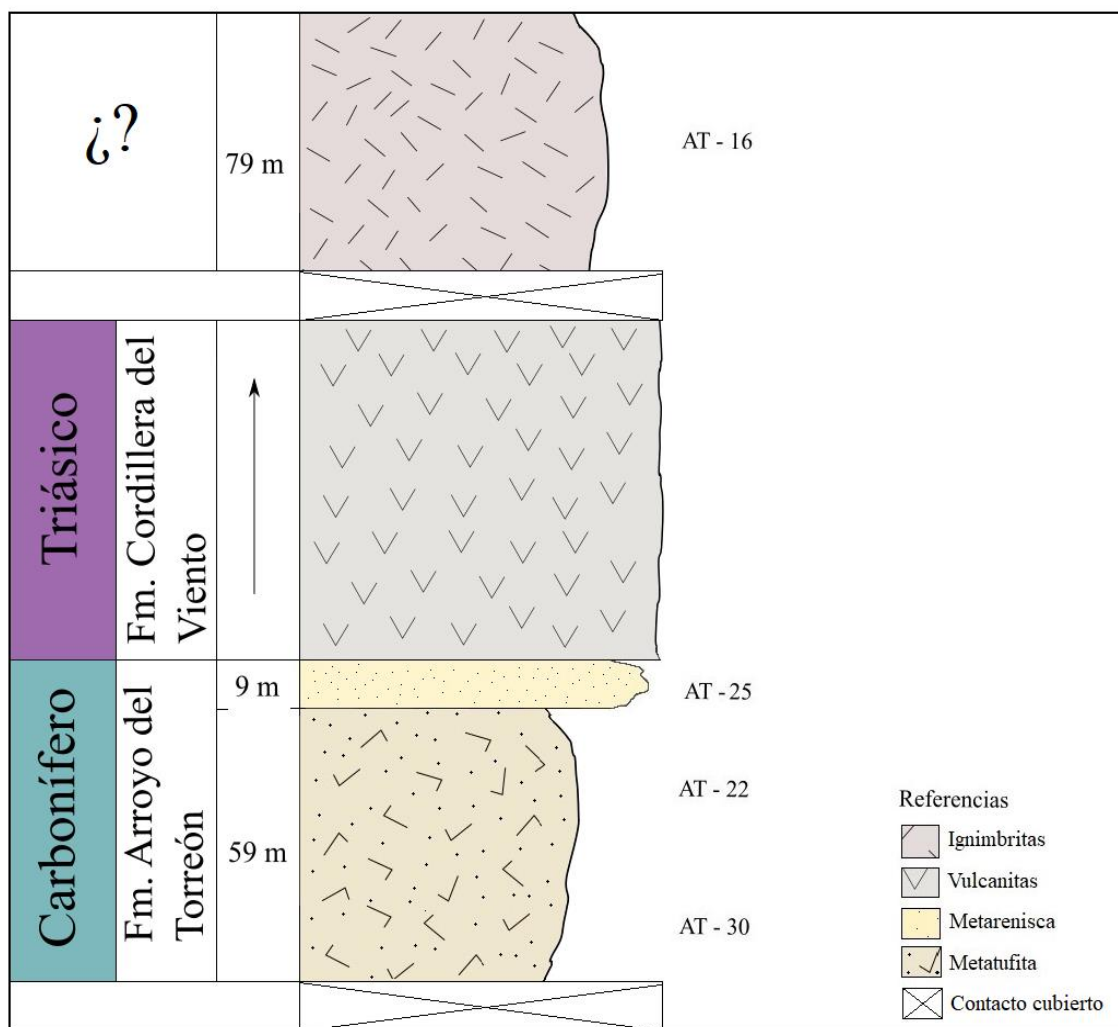


Fig. 17. Perfil estratigráfico B, correspondiente al sector sur del área de estudio.

A continuación, se esquematiza la correlación realizada de ambos perfiles (figura 18).

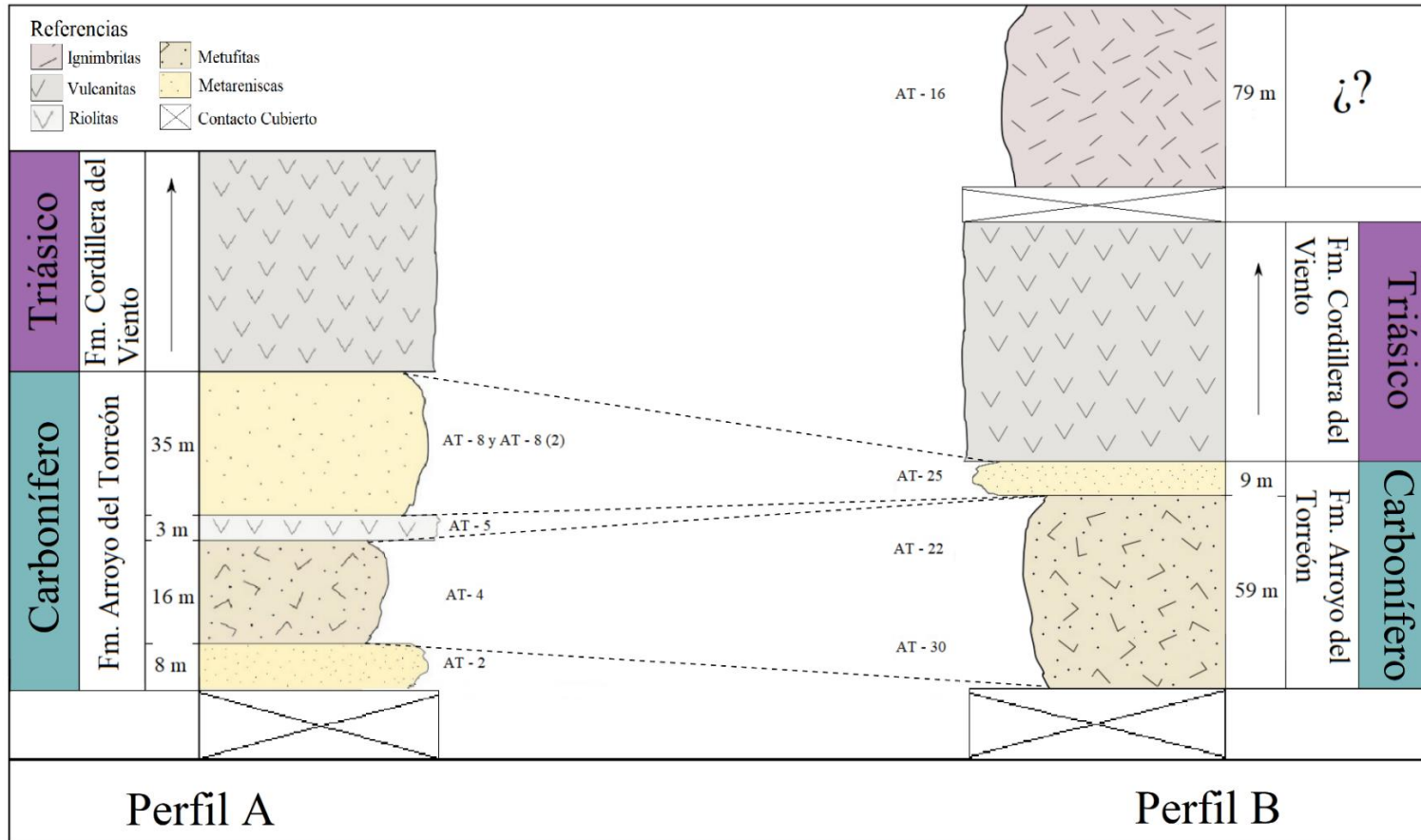


Fig. 18. Correlación estratigráfica interpretada entre los perfiles A y B del área de estudio.

Los resultados obtenidos del análisis de ambos perfiles se sintetizan en la columna estratigráfica generalizada de la figura 19. Las características observadas en estos depósitos concuerdan con la depositación dada para la unidad en un ambiente probablemente marino litoral asociado a una importante actividad volcánica, en particular en esta área con abundante participación de material piroclástico y, en menor medida, de flujos lávicos.

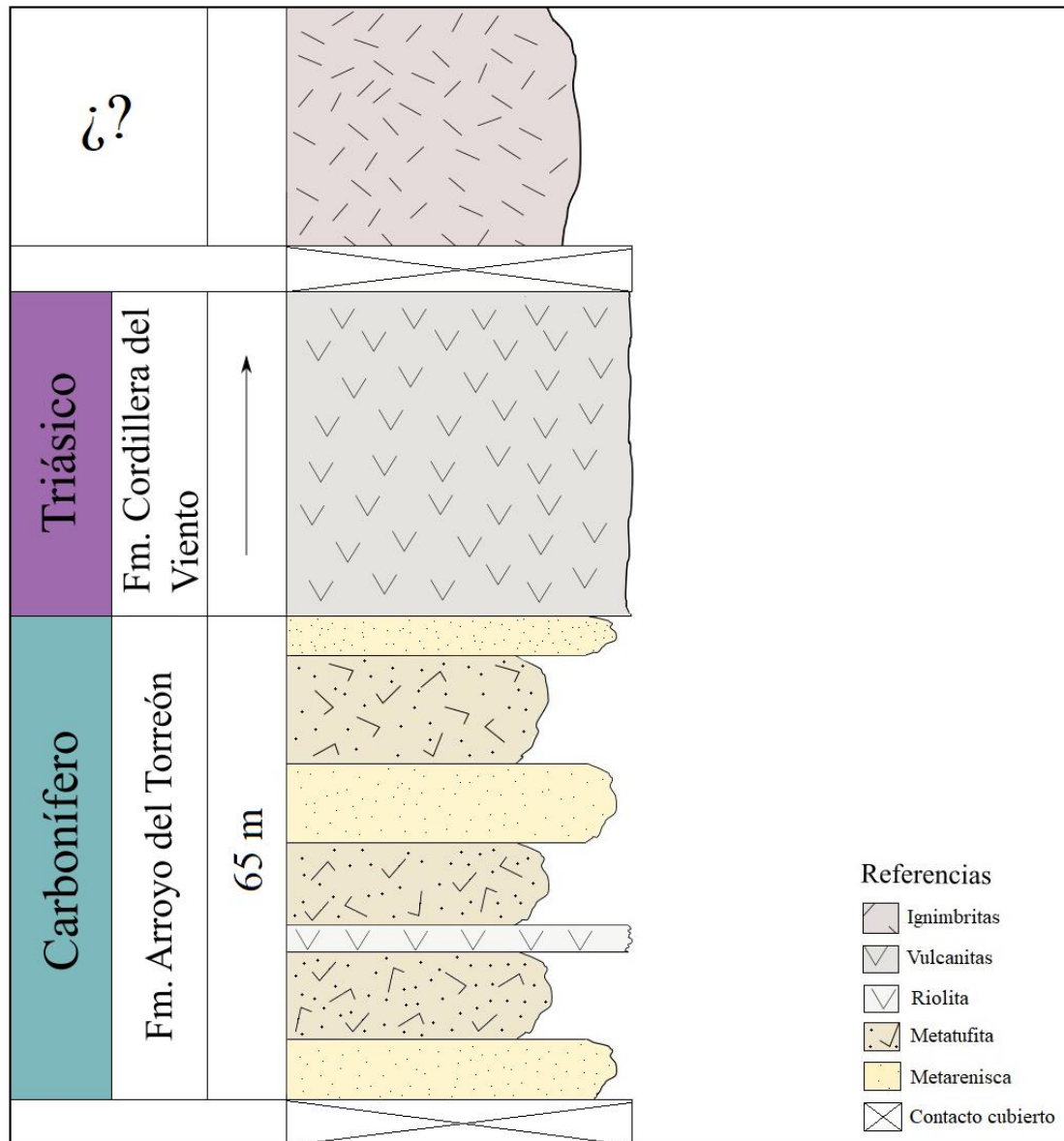


Fig. 19. Columna general inferida para el área de estudio.

A partir de los datos obtenidos en este trabajo, se elabora el siguiente mapa geológico con el detalle del límite formacional propuesto aquí para las unidades Arroyo del Torreón y Cordillera del Viento en el área de estudio (Figs. 20 y 21).

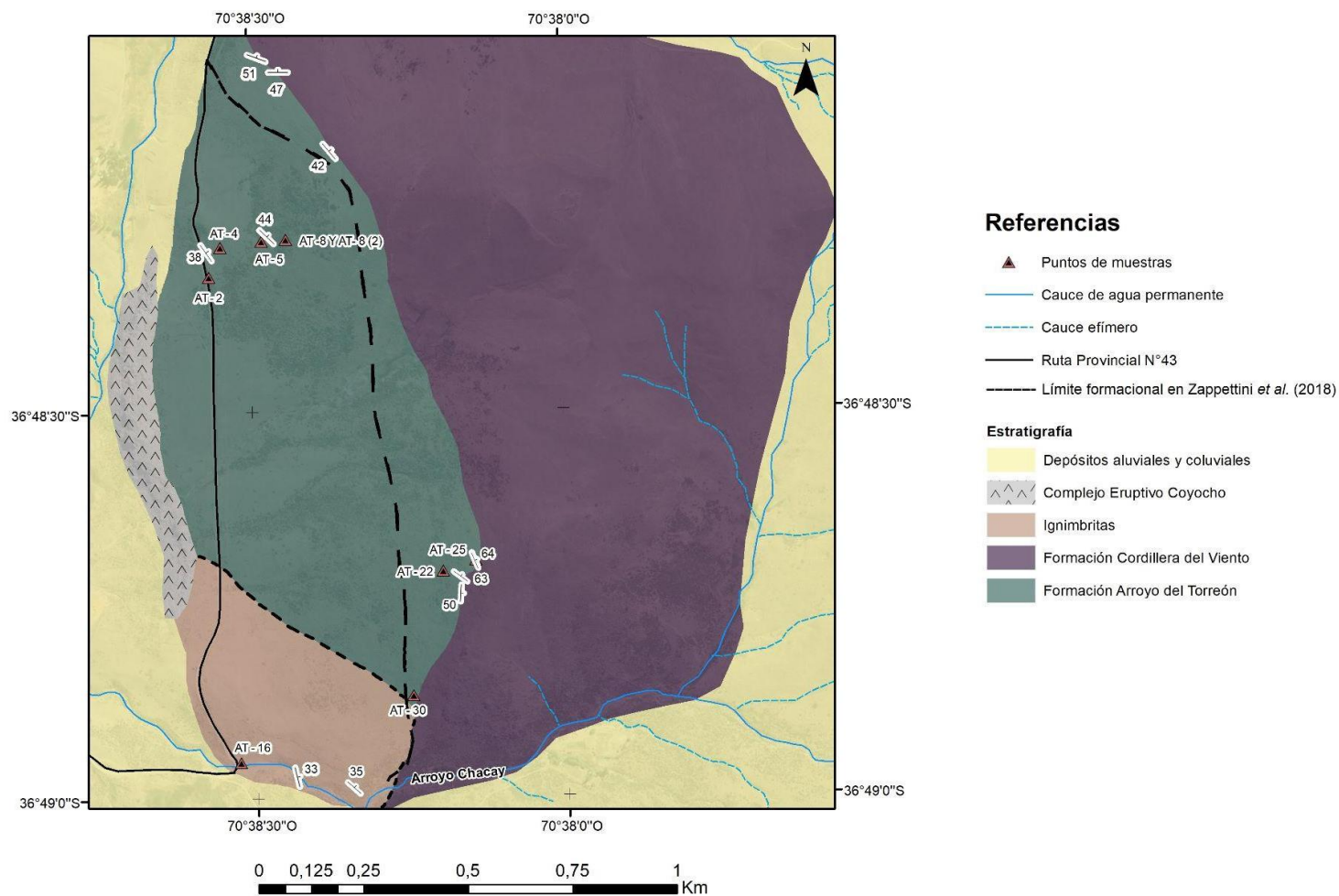


Fig. 20. Geología de la Formación Arroyo del Torreón en el área de estudio y su relación con la suprayacente Formación Cordillera del Viento. Se indica además en línea discontinua el límite formacional dado previamente para la zona (Zappettini *et al.*, 2018).

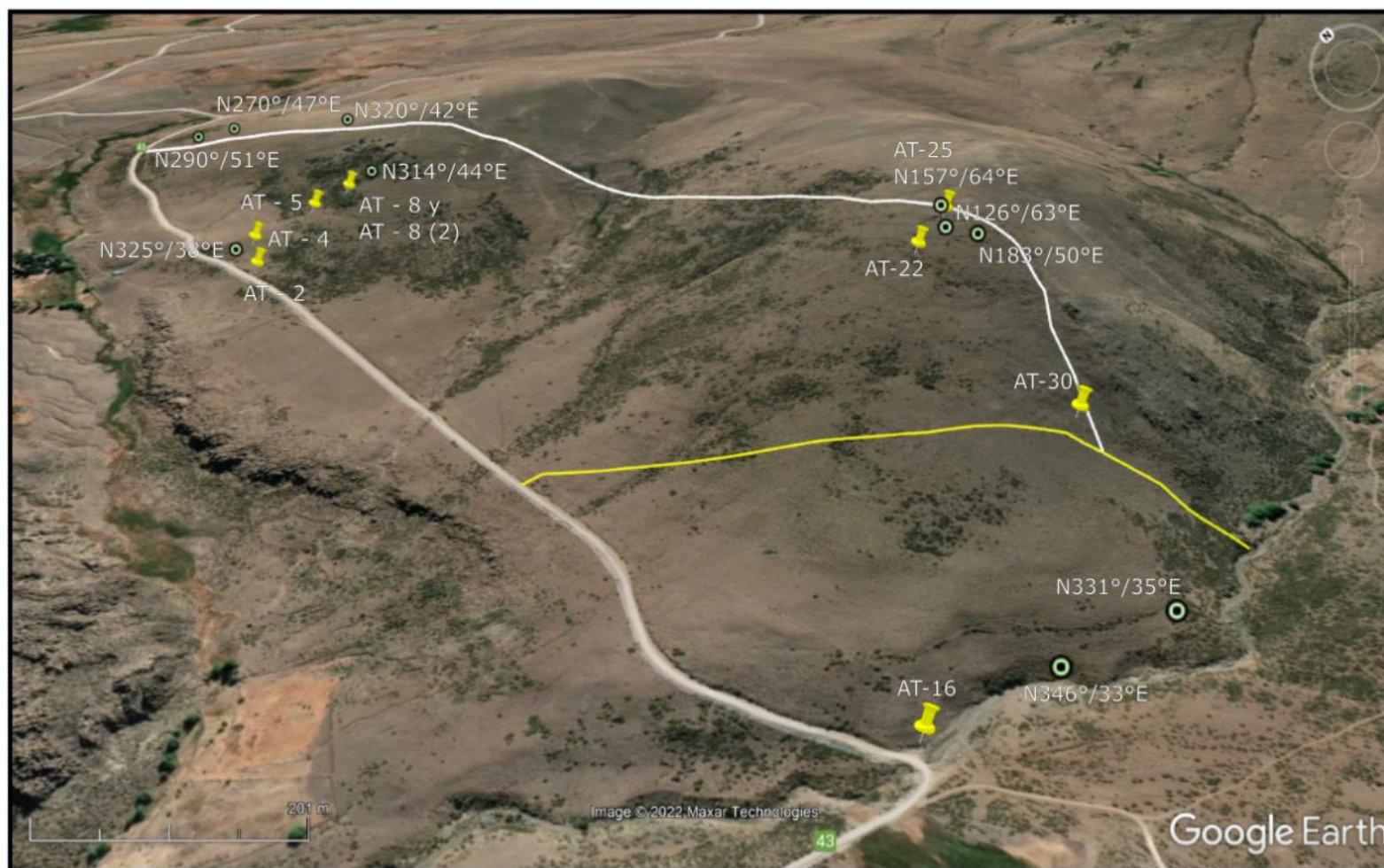


Fig. 21. Vista hacia el NE del área de estudio (imagen satelital Google Earth, 2022). La línea blanca indica el límite propuesto en este trabajo para las unidades Arroyo del Torreón y Cordillera del Viento, mientras que la línea amarilla indica el límite inferido entre la Formación Arroyo del Torreón y las ignimbritas.

Capítulo IV

Petrografía

En este capítulo se incluyen las descripciones petrográficas, tanto a escala mesoscópica como microscópica, de las muestras seleccionadas recolectadas durante el trabajo de campo (Fig. 22). La nomenclatura empleada en las descripciones corresponde a: Qz = cuarzo, Ms = muscovita, Fsp = feldespato, Kfs = feldespato potásico, Pl = plagioclasa, Bt = biotita, Chl = clorita, Ser = sericita, Op = mineral opaco, Óx = óxido.

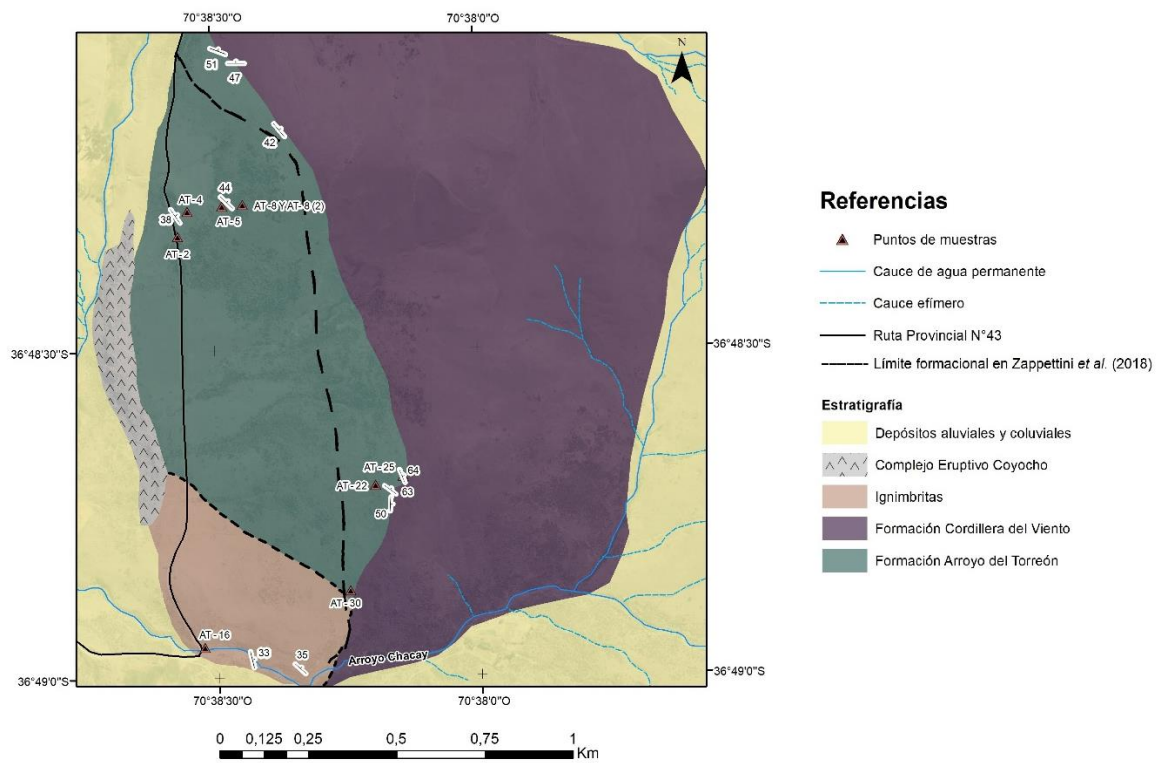


Fig. 22. Geología del área de estudio con ubicación de las muestras analizadas.

Metarenisca cuarcítica (Muestra AT – 2; Fig. 23)

Roca de grano fino a muy fino, de color amarillo claro a grisáceo y, en algunos sectores, pardo producto de oxidación (Fig. 23. A). A escala microscópica se observan cuarzo, y biotita, muscovita y clorita de hábito laminar orientadas de acuerdo a su depositación (S_0 N345°) (Fig. 23. B-C). Hay presencia de cuarzo de origen sedimentario, redondeado a subredondeado, y cuarzo con textura granoblástica evidenciando un metamorfismo incipiente (Fig. 23. C). La matriz se encuentra compuesta principalmente de sericita. Hay microfracturas rellenas de óxidos (Fig. 23. C-B).

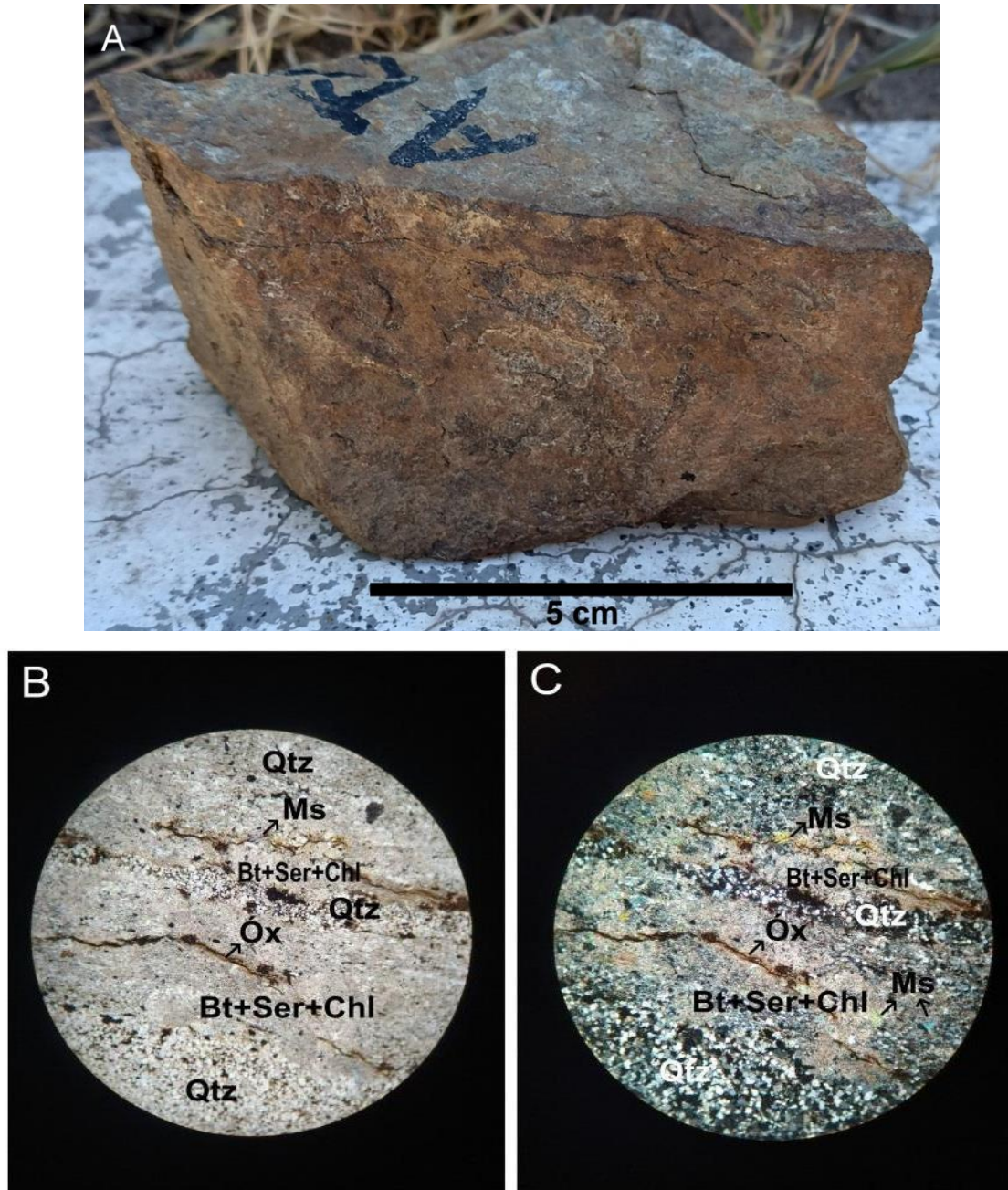


Fig. 23. A. Metarenisca cuarcítica (AT-2) donde se observa la abundante oxidación y la orientación sedimentaria de los componentes (S_0). B. Fotomicrografía a nicols paralelos (B) y nicols cruzados (C) mostrando la asociación mineral; se observa cuarzo granular y en textura granoblástica.

Metatufita (Muestra AT – 4; Fig. 24)

Roca de color gris oscuro, de grano fino a muy fino (Fig. 24. A), compuesta por cuarzo, muscovita y biotita. Presenta textura porfidoblástica. Formas relícticas de cristales aciculares a tabulares son reemplazadas por muscovita y biotita. Hay presencia de cuarzo de origen sedimentario, redondeado a subredondeado, y cuarzo con textura granoblástica. La alteración sericitica es importante (Fig. 24. B-C). El protolito de la roca corresponde a una roca sedimentaria o posiblemente piroclástica, según se interpreta de acuerdo al plano de depositación (S_0) relíctico.

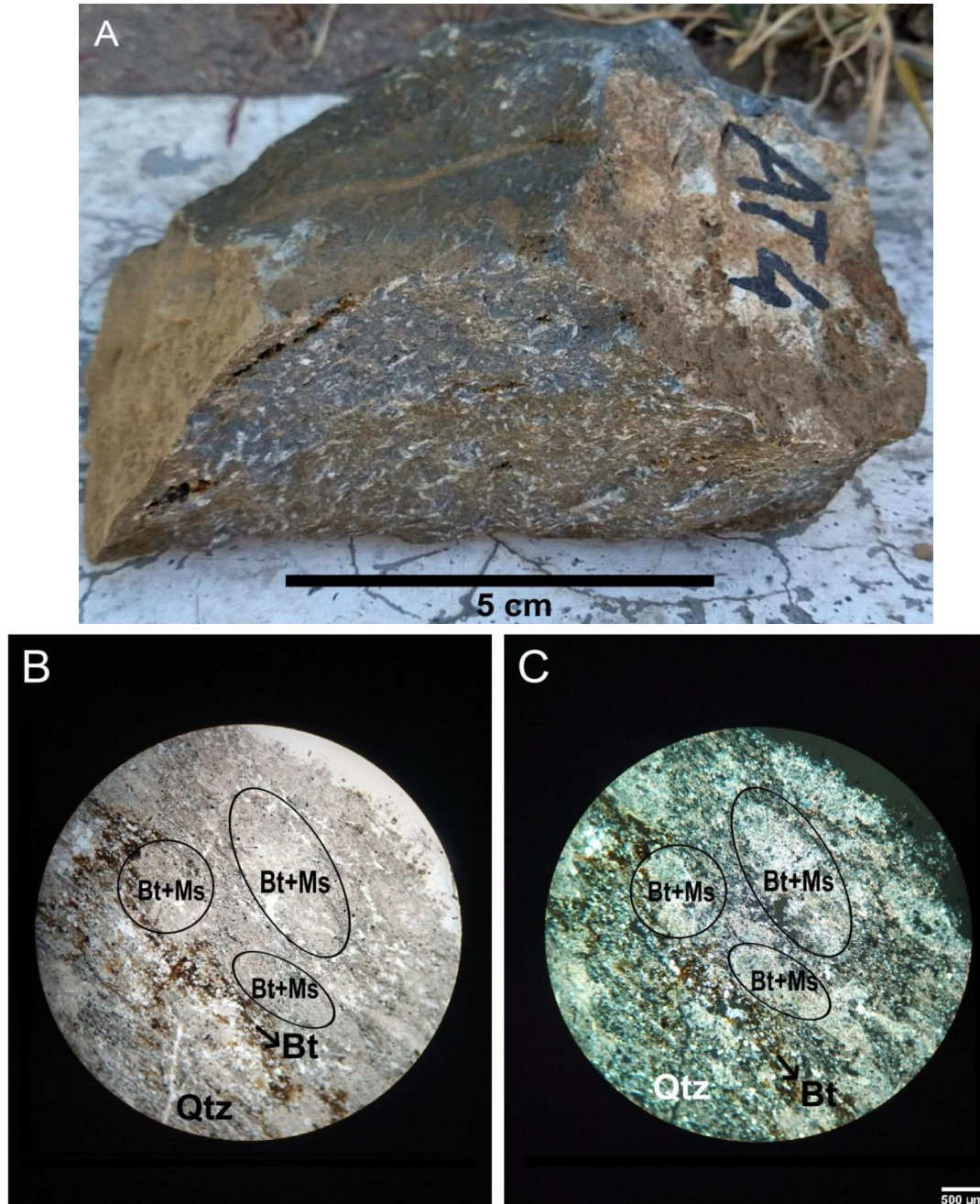


Fig. 24. A. Metatufita (AT-4) donde se observa la abundante oxidación y las formas relícticas (blanquecinas) de cristales aciculares. B. Fotomicrografía a nicols paralelos (B) y nicols cruzados (C) mostrando la asociación mineral; se observa la textura nodular incipiente.

Riolita silicificada (Muestra AT – 5; Fig. 25)

Roca de color blanquecino; en ciertos sectores se observan colores pardos, producto de oxidación (Fig. 25. A). La matriz, de textura esferulítica, está compuesta de cuarzo microcristalino (55%) y feldespatos levemente alterados (45%), formando las esferulitas (Fig. 25. B-C). Los minerales opacos constituyen los componentes accesorios (<1%). Son comunes las microvenillas de cuarzo.

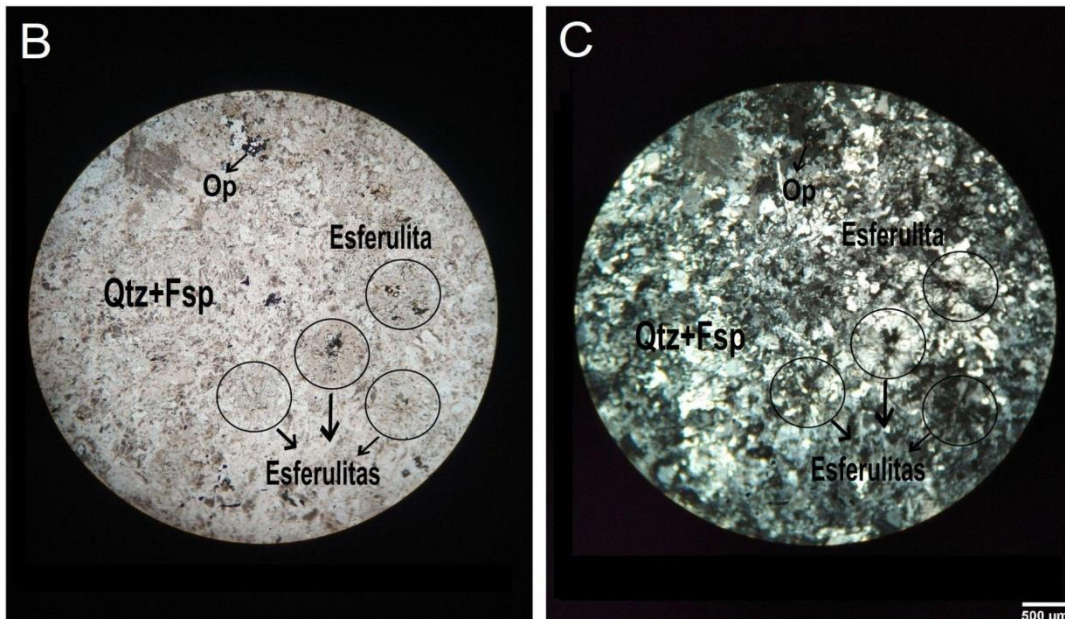
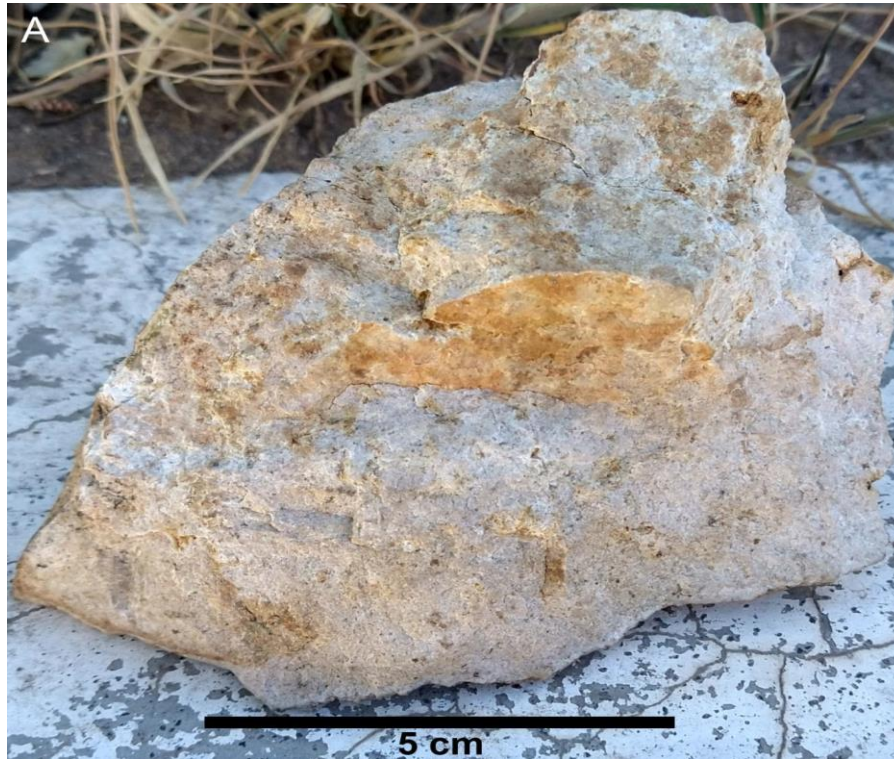


Fig. 25. A. Riolita silicificada blanquecina (AT 5). B. Fotomicrografía a nicoles paralelos (B) y nicoles cruzados (C) mostrando los componentes; se observa cuarzo microcristalino y feldespatos, formando la textura esferulítica.

Metarenisca cuarzo-feldespática (Muestra AT – 8 y AT – 8 (2); Figs. 26 y 27)

Roca de grano fino a muy fino, bandeada, de color gris oscuro y, en algunos sectores, parda producto de oxidación (Figs. 26. A); lateralmente muestra sectores con cierta esquistosidad que la convierte en friable (27. A). Está compuesta por cuarzo, feldespato potásico y filosilicatos, principalmente muscovita, biotita y clorita (Figs. 26. B-C y 27. B-C). La matriz contiene sericita. La textura es clástica a granolepidoblástica incipiente, compuesta por bandas de cuarzo subredondeado, de origen sedimentario, y en algunos sectores de tipo granoblástico, y bandas compuestas por feldespato potásico, muscovita, biotita y clorita (Fig. 26. C). En los cristales de feldespato potásico se observa una textura poiquiloblástica también incipiente (Fig. 27. B-C).

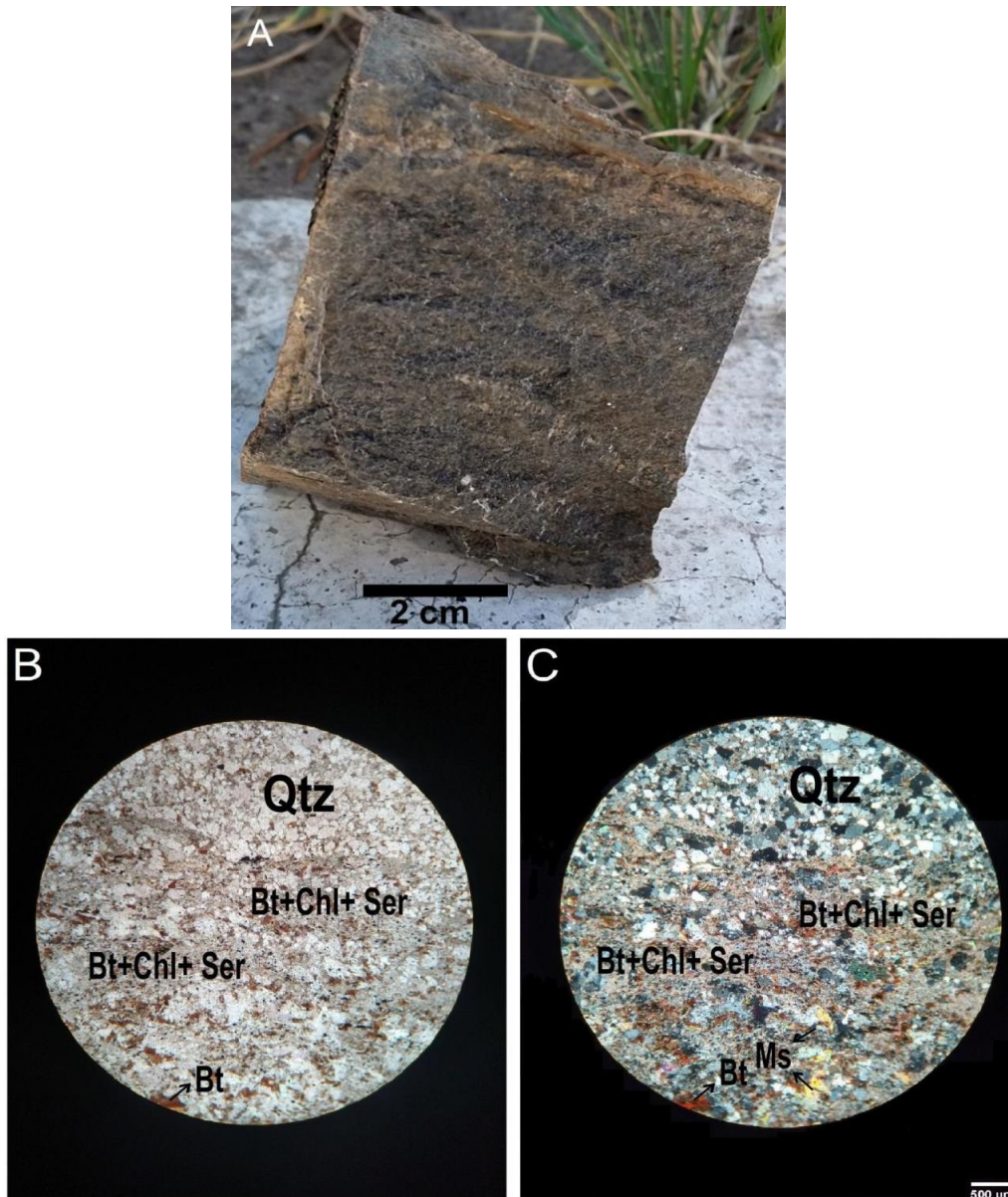


Fig. 26. A. Metarenisca cuarzo-feldespática bandeada (AT-8) muy oxidada. B. Fotomicrografía a nicoles paralelos (B) y nicoles cruzados (C) donde se observa la asociación mineral y textura granolepidoblástica incipiente, compuesta por bandas de cuarzo y bandas de clorita, biotita y muscovita.

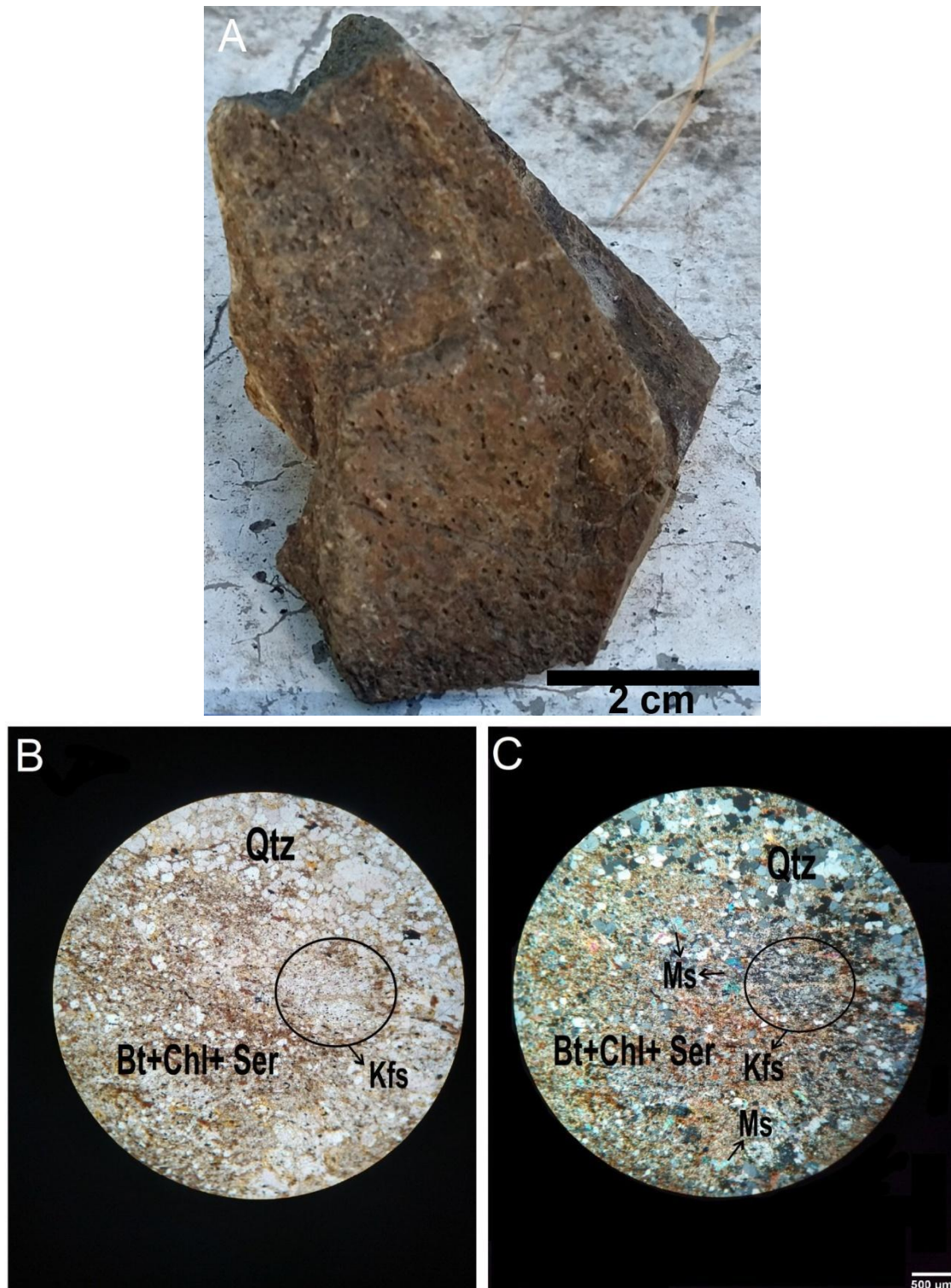


Fig. 27. A. Metarenisca cuarzo-feldespática bandeada friable (AT-8(2)) con abundante oxidación. B. Fotomicrografía a nicols paralelos (B) y nicols cruzados (C) con la asociación mineral; se observa una textura granolepidoblástica incipiente, compuesta por bandas de cuarzo y bandas de clorita, biotita, muscovita y feldespato potásico, y textura poquiloblástica en los cristales de feldespato potásico.

Ignimbrita vitrolitocristalina intermedia (Muestra AT – 16; Fig. 28)

Ignimbrita vitrolitocristalina (Fig. 28. A) de color gris, amarillenta clara por oxidación, de composición intermedia. Está compuesta por litoclastos (30%), cristaloclastos (45%) y matriz (25%) (Fig. 28. B-C). Tanto los litoclastos como los cristaloclastos presentan una importante alteración. Los cristaloclastos están compuestos de plagioclasa (100%) mayormente subhedrales, con hábito tabular, con un rango de tamaño entre 0,5 y 2 mm y presentan abundante alteración caolinítica. Los litoclastos poseen un tamaño de hasta 3 mm. La matriz presenta textura eutaxítica con fiammes (Fig. 28. B-C). Cabe destacar que la roca no evidencia metamorfismo y presenta un menor grado de deformación que las rocas circundantes.

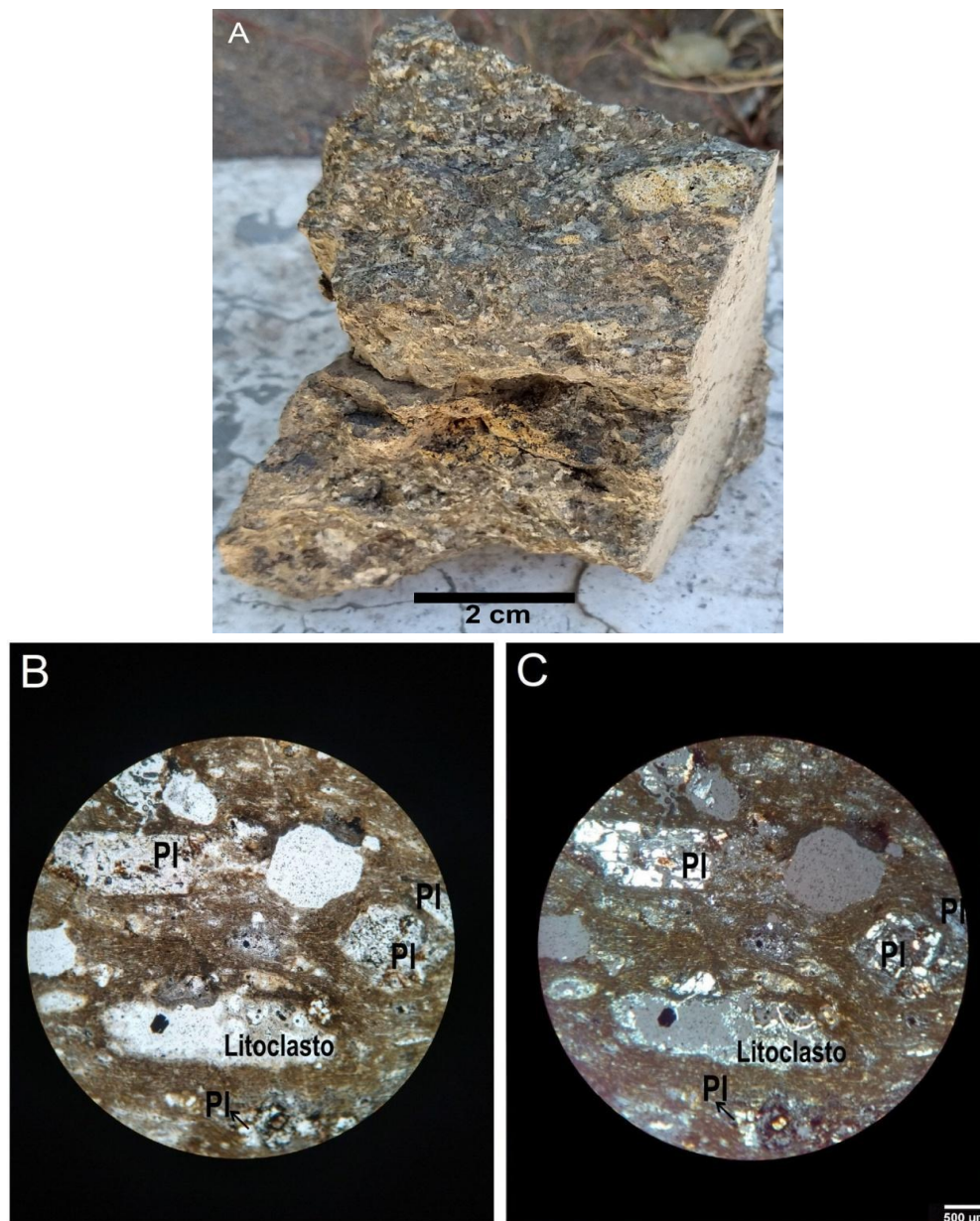


Fig. 28. A. Ignimbrita vitrolitocristalina de composición intermedia (AT-16). B. Fotomicrografía a nicoles paralelos (B) y nicoles cruzados (C) mostrando la asociación mineral en una matriz de textura eutaxítica con fiammes; litoclastos y cristaloclastos de feldespato plagioclasa.

Metatufita (Muestra AT – 22; Fig. 29)

Roca de color gris blanquecino, por oxidación marrón-amarillenta (Fig. 29. A). Está compuesta por cuarzo, feldespato potásico y filosilicatos, muscovita, biotita y clorita (Fig. 29. B-C). Formas relícticas de cristales aciculares a tabulares son reemplazadas por muscovita y biotita. El feldespato potásico presenta textura poiquiloblástica (Fig. 29. C), aunque algunos cristales pueden ser relícticos. La biotita y la muscovita de grano fino se encuentran diseminadas en toda la muestra, mientras que el cuarzo se encuentra presente en menor medida y posee textura granoblástica. Se observa el plano de depositación (S_0 N308°). La roca presenta alteración sericítica.

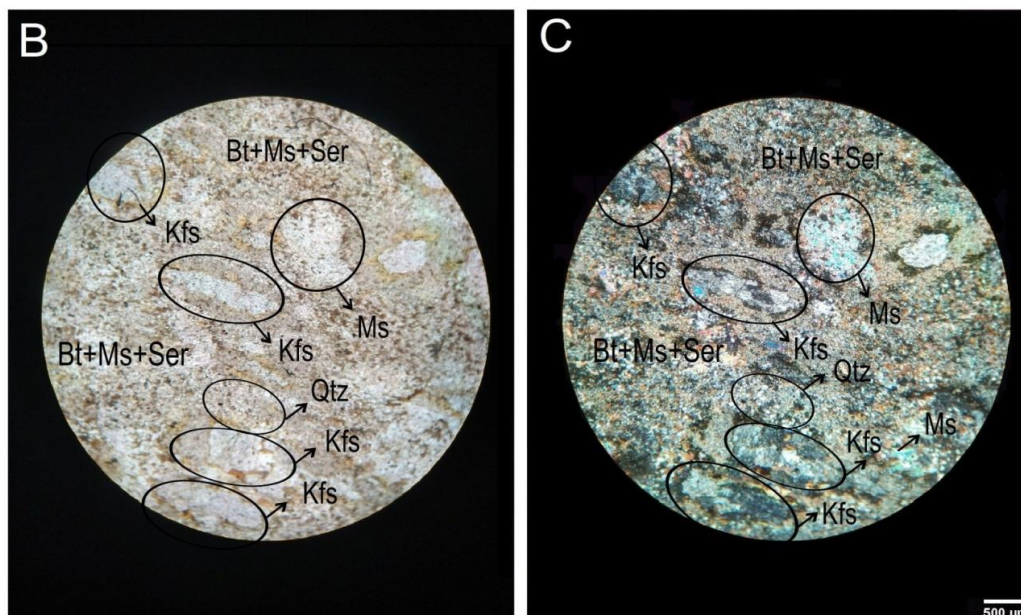


Fig. 29. A. Metatufita (AT-22) con abundante oxidación. B. Fotomicrografía a nicols paralelos (B) y nicols cruzados (C) mostrando la asociación mineral; cuarzo con textura granoblástica y feldespato potásico con textura poiquiloblástica; filosilicatos diseminados.

Metarenisca cuarcítica violácea (Muestra AT – 25; Fig. 30)

Roca de grano fino a muy fino, de color violáceo en afloramiento, laminada (Fig. 30. A). Está compuesta de cuarzo (60%), feldespato (5%), biotita (15%), muscovita (15%) y clorita (5%). La textura es clástica a granolepidoblástica incipiente, compuesta por bandas de cuarzo subredondeado, de origen sedimentario, y en algunos sectores de tipo granoblástico, y bandas compuestas por feldespato potásico y muscovita (Fig. 30. B-C). La biotita es de grano fino y se encuentra diseminada en la muestra. La matriz de la roca se encuentra compuesta de sericita.

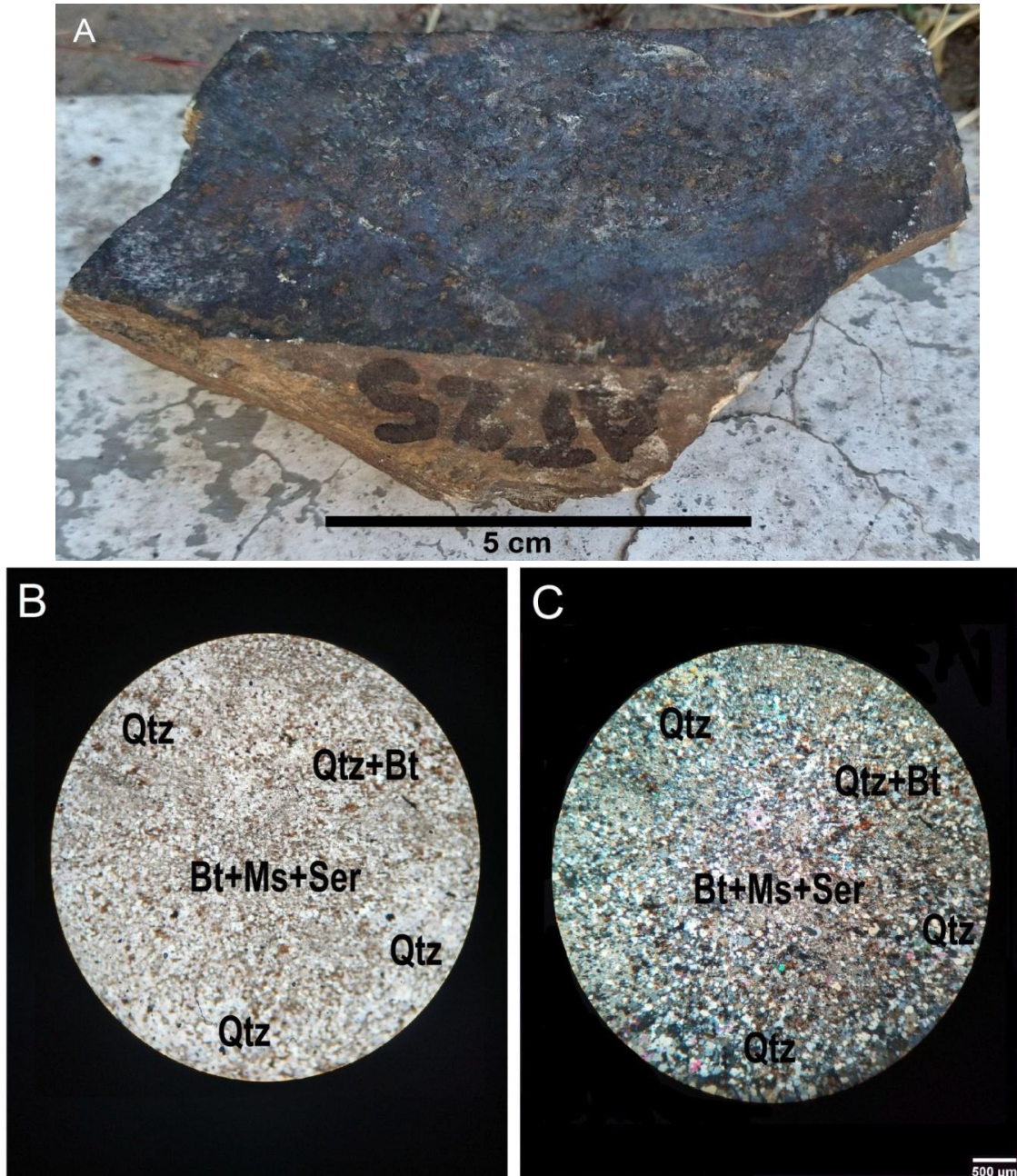


Fig. 30. A. Metarenisca violácea (AT-25). B. Fotomicrografía a nicoles paralelos (B) y nicoles cruzados (C) mostrando la asociación mineral y una textura clástica a granolepidoblástica incipiente.

Metatufita (Muestra AT – 30; Fig. 31)

Roca grisácea, de color amarillo claro por oxidación (Fig. 31. A). Se encuentra compuesta por cuarzo, biotita y muscovita. Presenta una textura nodular incipiente donde se observa recristalización de cuarzo y muscovita (Fig. 31. B-C). El cuarzo presenta en ciertos sectores textura granoblástica. Se observa el plano de depositación (S_0 N308°). Localmente se encuentran microvenillas de cuarzo.

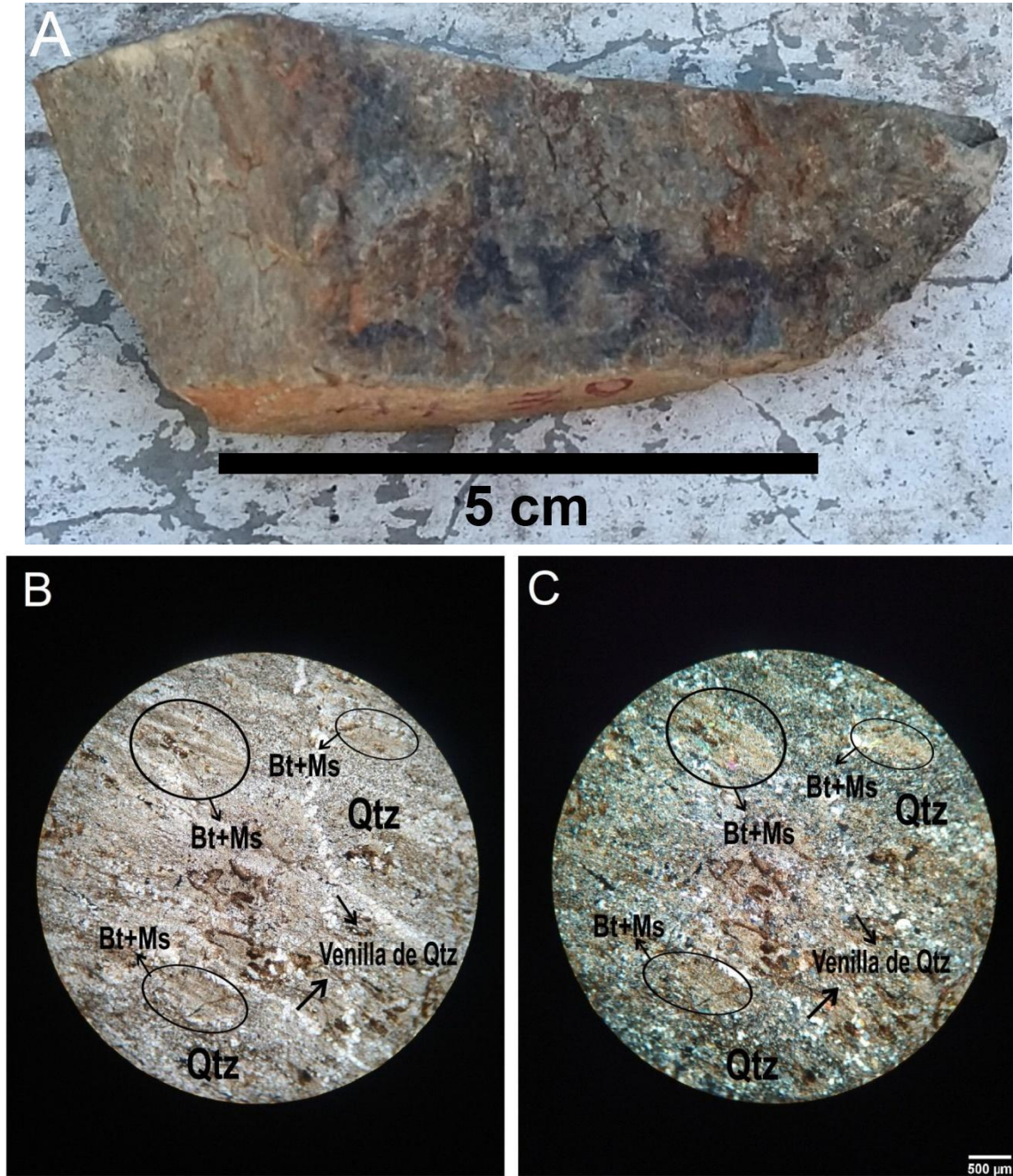


Fig. 31. A. Metatufita (AT-30) con abundante oxidación. B. Fotomicrografía a nicols paralelos (B) y nicols cruzados (C) con la asociación mineral; se observa una textura nodular incipiente, con recristalización de cuarzo y muscovita.

Capítulo V

Discusiones e interpretaciones

A continuación, se plantea una incógnita surgida a partir de la realización de este trabajo, con respecto a la edad y relación estratigráfica de la ignimbrita (AT-16) con las unidades adyacentes.

La Formación Arroyo del Torreón, en su sección tipo ubicada hacia el sur en el área de Andacollo, está integrada por tobas y coladas riolíticas en los niveles inferiores, que pasan transicionalmente a areniscas cuarzosas y a sedimentitas marinas pelíticas en los niveles superiores. De la misma manera, no se han mencionado ignimbritas en su constitución en los antecedentes locales, en el área de Varvarco, donde se ha descrito como compuesta por tobas y areniscas afectadas por metamorfismo de bajo grado, en el arroyo Chacay (Zappettini *et al.*, 2012) y como secuencias clásticas de gruesas a finas y tobas, en el arroyo Guaraco Norte (Suarez, 2020). Se interpreta aquí, en base a los minerales metamórficos, texturas y microestructuras de las rocas analizadas, que la Formación Arroyo del Torreón en el área de estudio ha sido afectada por un metamorfismo regional de muy bajo-bajo grado en facies sub-esquistos verdes. Asimismo, las rocas conservan en forma relíctica la mineralogía y texturas primarias de los protolitos ígneos y sedimentario clástico.

A partir de las observaciones realizadas, la ignimbrita descrita en la base del Perfil B, y que también está expuesta hacia el norte del Perfil A, tiene características de ser vitrolitocristalina y de composición intermedia. Además, su plano de depositación tiene un buzamiento menor que el resto de la secuencia y no exhibe metamorfismo ni deformación en comparación a las rocas adyacentes.

Existe la datación de una ignimbrita riolítica, realizada por Zappettini *et al.* (2015), “en el curso inferior del arroyo Chacay”, sin precisar su ubicación (Zappettini *et al.*, 2015). La edad U-Pb SHRIMP obtenida es de $250,9 \pm 2,6$ Ma. Estos autores (Zappettini *et al.*, 2015) indican que dicha edad presenta controversia debido a que corresponde al límite Pérmico-Triásico por lo que formaría parte del Complejo Plutónico-Volcánico Huingancó, mientras que, por correlación, estas mismas rocas fueron asignadas a la Formación Cordillera del Viento en el área de Andacollo. Considerando la falta de precisión en cuanto a la edad de la Formación Cordillera del Viento en el área Andacollo, Zappettini *et al.* (2015) proponen tentativamente extender la edad de la Formación Cordillera del Viento al límite Pérmico-Triásico y que las unidades del Complejo Plutónico-Volcánico Huingancó queden restringidas al Pérmico.

De corresponderse genéticamente las ignimbritas vitrolitocristalinas intermedias con las ignimbritas riolíticas datadas en el área, se sostiene su naturaleza posterior a la historia deposicional de la Formación Arroyo del Torreón. Sin embargo, se propone revisar la asignación de ignimbritas riolíticas de edad permotriásica a la Formación Cordillera del

Viento porque, por definición, esta unidad se desarrolla por encima de la Discordancia Huárpica que tiene lugar en la región del Triásico Inferior a Medio (Llambías *et al.*, 2007).

Capítulo VI

Conclusiones

Como resultado del trabajo de campo, laboratorio y gabinete realizado, se han definido litológica y estratigráficamente las rocas aflorantes entre las quebradas de los arroyos El Auque y Chacay, los que son sintetizados en una columna estratigráfica generalizada para el área de estudio (Fig. 19) y un mapa geológico de escala 1:10.000 (Fig. 20).

La secuencia estudiada corresponde a la Formación Arroyo del Torreón, de edad carbonífera inferior. El afloramiento presenta un espesor total de 65 m y está constituido por una intercalación de mayor espesor de metareniscas y metatufitas, interestratificadas con vulcanitas ácidas, silicificadas, de poco espesor. Las características observadas en estos depósitos concuerdan con el paleoambiente inferido para la unidad, probablemente marino litoral asociado a una importante actividad volcánica, en particular en el área de estudio con abundante participación de material piroclástico y, en menor medida, de flujos lávicos.

Las rocas en general presentan una importante alteración sericítica y un metamorfismo regional de muy bajo-bajo grado en facies sub-esquistos verdes a partir de protolitos ígneos y sedimentario clástico, de acuerdo al análisis mineralógico, textural y microestructuras de las rocas analizadas.

El contacto de la base de la unidad no se encuentra expuesto, mientras que existe un contacto discordante entre la parte superior del afloramiento de la unidad y la parte inferior expuesta de la suprayacente Formación Cordillera del Viento. Regionalmente, este contacto está vinculado a la Discordancia Huárpica, formado a partir de la Fase Diastrófica Huárpica que tiene lugar en el Triásico Inferior a Medio.

Se concluye, además, que las ignimbritas vitrolitocristalinas de composición intermedia no pertenecen a la Formación Arroyo del Torreón. Su ubicación en una cota inferior con respecto al resto de las rocas analizadas, rodeando el afloramiento tanto por el norte como por el sur, podría adjudicarse al relleno de un paleorrelieve durante un evento piroclástico posterior a la depositación de la unidad Arroyo del Torreón.

Bibliografía

- Agüero, A.E., 2018.** Caracterización geológico-metamórfica del basamento del extremo noroeste de la Cordillera del Viento, Neuquén. Trabajo Final de Licenciatura en Ciencias Geológicas (inédito), FaIn, UNCo: 40 pp.
- Agüero, A.E., González, P.D. y de la Puente, G.S., 2017.** Caracterización geológico-metamórfica del basamento del extremo noroeste de la Cordillera del Viento, Neuquén. 20° Congreso Geológico Argentino, San Miguel de Tucumán. Actas: 7-9. Caracterización geológico-metamórfica del basamento del extremo noroeste de la Cordillera del Viento, Neuquén. Trabajo Final de Licenciatura en Ciencias Geológicas (inédito), FaIn, UNCo: 40 pp.
- Amos, A.J., 1972.** Las cuencas carbónicas y pérmicas de Argentina. Simposio Internacional Sistema Carbonífero-Pérmico América do Sul, Río de Janeiro. Academia Brasileira de Ciencias, Anales 44 (Supl.), 27-36.
- Assis, O.S., 2019.** Petrografía y fábrica magnética de la Granodiorita Varvarco y plutones asociados, Cretácico Tardío-Paleoceno de los Andes Neuquinos. Trabajo Final de Licenciatura en Geología (inédito), Sede Alto Valle-Valle Medio, UNRN: 80 pp.
- Assis, O.S., Zaffarana, C., Orts, D., Puigdomenech, C., Ruiz González, V., Gallastegui, G., Hauser, N., Kiseeva, E.S., Molina, J.F. y Pernich, S., 2022.** Emplacement conditions and exhumation of the Varvarco Tonalite and associated plutons from the Cordillera del Viento, Southern Central Andes. *Geological Magazine*, 159 (5): 645-672.
- Braccacini, I.O., 1970.** Rasgos tectónicos de las acumulaciones mesozoicas en las provincias de Mendoza y Neuquén, República Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 25 (2): 275-282.
- Casé, A.M., Impiccini, A., Franchini, M.B., Danieli, J.C. y Schalamuk, I., 2004.** La alteración hidrotermal del Arroyo Auquén, NO de Neuquén: ¿Un estilo similar a la alteración del depósito epitermal de alta sulfuración? VII Congreso de Mineralogía y Metalogenia: 161-188.
- Casé, A.M., López Escobar, L., Danieli, J.C. y Schalamuk, I., 2008.** Butalón igneous rocks, Neuquén, Argentina: Age, stratigraphic relationships and geochemical features. *Journal of South American Earth Sciences* 26: 188–203.
- Compton, R.R., 1962.** *Manual of Field Geology*. John Wiley and Sons, 378 pp.
- Danieli, J.C., Casé, A.M. y Deza, M.A., 1999.** El distrito minero de Andacollo, Neuquén. En: Zappettini, E.O. (Ed.), *Recursos Minerales de la República Argentina*. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 35: 1349-1364.

- Danieli, J.C., Franchini, M.B., Impiccini, A., Casé, A.M., Schalamuk, I. y Deza, M., 2002.** Presencia de pirofilita del arroyo Auquén, Varvarco, Neuquén. XV Congreso Geológico Argentino, El Calafate. Actas 1: 406-411.
- Danieli, J.C., Coppolecchia, M. y Elissondo, M., 2011.** El Grupo Andacollo (Paleozoico Tardío). En: Leanza, H., Vallés, J., Arregui, C., Danieli, J.C. (Eds.), Geología y Recursos Naturales de la provincia del Neuquén. Relatorio XVIII Congreso Geológico Argentino 5: 49-53.
- Digregorio, J.H., 1972.** Neuquén. En Leanza, A.F. (ed.) Geología Regional Argentina. Academia Nacional de Ciencias, 439-505.
- Digregorio J.H. y Uliana, M.A., 1980.** Cuenca Neuquina. En J.C.M. Turner (ed.) Geología Regional Argentina. Academia Nacional de Ciencias, 2: 985-1032.
- Fabiano, J., Molnar, N., Sagripanti, L., Rojas Vera, E., Ruiz, F., Giménez, M. y Folguera, A., 2012.** El rol de la inversión tectónica en la formación de la faja de Chos Malal: El levantamiento de la Cordillera del Viento sobre la vertiente andina argentina. XIII Congreso Geológico de Chile. Actas: 135-137.
- Folk, R.L., 1974.** Petrology of Sedimentary Rocks. Hemphill Publishing Co., 170 pp.
- Franchini, M., Schalamuk, I.B.A., Meinert, L. y López-Escobar, L., 2003.** Magmatic characteristics of the Paleocene Cerro Nevazón region and other Late Cretaceous to Early Tertiary calc-alkaline subvolcanic to plutonic units in the Neuquén Andes, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, 16(5), 399–421.
- Franzese, J.R., Veiga, G.D. Schwarz, E. y Gómez Pérez, I., 2006.** Tectonostratigraphic evolution of a Mesozoic graben border system: the Chachil depocenter, southern Neuquén Basin, Argentina. *Journal of the Geological Society*, 163: 1-15.
- Freytes, E., 1969.** Estratigrafía y relaciones de contacto de los afloramientos del Grupo Choyoi (Serie Porfírica) en el sur de Mendoza, norte de Neuquén y sudoeste de La Pampa. *Yacimientos Petrolíferos Fiscales* (inédito), 79 pp.
- Giacosa, R., Allard, J., Foix, F. y Heredia, N., 2014.** Stratigraphy, structure and geodynamic evolution of the Paleozoic rocks in the Cordillera del Viento (37° S latitude, Andes of Neuquén, Argentina). *Journal of Iberian Geology*, 40: 331-348.
- Groeber, P., 1929.** Líneas fundamentales de la geología del Neuquén, sur de Mendoza y regiones adyacentes. Dirección General de Minas, Geología e Hidrología. Boletín 58: 109 pp.
- Groeber, P., 1946.** Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70°. 1. Hoja Chos Malal. *Revista de la Sociedad Geológica Argentina*, 1: 177-208.

- Groeber, P., 1947.** Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70°. 3. Hojas Domuyo, Mari Mahuida, Huarhuarco y parte de Epulauken 4. Hojas Bardas Blancas y Los Molles. *Revista de la Sociedad Geológica Argentina* 2: 347-433.
- Hervé, F., Calderón, M., Fanning, M., Pankhurst, R. y Godoy, E., 2013.** Provenance variations in the Late Paleozoic accretionary complex of central Chile as indicated by detrital zircons. *Gondwana Research* 23, 1122–1135.
- JICA (Japan International Cooperation Agency) 1992.** Interim report on the northern Neuquén geothermal development project. Japan International Cooperation Agency, Tokio y Ente Provincial de Energía de la Provincia del Neuquén (informe inédito).
- JICA/M.M.A.J., 2000.** Report on regional survey for mineral resources in the southern Andes of the Argentine Republic. Phase 1 (inédito).
- JICA, 2001.** Report on Regional Survey for Mineral Resources in the Southern Andes Area. Argentine Republic. Final Report. March 2001. Informe MPN-JR-01-077 (inédito), 378 pp.
- Kay, S. M., Burns, W. M. y Copeland, P. 2006.** Upper Cretaceous to Holocene magmatism and evidence for transient Miocene shallowing of the Andean subduction zone under the northern Neuquén Basin. *Geological Society of America*, 2407 (02), 19–60.
- Le Bas, M.J. y Streckeisen, A.L., 1991.** The IUGS systematics of igneous rocks. *Journal of the Geological Society* 148: 825-833.
- Le Maitre, R.W., Streckeisen, A., Zanettin, B., Le Bas, M.J., Bonin, B. y Bateman, P., 2005 (Eds.).** *Igneous Rocks: A Classification and Glossary of Terms*. Cambridge University Press, 2° edición: 266 pp.
- Leanza, H.A., Llambías, E.J. y Carbone, O., 2005.** Unidades estratigráficas limitadas por discordancias en los depocentros de la cordillera del Viento y la sierra de Chacaicó durante los inicios de la Cuenca Neuquina. 5° Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, Trabajos Técnicos, Versión CD ROM.
- Llambías, E.J., 1986.** Intrusivos pérmicos del sur de la Cordillera del Viento, provincia del Neuquén. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 41: 22-32.
- Llambías, E.J., 1999.** Las rocas ígneas gondwánicas. En: *Geología Argentina*. SEGEMAR, Anales 29 (14): 349-376.
- Llambías, E.J. y Rapela, C.W., 1989.** Las vulcanitas de Collipilli, Neuquén, y su relación con otras unidades paleógenas de la Cordillera. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 44: 224-236.
- Llambías, E.J. y Stipanovic, P.N., 2002.** Grupo Choiyoi. En *Léxico Estratigráfico de la Argentina*, 8: Triásico, Asociación Geológica Argentina, Serie B, 26: 89-91.

- Llambías, E., Leanza, H. y Carbone, O., 2007.** Evolución tectono-magmática durante el Pérmico al Jurásico temprano en la Cordillera del Viento (37° 05' S – 37° 15' S): nuevas evidencias geológicas y geoquímicas del inicio de la cuenca Neuquina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 62 (2), 217-235.
- Méndez, V., Zanettini J.C.M. y Zappettini, E.O., 1995.** Geología y metalogénesis del Orógeno Andino Central, República Argentina. Dirección Nacional de Servicio Geológico, *Anales* 23: 1-190.
- Pesce, A.H., 1981.** Estratigrafía de las nacientes del río Neuquén y Nahueve, Provincia del Neuquén. 8° Congreso Geológico Argentino, Buenos Aires, *Actas* 3: 439-455.
- Ramos, V.A., Folguera, A. y García Morabito, E., 2011.** Las Provincias Geológicas del Neuquén. En: Leanza H.A., Arregui C., Carbone O., Danieli J.M. & Vallés J.M. (Eds.), *Geología y Recursos Naturales de la provincia del Neuquén. Relatorio XVIII Congreso Geológico Argentino*: 317-326.
- Rapela, C.W. y Llambías, E.J., 1985.** La secuencia andesítica terciaria de Andacollo, Neuquén, Argentina. IV Congreso Geológico Chileno, Antofagasta, *Actas* 3: 458-488.
- Rolleri, E. y Criado Roque, P., 1970.** Geología de la provincia de Mendoza. 4° Jornadas Geológicas Argentinas, *Actas* 2: 1-60.
- Spagnuolo, M. G., Folguera, A., Litvak, V., Rojas Vera, E. A. y Ramos, V. A. 2012.** Late Cretaceous arc rocks in the Andean retroarc region at 36.5oS: Evidence supporting a Late Cretaceous slab shallowing. *Journal of South American Earth Sciences*, 38, 44–56.
- Stipanivic, P.N., 1965.** El Jurásico en Vega de la Veranada (Neuquén), el Oxfordense y el diastrofismo Divesiano (Agassiz-Yaila) en Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 20: 403-478.
- Stoll, W.C. 1950.** Geología y depósitos minerales de Andacollo. Territorio de Neuquén. Dirección Nacional de Minería, *Anales* 6:1-35.
- Stoll, W.C., 1957.** Geología y depósitos minerales de Andacollo, Provincia de Neuquén. Dirección Nacional de Minería. *Anales* 6: 38 pp.
- Suárez, M., 2007.** Geología del área Andacollo -parte sur-, Cordillera del Viento, Neuquén, Argentina. MAGSA-Andacollo (inédito), 50 pp.
- Suarez, G.M., 2020.** Estratigrafía de las unidades paleozoicas aflorantes en la quebrada del arroyo Huaraco Norte, Cordillera del Viento, Provincia del Neuquén. Trabajo Final de Licenciatura en Ciencias Geológicas (inédito), FaIn, UNCo, Neuquén, 113 pp.
- Suárez, M. y De la Cruz, R., 1994.** Geología del área Andacollo, parte sur de la cordillera del Viento, Neuquén, Argentina. Placer International Exploration. Informe inédito, 76 pp.

- Suárez, M. y De la Cruz, R., 1997.** Vulcanismo pliniano del Lías durante los inicios de la cuenca de Neuquén, Cordillera del Viento, Neuquén, Argentina. VII Congreso Geológico Chileno, Concepción, Actas 1, 266-270.
- Suárez M., De la Cruz, R., Fanning, M. y Etchart, H., 2008.** Carboniferous, Permian and Toarcian magmatism in Cordillera del Viento, Neuquén, Argentina: First U–Pb Shrimp dates and tectonic implications. 17° Congreso Geológico Argentino, Actas, S. S. de Jujuy, 906-907.
- Vergani, G.D., Tankard, A.J., Belotti, H.J. y Welsink, H.J., 1995.** Tectonic evolution and paleogeography of the Neuquén Basin, Argentina. American Association of Petroleum Geologists, Memoir 62: 383-402.
- Yrigoyen, M.R. 1972.** Cordillera Principal. En: Leanza, A.F. (Ed.): Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias, 345-364.
- Zanettini, J.C.M., 2001.** Hoja Geológica 3772-II Las Ovejas, provincia del Neuquén. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín 263: 61 pp.
- Zamora Valcarce, G., Zapata, T.R., del Pino, D. y Ansa, A. 2006.** Structural evolution and magmatic characteristics of the Agrio fold-and-thrust belt. En Kay, S. y Ramos, V.A. (eds.) Evolution of an Andean margin: a tectonic and magmatic view from the Andes to the Neuquén Basin (35°- 39°S lat.). Geological Society of America, Special Paper 497: 125-145.
- Zapata, T., Brissón, I., y Dzelalija, F. 1999.** The role of the basement in the Andean fold and thrust belt of the Neuquén Basin. Thrust Tectonics p. 122-124.
- Zappettini, E.O., Méndez, V. y Zanettini J.C.M., 1987.** Metasedimentitas mesopaleozoicas en el noroeste de la Provincia del Neuquén. Revista de la Asociación Geológica Argentina 42: 206-207.
- Zappettini, E.O. y Dalponte, M., 2009.** Hallazgo de Hierro Bandeado en el Basamento del sector noroccidental de la Cordillera del Viento, Provincia del Neuquén: Aspectos estratigráficos y metalogenéticos. Revista de la Asociación Geológica Argentina. 64: 550-554.
- Zappettini, E.O., Dalponte, M., Leanza, H.A., Lagorio, S. y Santos J.O.S., 2011.** Edad y correlación de la Formación Colomichicó, sector septentrional de la Cordillera del Viento. En: Leanza H.A., Arregui C., Carbone O., Danieli J.M. & Vallés J.M. (Eds.), Geología y Recursos Naturales de la provincia del Neuquén. Relatorio XVIII Congreso Geológico Argentino: 1374-1375.
- Zappettini, E.O., Chernicoff, C., Santos, S., Dalponte, M., Belousova, E. y McNaughton, N., 2012.** Retrowedge-related Carboniferous units and coeval magmatism in the

northwestern Neuquén province, Argentina. *Int J Earth Sci (Geol Rundsch)* 101: 2083–2104.

Zappettini E.O., Dalponte, M., Lagorio, S., Segal S.J., Cozzi, G., Santos, J.O., Belousova, E., 2015. Mineralizaciones de hierro y manganeso bandeados (BIFM) vinculados al magmatismo Precuyano en la provincia del Neuquén. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. *Contribuciones Técnicas, Recursos Minerales N° 38*: 67pp.

Zappettini, E.O., Lagorio, S.L., Dalponte. M., Santos, J.O. y Belousova, E., 2018. Evidencias de magmatismo precuyano (Pliensbachiano - Toarciano) en el norte de la Cordillera del Viento, provincia del Neuquén: geoquímica, caracterización isotópica e implicancias tectónicas. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 75: 533-558.

Zappettini, E.O., Cozzi, G., Dalponte, M., Godeas, M., Korzeniewski, L.I., Peroni, J., Segal, S. y Castro Godoy, S., 2021. Análisis Geológico y Metalogenético del Sector Norte de la Cordillera del Viento, provincia del Neuquén. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. *Serie Contribuciones Técnicas Recursos Minerales* 44: 51 pp.

Zöllner, W. y Amos, A.J., 1955. Acerca del Paleozoico superior y Triásico del cerro La Premia, Neuquén. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 10: 127-135.

Zöllner, W. y Amos, A.J., 1973. Descripción Geológica de la Hoja 32b, Chos Malal. Provincia del Neuquén. Escala 1:200.000. *Carta Geológico-Económica de la República Argentina. Servicio Nacional Minero Geológico. Boletín* 143: 97 pp.