



MEMORIA EXPLICATIVA PRELIMINAR DE LA CARTA GEOLÓGICA DEL SECTOR ESTE DEL DEPARTAMENTO DE COLONIA

Pascale Abreu, A¹; Arduin Rode¹, F; Spoturno Pioppo, J²

1 División Geología Económica y Exploración, Área Geología, Dirección Nacional de Minería y Geología, Ministerio de Industria, Energía y Minería

2 Facultad de Ciencias-Universidad de la República

Resumen

OPEN ACCESS

Edited by:

Lic. Néstor Campal
DINAMIGE
Uruguay

Reviewed by:

Leda Sánchez Bettucci
Facultad de Ciencias-UdelaR
DINAMIGE
Uruguay

Corresponding author:

Pascale Abreu, A
alejandra.pascale@miem.gub.uy

Received: 9 Nov 2019

Accepted: 5 Dec 2019

Published: 30 Dec 2019

Citation:

Pascale Abreu, A.; Arduin Rode, F.; Spoturno Pioppo, J. (2019) Memoria explicativa preliminar de la carta geológica del sector este del departamento de Colonia, Revista Investigaciones, Montevideo, 2(2):1-14

El presente trabajo se enmarca dentro del Proyecto Cartografía Geológica del Departamento de Colonia a Escala 1:100.000, llevado a cabo en el marco del Convenio de Cooperación entre la Dirección Nacional de Minería y Geología del MIEM y el Instituto de Ciencias Geológicas de la Facultad de Ciencias. El límite sur del área de estudio es el estuario del Río de la Plata, el límite oeste corresponde a una línea recta de coordenadas UTM (x1: 477895,972; y1: 6189245,141); (x2:477986,312; y2:6246362); el Arroyo Cufre es el límite este y el tramo de la Ruta Nacional N° 12 entre las localidades de Cardona e Ismael Cortinas es su límite norte. El objetivo es la obtención del Mapa Geológico mediante la revisión de antecedentes, fotointerpretación de fotografías aéreas e imágenes satelitales, relevamiento de campo, toma de muestras y análisis petrográfico. Los resultados indican que el subsuelo del área está integrado por rocas del basamento cristalino paleoproterozoico y una cobertura cenozoica con registros que van desde el Oligoceno al Actual. Las unidades de basamento afloran básicamente en el norte del área y corresponden a ortogneisses de Punta Carretas, anfibolitas, paragneisses y micaesquistos de Formación Montevideo, metatobas, metaandecitas, metacalcareos y metabasaltos de Formación Paso Severino, granitoides tardi- a post-orogénicos y los diques de Florida. Desde el punto de vista estructural, la tendencia del rumbo de las unidades de basamento es Este-Oeste. En relación a la cobertura sedimentaria, al norte de la Ruta Nacional N°1 la unidad sedimentaria dominante corresponde a los depósitos Oligocénicos de la Formación Fray Bentos. Al sur dominan los depósitos del Mioceno y Mio-Plioceno representados por facies transicionales entre lutitas fosilíferas de la Formación Camacho y areniscas y conglomerados de la Formación Raigón. Finalmente se reconoce una cobertura poco potente y de gran extensión areal correspondiente a las lodolitas de la Formación Libertad.

1. Introducción

El presente trabajo se enmarca dentro de las líneas de actividad del Área Geología de la Dirección Nacional de Minería y Geología del Ministerio de Industria, Energía y Minería (DINAMIGE-MIEM), con el objetivo de enriquecer el conocimiento acerca del subsuelo del Uruguay y de sus recursos naturales asociados. A su vez es parte de un Proyecto Cartografía Geocientífica del Uruguay Escala 1:100.000, llevado a cabo en marco del Convenio de Cooperación entre la Dirección Nacional de Minería y Geología del MIEM y el Instituto de Ciencias Geológicas de la Facultad de Ciencias.

Los productos generados pretenden poner el conocimiento geológico al servicio del país, contribuyendo como información de base el campo de la prospección de recursos minerales y aguas subterráneas, evaluación de impacto ambiental, programas de ordenamiento territorial, en el campo de la ingeniería civil, entre otros.

2. Objetivos

El principal objetivo de este trabajo es la obtención del mapa geológico del área de estudio con su correspondiente memoria explicativa la cual contendrá información sobre las unidades litológicas, un inventario de las principales estructuras y la caracterización petrográfica de las principales unidades.

3. Área de Estudio

El área de estudio se localiza en la región este del departamento de Colonia, localizado en el suroeste de Uruguay. La figura 1 muestra los límites del área de estudio y las Hojas involucradas del Plan Cartográfico Nacional a escala 1:50.000 del Instituto Geográfico Militar, las cuales de norte a sur corresponden de forma parcial a Guaycurú (M24), Mal Abrigo (M25), Nueva Helvecia (M26) y Arazatí (M27).

4. Método de trabajo

Para la resolución de la cartografía del área de estudio se discriminaron las actividades en dos etapas de gabinete y una etapa de campo. En la etapa inicial de trabajo las actividades estuvieron enfocadas en la revisión bibliográfica, la recopilación de antecedentes relacionados a la cartografía geológica a diferentes escalas del área investigada y los antecedentes geofísicos. A su vez, se realizaron tareas de fotolectura y fotointerpretación de fotografías aéreas e imágenes satelitales a escala 1:20.000 y 1:40.000, y por último se elaboró el mapa preliminar. En la segunda etapa de gabinete, se realizó el procesamiento los datos colectados en el relevamiento de campo y se elaboró la versión definitiva del mapa junto a su memoria explicativa. Por otro lado, el relevamiento geológico se realizó en primera instancia en base a cortes de dirección norte-sur ya que la estructura general de la mayor parte de las unidades del área de estudio tiene una dirección general este-oeste. A su vez, se realizó la toma de muestras

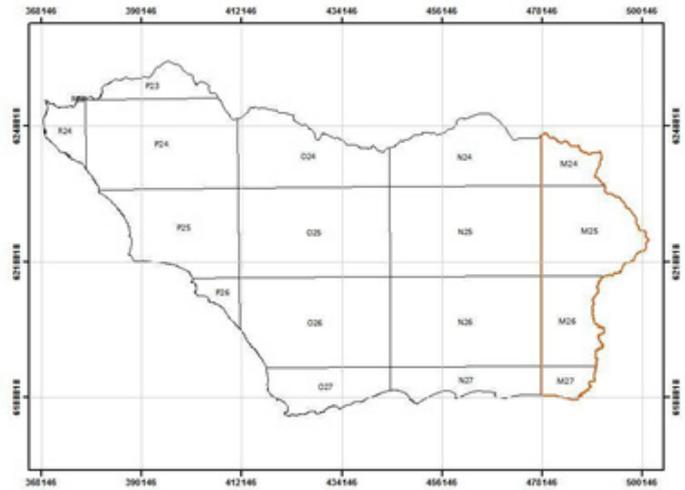


Figura 1. Departamento de Colonia. El trazo naranja corresponde al límite del área de estudio.

georreferenciadas con levantamiento de datos texturales y estructurales de los distintos litotipos. Para las unidades sedimentarias se realizaron levantamiento de perfiles cuando fue posible.

5. Marco Geológico

El subsuelo del área de estudio está integrado por rocas del basamento cristalino de edad precámbrica y una cobertura cenozoica con registros que van desde el Oligoceno al Actual (Tabla 1). Respecto a las rocas del basamento son exclusivamente de edad paleoproterozoica y están contenidas dentro de la unidad geotectónica denominada Terreno Piedra Alta (Bossi et al., 1993; Oyhantçabal et al., 2018) (Figura 2). En la zona de trabajo, este terreno está representado por las rocas supracorticales de la Formación Paso Severino y Formación Montevideo, ambas pertenecientes al Cinturón San José (Oyhantçabal et al. 2003), los Ortogneisses de Punta Carretas (Oyhantçabal et al. 2003) y un conjunto de diques de dolerita que representa el último evento distensivo de la Orogenia Transamazónica en nuestro territorio.

En relación a la cobertura cenozoica, tiene su máxima expresión en la zona sur y están representados por los depósitos de ambiente continental fluvial de la Formación Fray Bentos (Oligoceno), seguidos por los registros sedimentarios de la Formación Camacho relacionados al evento transgresivo del “mar enterrriense” durante Mioceno Tardío (Perea & Martínez, 2009). Posteriormente, los procesos de continentalización dieron lugar a depósitos en un ambiente transicional a fluvial-continental de la Formación Raigón. Por último se encuentran depósitos asociados a la Formación Libertad y Dolores.

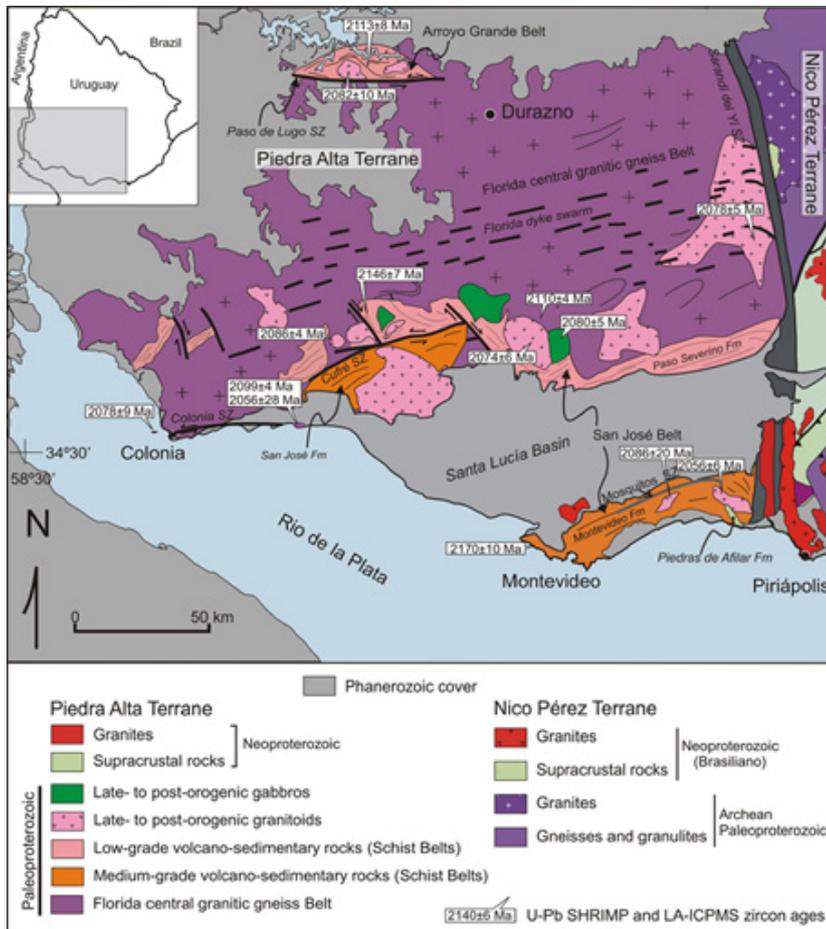


Figura 2. Esquema geológico del Terreno Piedra Alta. Tomado de Oyhantçabal *et al.*, (2018).

FANEROZOICO	CENOZOICO	Holoceno	Depósitos del Reciente y Actual
		Pleistoceno	Formación Dolores
			Formación Libertad
		Mio-Plioceno	Formación Raigón
		Mioceno	Formación Camacho
Oligoceno	Formación Fray Bentos		
PRECÁMBRICO	PROTEROZOICO	Paleoproterozoico	Diques de Dolerita
			Zona de Cizalla Guaycurú
			Zona de Cizalla de Cufré
			Pegmatitas y Aplitas
			Tonalitas Las Acacia
			Granito Colonia Española
			Granito Cufré
			Granito Rosario
			Granito Mal Abrigo
			Granito Cuchilla de la Cruz
			Complejo Cerros Negros
			Hornblenditas del Cerro mal Abrigo
			Metagranitos
			Metagranito Porfirítico
Gneisses del Cerro Mal Abrigo			
Ortogneisses de Punta Carretas			
Formación Paso Severino			
Formación Montevideo			

Tabla 1. Columna Estratigráfica con código de colores RGB propuesta por la Comisión para el Mapa Geológico del Mundo (CGMW) a enero 2012.

6. Unidades de Mapeo

Geología Descriptiva

A continuación, se presenta un breve resumen acerca de las unidades de mapeo relevadas con datos de facies litológicas predominantes, mineralogía y las principales direcciones estructurales obtenidos tanto en campo como mediante fotointerpretación. Cabe resaltar que algunas de las unidades han sido mapeadas en los trabajos de “Geología de la Región Mal Abrigo, Terreno Piedra Alta, Cratón del Río de la Plata (Uruguay)” de Arduin Rode et al. (2019), y “Geología de la Región de Mal Abrigo” de Curbelo López et al. (2019) el cual se presenta en este volumen. Las descripciones en detalle de las siguientes unidades se presenta en dichos trabajos: Ortogneisses de Punta Carretas: Ortogneisses Leucócratas, Gneisses y Anfibolitas y Esquistos cuarzo-hornbléndicos, Gneisses del Cerro Mal Abrigo, Metagranito porfirítico, Hornblenditas del Cerro Mal Abrigo, Metagabro Cerros Negros, Granito Mal Abrigo, Granito de Cufre y Zona de Cizalla Guaycurú.

Paleoproterozoico

Rocas metamórficas de grado bajo y medio

Formación Montevideo

Originalmente esta unidad fue por Bossi et al (1965) como integrada por tres tipos litológico: gneises, anfibolitas y micaesquistos. Mas tarde Oyhantçabal et al. (2003), la redefinen como una secuencia supracortical de origen volcanosedimentario metamorfozada en facies anfibolita . La secuencia sedimentaria se manifiesta como una sucesión de micaesquistos, paragneisses y paraanfibilolitas que alternan con las ortoanfibilolitas de la secuencia volcánica. Sus principales afloramientos se reconocen en la región costera de los departamentos de Montevideo y Canelones (Spoturno et al., 2004). En el área de estudio se encuentra al norte del Río Rosario asociada a la Formación

Paso Severino y a los Ortogneisses de Punta Carretas. Las litologías relevadas corresponden principalmente a ortoanfibilolitas, paragneisses biotíticos y micaesquistos (Figura 3). Pascale & Oyhantçabal (2016), en base a geoquímica de roca total y el relevamiento de campo, proponen que los protolitos de las ortoanfibilolitas que afloran en las costas de Montevideo, poseen composiciones basálticas de afinidad tholeítica, con características de basaltos de tipo NMORB, asociados a un ambiente de generación de tipo back-arc.

Formación Paso Severino

Esta unidad definida por Fernández et al. (1965 in: Bossi, J. et al., 1965) corresponde a una secuencia volcanosedimentaria metamorfozada en facies esquistos verdes. En el área de estudio sus afloramientos se limitan a una porción en el sector centro oeste y este. Aflora al norte de la Zona de Cizalla de Cufre y corresponde a un basamento foliado con rumbos que varían entre el N135 y N90. Las litologías (ver Curbelo López et al. en este volumen) de la secuencia metasedimentaria se intercalan con la secuencia metavolcánica, la cual está representada por metabasaltos vacuolares y masivos de textura afanítica a subafanítica, metaandesitas y metatobas de matriz de grano muy fino con laminación concordante con la foliación y fenocristales de cuarzo. Los metabasaltos presentan un intenso grado de meteorización que le imprimen colores que varían de rojizos a ocres producto de la alteración a óxidos e hidróxidos de hierro. La secuencia metasedimentaria está integrada por metapelitas, esquistos carbonosos y cuarcitas. Ésta unidad es afectada por la Zona de Cizalla de Cufre, la cual genera un conjunto de rocas miloníticas de dirección N110. Las milonitas alternan con rocas tipo brechas cuya matriz a su vez presenta foliación milonítica. La Zona de Cizalla Guaycurú pone a esta unidad en contacto tectónico con las litologías agrupadas dentro de Ortogneisses de Punta Carreta.

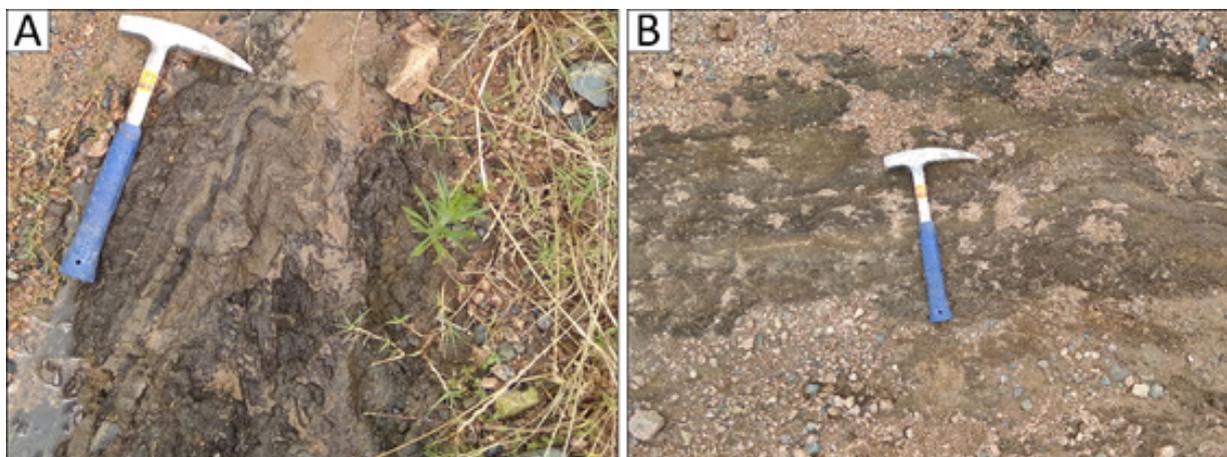


Figura 3. A) y B) Afloramientos de paragneisses donde se observan pliegues (vista en planta).

Ortogneisses de Punta Carretas: Ortogneisses leucócratas con biotita y anfíbol, Gneisses y Anfibolitas y Esquistos cuarzo-hornbléndicos.

Estas litologías afloran principalmente al norte de la Zona de Cizalla de Cufre y se las considera en este trabajo como parte de la misma unidad, correspondientes a los Ortogneisses de Punta Carretas de [Oyhantçabal et al. \(2003\)](#). [Curbelo López et al. \(2019\)](#) en este volumen, brindan una descripción detallada y la separan en: Ortogneisses leucócratas con biotita y anfíbol, Gneisses y Anfibolitas y Esquistos cuarzo-hornbléndicos. Son rocas en general leucócratas ([Figura 4A, B](#)), a veces con predominio de colores gris claro a gris oscuro dependiendo del tamaño de grano, que puede variar de fino a grueso. La foliación presenta direcciones variables desde E-O (controlar todos los W y cambiar por O, texto en español) a N60 y buzamiento desde subvertical a 70SE. La foliación gnéisica va de penetrativa a levemente bandeada dependiendo del contenido de biotita pero en general predominan las tramas homogéneas, granoblásticas a granolepidoblásticas. Del relevamiento geológico de detalle se verifica la existencia de dos variedades de ortogneisses: una variedad de grano medio a grueso (tamaño promedio: 0.8 cm) y otra de grano más fino y de tonalidades de gris.

En relación a las anfibolitas, cabe destacar que se presentan como xenolitos de tamaño variable englobados en los ortogneisses ([Figura 4C](#)) o alternando en bandas

poco potentes ([Figura 4D](#)), lo que hace muy difícil su separación. Por esta razón, en el mapa se asignó una trama distinta a aquellas áreas donde los ortogneisses presentan anfibolitas asociadas de aquellas áreas en que no se da esta situación.

Gneisses del Cerro Mal Abrigo

Esta unidad aflora en el centro este del área, y agrupa a las rocas que conforman el resalto topográfico conocido como Cerro Mal Abrigo ([Figura 6A](#)). Según [Arduin Rode et al. \(2019\)](#) y [Curbelo López et al. \(2019\)](#) está compuesta por ortogneisses leucócratas cuarzo-feldespáticos ([Figura 5D](#)) de grano fino y escasa biotita (litotipo dominante), y gneisses de grano fino con lineación de biotita ([Figura 5C](#)). En estas rocas se desarrolla textura sacaroide y se encuentran venas de aplitas boudinadas ([Figura 5B](#)).

Magmatismo Sin-tectónico

Metagranito Porfirítico

Unidad desarrollada en la región centro este del área, [Arduin Rode et al. \(2019\)](#) y [Curbelo López et al. \(2019\)](#) lo describen como una roca cuarzo-feldespática con biotítica

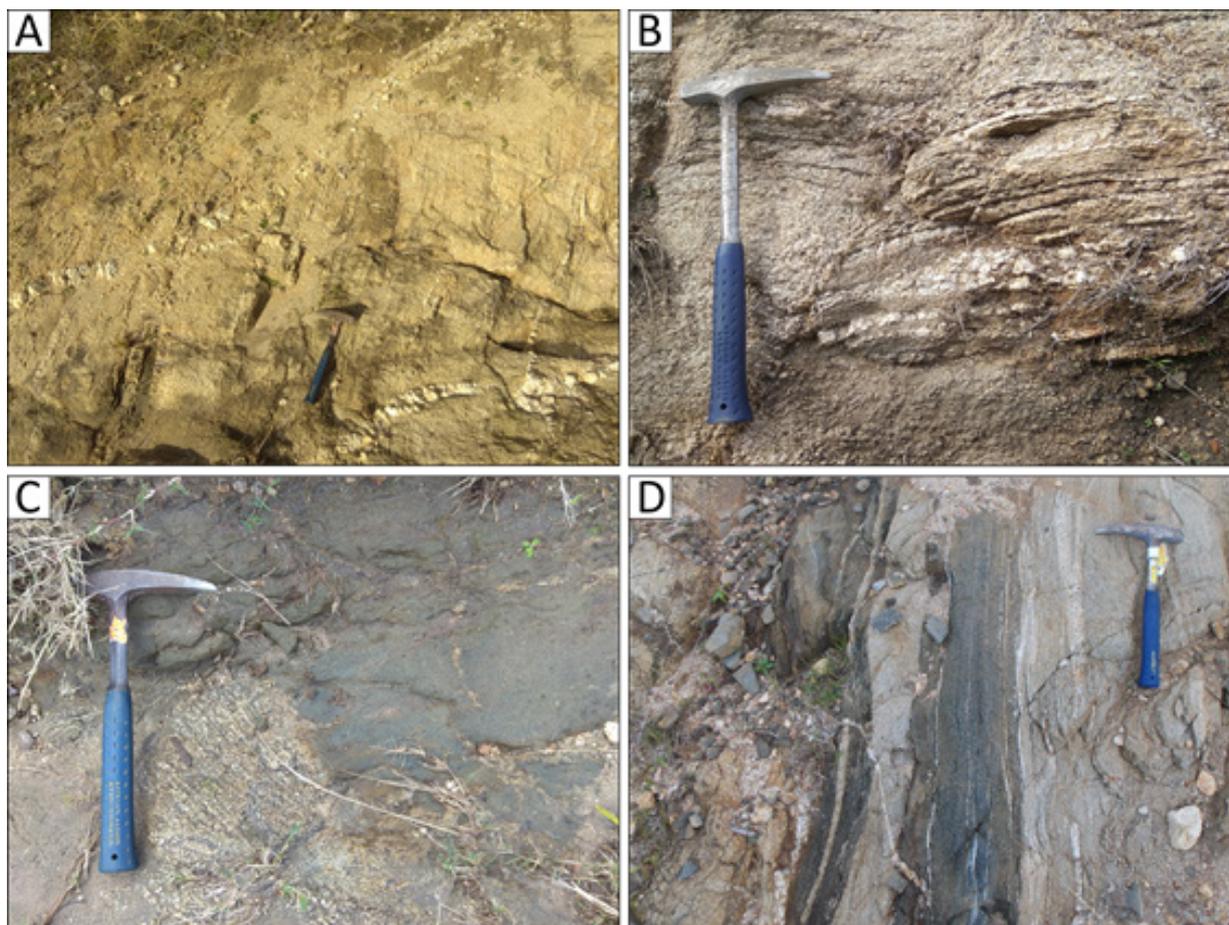


Figura 4. A), B) Ortogneisses leucócratas de grano medio a grueso. Vista en planta; C), D) Ortogneisses con xenolitos de anfibolitas. Vista en Planta.

de textura predominantemente inequigranular porfirítica con fenocristales de feldespato potásico (ver [figura 9](#) en [Curbelo López et al. \(2019\)](#) en este volumen) notablemente fracturados y desarrollo de foliación o bandeo gneissico. Sin embargo, existen facies con textura equigranular. Es característico la generación de buena densidad de afloramientos, de cuerpos bochoides o en planta, con importante alteración y la generación de costras de 2 cm de silicificación. La variación en la abundancia de minerales laminares genera diferentes grados de alteración.

Metagranitos o Granitos Metamórficos

Esta unidad fue definida por [Garat \(1990\)](#), como un cuerpo de composición granítica-granodiorítica, de grano grueso, porfiroide, compuesto por fenocristales de feldespato potásico 20-35%, plagioclasa 30-50%, cuarzo 15-25% y biotita como accesorio ([Figura 6B](#)). La facies granítica es leucócrata y heterogénea con variaciones en el tamaño de grano. La facies granodiorítica presenta pertitas y mirmequitas, mientras que la granítica presenta epidoto y pertitas con plagioclasas saussuritizadas. Lateralmente hacia el este aumenta la presencia de cuarzo granado variando la textura hacia un gneis con presencia de enclaves lenticulares de composición más básica. Tienen un gran ([Figura 6A](#)) y amplio desarrollo en la zona noroeste del área. Son comunes la presencia de enclaves máficos ([Figura 6C](#)) y textura relictual de mezcla de magmas en el protolito ([Figura 6D](#)).

Hornblenditas del Cerro Mal Abrigo

[Curbelo López et al. \(2019\)](#) definen esta unidad y la identifican en la falda oriental del Cerro Mal Abrigo. Se identifica en la porción centro este del área de estudio con una densidad de afloramiento baja en forma de bochas pequeñas a medianas. Están compuestas fundamentalmente por fenocristales de hornblenda y plagioclasa ([Figura 7](#)) inmersos en una matriz de feldespato potásico, cuarzo, epidoto, clorita, actinolita y sericita. Presenta diferentes variaciones texturales que incluyen hornblenditas porfiríticas de grano fino, medio y grueso ([Figura 8](#)), y rocas con textura similar a la subofítica o glomeroporfirítica de grano grueso y medio. El Granito Mal Abrigo es intrusivo a este cuerpo, encontrándose diques del mismo recortándolo. Las relaciones con los gneisses y esquistos cuarzo-hornbléndicos pertenecientes a los Ortogneisses de Punta Carretas no son tan claras, aunque se presume que este cuerpo es intrusivo a los mismos.

Complejo Cerros Negros

Definido [Preciozzi et al. \(1985\)](#), esta unidad aflora en el centro-sur del área. La geomorfología asociada a la misma es de relieves suaves. Se caracteriza por generar poca densidad de afloramiento en zonas bajas e importantes densidades en regiones altas con buen estado de preservación. Consiste en rocas básicas correspondientes

a gabros y anortositas ([Figura 8A](#)) en las que se observan variaciones texturales que van desde grano fino a grueso. La mineralogía corresponde a clinopiroxeno augita, ortopiroxeno, plagioclasa y olivino ([Figura 8B](#)). Las anortositas tienen un contenido modal en plagioclasa de casi el 90% y se presentan en bandas de rumbo N 340 con geomorfología positiva por erosión diferencial [Curbelo López et al. \(2019\)](#).

Granito Cuchilla de la Cruz

Se localiza en la porción noroeste de la hoja Mal Abrigo. [Gianotti & Arrighetti \(2017\)](#) lo definen como un cuerpo granítico levemente deformado con desarrollo de foliación mineral con actitudes N8 a N40, 78° al SE. Es mayormente equigranular de grano fino a medio ([Figura 9](#)), leucócrata, cuya composición mineral es cuarzo, feldespato y escasa biotita. En reducidos sectores se identifica variaciones a grano grueso y bastante biotita. Se reconocen además diques pegmatíticos recortando el cuerpo granítico y diques de microgranito de grano fino con rumbo N45W.

Granito Mal Abrigo

Ubicado al centro del fotoplano homónimo, consiste en un cuerpo rocoso de carácter geomorfológico importante ([Arduin Rode et al. 2019](#) y [Curbelo López et al. 2019](#)). Genera un relieve positivo y alta densidad de afloramiento ([Figuras 10A](#)) en contraste con las rocas básicas de Cerros Negros ubicadas inmediatamente al Sur. Al oeste de la unidad, su límite se hace menos notorio en el contacto con granitoides. Consiste en un granito rosado de textura equigranular, fanerítico, con cristales de dimensiones superiores a 0.5 cm. Tanto el feldespato, como el cuarzo y la biotita presentan formas subautomorfas ([Figuras 10B](#)). En su borde este, es afectado por la Zona de Cizalla Guaycurú ([Spoturno et al. 2004](#)), generando planos de foliación penetrativos.

Granito Rosario

Este cuerpo tiene muy poca exposición en el área de trabajo limitándose a unos afloramientos en el centro oeste de la zona. [Gianotti & Arrighetti \(2017\)](#) lo definen como un granito que aflora en bochas con presencia local de disyunción esferoidal. Las principales características son: granulometría fina a media, equigranular, mesócrata, color gris a veces blanco-grisáceo, isótropo. A veces se encuentra ligeramente foliado con rumbos entre N40E a N55 y buzamiento 40° al S-SE. La composición mineralógica es cuarzo, feldespato y biotita que por momentos se presenta orientada, pudiendo llegar hasta 50% de abundancia.

En la zona de trabajo se presenta como un granito de grano grueso y textura inequigranular seriada a porfirica. Los fenocristales son de feldespato potásico color rosado a traslúcido, automorfos y subautomorfos, a veces zoneados y algunos intercrecidos con cuarzo ([Figuras 11 A, B](#)). La mineralogía de la matriz corresponde a feldespato alcalino,

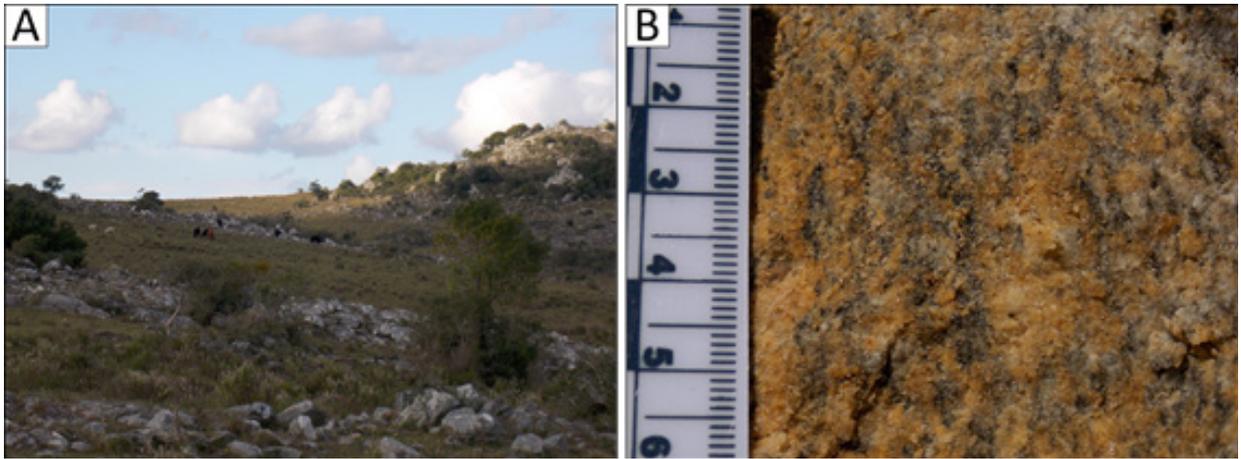


Figura 5. A) Afloramiento del Cerro Mal Abrigo; B) Venillas de aplita boudinada en Cerro Mal Abrigo (Vista en planta); C) Lineación de biotita; D) Vista en lámina delgada con polarizadores cruzados.



Figura 6. A) Aspecto en campo de afloramientos con gran desarrollo; B) Detalle de textura general de la roca en muestra de mano; C) Enclaves máficos. Vista en planta; D) Relictos de textura primaria de mezcla de magmas. Vista en planta.



Figura 7. Textura característica de las hornblenditas con fenocristales de hornblenda

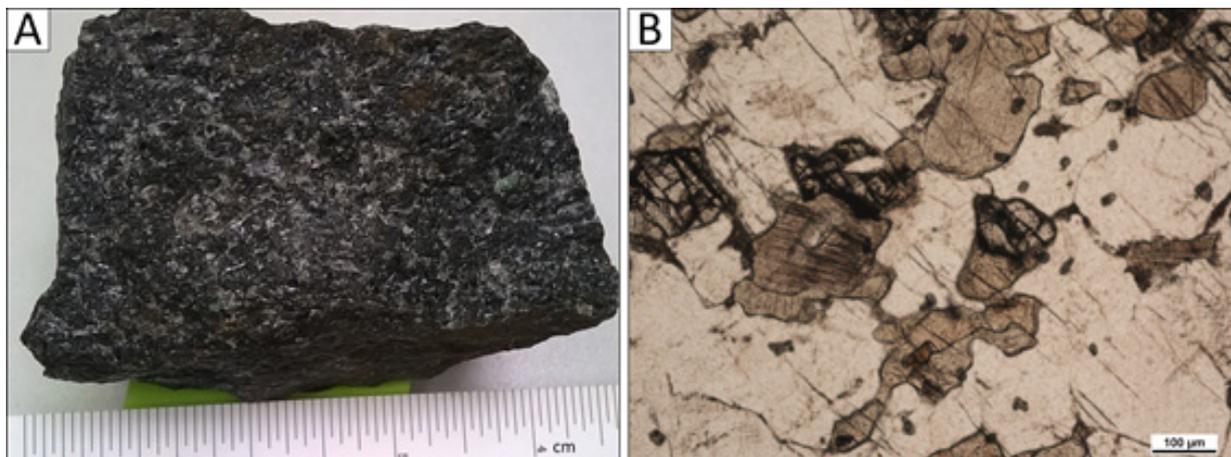


Figura 8. A) Muestra de mano de la litología predominante; **B)** Vista en lámina delgada de la textura general de la roca con la asamblea mineral compuesta por plagioclasas, clinopiroxenos, olivino.

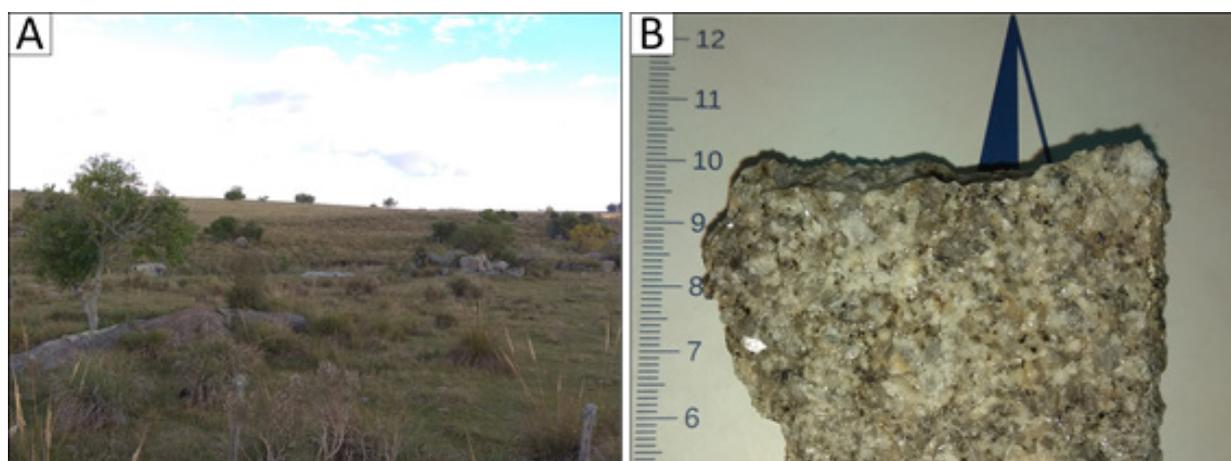


Figura 9: A) Vista general de afloramientos en bochas; **B)** Textura general de la roca en muestra de mano.

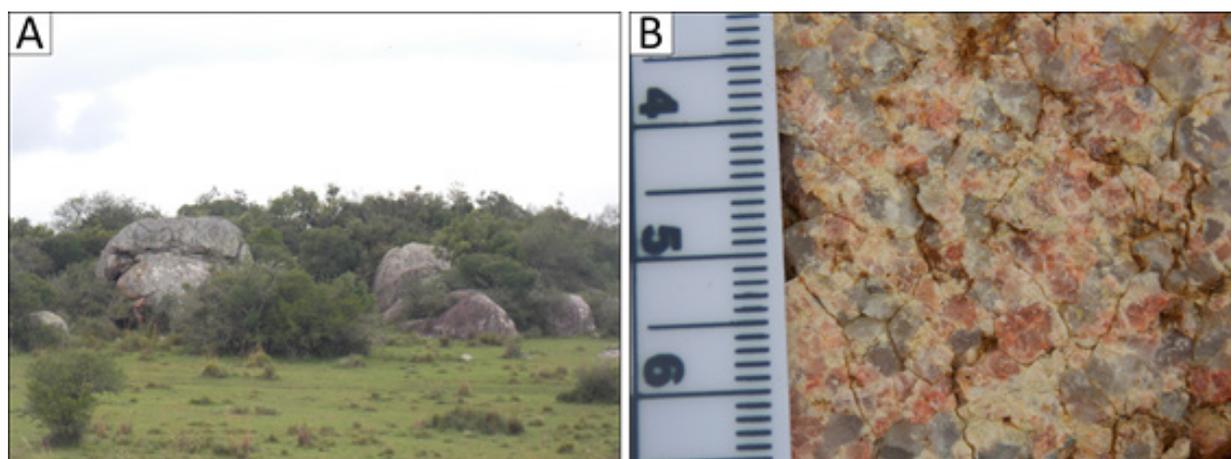


Figura 10. A) Vista general de afloramientos en bochas; **B)** Textura de la roca, con cuarzo, feldespato y escasa biotita accesoria.

anfíbol, biotita, turmalina y epidoto.

Granito Cufré

Spoturno et al. (2004) lo describen como un plutón granítico de coloración grisácea que se encuentra aflorante en la porción central del límite entre el departamento de San José y Colonia. Este granito es intrusivo en las supracorticales de la Formación Montevideo. Preciozzi, (1989) lo define como un cuerpo de composiciones graníticas a granodioríticas con variaciones texturales desde equigranular a porfirítica. Según este autor, el Granito Cufré está compuesto por oligoclasa, microclina, cuarzo recristalizado, biotita y ocasionalmente anfíbol. Los minerales accesorios corresponden a apatito, esfeno y opacos. Este granito fue explotado con fines ornamentales (Morales Demarco, 2012; Guerrero et al, 2018). En la cantera Cufré se identifican enclaves máficos (Figura 12A), diaclasas con arreglo ortogonal y diques pegmatíticos (Figura 12B) compuestos por cuarzo, muscovita, turmalina y granate (Morales Demarco, 2012).

Magmatismo Post-tectónico

Granito Colonia Española

Esta unidad se describe por primera vez en este trabajo. Se trata de un granito de color gris blanquecino, grano medio

con textura equigranular. Está compuesto por cuarzo, feldespato alcalino y biotita. La descripción de detalle y petrográfica será presentado en una futura publicación.

Tonalita Las Acacias

Esta unidad fue mapeada en San José por Spoturno et al. (2004) como una granodiorita que aflora sobre el límite norte de la hoja M-25. Curbelo López et al. (2019) la definen a partir de la descripción petrográfica como una tonalita. La densidad de afloramiento es baja a muy baja, presentándose como bochas pequeñas. La mejor exposición de esta litología se observa en la cantera de coordenadas (34° 1'19.16"S; 57° 5'44.99"O), donde la misma es recortada por un dique de dolerita el cual era extraído para uso como roca ornamental. La tonalita (Figura 13A) es de grano fino a medio, de textura equigranular compuesta por cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, biotita y anfíbol como minerales principales (Figura 13B). Como accesorios se reconocen apatito, esfeno, circón y opacos. Como productos de la alteración de los feldespatos se observan epidoto (pistacita), moscovita de pequeño tamaño, sericita y carbonatos. La naturaleza precisa de sus límites es desconocida, se supone intrusivo a las rocas metamórficas de grado bajo de Fm. Paso Severino y se desconoce la naturaleza del contacto con las milonitas vinculadas a la Zona de Cizalla Guaycurú y gneisses correspondientes a Ortogneisses de Punta Carreta, aunque al no reconocerse ningún indicio de deformación en el cuerpo se lo supone intrusivo a estos y por tanto postectónico.

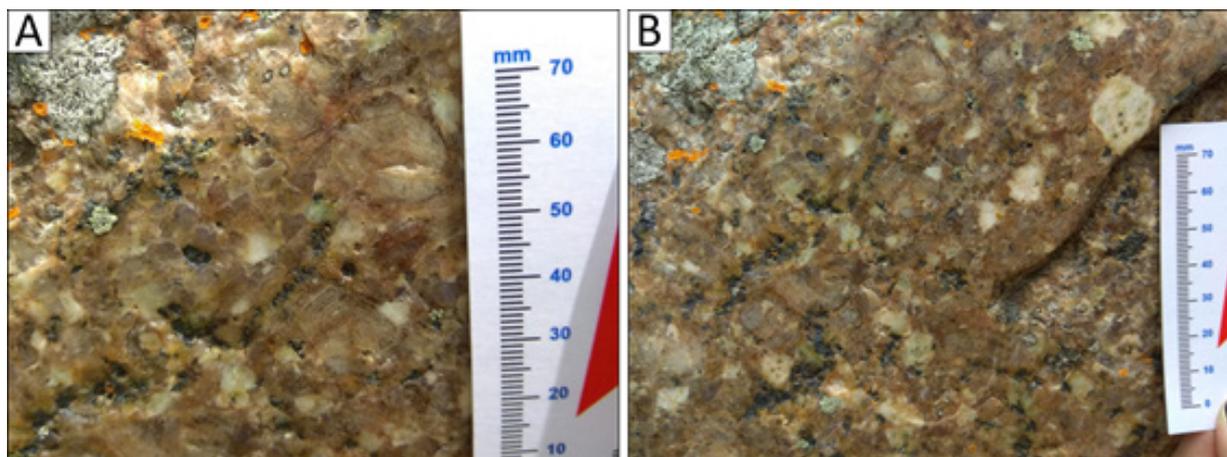


Figura 11. A), B) Textura inequigranular porfirítica. Nótese la zonación en los fenocristales de feldespato alcalino.

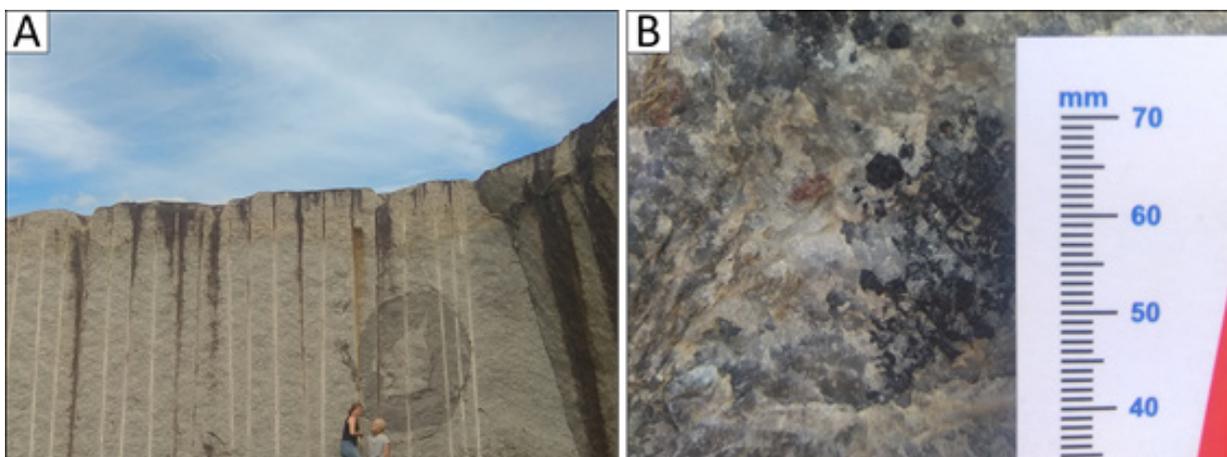


Figura 12. A) Vista de frente de cantera con enclave; B) Textura de dique pegmatítico con turmalina, granate y moscovita.

Rocas asociadas a zonas de deformación: Milonitas

Zona de Cizalla Cufre

Esta zona de deformación fue originalmente denominada y descrita como falla de Pueblo González por [Preciozzi et al. \(1985\)](#), Faja milonítica Cufre - Mal Abrigo por [Coronel et al. \(1990\)](#) y Zona de Cizalla Cufre – Puntas de Cañada Tabárez por [Spoturno et al. \(2004\)](#). La misma recorre el área de estudio con direcciones que varían entre el N60 entre el Arroyo Cufre y la Ruta N°53 y N110 en las cercanías del Arroyo de los Chanchos ([Figura 14A](#)). En el sector este afecta a las supracorticales de las formaciones Paso Severino y Montevideo, en las cuales la intensa deformación genera un fuerte plegamiento que dificulta la toma de datos estructurales de foliaciones. En el sector oeste afecta a los Ortoneisses de Punta Carretas. [Spoturno et al. \(2004\)](#), indican que varios cuerpos graníticos son intrusivos u ocurren asociados a esta discontinuidad estructural. En relación al movimiento de la cizalla, estos

autores le asignan en base a indicadores cinemáticos un sentido de movimiento dextral.

Zona de Cizalla Guaycurú

Definida por [Medina et al. \(1989\)](#), [Coronel et al. \(1990\)](#), [Garat \(1990\)](#), [Spoturno et al. \(2004\)](#); [Arduin Rode et al. \(2019\)](#) y [Curbelo López et al. \(2019\)](#) la describen en afloramientos de desmontes de caminos o pequeñas canteras y constituye el límite entre las rocas metamórficas de grado bajo de Fm. Paso Severino y los Ortogneisses de Punta Carretas. La foliación milonítica posee un rumbo general N330°, buzamientos de verticales a sub-verticales y una potencia de entre 300 y 400 metros. Las milonitas son de grano fino ([Figura 14B](#)), compuestas de cuarzo y feldespato y en muestra de mano se observan ribbons de cuarzo. No se encontraron indicadores cinemáticos claros que permitan determinar el sentido de la cizalla, aunque [Garat \(1990\)](#) le adjudican un sentido sinistral y [Spoturno et al. \(2004\)](#) un sentido de movimiento dextral.

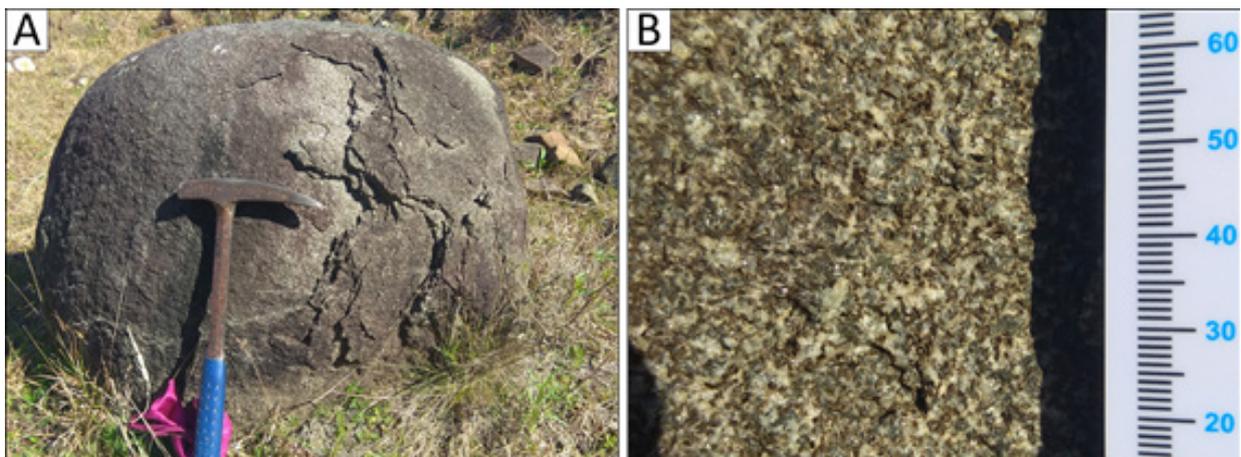


Figura 13. A) Tonalita con disyunción esferoidal en cantera, donde constituye la roca caja de un dique de dolerita; **B)** Detalle de muestra de mano de la tonalita-granodiorita.

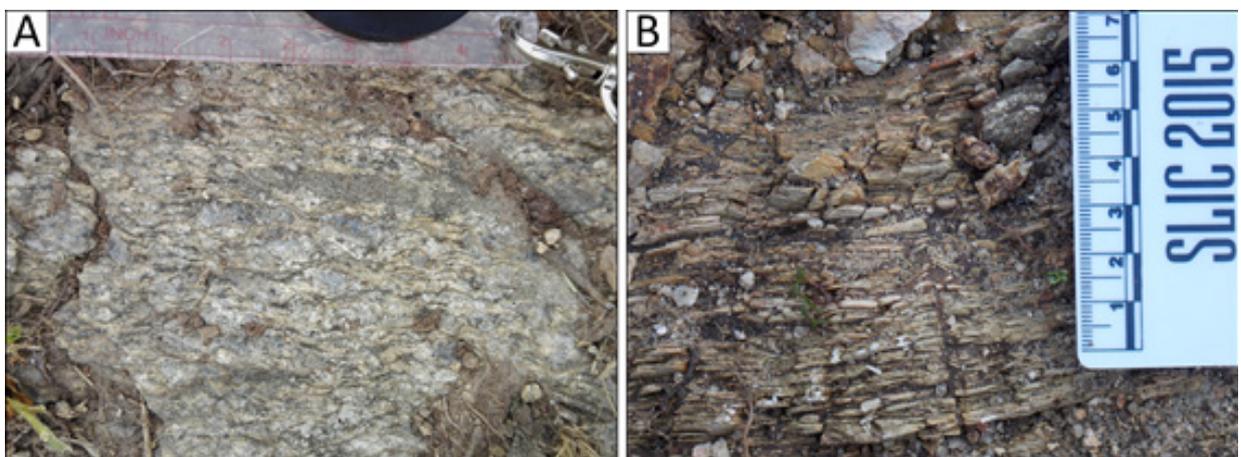


Figura 14. A) Detalle de textura protomilonítica en Zona de Cizalla de Cufre; **B)** Tomada de [Curbelo López et al. \(2019\)](#) publicado en este volumen. Textura monolítica en roca de Zona de Cizalla Guaycurú.

Magmatismo filoniano félsico

Pegmatitas

Las pegmatitas presentan una importante densidad de afloramientos con formas bochoides y disyunción esferoidal. Son de grano grueso, están compuestas principalmente por cuarzo, feldespato alcalino, moscovita aglomerada y muy baja proporción de biotita aglomerada +/- granate. Se observa zonación desde los bordes al centro de la pegmatita en términos texturales, [Arduin Rode et al. \(2019\)](#) y [Curbelo López et al. \(2019\)](#).

Aplitas

Las aplitas se presentan como filones de grano fino bien angulosos y de menor espesor. Desarrollan una red de afloramientos tipo crestas que se intersectan entre sí y siguen relativamente la orientación regional. Son de color rosáceo a blanquecino constituidos por cuarzo, feldespato alcalino y aglomeraciones de máficos [Arduin Rode et al.](#)

(2019) y [Curbelo López et al. \(2019\)](#).

Magmatismo filoniano máfico

Haz de diques de Florida

Esta unidad recorta a gran parte de las unidades anteriores. En campo se manifiestan de manera variada dependiendo la extensión y dimensión de cada uno. Los grandes diques forman importantes afloramientos ([Figura 15B](#)) que se asocian a las partes altas de las lomadas y se encuentran acompañados por intensa vegetación arbustiva. Aparecen como bochas métricas, muy diaclasadas y usualmente con disyunción esferoidal ([Figura 15B, C](#)). Los diques más pequeños son de grano fino y afloran con poco desarrollo ([Figura 15A](#)), generalmente sobre el suelo en pequeños fragmentos. Usualmente se distinguen desplazamientos de rumbo de los filones félsicos asociado a la intrusión de estos diques, indicando posterioridad de los últimos.

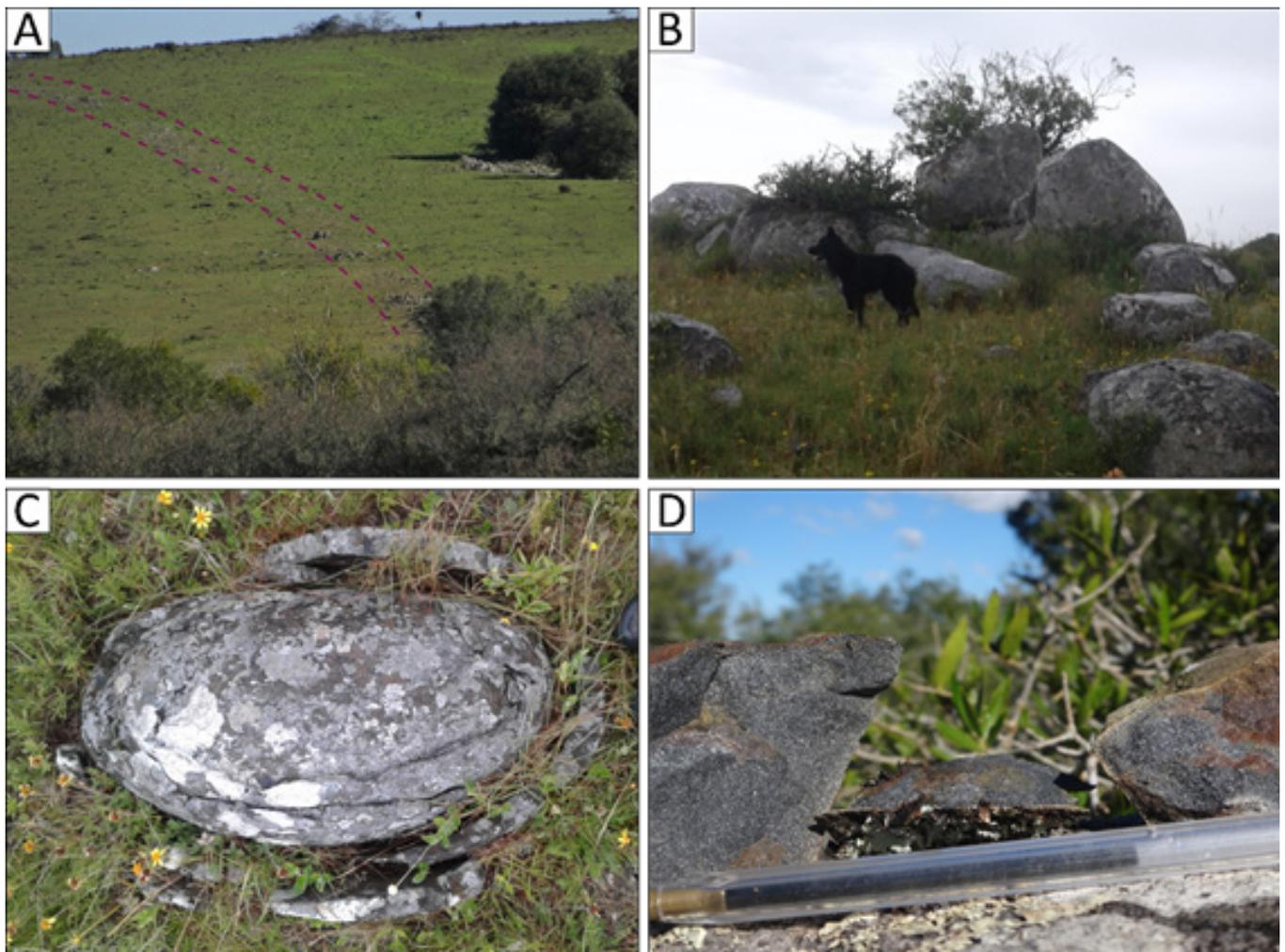


Figura 15. A) Afloramiento de dolerita muy poco desarrollado; B) Afloramiento de dolerita bien desarrollado donde se distinguen grandes bochas; C) Disyunción esferoidal en dolerita; D) Muestras de mano. Tomada de [Curbelo López et al. \(2019\)](#) publicado en este volumen.

Cenozoico

Formación Fray Bentos (Oligoceno)

Definida por [Gosso \(1965\)](#), esta unidad está conformada por sedimentos de origen continental cuyas litologías principales son: areniscas finas, limolitas loésicas, fangolitas, diamictitas y niveles de conglomerados.

Estos depósitos fueron mapeados desde unos pocos kilómetros al sur de la Ruta 1 hasta las cercanías de la localidad de Cufre. Sobreyacen en contacto discordante al basamento cristalino y son cubiertos por los depósitos del Paleógeno de las formaciones Camacho y Raigón y del Neógeno de la Formación Libertad. Las facies predominantes corresponden a las típicas areniscas finas masivas de color rosado, pelitas y niveles de diamictitas y fangolitas. Las concreciones de carbonato de calcio es otra característica de esta formación verificada en el relevamiento de campo. Es posible observar buenas exposiciones artificiales en las cercanías de la localidad de La Paz ([Figura 16A, B](#)) resultado de labores mineras a cielo abierto y en la zona Franca de Nueva Helvecia.

Formación Camacho (Mioceno)

Originalmente denominada por [Caorsi & Goñi \(1958\)](#) como “Areniscas Fosilíferas de Camacho”, esta unidad fue definida como Formación Camacho por [Goso \(1965\)](#). En los mapas geológicos del Departamento de San José ([Spoturno et al., 2004](#)) y las hojas Rosario-Colonia ([Giannotti & Arrighetti, 2017](#)), los cuales son linderos al este y oeste respectivamente a la zona de estudio, esta unidad está restringida a la zona costera. Es una unidad difícil de identificar mediante fotointerpretación por lo que se procuró relevar información de perforaciones de aguas subterráneas y en zonas de barrancas donde poder identificarla. Particularmente en la zona de trabajo, puede observarse en las Barrancas de Santa Regina ([Figura 17A, B](#)), donde aparece facies de pelitas de color verde que alterna con niveles de conglomerados matriz soportado tamaño arena fina y cemento arcilloso de color verde y niveles de arenisca fina color blanco amarillento. Si bien

en este trabajo se ha optado por mapear esta área como Formación Camacho es posible que se trate de la transición de Camacho-Raigón por lo que los autores entienden que amerita estudios más profundos. Es de destacar la presencia de fósiles de fauna cuaternaria asociada a esta unidad ([Figura 17C, D](#)), posiblemente producto del retrabajo de la misma.

Formación Raigón (Mio-Plioceno)

Definida por [Goso \(1965\)](#) y descrita por [Spoturno et al. \(2004\)](#) como una unidad constituida básicamente por areniscas conglomerádicas, conglomerados polimícticos clastosoportados, areniscas mal clasificadas y lentes de arcillas. En relación a la morfometría de los clastos, los autores plantean que todos los sedimentos pertenecientes a esta unidad son de redondez y esfericidad variables abarcando todos los rangos. Respecto al color predomina el blanco con tonos que varían hasta el amarillo. En el área de estudio los afloramientos son prácticamente inexistentes ([Figura 18A, B](#)). La separación de la misma fue realizada básicamente por fotointerpretación, auxiliada con datos de pozo y unos escasos puntos de campo. Se identificaron niveles de areniscas gruesas blanquecinas con niveles de conglomerados polimícticos y matriz arenosa.

Formación Libertad (Pleistoceno)

Esta unidad definida por [Goso \(1965\)](#), está integrada por arcillitas, limo arcillitas y limos loésicos color marrón con estructura masiva. Una característica distintiva de esta unidad son las concreciones de carbonato de calcio en forma de muñecas y pequeños bancos irregulares en disposición subhorizontal a horizontal, así también como material disperso. En el área de estudio sobreyace en el norte al basamento gneísico principalmente y en el sur a los sedimentos de las formaciones Camacho, Raigón y Fray Bentos con potencias que no superan los 5 metros.

Formación Dolores (Pleistoceno)

[Goso et al. \(1972\)](#) la definen como una unidad

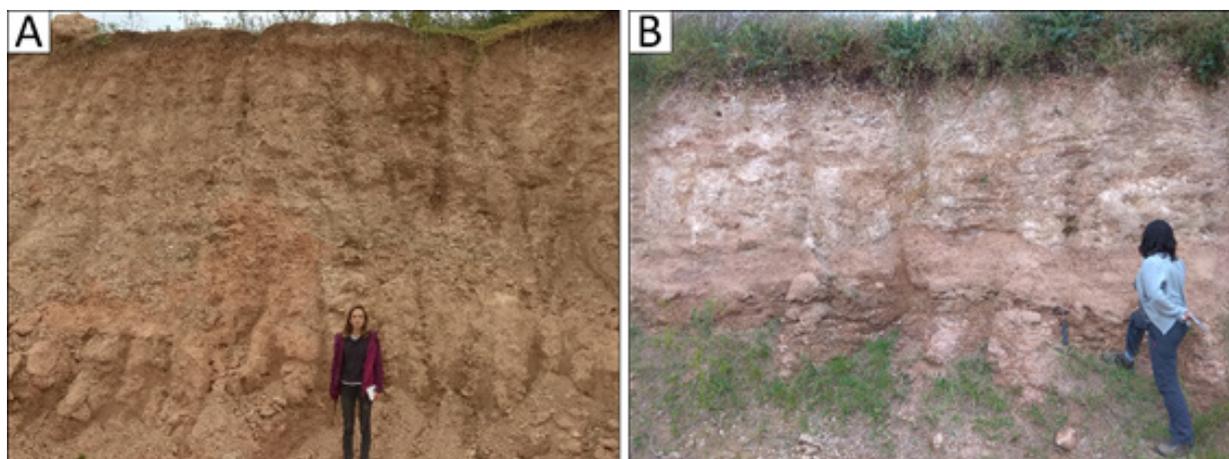


Figura 16. A), B) Barrancas artificiales de Fm. Fray Bentos cercanas a la localidad de La Paz, Colonia Piamontesa.

geomorfológica. En el área de estudio se expresa como antiguas terrazas asociadas a zonas bajas y cercanas a cursos de agua. En la zona de trabajo alcanza extensiones considerables, principalmente en los márgenes del Río Rosario. Corresponden a sedimentos inconsolidados compuestos básicamente de arcilla y limo de color marrón y arena fina.

Depósitos de Duna (Holoceno)

Restringidos a la faja costera, se ubican en la zona de playa alta sobre los depósitos sedimentarios de la formaciones Camacho, Raigón y Libertad y en la desembocadura del Río Rosario sobre las rocas del basamento cristalino. Se trata de cúmulos de arenas compuestas esencialmente de cuarzo de color blanco, con un tamaño de grano que va de finas a medias y bien seleccionadas. Se extienden desde la línea de playa hasta unos 500 metros hacia el continente.

Depósitos de Playa (Holoceno)

Se ubican en la porción más distal de la faja costera distribuidos de forma paralela a la línea de costa. Estos sedimentos se componen por arenas finas hasta tamaño gravilla, blanco-amarillentas, cuarzo-feldespáticas, de baja selección, con clastos cuyo grado de redondez varía desde anguloso a redondeado. Presentan estratificación plano-paralela, cruzada de bajo ángulo y ripples.

Depósitos Aluviales (Holoceno)

Este tipo de depósitos forman parte del lecho y la planicie de inundación de los actuales cursos de agua y presentan desde el punto de vista litológico una gran variedad textural y composicional. Corresponden a sedimentos de tamaño de grano que van desde fracciones finas como arcillas y limos, a medias como arenas, gravillas y bloques.

De forma general, en el área de estudio predominan las fracciones de grava y arena siendo la grava compuesta de cuarzo, feldespato y líticos (mayormente ortogneisses) en clastos subangulosos a subredondeados con una relación lítico/cuarzo mayor a 1. La fracción arena está en el rango de media a gruesa y es fundamentalmente de composición cuarzosa con granos de subangulosos a subredondeados.

Agradecimientos

Los autores de este trabajo quieren agradecer al Ing. Agr. Fernando Bideau de la División de Suelos-MGAP, al Lic. Sergio Gagliardi de la División Aguas Subterráneas-OSE por colaborar con nosotros brindándonos información y material fotográfico del área mapeada. De la misma manera, agradecemos a los estudiantes del curso de Cartografía Geológica: Anahí Curbelo Lopez, Fiorella Arduin Rode, Belén Viera Honegger, Hernán Silva Lara, Noelia Pereyra Ortiz y Agostina Pedro Maltese por la información proporcionada.

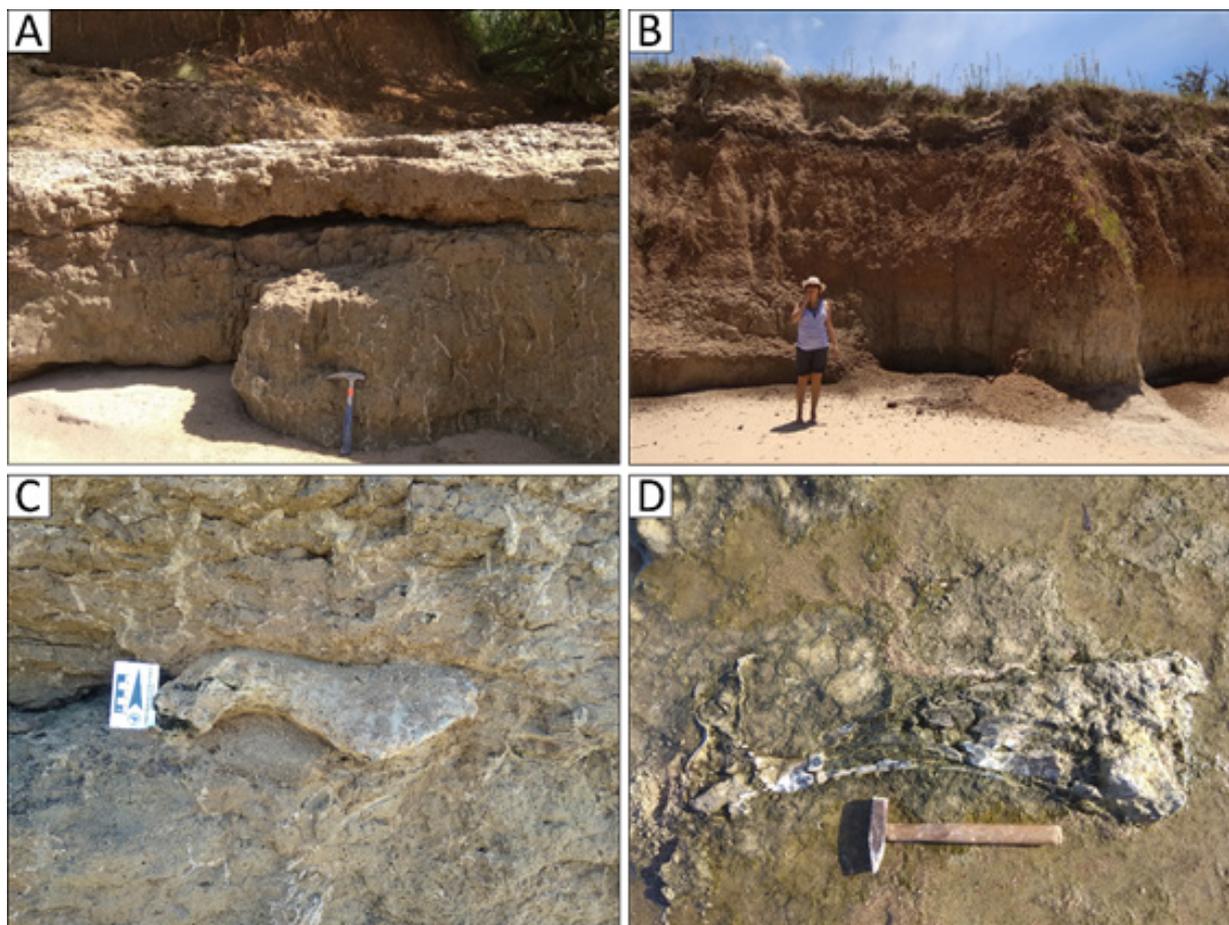


Figura 17. A), B) Barrancas naturales de Fm. Camacho en las costas del Río de la Plata, Balneario Santa Regina; **C), D)** Fósiles de megafauna cuaternaria asociados a retrabajo de la misma.

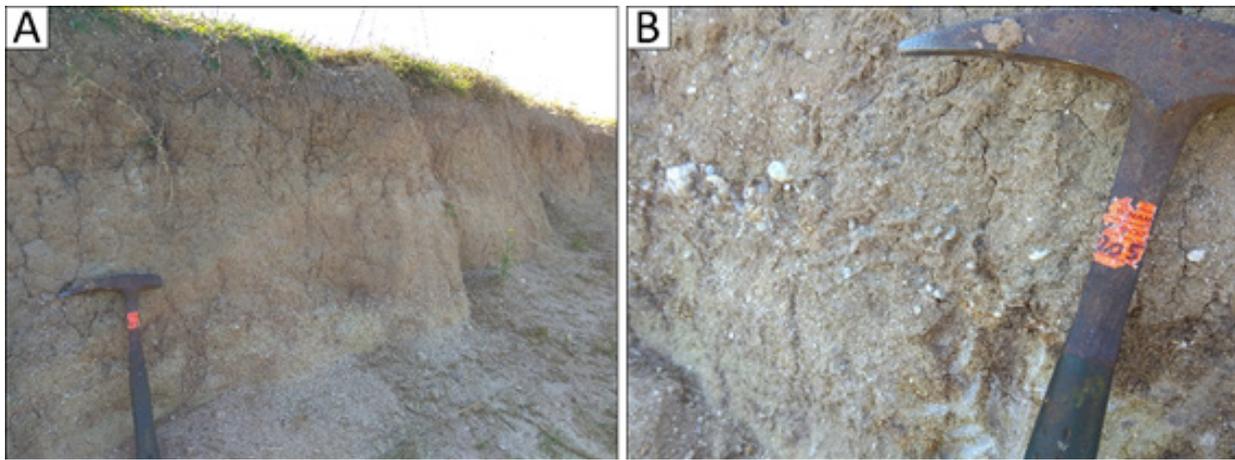


Figura 18. A) Pequeño perfil de areniscas conglomeradas; **B)** Detalle de conglomerado con matriz arenosa.

Referencias

- Arduin Rode, F., Curbelo Lopez, A., Silva Lara, H., Pedro Maltese, A., Pereyra Ortiz, N., Viera Honegger, B., Spoturno Pioppo, J. (2019) Geología de la Región Mal Abrigo, Terreno Piedra Alta, Cratón del Río de la Plata (Uruguay). Actas IX Congreso Uruguayo de Geología, Flores, Uruguay. pp82.
- Bossi, J., Campal, N., Preciozzi, F. (1993) Precámbrico del Uruguay, parte I: Terreno Piedra Alta. DINAMIGE–UdelaR, pp. 1-58.
- Bossi, J., Preciozzi, F., Campal, N. (1993b) Predevoniano del Uruguay. Parte I: Terreno Piedra Alta. Ed. DINAMIGE. 1-50. Montevideo - Uruguay.
- Coronel, N., Techera, J., Ramos, E., Pineyro, G. 1990. Fotointerpretación regional y zonas de interés prospectivo en los alrededores de Ismael Cortinas, Mal Abrigo - San José / Colonia, Uruguay (Parte I), DINAMIGE, Div. Geología Aplicada, Montevideo, Informe interno, 26 pags., 1 mapa.
- Curbelo Lopez, A., Arduin Rode, F., Silva Lara, H., Pedro Maltese, A., Pereyra Ortiz, N., Viera Honegger, B., Spoturno Pioppo, J. (2019) Geología de la región de Mal Abrigo. En este volumen
- Garat, I. (1990) Carta geológica a escala 1/100.000 del Fotoplano Guaycurú. DINAMIGE- Facultad de Agronomía – Facultad de Humanidades y Ciencias, Programa Carta Geológica Montevideo – Uruguay.
- Gianotti, V., Arrighetti, R. 2017. Cartografía Geológica a escala 1:100.000 de las hojas 83 y 91. DINAMIGE
- Goso, H. (1965). El Cenozoico en el Uruguay. Inst. Geol. Uruguay, Ed. Mimeogr. Montevideo- Uruguay.
- Guerrero, S., Faraone, M., & Carrión, R. (2018). Aplicación de fotogrametría y modelación 3d en geología y minería; el Granito de Cufre. Revista Investigaciones DINAMIGE-MIEM. Número 1, v.1.
- Morales Demarco M, Oyhantçabal P, Stein KJ, Siegesmund S. (2011). Black dimensional stones: geology, technical properties and deposit characterization of the dolerites from Uruguay. Environ Earth Sci 63:1879–1909
- Morales Demarco M. (2012). Caracterización mineralógica, petrológica y económica de las Rocas Ornamentales del Uruguay: Implicaciones para la Exploración de Depósitos. PhD Thesis, Georg-August-Universität Göttingen, Alemania 227pp.
- Oyhantçabal P, Spoturno J, Aubet N, Cazaux S & Huelmo S. (2003). Proterozoico del Sureste del Uruguay: Nueva propuesta estratigráfica para la Formación Montevideo y el magmatismo asociado. Rev. Soc. Urug. Geol., Publ. Especial (CD), 1: 38-48.
- Oyhantçabal, P., Siegesmund, S., & Wemmer, K. (2011). The Río de la Plata Craton: a review of units, boundaries, ages and isotopic signature. International Journal of Earth Sciences, 100(2-3), 201-220.
- Oyhantçabal P, Cingolani C.A., Wemmer K., Siegesmund S. (2018) The Río de la Plata Craton of Argentina and Uruguay. In: Siegesmund S., Basei M., Oyhantçabal P., Oriolo S. (eds) Geology of Southwest Gondwana. Regional Geology Reviews. Springer, Cham. pp 89-105.
- Pascale A, Oyhantçabal P (2016) Geoquímica de las anfibolitas de Formación Montevideo y los ortogneisses asociados. Actas VIII Congreso Uruguayo de Geología, Montevideo, 2016
- Preciozzi, F., Spoturno, J., Heinzen, W. y Rossi, P., (1985). Carta Geológica del Uruguay a escala 1:500.000. Dirección Nacional de Minería y Geología Montevideo. 92p.
- Spoturno, J., Oyhantçabal, P., Aubet, N., Cazaux, S., Morales, E. (2004) Carta Geológica y Memoria Explicativa a Escala 1:100.000 del Departamento de San José. CONICYT. Proyecto 6019. Fondo Clemente Estable [CDRom].