



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

Facultad de Ciencias Químicas

Departamento Ciencias de la Tierra



**ESTUDIO PETROLÓGICO DEL MIEMBRO INFERIOR
DE LA FORMACIÓN COLIMAPU EN LA CORDILLERA
PRINCIPAL DE CHILE CENTRAL (34°S)**

Memoria para optar al Título de Geólogo

Diego Ignacio Aguilar Almonacid

Profesor Patrocinante: Dr. Alfonso Encinas Martin
Profesional Guía: Sr. Nicolás Eduardo Henríquez Cáceres
Profesores Comisión: MSc. Abraham Elías González Martínez
Sr. Ramiro Ulises Bonilla Parra

Concepción, 2025

A mi tata Jaime, gracias por todo.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del tema	1
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivos generales	2
1.2.2. Objetivos específicos.....	2
1.3. Ubicación y Accesos.....	2
1.4. Agradecimientos.....	3
2. MARCO GEOLÓGICO.....	5
2.1. Geología Regional	5
2.1.1. Contexto tectónico	7
2.1.2 Unidades estratificadas.....	7
2.2. Trabajos previos en la Formación Colimapu	10
3. METODOLOGÍA DE TRABAJO	14
4. ANÁLISIS PETROGRÁFICO.....	16
5. FICHAS PETROGRÁFICAS	25
6. DISCUSIÓN.....	38
7. CONCLUSIONES	41
8. REFERENCIAS	42
ANEXOS.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Mapa de ubicación área de estudio.	3
Figura 2.1: Principales morfoestructuras de la segmentación andina entre los 32° y 35°. Extraído de Fock (2005).....	6
Figura 2.2: Mapa Geológico 1:1.000.000 de zona de estudio, sector Alto Maipo. Mapa modificado de Piñeiro y otros (2024). Extraído de Henríquez y otros (2024).....	13
Figura 3.1: Clasificación textural para rocas carbonáticas. Según Dunham (1962).	15
Figura 3.2: Clasificación composicional para rocas carbonáticas. Según Folk (1962).	15
Figura 4.1: Columna estratigráfica Cordón Yesillo. Leyenda y simbología en Figura 4.4. Tamaños de grano. Rocas carbonatadas: M = Mudstone; W = Wackestone; P = Packstone; G = Grainstone. Rocas siliciclásticas: L = Limolita; Af = Arenisca fina; Am = Arenisca media; Ag = Arenisca gruesa; C = Conglomerado.	19
Figura 4.2: Columna estratigráfica estero El Diablo. Leyenda y simbología en Figura 4.4 ...	19
Figura 4.4: Leyenda y simbología. Columnas estratigráficas sectores estero El Diablo, Cordón Yesillo y glaciar El Morado (Figuras 4.1, 4.2 4,3)	20
Figura 4.3: Columna estratigráfica glaciar El Morado. Leyenda y simbología en Figura 4.4	20
Figura 4.5: Corte petrográfico MA3GM-2. a) Imagen en LPP (luz polarizada plana) con un aumento x5. Es posible observar un fósil de gasterópodo. b) Misma imagen con nicoles cruzados	21
Figura 4.6: Corte petrográfico MA3GM-2. a) Imagen en LPP con un aumento x5. Es posible observar en los rectángulos rojos fósiles de gasterópodos que se encuentran fragmentados. b) Misma imagen con nicoles cruzados	21
Figura 4.7: Corte petrográfico A3ED-M12. a) Imagen en LPP con un aumento x5. Es posible observar un fósil de bivalvo. b) Misma imagen con nicoles cruzados	22
Figura 4.8: Corte petrográfico MA3GM-2. a) Imagen en LPP con un aumento x5. Es posible observar un fósil de ostreido. b) Misma imagen con nicoles cruzados	22

Figura 4.9: Escáner de corte petrográfico MA3GM-2. Imagen en LPP. En los recuadros rojos se observan fragmentos rotos de ostrácodos desarticulados. Se observan junto a los ostrácodos fósiles de gasterópodos y bivalvos..... 23

Figura 4.10: Corte petrográfico MA3CY-2. a) Imagen en LPP con un aumento x5. Es posible observar variados tipos de oolitos (Ool) y un intraclasto (Int) de gran tamaño que contiene oolitos similares a los presentes en la muestra. b) Misma imagen con nicoles cruzados..... 23

Figura 4.11: Corte petrográfico A3ED-M14. a) Imagen en LPP con un aumento x5. Es posible observar variados tipos de pellets y cristales de plagioclasa (Plg). b) Misma imagen con nicoles cruzados..... 24

Figura 4.12: Escáner de corte petrográfico A3ED-M26. a) Imagen en LPP. b) Misma imagen con nicoles cruzados. 24

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5.1: Ficha muestra MA3GM-2.....	25
Tabla 5.2: Ficha muestra MA3GM-3.....	26
Tabla 5.3: Ficha muestra MA3GM-4.....	27
Tabla 5.4: Ficha muestra MA3CY-2	28
Tabla 5.5: Ficha muestra RN-1.....	29
Tabla 5.6: Ficha muestra RN-2.....	30
Tabla 5.7: Ficha muestra A3ED-M8.....	31
Tabla 5.8: Ficha muestra A3ED-M9.....	32
Tabla 5.9: Ficha muestra A3ED-M10.....	33
Tabla 5.10: Ficha muestra A3ED-M12.....	34
Tabla 5.11: Ficha muestra A3ED-M14.....	35
Tabla 5.12: Ficha muestra A3ED-M26.....	36
Tabla 5.13: Ficha muestra A3ED-M27.....	37

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Ficha estándar rocas de origen carbonático	47
ANEXO 2: Escáneres de Cortes Petrográficos.....	48

RESUMEN

La Formación Colimapu aflora entre los ríos Volcán y Maipo (Chile Central, 33°-36°S) en la Cordillera Principal de Chile central. La unidad corresponde a una sucesión de areniscas, lutitas rojas, conglomerados y calizas de hasta 2.000 m de espesor. Esta unidad sobryace en paraconformidad o disconformidad a las formaciones Lo Valdés y Baños del Flaco subyace a la Formación Abanico en paraconformidad o disconformidad. La Formación Colimapu se depositó en la parte occidental de la cuenca de Neuquén.

Durante el Triásico Tardío-Jurásico Temprano la cuenca de Neuquén estuvo dominada por un régimen extensional. Hacia el Jurásico Medio se formaron una serie de cuencas de trasarco. Varios autores propusieron que durante el Cretácico Tardío las cuencas de trasarco se invirtieron, se produjo alzamiento andino y se generaron cuencas de antepaís al este de los Andes. Sin embargo, otros autores proponen un contexto tectónico extensional para este periodo.

Se llevó a cabo un análisis petrográfico de calizas amarillas pertenecientes al miembro inferior de la Formación Colimapu con la intención de determinar el ambiente de sedimentación de este miembro, el cual se compone principalmente de calizas amarillas con intercalaciones menores de brechas, areniscas y limolitas. Las calizas analizadas corresponden a boundstones con laminación algal, mudstones, wackestones y grainstones. En las facies de calizas se observan fósiles de gasterópodos, ostrácodos, bivalvos y ostreidos. El análisis de las microfacies sugiere un ambiente lacustre. La presencia de ostreidos indicaría influencia marina

Estos resultados sugieren que no existiría una zona topográficamente alzada entre Chile y Argentina que hubiera impedido la conexión marina Atlántica durante el Cretácico Tardío.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del tema

El presente trabajo consiste en el estudio del ambiente de sedimentación del miembro inferior de la Formación Colimapu mediante el análisis de cortes transparentes en rocas de esta unidad.

La Formación Colimapu fue definida por Klohn (1960) y aflora en los sectores del Río Maipo y el Río Volcán (Chile Central, 33°-34°S). Esta formación consiste en 2.000 m de areniscas, lutitas rojas, conglomerados y calizas (Klohn, 1960; Charrier, 1981; Henríquez y otros, 2024). La Formación Colimapu sobreyace en paraconformidad o disconformidad a la Formación Lo Valdés y la Formación Baños del Flaco, a las cuales se les asigna una edad Titoniana-Hauteriviana (Biró, 1964; Salazar, 2012) y hacia techo la Formación Colimapu se encuentra en subyaciendo de manera discordante a la Formación Abanico del Eoceno-Mioceno Inferior (Klohn, 1960; Charrier y otros, 2024).

Recientemente, Henríquez y otros (2024) dividieron informalmente la Formación Colimapu en tres miembros. El miembro inferior está compuesto por facies de calizas amarillas con intercalaciones menores de brechas, areniscas y limolitas. En este miembro se observan fósiles de gasterópodos, ostrácodos, bivalvos, ostreidos y laminaciones de algas. El miembro medio está constituido principalmente por facies de limolitas, con menor proporción de areniscas, calizas y algunos conglomerados. Se identifican ostrácodos, carofitas, bivalvos, ostreidos y restos de vertebrados. El miembro superior se caracteriza por facies de areniscas con estructuras de ondulitas de oleaje, intercalaciones de limolitas con grietas de desecación y escasas calizas. Contiene fósiles de gasterópodos y huellas de dinosaurios.

Con respecto a la edad de la formación inicialmente se propuso una edad Albiana basada en carofitas fósiles (Martínez y Osorio, 1963). No obstante Aguirre (2009) mediante la datación de U/Pb en zircons detríticos estima una edad máxima para la Formación Colimapu de aproximadamente 90 Ma. (Turoniano) y Tapia (2015) en el sector del Río Volcán obtuvo una edad máxima de 73,8 Ma. (Campaniano) para el miembro superior de esta unidad. Más recientemente Henríquez y otros (2024) de igual forma con una datación de U/Pb en zircons detríticos en el

sector del Cajón Yesillo obtienen una edad máxima de 76,9 Ma. (Campaniano) para el miembro inferior de la Formación Colimapu. Por tanto, la edad máxima para esta unidad es Campaniana.

Mis estudios se enfocarán en el análisis petrográfico de cortes transparentes del miembro inferior con el objetivo principal de profundizar estudios anteriores y determinar el ambiente de sedimentación de dicha unidad, en particular esclarecer si se depositó en un ambiente lacustre o marino

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivos generales

Determinar el ambiente de sedimentación del miembro inferior de la Formación Colimapu en el área del sector del Río el Volcán-Río Maipo.

1.2.2. Objetivos específicos

- 1- Caracterizar la petrografía de las calizas del miembro inferior de la Formación Colimapu.
- 2- Determinar si dicho miembro se depositó en un ambiente marino o lacustre.

1.3. Ubicación y Accesos

El área de estudio se encuentra en la Cordillera Principal de Chile central, en un sector conocido como Cajón del Maipo (regiones Metropolitana y de O'Higgins, 34°S).

Para ingresar a la zona se debe acceder a la localidad de San José de Maipo y continuar por el camino al Volcán 33 km aproximadamente hasta el camino secundario que lleva a Las Melosas, antes de llegar a la localidad de Baños Morales. Luego se recorren 40 km aproximadamente por el camino de Las Melosas hasta el fundo Cruz de Piedra.

Para acceder a las áreas de las columnas estero El Diablo y Cordón Yesillo se debe llegar a la entrada del fundo Río Negro y luego realizar una cabalgata de tres a cuatro horas hasta estos 3 sectores.

Para acceder a la quebrada Colimapu o La Mona se parte desde la entrada al fundo Cruz de Piedra, lugar desde el cual se recorren dos horas en camioneta hasta El Blanco y luego se realiza una caminata de dos horas hasta la quebrada ya mencionada. Para la última columna se accede desde San José de Maipo hasta Baños Morales, donde posteriormente hay que dirigirse hasta el parque Las Arenas, lugar donde se encuentra la columna glaciar El Morado.

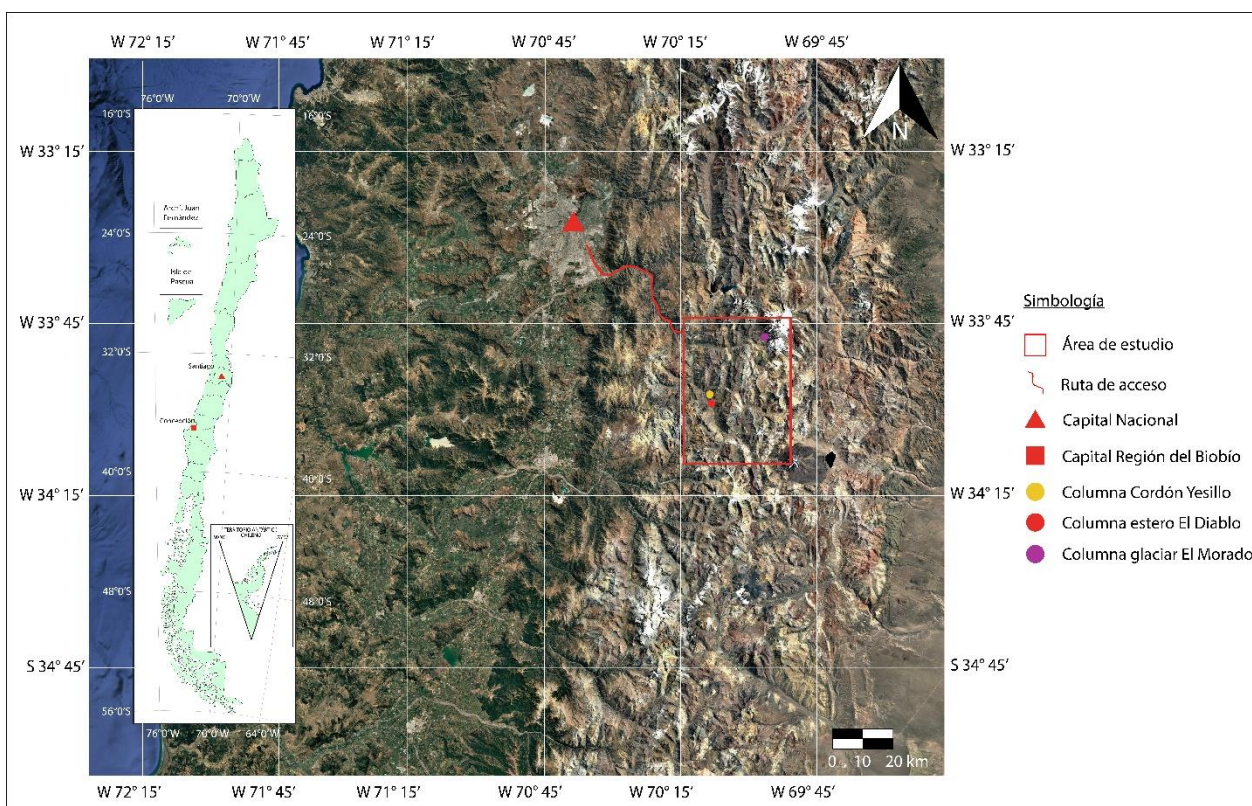


Figura 1.1: Mapa de ubicación área de estudio.

1.4. Agradecimientos

Agradecer al Proyecto Fondecyt 1200428, por financiar y permitir el desarrollo de este trabajo. Agradecer al profesor guía Dr. Alfonso Encinas por la paciencia y la orientación durante el periodo de la confección de este trabajo. Agradecer a Nicolás Henríquez que formó parte de este estudio como profesional guía que, con una increíble disposición, además de proveer material y sus conocimientos permitió que fuera más fácil abordar los temas tratados. Agradecer a la Sra. Carolina Rojas que estuvo presente durante mis años universitarios para solucionar cualquier situación administrativa en la que estuviera implicado. Agradecer a los funcionarios del departamento Ciencias de la Tierra por su constante amabilidad y disposición.

Agradecer a mis amigos que siempre estuvieron para apoyar en este largo proceso. Agradecer a Katia que fue un factor importante para motivarme y ser capaz de terminar esta etapa. Finalmente, agradecer a mi familia, a mi abuela, mi madre, mis tíos y mis hermanos que desde principio a fin estuvieron conmigo sin presiones, con un apoyo incondicional y junto con ello, agradecer todos los sacrificios hechos para que yo pudiera estar donde me encuentro hoy.

2. MARCO GEOLÓGICO

2.1. Geología Regional

La región andina entre los 33°-34°S consiste en cinco dominios morfoestructurales con rumbo N-S que, de oeste a este, son los siguientes.

La Cordillera de la Costa es una cadena montañosa que alcanza elevaciones relativamente bajas (800–2000 m s.n.m.) y presenta un basamento Paleozoico intrusivo y metamórfico, cubierto en su flanco oriental por secuencias Mesozoicas volcánico-sedimentarias (Wall y otros, 1999; Sellés y Gana, 2001)

La Depresión Central es una zona de bajo relieve que separa la Cordillera de la Costa de la Cordillera Principal. Está rellena con depósitos fluviales y aluviales del Pleistoceno-Holoceno, aunque se encuentran cerros aislados compuestos por rocas Mesozoicas y Cenozoicas que alcanzan localmente hasta 800 m de altitud (Encinas y otros, 2021; Thiele, 1980).

La Cordillera Principal, que alberga el arco volcánico actual, alcanza una elevación máxima de 6690 m y comprende rocas volcánicas cenozoicas de la Cuenca Abanico y rocas sedimentarias y volcánicas Mesozoicas de la Cuenca Neuquina (Fock, 2005; Mardones, 2019; Thiele, 1980).

La Cordillera Frontal, ubicada en el oeste de Argentina, específicamente de la ciudad de Mendoza (Heredia y otros, 2009), alcanza elevaciones de 3000–5000 m. Este dominio morfotectónico incluye rocas metamórficas Precámbricas, granitoides Paleozoicos y rocas volcánicas Triásicas (Giambiagi y otros, 2003; Polanski, 1964).

El área de estudio se sitúa dentro de la Cordillera Principal, entre los 33°–34°S. En esta región, este dominio se puede dividir en dos: la Cordillera Principal Occidental y la Cordillera Principal Oriental.

La Cordillera Principal Occidental consiste principalmente en rocas volcánicas Cenozoicas, incluyendo la Formación Abanico (Eoceno–Mioceno inferior) y la Formación Farellones (Mioceno inferior–medio) (Aguirre, 1960; Charrier y otros, 2002; Godoy y otros, 1999; Thiele, 1980).

La Cordillera Principal Oriental está dominada por rocas sedimentarias Jurásicas a Cretácicas altamente deformadas que forman la faja plegada y corrida Aconcagua, junto con rocas volcánicas Cenozoicas asignadas típicamente a la Formación Abanico (Giambiagi y otros, 2003; Klohn, 1960; Thiele, 1980).

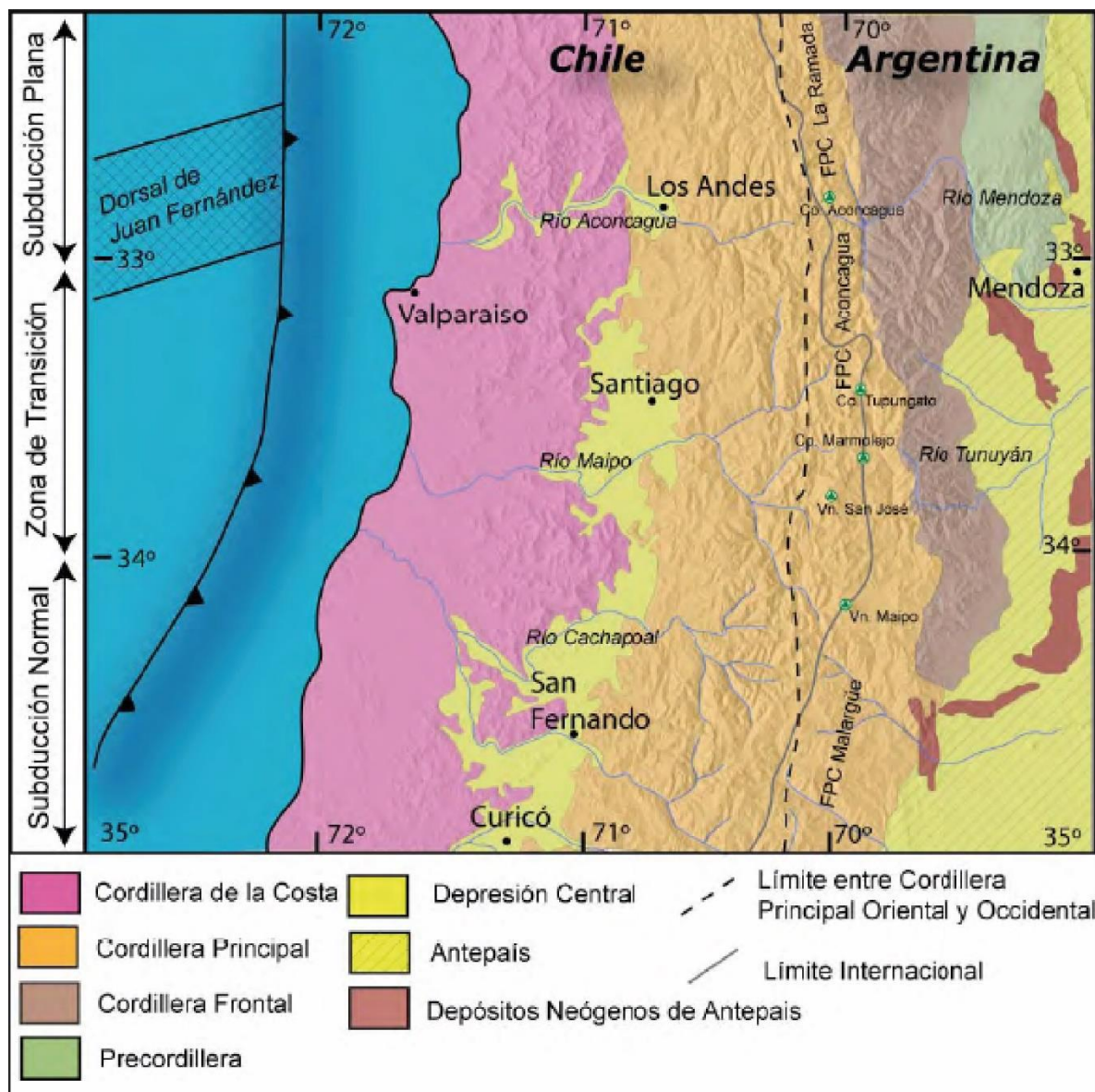


Figura 2.1: Principales morfoestructuras de la segmentación andina entre los 32° y 35°. Extraído de Fock (2005).

2.1.1. Contexto tectónico

Inicialmente hacia el Pérmico Superior-Triásico se produjo un evento extensional durante la amalgamación de Pangea (Mpodozis y Kay 1990), generándose una serie de depocentros con orientación NNW-SSE (Ramos, 1994). Durante el Triásico Superior–Jurásico Inferior el contexto tectónico regional estuvo dominado por extensión de retroarco y tectónica de rift, producto del colapso gondwánico, esto originó cuencas de hemigraben rellenas por volcanismo y sedimentos continentales, sin un arco magmático bien desarrollado. (Howell, 2005; Franzese y otros, 2006). En el Jurásico Inferior–Medio se inició el régimen de subducción a lo largo del margen occidental de Gondwana (Franzese y otros, 2003). Hacia el Jurásico Medio se instauró en el margen pacífico una zona de subducción con el desarrollo de un arco magmático ubicado en la actual Cordillera de la Costa (Charrier, 1984). Se formaron una serie de cuencas de trasarco interconectadas, entre ellas la cuenca de Neuquén en el área de estudio (Dalziel, 1986; Mpodozis y Ramos, 1989). Un prolongado roll-back llevó a un acoplamiento reducido entre las placas oceánica y continental, estas condiciones tectónicas extensionales prevalecieron durante el Jurásico Medio–Cretácico Inferior (Horton, 2018). Se ha propuesto que estas condiciones tectónicas cesaron hacia el Cretácico Superior con la apertura del Océano Atlántico Sur, lo que condujo a un régimen tectónico compresivo (Mpodozis y Ramos, 1989; Coney y Evenchick, 1994). Producto de este régimen las cuencas de trasarco se invirtieron, se produjo alzamiento andino y se generaron cuencas de antepaís al este de los Andes, además de mantener una migración hacia el este del arco magmático, crecimiento del orógeno andino y de la cuenca de antepaís, caracterizando la mayor parte del intervalo Cretácico Superior–Cenozoico (Mpodozis y Ramos, 1989; Howell y otros, 2005). Sin embargo, Henríquez y otros (2024) proponen un contexto tectónico extensional para este periodo.

2.1.2 Unidades estratificadas

Formación Nieves Negras

La Formación Nieves Negras fue definida por Álvarez y otros en 1997 y está constituida por lutitas, pelitas negras y turbiditas marinas, con intercalaciones de areniscas finas a medias en la parte media (Álvarez y otros, 1997; Charrier y otros, 2002)

La base de la formación no aflora, a la cual se propone un rango Triásico tardío-Jurásico Temprano, sin embargo, hacia techo se encuentra en concordancia subyaciendo a la Formación Río Colina y se identifican amonites que indican una edad Bathoniana-Caloviana (Álvarez y otros, 1997)

Formación Río Colina

Formación de origen marino definida por González (1963) en el valle del río Colina, esta unidad corresponde a una secuencia de calizas y lutitas calcáreas grises oscuros, lutitas fisibles, finamente estratificadas, areniscas y conglomerados finos, además se intercalan rocas volcánicas andesíticas. El conjunto muestra lentes de yesos interestratificados. El yeso se observa también en forma de domos diapíricos, con un espesor aproximado de 700 m (Thiele, 1980)

Esta unidad se encuentra en concordancia con la Formación Nieves Negras que lo subyace (Álvarez y otros, 1997) y hacia techo de forma concordante sobreyace la Formación Río Damas (Thiele, 1980)

Thiele 1980 le asigna una edad Oxfordiana al techo de la formación en base a la fauna encontrada en el estero azufre, en cambio a la parte media e inferior le asigna una edad Caloviana.

Formación Río Damas

Formación definida por Klohn 1960 en el río del mismo nombre, la litología de esta unidad corresponde a conglomerados y brechas conglomerádicas con intercalaciones de areniscas y lutitas, también existe la intercalación de andesitas con una potencia aproximada de 3.000 m.

La Formación Río Damas de edad Kimmeridgiana sobreyace a la Formación Río Colina concordantemente y subyace a la Formación Lo Valdés de manera concordante. (Thiele, 1980). Muestras de esta Formación fueron analizadas por el método U-Pb, obteniendo una edad de 150 Ma, lo que indica una edad máxima Titoniana que es la asignada a la Formación Río Damas (Aguirre, 2009).

Formación Lo Valdés

Definida por González (1963) en el río homónimo, corresponde a una secuencia de calizas, lutitas, calcilutitas y areniscas calcáreas, conglomerados y brechas. Se intercalan niveles de andesitas, estimando así una potencia de 1.300 m (Thiele, 1980; Hallam y otros, 1986)

Esta Formación se encuentra concordante en la base con la Formación Río Damas (González, 1963) e infrayace concordante a la Formación Colimapu (Thiele, 1980). En base a esta relación de contacto y su contenido fósil identificados como amonites y bivalvos ubican esta unidad en el Titoniano-Hauteriviano (Biró, 1964; Tavera, 1968; Hallam y otros, 1986; Salazar, 2012)

Formación Colimapu

La Formación Colimapu definida por Klohn (1960). La secuencia de esta unidad se compone de areniscas y lutitas rojas, conglomerados, lavas andesíticas y calizas, alcanzando un espesor aproximado de 2.000 m. (Thiele, 1980; Charrier 1981)

Esta Formación subyace a la Formación Abanico en concordancia o discordancia angular y sobreyace en paraconformidad o disconformidad a la Formación Lo Valdés (Biró, 1964; Salazar, 2012; Henríquez y otros, 2024). Para la Formación Colimapu se asigna una edad máxima Campaniana, esto a través una datación de U/Pb en zircones detríticos en el sector del Cajón Yesillo (Henríquez y otros, 2024).

Formación Abanico

Formación mencionada en primera instancia por Muñoz Cristi (1957), pero debido a la falta de una sección tipo, Aguirre (1960) la define en la provincia de Aconcagua. Esta unidad se compone de lavas básicas a intermedias, rocas piroclásticas ácidas e intercalaciones sedimentarias continentales (Charrier y otros, 2002; Nyström y otros 2003) con un espesor aproximado de 3.000 m aumentado por las numerosas intrusiones de filones-manto y lacolitos andesíticos (Thiele, 1980).

La franja occidental de la Formación Abanico se encuentra en contacto por falla con la Formación Lo Valle, o bien como concordante, separada por un hiatus de 35 Ma (Gana y otros, 1997; Fuentes y otros, 2000; Fuentes, 2004). En el sector de Angostura de Paine, los depósitos de la Formación

Abanico aparecen en discordancia erosiva sobre la Formación Las Chilcas, evidenciando un hiatus cercano a 90 Ma (Sellés y otros, 2000).

Subyace a la Formación Farellones en un contacto discordante o pseudoconcordante (Charrier y otros, 2002) o concordante por falla (Godoy y otros, 1999). De acuerdo con dataciones radiométricas y su contenido fósil se le ha asignado una edad Eoceno Superior-Mioceno (Wyss y otros, 1994; Charrier y otros, 1996; Charrier y otros, 2002; Gana y Wall, 1997; Sellés, 1999; Fuentes y otros, 2000; Sellés, 2000; Fuentes y otros, 2002).

Formación Farellones

Al igual que la Formación Abanico, la Formación Farellones fue descrita en un principio por Muñoz Cristi (1957), pero finalmente fue definida correctamente por Klohn 1960. Esta unidad se compone por lavas, tobas e ignimbritas con intercalaciones de brechas con un espesor aproximado de 2.500 m (Thiele, 1980).

Con respecto a la relación de contacto entre la Formación Abanico y la formación Farellones se determina un contacto concordante o pseudoconcordante (Charrier, 2002), mientras que hacia techo de la unidad se identifica una superficie de erosión (Rivano y otros, 1990). A la Formación Farellones se le asigna una edad miocena mediante dataciones radiométricas (Sellés, 1999; Fuentes, 2004).

2.2. Trabajos previos en la Formación Colimapu

La Formación Colimapu fue definida por Klohn (1960) y aflora en los sectores del Río Maipo y el Río Volcán (Chile Central, 33°-36°S). Esta formación consiste en 2.000 m de areniscas, lutitas rojas, conglomerados y calizas (Charrier, 1981; Henríquez y otros, 2024)

Klohn (1960) define la formación como una sucesión de 3.000 m de potencia de areniscas tobíferas rojizas, lutitas tobíferas, tufitas rojas, con intercalación de capas de conglomerados, brechas y lavas andesíticas, calizas y capas discontinuas de yeso. Debido a la relación de contacto concordante con

la Formación baños del Flaco de edad Hauteriviano, Klohn asigna una edad Barremiano a la base de la formación y una edad Coniaciano al techo de la unidad.

González (1963) redefine la formación describiendo la localidad tipo de la Formación Colimapu en la quebrada La Mona, diferenciándola de la sección del valle del río Volcán. La litología asociada a la unidad son areniscas y lutitas rojas, tufitas rojas con intercalaciones lenticulares de conglomerados y lentes brechosas, acotando el espesor entre 1.200 m y 1.700 m. Asigna una edad Hauteriviana a la base de la Formación usando el mismo criterio de relación de contacto concordante con la Formación Lo Valdés, no obstante, para el techo menciona que se habría depositado en forma irregular durante el Neocomiano medio a superior permaneciendo estrechamente ligada a la regresión marina del Neocomiano, sin embargo, González menciona que la relación de contacto con la Formación Abanico es concordante.

Martínez y Osorio (1963) reportan el hallazgo de carofitas fósiles presentes en la Formación Colimapu, lo que indicaría que la edad mínima de esta unidad se acota al Albiano según el registro fósil.

Charrier (1981) analiza principalmente el trabajo realizado por Klohn (1960) y González (1963), en donde concluye que la unidad debe ser dividida en dos miembros con petrografías identificables. El miembro inferior epiclástico y calcáreo que consta de areniscas de grano medio finamente laminadas a limolitas muy finas, calizas y tobas. El miembro superior piroclástico compuesto por rocas volcanoclásticas con intercalaciones de lavas (andesitas y dacitas), presencia de brechas y conglomerados y una aislada presencia de calizas.

A diferencia de lo propuesto por González y Klohn con respecto al contacto con la formación infrayacente, la Formación Colimapu sobreyace en paraconformidad o disconformidad a la Formación Lo Valdés (Biró, 1964; Tavera, 1968; Salazar, 2012; Mardones 2019).

Aguirre y otros (2009) mediante dataciones de U-Pb en circones detríticos de la Formación Colimapu en la sección del río el Volcán obtuvieron edades máximas entre los 80 y 120 Ma con una edad media de 90 Ma (Turoniano). Tapia 2015 obtiene una datación U-Pb de aproximadamente

74 Ma (Campaniano) para la parte superior de la unidad en el mismo sector. Finalmente, Henríquez y otros (2024) consiguen varias edades para la Formación Colimapu, sin embargo, la edad U-Pb más joven que obtienen asociado a la parte basal de la Formación en el Cajón Yesillo es de 76,9 Ma (Campaniano) (Figura 2.2).

La Formación Colimapu fue dividida informalmente por Henríquez y otros (2024) en tres miembros. El miembro inferior corresponde principalmente a facies de calizas amarillas con intercalaciones menores de brechas, areniscas y limolitas. En las facies de calizas se observan fósiles de gasterópodos, ostrácodos, bivalvos, ostreidos y laminaciones de algas. El miembro medio, compuesto por facies de limolitas y, en menor medida, areniscas, calizas y escasos conglomerados. Se reconocen ostrácodos, carofitas, bivalvos, ostreidos y vertebrados. El miembro superior, compuesto por facies de areniscas con ondulitas de oleaje, intercalación de limolitas con grietas de desecación y escasas calizas. Presenta fósiles de gasterópodos y huellas de dinosaurios (Henríquez y otros, 2024)

Regionalmente, a las latitudes del área de estudio, la Formación Colimapu se correlaciona con las formaciones Lo Valle (volcánica) y Quiriquina (marina), además en función de su edad y similitud litológica, se correlaciona con la Formación Saldeño en la cuenca de Neuquén, Argentina (Henríquez y otros, 2024).

Según lo planteado por Charrier (1981) la sedimentación de la Formación Colimapu se produjo en un ambiente acuático basado en distintos rasgos tales como laminación fina, presencia de ostrácodos, cemento calcáreo en areniscas y limolitas, entre otros. Además, menciona que la parte basal se depositó en aguas poco profundas donde debió existir un hundimiento constante de la cuenca, por otro lado, el color marrón-rojizo de la secuencia y la presencia de intercalaciones evaporíticas indican un clima árido y seco. Olivares (2023) menciona que el análisis de las facies, sus asociaciones, y el contenido fosilífero de la formación permiten concluir un ambiente lacustre de agua salobre. Henríquez y otros (2024) plantean que corresponde en su parte basal a depósitos principalmente lacustres carbonatados, en su parte media presenta facies distales de abanicos aluviales con intercalaciones de calizas formadas en lagos efímeros y, a techo, presenta facies de

ambientes lacustres silicoclásticos. Cabe mencionar que la presencia de ostreidos en la parte basal-media de la formación indicaría influencia marina.

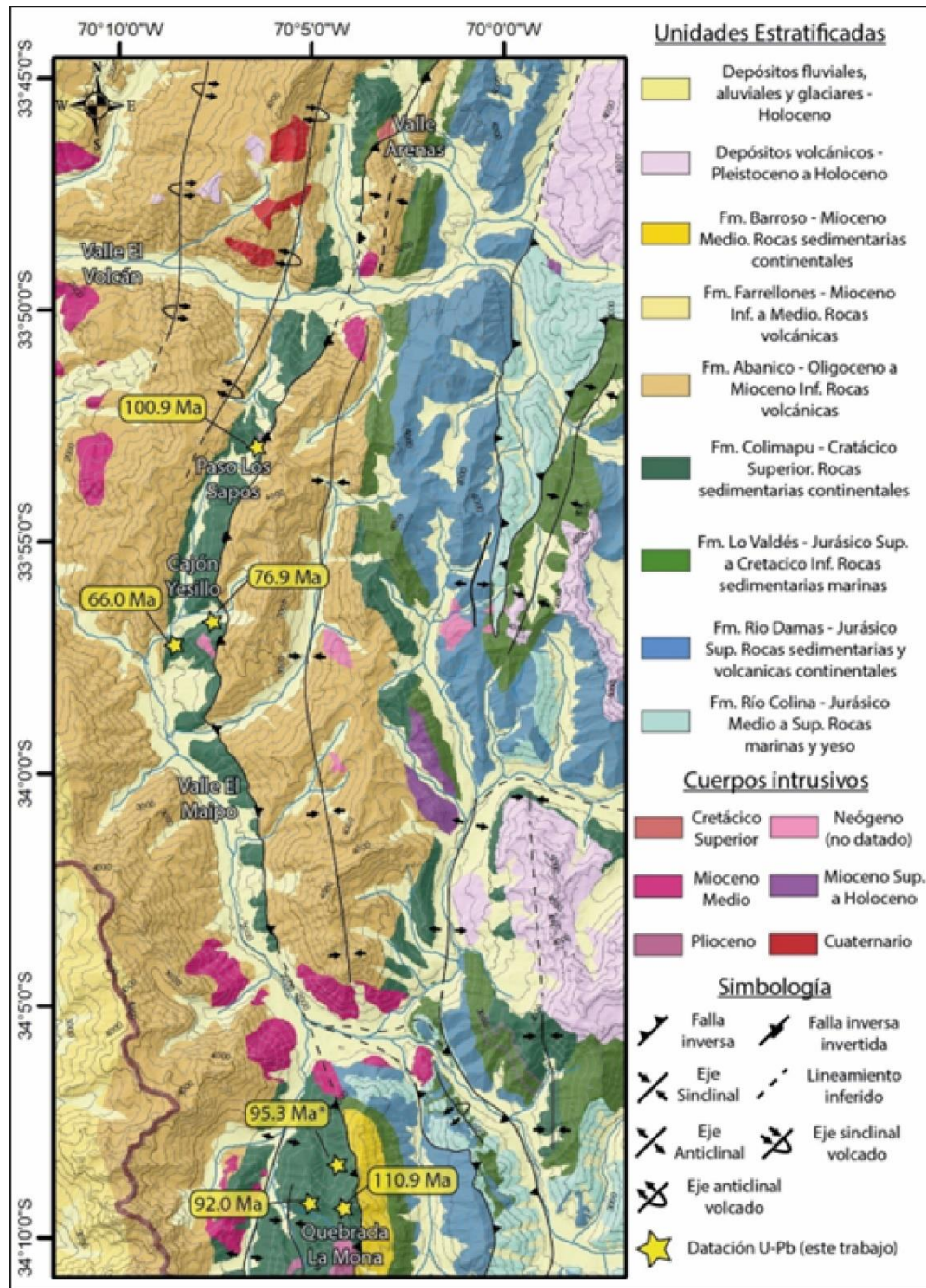


Figura 2.2: Mapa Geológico 1:1.000.000 de zona de estudio, sector Alto Maipo. Mapa modificado de Piñero y otros (2024). En Henríquez y otros (2024).

3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

La metodología de este trabajo consistió de dos ejes principales, siendo el primero una recopilación bibliográfica en torno a las formaciones asociadas a la zona en donde se encuentra la Formación Colimapu y la segunda parte corresponde a un trabajo de gabinete en donde se realizó un estudio petrológico de cortes transparentes asociados al miembro inferior de la Formación Colimapu.

El estudio petrológico consistió en el análisis de 13 cortes transparentes del miembro inferior de la Formación Colimapu que permitió determinar de manera más precisa las microfacies y contenido fosilífero de este miembro. Una vez descritos, se compiló la información en fichas con breves descripciones sobre la muestra (Tabla 9.1)

La descripción de estos cortes se llevó a cabo mediante su estudio con los microscopios Zeiss Standard que se encuentran en el Departamento Ciencias de la Tierra de la Universidad de Concepción.

La clasificación de las litologías de este miembro se realizó para las rocas carbonatadas según la clasificación textural de Dunham 1962 (Figura 3.1) y la clasificación composicional de Folk 1962 (Figura 3.2).


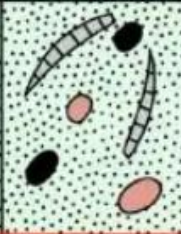



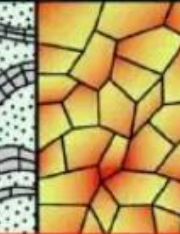
Textura deposicional reconocible					Textura deposicional no reconocible
Componentes originales no unidos durante la sedimentación				Componentes originales unidos durante el desarrollo de una bioconstrucción	
Con barro micrítico		Esqueleto clasto-soportado sin barro micrítico			
Esqueleto matriz-soportado	Esqueleto grano-soportado				
< 10 % granos	> 10 % granos				
Mudstone	Wackestone	Packstone	Grainstone	Boundstone	Cristalina
					

Figura 3.1: Clasificación textural para rocas carbonáticas. Según Dunham (1962).


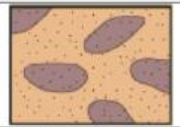


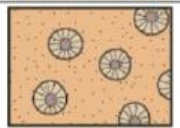
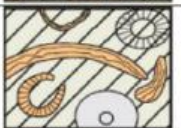



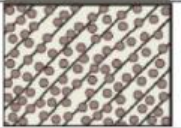
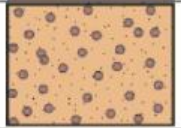
Proporciones volumétricas de aloquímicos	> 10% de aloquímicos				< 10% de aloquímicos		Rocas arrecifales y biohermales sin modificar
	Esparita > Micrita		Micrita > Esparita		1 – 10% de aloquímicos	< 1% de aloquímicos	
< 25% de intraclastos < 25% de ooides. Relación en volumen bioclastos:peloides	> 25% de intraclastos	INTRAESPARITA		INTRAMICRITA		Intraclastos MICRITA CON INTRACLASTOS	
	> 25% de ooides	OOESPARITA		OOMICRITA		Ooides MICRITA CON OOIDES	DISMICRITA (si se observan zonas esparíticas)
	> 3:1	BIOESPARITA		BIOMICRITA		Bioclastos MICRITA FOSILÍFERA	
	De 3:1 a 1:3	BIOPELESPARITA		BIOPELMICRITA		Peloides MICRITA CON PELOIDES	MICRITA
	< 1:3	PELESPARITA		PELMICRITA			
					Componentes aloquímicos más abundantes		BIOLITTO

Figura 3.2: Clasificación composicional para rocas carbonáticas. Según Folk (1962).

4. ANÁLISIS PETROGRÁFICO

Para el análisis petrográfico se analizaron 13 cortes de muestras correspondientes al miembro inferior de la Formación Colimapu, provenientes del estero El Diablo, Cordón Yesillo y glaciar El Morado. La ubicación de las columnas, donde se obtuvieron las muestras se puede observar en las Figuras 1.1 y 2.2. Con esta información se elaboraron fichas estándar (Tabla 9.1), destinadas a ordenar la información proveniente de las muestras analizadas. La ubicación de estas muestras en las columnas se muestra en las figuras 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4.

En los cortes analizados en el presente trabajo se pueden observar fósiles de gasterópodos indeterminados de gran tamaño. Estos se pueden encontrar conservando la mayor parte de su estructura o bien fragmentos de ella, los cuales se identifican por las distintas cámaras que posee un mismo individuo (Figura 4.5), además de la curvatura que presentan cuando están fragmentados (Figura 4.6). Los gasterópodos se encuentran rellenos por micrita o cemento esparítico. Junto a la presencia de estos fósiles también es posible observar fragmentos de conchas de bivalvos de variados tamaños, que aparecen como placas alargadas, tabulares, con bordes rectos y microestructura interna prismática, generalmente reemplazados por calcita (Figura 4.7). Se distinguen en menor proporción ostreidos, los cuales se diferencian principalmente por sus formas irregulares respecto de otros tipos de bivalvos (Figura 4.8). Por último, se encuentran ostrácodos, los que se encuentran desarticulados y/o rotos (Figura 4.9). Los ostrácodos se diferencian de los bivalvos principalmente por su tamaño, debido a que estos presentan valvas pequeñas y delgadas, además de que poseen una extinción ondulosa característica de este tipo de conchas.

Las muestras analizadas en este trabajo corresponden únicamente a rocas carbonatadas, en donde la mayoría son clasificadas como wackestone según la clasificación textural de Dunham (1962), ya que los granos se encuentran soportados por una matriz de barro micrítico. Al mismo tiempo, según la clasificación composicional de Folk (1962) la mayoría de las muestras corresponden a biomicritas con un bajo contenido fosilífero de gasterópodos y bivalvos. No obstante, las muestras A3ED-M27, A3ED-M12 y MA3GM-2 son abundantes en los fósiles mencionados con anterioridad, además de presentar ostreidos (A3ED-M12 y MA3GM-2) y ostrácodos desarticulados (MA3GM-2). En las muestras MA3GM-3 y MA3GM-4 hay abundante matriz micrítica y granos

en los que se pueden diferenciar componentes calcáreos y fósiles recristalizados, sin embargo, el retrabajo presente en los granos y los cristales rotos, imposibilitan identificar visualmente un tipo de fósil en la muestra. RN-2 es la única muestra que es clasificada texturalmente como mudstone debido a su bajo contenido de granos, en ella se presenta calcita recristalizada. De estos cristales una baja cantidad se asocian a fósiles los cuales no se han podido identificar, por ende, su clasificación composicional es designada como una micrita fosilífera.

La muestra MA3CY-2 es grano soportada y clasificada como grainstone según su textura. En ella se pueden identificar intraclastos y oolitos (Figura 4.10), sin embargo, a pesar de la presencia de estos últimos se clasifica composicionalmente como intraesparita debido a la abundancia de intraclastos. De igual manera A3ED-M14 se clasifica texturalmente como grainstone, en cambio, esta se compone de intraclastos y pellets (Figura 4.11), en donde, estos últimos son partículas finas, redondeadas u ovoides, generadas por organismos que ingieren fango carbonático y excretan el limo no digerido. Se observan como granos homogéneos, a veces alargados, con coloración oscura por materia orgánica. Debido a la presencia de estos granos y de los bivalvos en la muestra se clasifica composicionalmente como biopelresparita.

Las muestras A3ED-M8 y A3ED-M26 se clasificaron texturalmente como boundstone asociada a laminaciones de algas. En ellas se puede observar la laminación y la alternancia de colores claros y oscuros que implican los niveles micríticos y pelíticos respectivamente (Figura 4.12 y Tablas 5.7 y 5.12).

En la columna de Cordón Yesillo (Figura 4.1) se obtuvieron las muestras MA3CY-2, A3ED-M26 y A3ED-M27. Hacia la base de la columna se encuentra la muestra A3ED-M26 clasificada como boundstone asociada a laminaciones de algas, sobre esta se ubica A3ED-M27 un wackestone con abundante presencia de gasterópodos y bivalvos. Finalmente, en la parte media del miembro inferior se localiza la muestra MA3CY-2 clasificada como grainstone. En esta columna existe una variedad de rocas carbonatadas. Además, en la base y techo de la columna se identifican areniscas finas.

La Columna estero El Diablo se compone de las muestras RN-2, RN-1, A3ED-M8, A3ED-M9, A3ED-M10, A3ED-M12, A3ED-M14 de base a techo respectivamente. La muestra RN-2 se ubica en la base de la columna y está en contacto por falla con la Formación Abanico, esta muestra se clasifica como Mudstone. A3ED-M8 se define como boundstone con su correspondiente laminación algar. A3ED-M9, A3ED-M10, A3ED-M12 y RN-1 corresponden a wackestones y biomicritas textural y composicionalmente, sin embargo, en las dos primeras se identifican únicamente bivalvos mientras que en las dos últimas se reconocen bivalvos y gasterópodos. Cabe mencionar que en la muestra A3ED-M12 se distinguen en menor medida ostreidos. En la base de la columna hasta la parte media de ella se reconocen rocas carbonatadas que varían de mudstone a wackestone, mientras que hacia techo se encuentran a packstones y grainstones. Finalmente, en la parte más alta de columna se encuentran conglomerados.

A la Columna glaciar El Morado de base a techo le corresponden las muestras MA3GM-2, MA3GM-3 Y MA3GM-4 todas ellas son clasificadas como wackestone. En la parte media de la columna se ubica la muestra MA3GM-2, la cual es abundante en fósiles tales como gasterópodos, bivalvos, y en menor medida ostreidos y ostrácodos. Las muestras MA3GM-3 y MA3GM-4 se ubican hacia el techo de la columna y los fósiles presentes no se pudieron identificar. Las rocas carbonatadas presentes corresponden en general a wackestone y a largo de toda la columna se identifican conglomerados. En la base de la columna estos últimos se encuentran en contacto discordante con la Formación Lo Valdés.

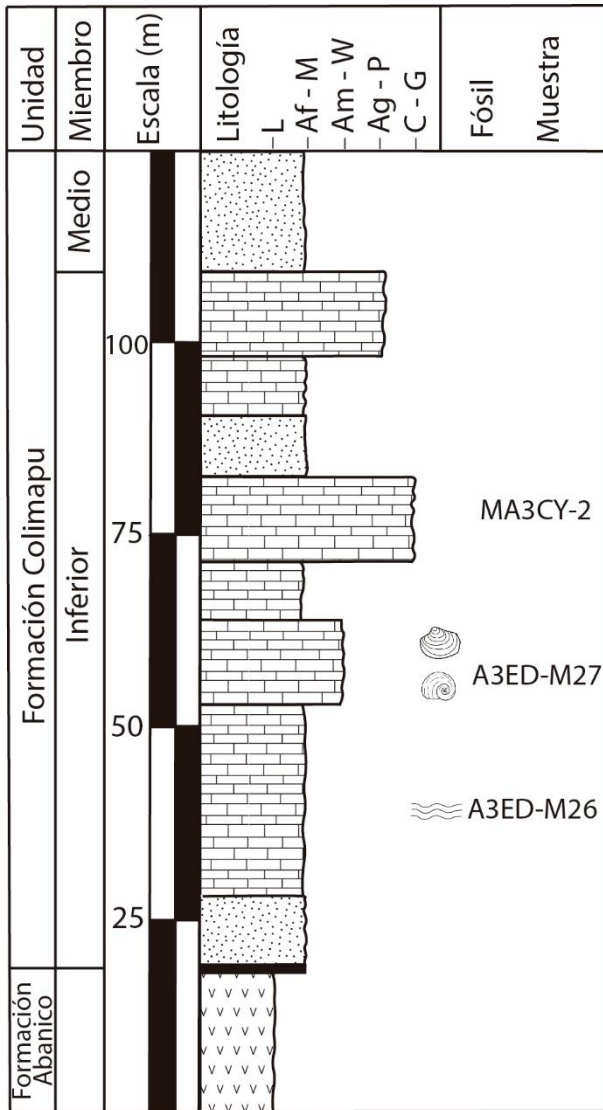


Figura 4.1: Columna estratigráfica del miembro inferior de la Formación Colimapu en sector Cordón Yesillo. Leyenda y simbología en Figura 4.4. Tamaños de grano. Rocas carbonatadas: M = Mudstone; W = Wackestone; P = Packstone; G = Grainstone. Rocas siliciclásticas: L = Limolita; Af = Arenisca fina; Am = Arenisca media; Ag = Arenisca gruesa; C = Conglomerado.

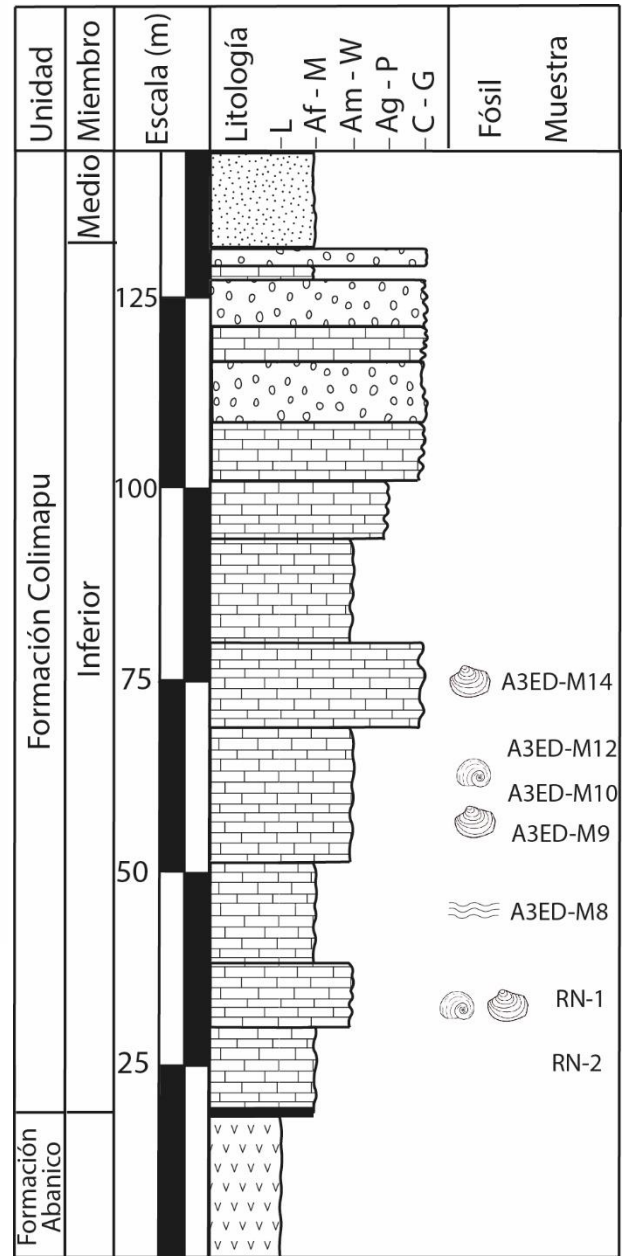


Figura 4.2: Columna estratigráfica del miembro inferior de la Formación Colimapu en sector estero El Diablo. Leyenda y simbología en Figura 4.4

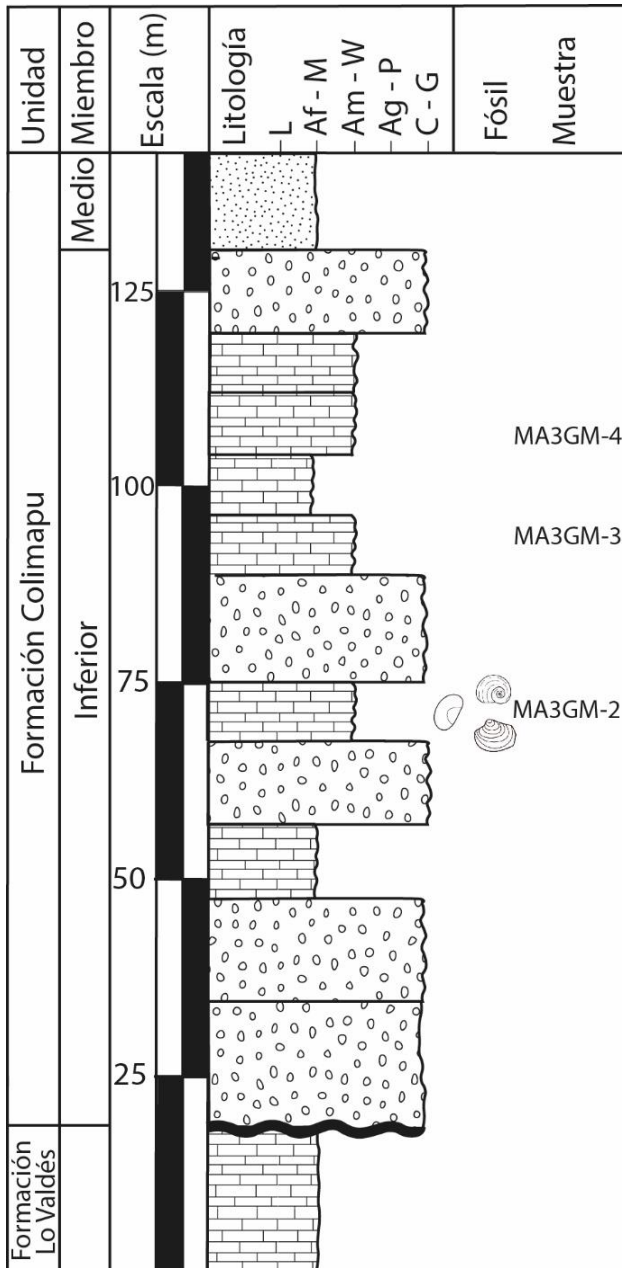


Figura 4.3: Columna estratigráfica del miembro inferior de la Formación Colimapu en sector glaciar El Morado. Leyenda y simbología en Figura 4.4



Figura 4.4: Leyenda y simbología. Columnas estratigráficas del miembro inferior de la Formación Colimapu en sector sectores estero El Diablo, Cordón Yesillo y glaciar El Morado (Figuras 4.1, 4.2 4,3)

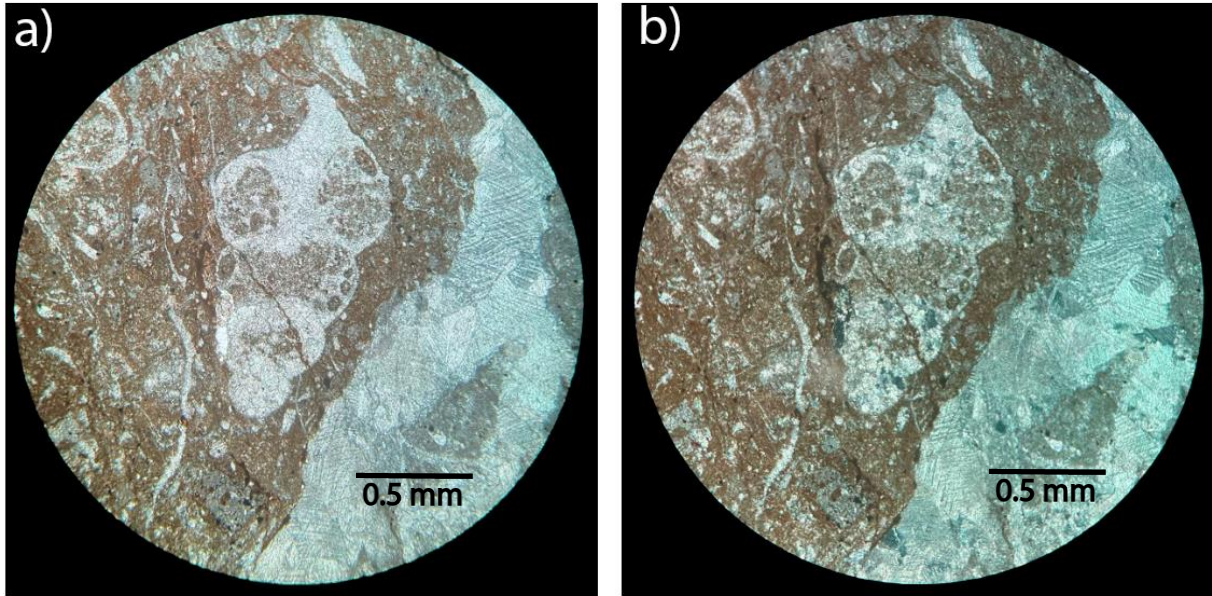


Figura 4.5: Corte petrográfico MA3GM-2. a) Imagen en LPP (luz polarizada plana) con un aumento x5. Es posible observar un fósil de gasterópodo. b) Misma imagen con nicols cruzados

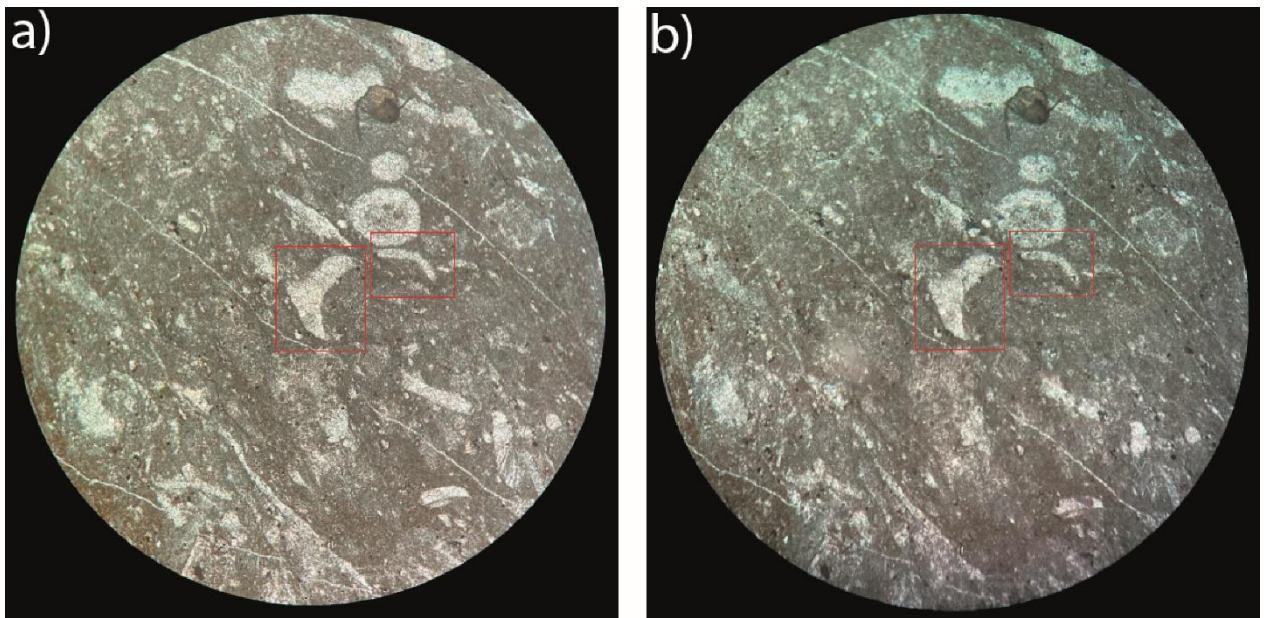


Figura 4.6: Corte petrográfico MA3GM-2. a) Imagen en LPP con un aumento x5. Es posible observar en los rectángulos rojos fósiles de gasterópodos que se encuentran fragmentados. b) Misma imagen con nicols cruzados

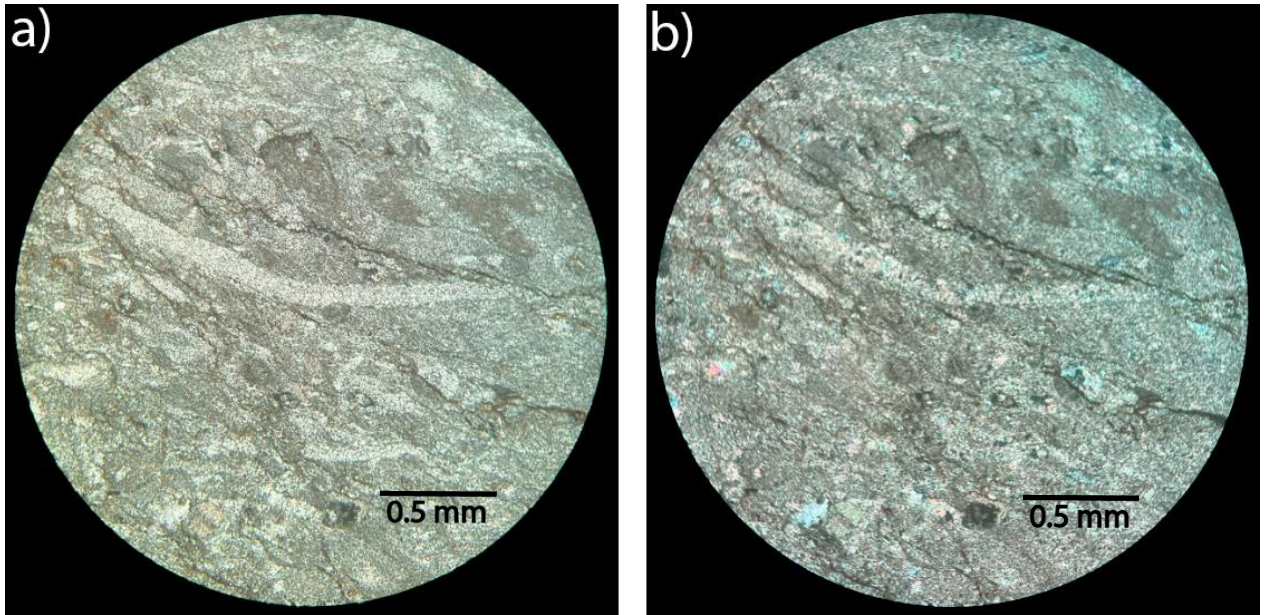


Figura 4.7: Corte petrográfico A3ED-M12. a) Imagen en LPP con un aumento x5. Es posible observar un fósil de bivalvo. b) Misma imagen con nicols cruzados

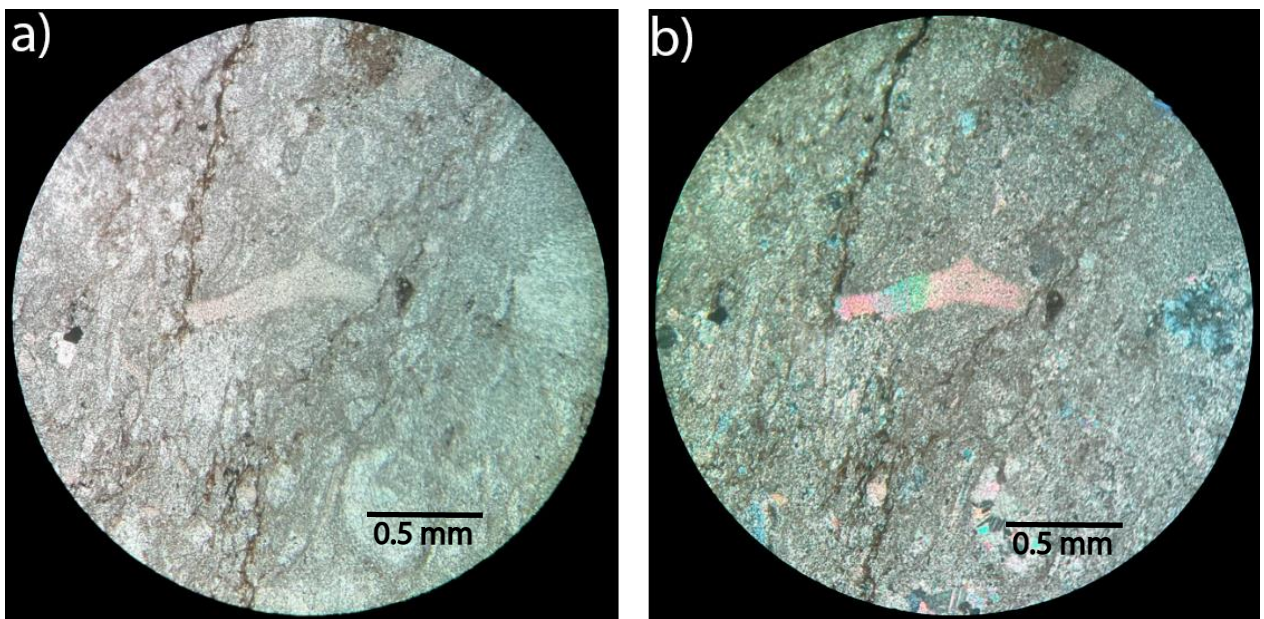


Figura 4.8: Corte petrográfico MA3GM-2. a) Imagen en LPP con un aumento x5. Es posible observar un fósil de ostreido. b) Misma imagen con nicols cruzados

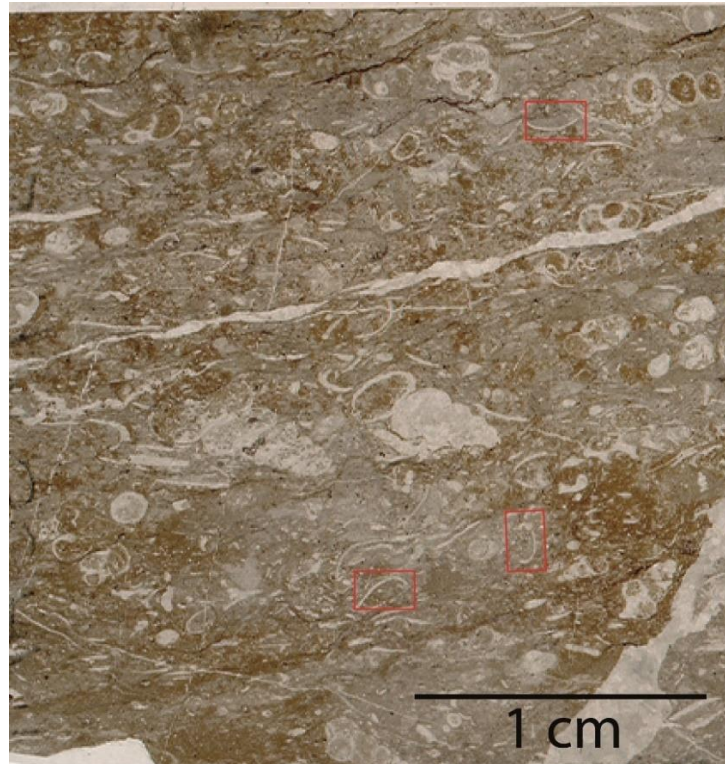


Figura 4.9: Escáner de corte petrográfico MA3GM-2. Imagen en LPP. En los recuadros rojos se observan fragmentos rotos de ostrácodos desarticulados. Se observan junto a los ostrácodos fósiles de gasterópodos y bivalvos.

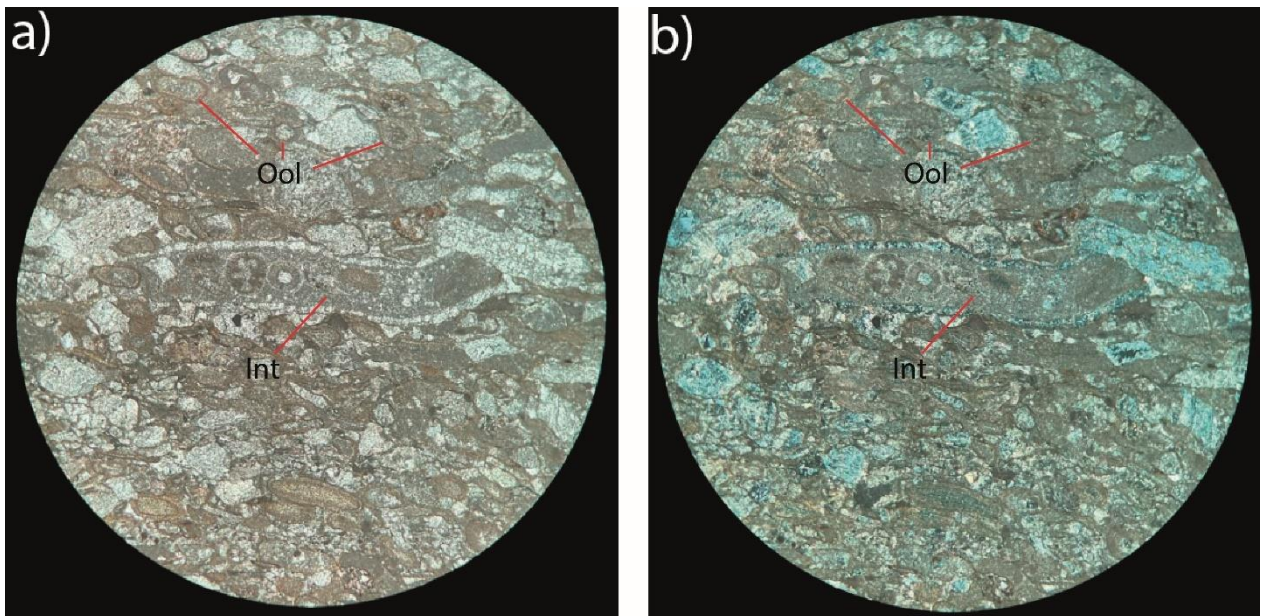


Figura 4.10: Corte petrográfico MA3CY-2. a) Imagen en LPP con un aumento x5. Es posible observar variados tipos de ooides (Ool) y un intraclasto (Int) de gran tamaño que contiene ooides similares a los presentes en la muestra. b) Misma imagen con nicoles cruzados

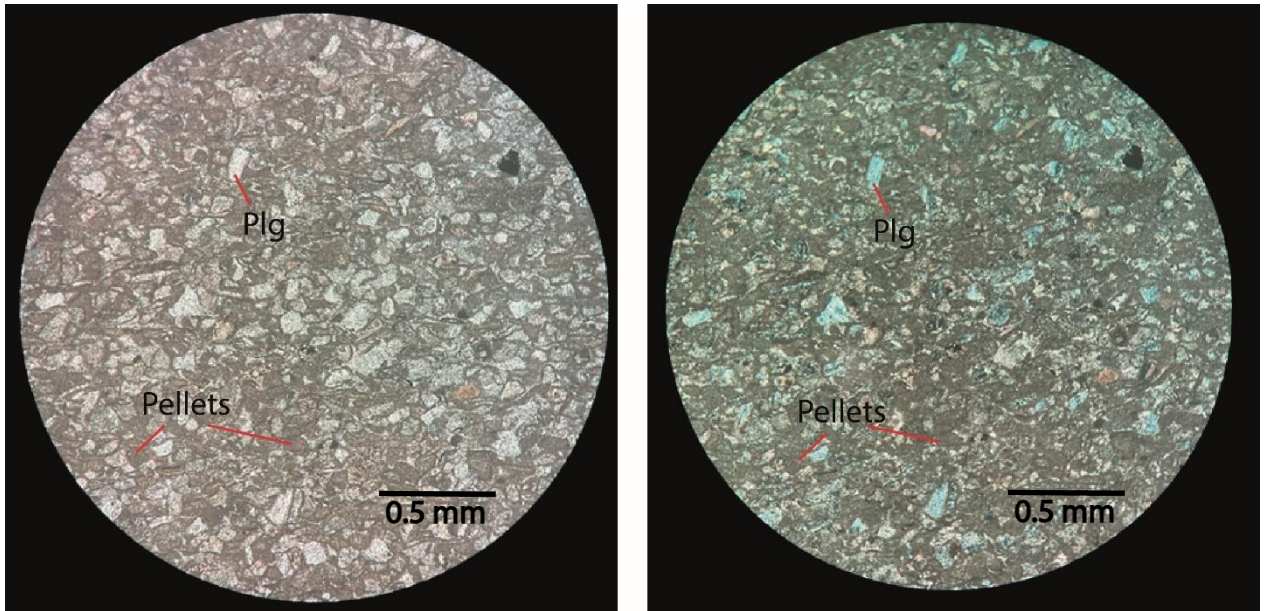


Figura 4.11: Corte petrográfico A3ED-M14. a) Imagen en LPP con un aumento x5. Es posible observar variados tipos de pellets y cristales de plagioclasa (Plg). b) Misma imagen con nicoles cruzados

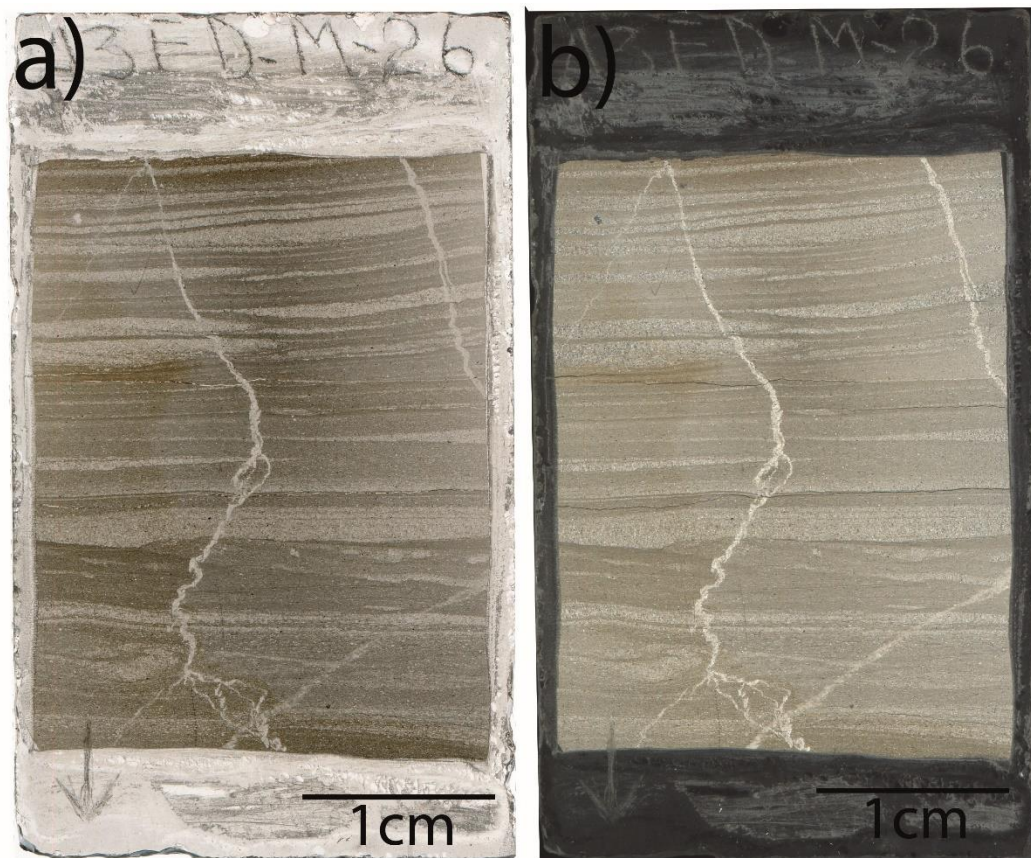


Figura 4.12: Escáner de corte petrográfico A3ED-M26. a) Imagen en LPP. b) Misma imagen con nicoles cruzados.

5. FICHAS PETROGRÁFICAS

Tabla 5.1: Ficha muestra MA3GM-2.



Muestra	MA3GM-2			Objetivo: 5x	Luz: LPP		
Coordenadas	33°45'14.99"S 70° 2'40.92"W						
Localidad	Glaciar el Morado						
Clasificación textural (DUNHAM 1962)	Wackestone						
Clasificación composicional (FOLK 1962)	Biomicrota						
Fábrica	Matriz soportada						
Grado de lavado	No lavada a mal lavada						
Textura	Granos	Matriz	Cemento				
	46%	52%	2%				
Componentes principales	Porcentaje (%)						
Terrígenos	3%						
Alloquímicos no-esqueletales	-						
Alloquímicos esqueletales	43%						
Forma de los granos (Redondez)							
Terrígenos	Subangulosos			Objetivo: 5x	Luz: NC		
Bioclastos	Subredondeados						
Composición							
Terrígenos	%	Alloquímicos no-esqueletales	%				
Plagioclasa	3%	Intraclastos	-				
		Extraclastos	-				
		Alloquímicos esqueletales	%				
		Gasterópodos	20%				
		Bivalvos	8%				
		Ostreidos	3%				
		Ostrácodos	12%				
Cementos	Arcilloso, Hematítico						
Observaciones	Se observa una gran cantidad de gasterópodos, algunos de ellos identificables macroscópicamente. Los ostrácodos presentes se encuentran desarticulados.						

Tabla 5.2: Ficha muestra MA3GM-3.


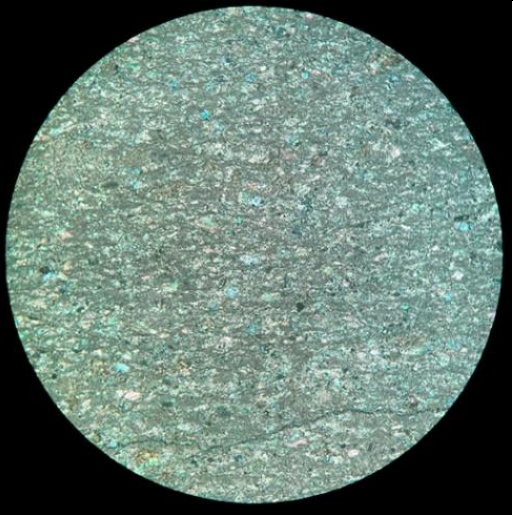
Muestra	MA3GM-3			Objetivo: 5x	Luz: LPP
Coordenadas	33°45'14.88"S 70° 2'40.74"W				
Localidad	Glaciar el Morado				
Clasificación textural (DUNHAM 1962)	Wackestone				
Clasificación composicional (FOLK 1962)	Biomicrota				
Fábrica	Matriz soportada				
Grado de lavado	No lavada a mal lavada				
Textura	Granos	Matriz	Cemento		
	58%	39%	3%		
Componentes principales	Porcentaje (%)				
Terrígenos	8%				
Alloquímicos no-esqueletales	12%				
Alloquímicos esqueletales	38%				
Forma de los granos (Redondez)					
Terrígenos	Subredondeados			Objetivo: 5x	Luz: NC
Bioclastos	Subredondeados				
Composición					
Terrígenos	%	Alloquímicos no-esqueletales	%		
Plagioclasa	8%	Intraclastos	12%		
		Extraclastos	-		
		Alloquímicos esqueletales	%		
		Fósil no identificado	38%		
		-			
		-			
Cementos	Hematítico				
Observaciones	Se observan variados cristales de calcita asociados a fósiles, pero es imposible indicar una clase para estos en particular dado el retrabajo que se presenta en la roca. Los intraclastos se identifican de mejor manera en nicoles cruzados.				

Tabla 5.3: Ficha muestra MA3GM-4.

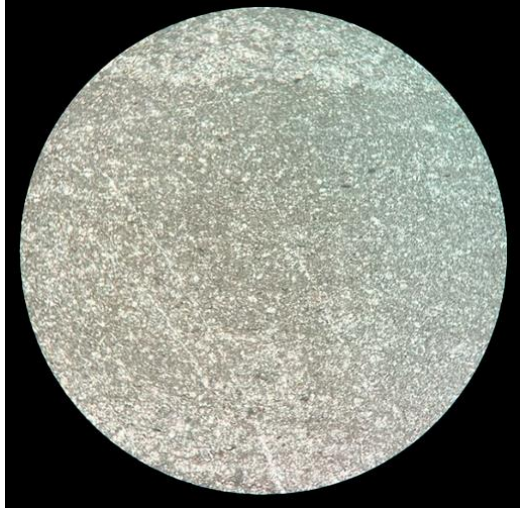
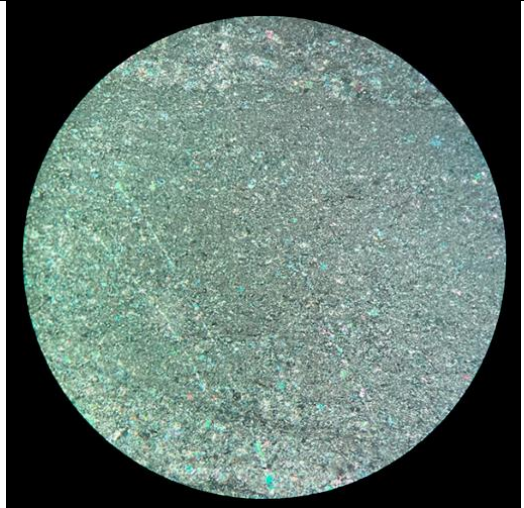
Muestra	MA3GM-4			Objetivo: 5x	Luz: LPP
Coordenadas	33°45'12.87"S 70° 2'40.06"W				
Localidad	Glaciar el Morado				
Clasificación textural (DUNHAM 1962)	Wackestone				
Clasificación composicional (FOLK 1962)	Biomicrita				
Fábrica	Matriz soportada				
Grado de lavado	No lavada a mal lavada				
Textura	Granos	Matriz	Cemento		
	46%	51%	3%		
Componentes principales	Porcentaje (%)				
Terrígenos	14%				
Alloquímicos no-esqueletales	7%				
Alloquímicos esqueletales	25%				
Forma de los granos (Redondez)					
Terrígenos	Subangulosos a Subredondeados			Objetivo: 5x	Luz: NC
Bioclastos	Subredondeados				
Composición					
Terrígenos	%	Alloquímicos no-esqueletales	%		
Plagioclasa	14%	Intraclastos	7%		
		Extraclastos	-		
		Alloquímicos esqueletales	%		
		Fósil no identificado	25%		
		-			
		-			
Cementos	Hematítico				
Observaciones	En la muestra se identifican dos texturas, en donde se eligió la textura predominante para describir la roca, en ambas texturas los cristales asociados a fósiles no son identificables.				

Tabla 5.4: Ficha muestra MA3CY-2.


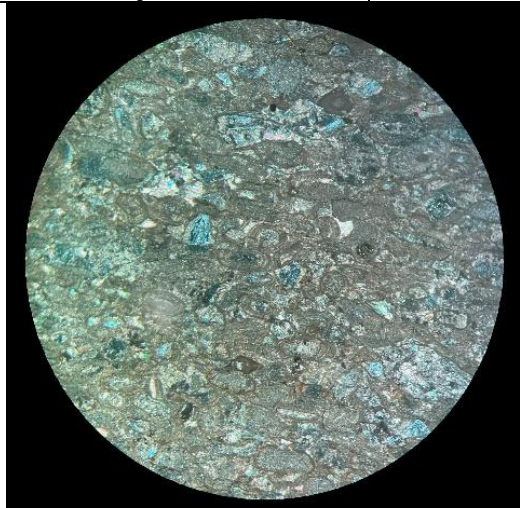
Muestra	MA3CY-2			Objetivo: 5x	Luz: LPP
Coordenadas	33°56'59.85"S 70° 7'52.08"W				
Localidad	Cordón el Yesillo				
Clasificación textural (DUNHAM 1962)	Grainstone				
Clasificación composicional (FOLK 1962)	Intraesparita				
Fábrica	Grano soportada				
Grado de lavado	No lavada a mal lavada				
Textura	Granos	Matriz	Cemento		
	98%	-	2%		
Componentes principales	Porcentaje (%)				
Terrígenos	24%				
Alloquímicos no-esqueletales	74%				
Alloquímicos esqueletales	-				
Forma de los granos (Redondez)					
Terrígenos	Subangulosos			Objetivo: 5x	Luz: NC
Bioclastos	Subredondeados				
Composición					
Terrígenos	%	Alloquímicos no-esqueletales	%		
Plagioclasa	24%	Intraclastos	27%		
		Oolitos	47%		
		Alloquímicos esqueletales	%		
		-			
		-			
		-			
Cementos	Hematítico				
Observaciones	Hay presencia de barro micrítico en el corte, pero donde se presentan los oolitos esta la ausencia de este y solo se observa como en la imagen con Intraclastos, por lo que se considera la totalidad de la roca donde se presentan los oolitos. Existen una gran presencia de terrígenos (plagioclasa) en comparación a las otras muestras.				

Tabla 5.5: Ficha muestra RN-1.


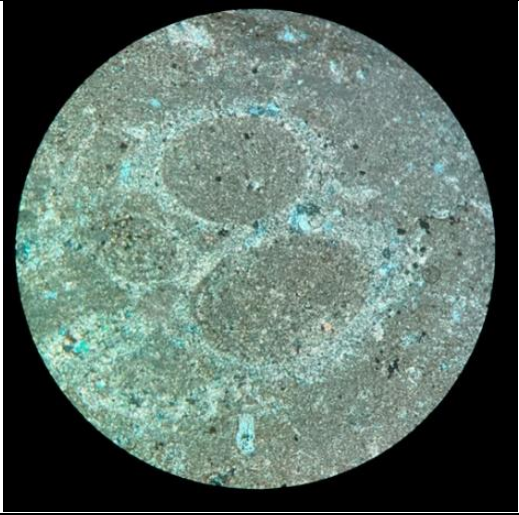
Muestra	RN-1			Objetivo: 5x	Luz: LPP
Coordenadas	33°58'56.38"S 70° 7'44.41"W				
Localidad	Estero del Diablo				
Clasificación textural (DUNHAM 1962)	Wackestone				
Clasificación composicional (FOLK 1962)	Biomicrita				
Fábrica	Matriz soportada				
Grado de lavado	No lavada a mal lavada				
Textura	Granos	Matriz	Cemento		
	54%	44%	2%		
Componentes principales	Porcentaje (%)				
Terrígenos	15%				
Alloquímicos no-esqueletales	12%				
Alloquímicos esqueletales	27%				
Forma de los granos (Redondez)					
Terrígenos	Subangulosos a Subredondeados			Objetivo: 5x	Luz: NC
Bioclastos	Subredondeados				
Composición					
Terrígenos	%	Alloquímicos no-esqueletales	%		
Plagioclasa	15%	Intraclastos	12%		
		Extraclastos	-		
		Alloquímicos esqueletales	%		
		Gasterópodos	17%		
		Bivalvos	10%		
		-			
Cementos	Cemento calcáreo				
Observaciones	Se observan intraclastos de un grano más fino que el presente en la roca.				

Tabla 5.6: Ficha muestra RN-2.


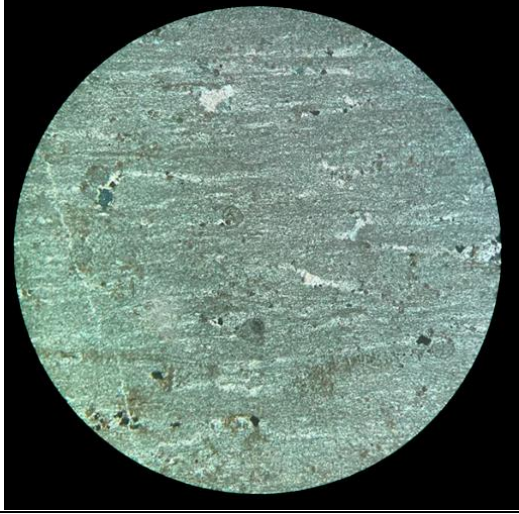
Muestra	RN-2			Objetivo: 5x	Luz: LPP		
Coordenadas	33°58'56.38"S 70° 7'44.41"W						
Localidad	Estero del Diablo						
Clasificación textural (DUNHAM 1962)	Mudstone						
Clasificación composicional (FOLK 1962)	Micrita fosilífera						
Fábrica	Matriz soportada						
Grado de lavado	No lavada a mal lavada						
Textura	Granos	Matriz	Cemento				
	8%	87%	5%				
Componentes principales	Porcentaje (%)						
Terrígenos	--						
Alloquímicos no-esqueletales	--						
Alloquímicos esqueletales	8%						
Forma de los granos (Redondez)							
Terrígenos	--				Luz: NC		
Bioclastos	Subredondeados						
Composición							
Terrígenos	%	Alloquímicos no-esqueletales	%				
-		-	-				
-		Alloquímicos esqueletales	%				
-		Fósiles no identificados	8%				
-		-					
-		-					
Cementos	Cemento calcáreo						
Observaciones	La muestra se encuentra muy recrystalizada y con una aparente laminación, existen rellenos de calcita y los fósiles no son identificables.						

Tabla 5.7: Ficha muestra A3ED-M8.

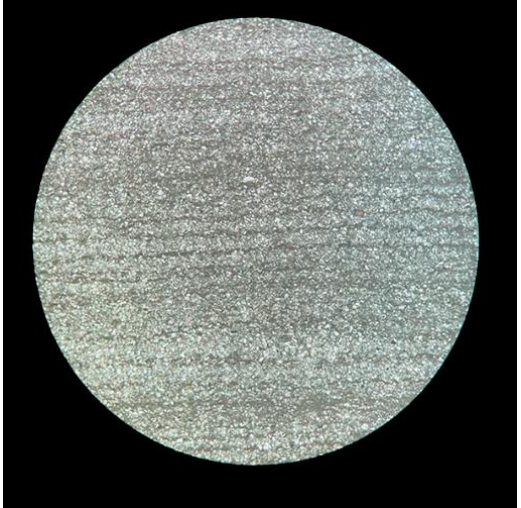
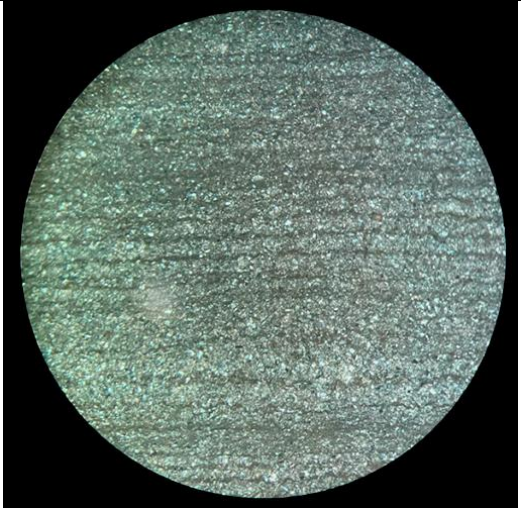
Muestra	A3ED-M8			Objetivo: 5x	Luz: LPP
Coordenadas	33°58'56.56"S 70° 7'44.28"W				
Localidad	Estero del Diablo				
Clasificación textural (DUNHAM 1962)	Boundstone				
Clasificación composicional (FOLK 1962)	---				
Fábrica	---				
Grado de lavado	---				
Textura	Granos	Matriz	Cemento		
	-	-	-		
Componentes principales	Porcentaje (%)				
Terrígenos	---				
Alloquímicos no-esqueletales	---				
Alloquímicos esqueletales	---				
Forma de los granos (Redondez)					
Terrígenos	Subangulosos			Objetivo: 5x	Luz: NC
Bioclastos	Subangulosos a Subredondeados				
Composición					
Terrígenos	%	Alloquímicos no-esqueletales	%		
-		-			
-		Alloquímicos esqueletales	%		
-		-			
-		-			
-		-			
Cementos					
Observaciones	Boundstone, se puede observar la laminación de la muestra.				

Tabla 5.8: Ficha muestra A3ED-M9.


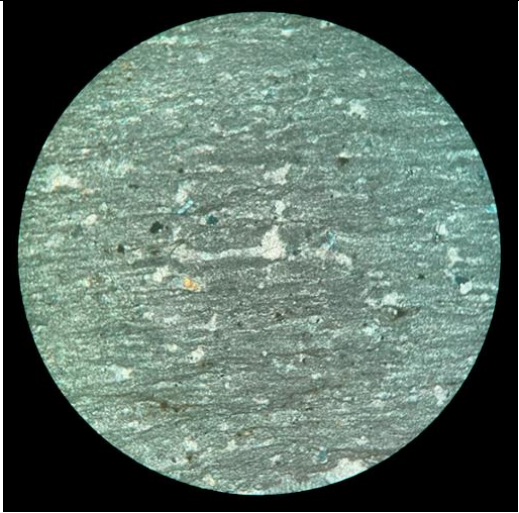
Muestra	AE3ED-M9			Objetivo: 5x	Luz: LPP
Coordenadas	33°58'56.56"S 70° 7'44.28"W				
Localidad	Estero del Diablo				
Clasificación textural (DUNHAM 1962)	Wackestone				
Clasificación composicional (FOLK 1962)	Biomicrita				
Fábrica	Matriz soportada				
Grado de lavado	No lavada a mal lavada				
Textura	Granos	Matriz	Cemento		
	28%	69%	3%		
Componentes principales	Porcentaje (%)				
Terrígenos	5%				
Alloquímicos no-esqueletales	10%				
Alloquímicos esqueletales	13%				
Forma de los granos (Redondez)					
Terrígenos	Subangulosos			Objetivo: 5x	Luz: NC
Bioclastos	Subangulosos				
Composición					
Terrígenos	%	Alloquímicos no-esqueletales	%		
Plagioclasa	5%	Intraclastos	10%		
		Extraclastos	-		
		Alloquímicos esqueletales	%		
		Bivalvos	13%		
		-			
		-			
Cementos	Cemento calcáreo				
Observaciones	En la muestra se observa una aparente laminación, los restos fósiles de bivalvos son de pequeñas dimensiones y los cristales presentes se están diluyendo en la matriz.				

Tabla 5.9: Ficha muestra A3ED-M10.


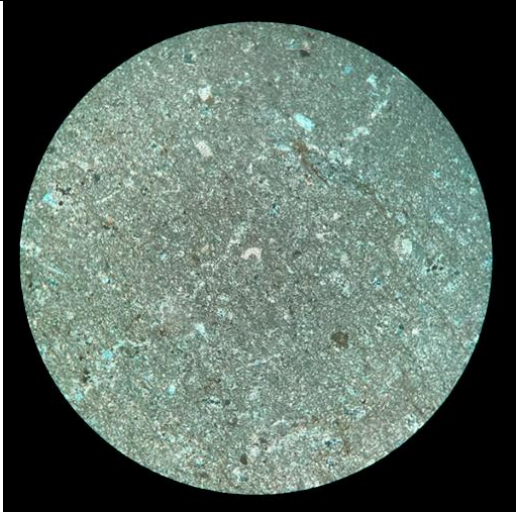
Muestra	A3ED-M10			Objetivo: 5x	Luz: LPP
Coordenadas	33°58'56.78"S 70° 7'44.30"W				
Localidad	Estero del Diablo				
Clasificación textural (DUNHAM 1962)	Wackestone				
Clasificación composicional (FOLK 1962)	Biomicrita				
Fábrica	Matriz soportada				
Grado de lavado	No lavada a mal lavada				
Textura	Granos	Matriz	Cemento		
	35%	72%	3%		
Componentes principales	Porcentaje (%)				
Terrígenos	8%				
Alloquímicos no-esqueletales	6%				
Alloquímicos esqueletales	21%				
Forma de los granos (Redondez)					
Terrígenos	Subangulosos			Objetivo: 5x	Luz: NC
Bioclastos	Subredondeados				
Composición					
Terrígenos	%	Alloquímicos no-esqueletales	%		
Plagioclasa	8%	Intraclastos	6%		
		Extraclastos	-		
		Alloquímicos esqueletales	%		
		Bivalvos	21%		
		-			
		-			
Cementos	Cemento calcáreo, hematítico				
Observaciones	Los restos fósiles presentes se encuentran fragmentados y en tamaños reducidos.				

Tabla 5.10: Ficha muestra A3ED-M12.


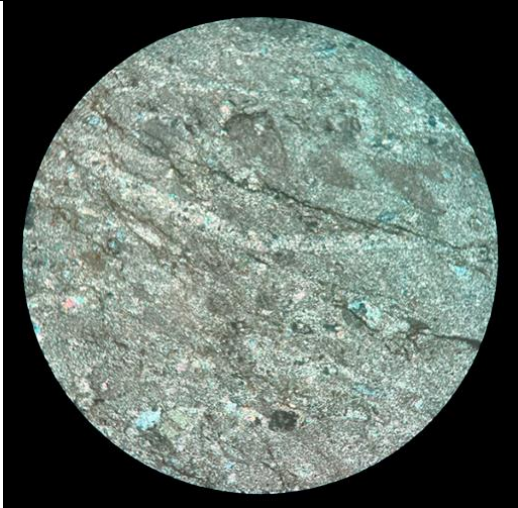
Muestra	AE3ED-M12			Objetivo: 5x	Luz: LPP
Coordenadas	33°58'58.84"S 70° 7'43.90"W				
Localidad	Estero el Diablo				
Clasificación textural (DUNHAM 1962)	Wackestone				
Clasificación composicional (FOLK 1962)	Biomicrita				
Fábrica	Matriz soportada				
Grado de lavado	No lavada a mal lavada				
Textura	Granos	Matriz	Cemento		
	51%	45%	4%		
Componentes principales	Porcentaje (%)				
Terrígenos	6%				
Alloquímicos no-esqueletales	10%				
Alloquímicos esqueletales	35%				
Forma de los granos (Redondez)					
Terrígenos	Subredondeados a Subangulosos			Objetivo: 5x	Luz: NC
Bioclastos	Subredondeados				
Composición					
Terrígenos	%	Alloquímicos no-esqueletales	%		
Plagioclasa	6%	Intraclastos	7%		
		Oolitos	3%		
		Alloquímicos esqueletales	%		
		Bivalvos	18%		
		Ostreidos	2%		
		Gasterópodos	15%		
Cementos	Cemento calcáreo				
Observaciones	Presencia variable de fósiles, donde se identifican con claridad estos, ya que poseen un tamaño considerable y conservan gran parte de su estructura.				

Tabla 5.11: Ficha muestra A3ED-M14.

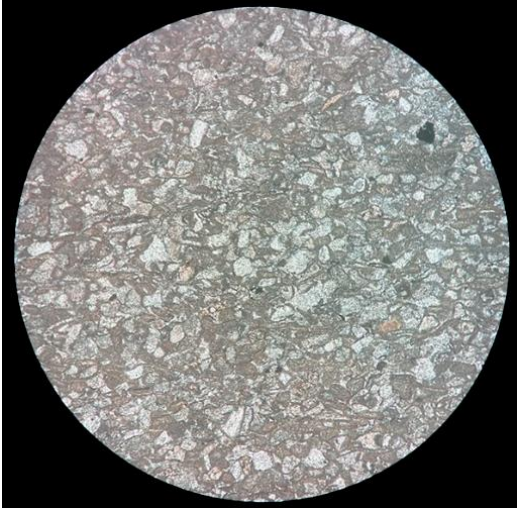
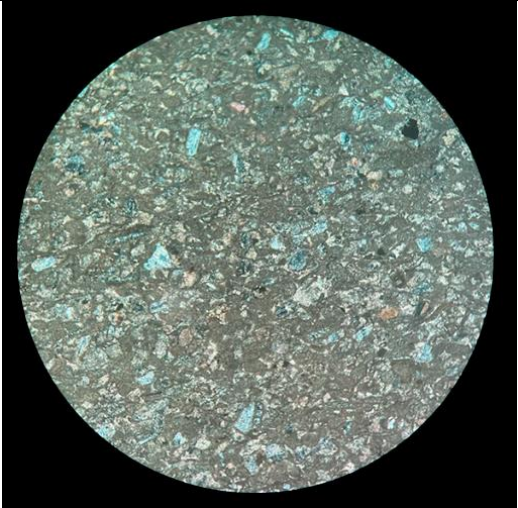
Muestra	A3ED-M14			Objetivo: 5x	Luz: LPP
Coordenadas	33°58'59.10"S 70° 7'44.79"W				
Localidad	Estero el Diablo				
Clasificación textural (DUNHAM 1962)	Grainstone				
Clasificación composicional (FOLK 1962)	Biopelresparita				
Fábrica	Grano soportado				
Grado de lavado	-				
Textura	Granos	Matriz	Cemento		
	98%	-	2%		
Componentes principales	Porcentaje (%)				
Terrígenos	23%				
Alloquímicos no-esqueletales	57%				
Alloquímicos esqueletales	18%				
Forma de los granos (Redondez)					
Terrígenos	Subangulosos			Objetivo: 5x	Luz: NC
Bioclastos	Subangulosos a Subredondeados				
Composición					
Terrígenos	%	Alloquímicos no-esqueletales	%		
Plagioclasa	23%	Intraclastos	12%		
		Pellets	45%		
		Alloquímicos esqueletales	%		
		Bivalvos	18%		
Cementos	Cemento hematítico				
Observaciones	Se observa barro micrítico con bordes definidos y redondeados identificado como pellets. En la muestra se presenta una gran cantidad de cristales de plagioclasa que preservan su forma cristalina.				

Tabla 5.12: Ficha muestra A3ED-M26.

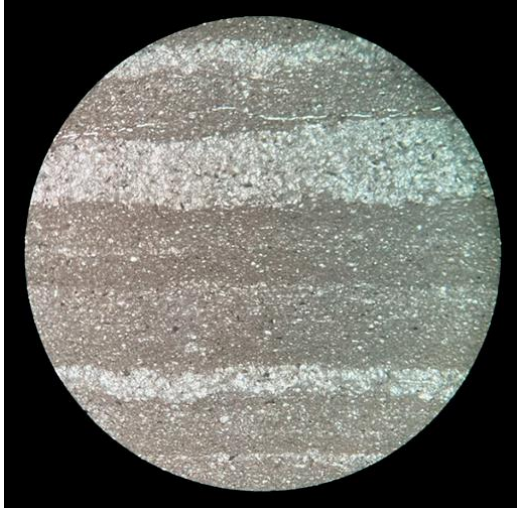
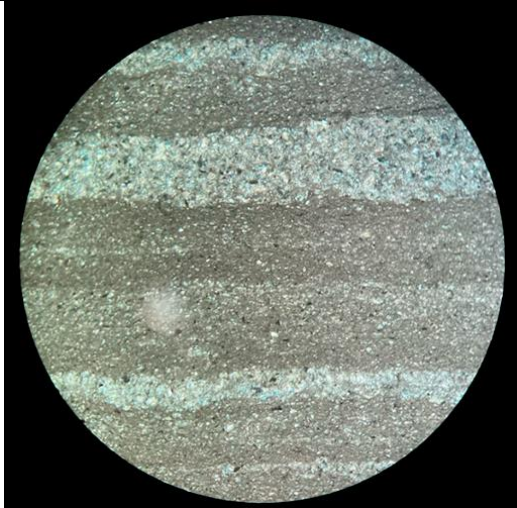

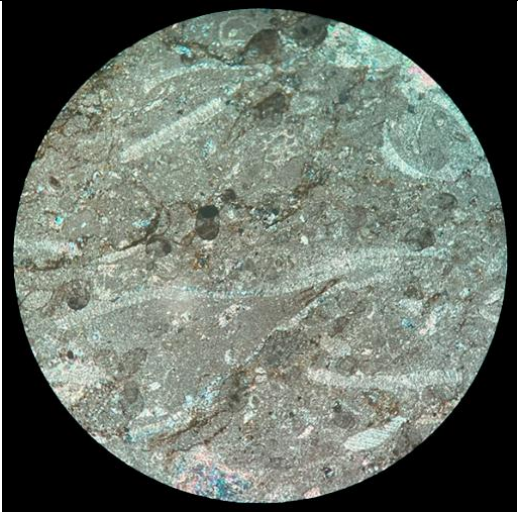
Muestra	A3ED-M26			Objetivo: 5x	Luz: LPP		
Coordenadas	33°57'1.95"S 70° 7'51.67"W						
Localidad	Estero el Diablo						
Clasificación textural (DUNHAM 1962)	Boundstone						
Clasificación composicional (FOLK 1962)	---						
Fábrica	---						
Grado de lavado	---						
Textura	Granos	Matriz	Cemento				
	-	-	-				
Componentes principales	Porcentaje (%)						
Terrígenos	---						
Alloquímicos no-esqueletales	---						
Alloquímicos esqueletales	---						
Forma de los granos (Redondez)							
Terrígenos	Subangulosos a Subredondeados					Objetivo: 5x	Luz: NC
Bioclastos	Subredondeados						
Composición							
Terrígenos	%	Alloquímicos no-esqueletales	%				
-		-					
-		Alloquímicos esqueletales	%				
-		-					
-		-					
-		-					
Cementos							
Observaciones	Boundstone, se puede observar la laminación de la muestra.						

Tabla 5.13: Ficha muestra A3ED-M27.

Muestra	A3ED-M27			Objetivo: 5x	Luz: LPP
Coordenadas	33°57'2.39"S 70° 7'52.33"W				
Localidad	Estero el Diablo				
Clasificación textural (DUNHAM 1962)	Wackestone				
Clasificación composicional (FOLK 1962)	Biomicrita				
Fábrica	Matriz soportada				
Grado de lavado	No lavada a mal lavada				
Textura	Granos	Matriz	Cemento		
	47%	51%	2%		
Componentes principales	Porcentaje (%)				
Terrígenos	4%				
Alloquímicos no-esqueletales	10%				
Alloquímicos esqueletales	3%				
Forma de los granos (Redondez)					
Terrígenos	Subredondeados			Objetivo: 5x	Luz: NC
Bioclastos	Subangulosos a Subredondeados				
Composición					
Terrígenos	%	Alloquímicos no-esqueletales	%		
Plagioclasa	4%	Intraclastos	4%		
		Oolitos	6%		
		Alloquímicos esqueletales	%		
		Bivalvos	19%		
		Gasterópodos	14%		
		-			
Cementos	Cemento calcáreo				
Observaciones	Gran parte de la muestra se encuentran únicamente cristales de calcita, por ende, se normalizo a la parte asociada a la Wackestone.				

6. DISCUSIÓN

Existen varios autores que han estudiado la Formación Colimapu desde que fue definida formalmente por Klohn (1960). Este autor describió la unidad como una sucesión de areniscas tobíferas, lutitas rojas y calizas intercaladas con conglomerados y brechas. En base a estos sedimentos Klohn interpreta un ambiente de sedimentación continental lacustre con fuerte influencia volcánica y con episodios de evaporitas en condiciones subáridas. Si bien existe la presencia de fósiles en esta formación, Klohn no hace alusión a ninguno de ellos, por lo que restringe la interpretación del ambiente únicamente a la información obtenida mediante el tipo de sedimentos presentes en la localidad tipo de esta unidad. Klohn propone que la Formación Colimapu corresponde a una fase regresiva que pone fin al régimen marino de la Formación Baños del Flaco.

Martínez y Osorio (1963) estudia carofitas fósiles en la Formación Colimapu. Estas se presentan en niveles calcáreos rojizos y parcialmente silicificados. Sobre la base de las mismas, propone un ambiente continental lacustre para la Formación Colimapu.

González (1963) redefinió la localidad tipo y a su vez la potencia de la Formación Colimapu, no obstante, los sedimentos que contienen a las carofitas permanecen en los límites de la unidad. González reafirma la importancia de estos fósiles que en conjunto con la sedimentación de facies subáreas, de pantanos y de planicies aluviales en zonas costeras señalan un ambiente de transición tipo lagunar costanero de acuerdo a su interpretación. En relación con la Formación Lo Valdés que subyace a la Formación Colimapu, considera que esta última se habría depositado de forma irregular durante la regresión marina del Neocomiano.

Charrier (1981) interpreta que la sedimentación se produjo en un ambiente acuático somero con hundimiento progresivo de la cuenca, en clima árido, lo cual coincide con la presencia de intercalaciones evaporíticas. La observación de ostrácodos, cemento calcáreo, estratificación cruzada y laminación fina refuerza la interpretación de un ambiente lacustre restringido, posiblemente salobre. Charrier comparte la idea de que la Formación Colimapu es depositada durante la regresión del mar neocomiano, en donde se desarrollaron lagos, lagunas y ambientes

evaporíticos marginales que, en conjunto con el periodo extensional de la época, permitiría la formación de alternancia de rocas calcáreas y rocas clásticas.

Mardones (2019) afirma que el ambiente de la Formación Colimapu es continental subaéreo debido a la composición y color de los sedimentos. Mardones basándose en la composición de los clastos interpreta facies de abanicos aluviales para la formación, sin embargo, para la base de la unidad reconoce un ambiente de abanico aluvial progradante cercano a la costa, además un sub-ambiente de frente de playa, lo que apoya la idea de cercanía a la costa. Hacia techo el ambiente de abanico aluvial correspondería a abanicos en retroceso.

Henríquez y otros (2024) dividen la Formación Colimapu en tres miembros informales, siendo el miembro inferior previamente asignado a la formación Lo Valdés por autores previos (Klohn, 1960; González, 1963; Charrier, 1981). En este miembro obtienen una edad U-Pb máxima en circones detríticos de 76,9 Ma (Campaniano). Henríquez y otros (2024) concluyen que el miembro basal de la formación corresponde principalmente a depósitos lacustres carbonatados. El miembro medio presenta facies distales de abanicos aluviales con intercalaciones de calizas formadas en lagos efímeros. El miembro superior presenta facies de ambientes lacustres silicoclasticos. La presencia de ostreidos en la parte basal-media de la formación indicaría influencia marina.

Con respecto al contexto tectónico para el Cretácico Superior, Encinas y otros (2024) sugieren que durante el Campaniano superior–Daniano, el arco magmático se desplazó hacia el este. Este período se caracterizó por un régimen tectónico predominantemente extensional. En este contexto, la extensión probablemente favoreció transgresiones marinas provenientes tanto del Pacífico como del Atlántico. Asimismo, Henríquez y otros (2024) concluyen que la presencia de fallas normales en la Formación Colimapu y la correlación temporal de esta unidad con formaciones interpretadas como sin-extensionales, como la Formación Plan de los Yeuques o la Unidad Los Ángeles, sugieren que la Formación Colimapu en Chile central se depositó en un contexto tectónico extensional.

El miembro inferior de la Formación Colimapu a diferencia de los otros miembros de la formación no presenta carofitas, posee una litología muy monótona donde predominan las rocas carbonáticas

y contempla una potencia aproximada de 200 metros. Este miembro corresponde principalmente a calizas amarillas con intercalaciones menores de brechas, areniscas y limolitas. En las facies de calizas se observan fósiles de gasterópodos, ostrácodos, bivalvos, ostreidos y laminaciones de algas. Con el análisis petrográfico se identifica la presencia de wackestones, mudstones, boundstones y grainstones.

El ambiente de sedimentación del miembro inferior corresponde principalmente a depósitos lacustres carbonatados, los cuales presentan varios fósiles ya mencionados, sin embargo, estos no son exclusivos para sedimentos lacustres, sino también puede ser hallados en ambientes marinos como los ostrácodos y las cianobacterias que forman las laminaciones de algas. En cambio, los ostreidos solo se encuentran en ambientes marinos o salobre próximos al mar. Esto es indicativo de que el ambiente lacustre manifestaba una conexión esporádica al mar.

El miembro inferior también presenta rocas clásticas que, si bien son menor en cantidad esto da un indicio de un aporte de sedimentos a la cuenca de este ambiente lacustre. En los miembros medios y superior de la formación va disminuyendo el aporte marino y a su vez aumentando el aporte continental (Henríquez y otros, 2024). Esta pérdida progresiva de influencia marina y el aumento de sedimentos terrígenos hacia techo marcan la transición definitiva a condiciones netamente continentales. Con esto se puede concluir que el miembro inferior de la Formación Colimapu, evidencia una transición de un ambiente de sedimentación predominantemente lacustre salobre con pulsos de influencia marina hacia facies de abanico aluvial en su parte distal, lo cual es coherente con la evolución tectónica extensional del Cretácico Tardío en la Cordillera Principal.

7. CONCLUSIONES

En la zona de estudio se analizaron muestras provenientes de tres columnas para el miembro inferior de la Formación Colimapu, en donde las rocas carbonatadas conforman la mayor parte del miembro. Estas litologías corresponden a grainstones, mudstones, wackestones con una clasificación composicional correspondiente a biomicritas y boundstones con laminaciones de algas. El contenido fosilífero presente en estas rocas corresponde a gasterópodos, bivalvos, ostreidos y ostrácodos.

El análisis petrográfico realizado permitió identificar la litología y fósiles que pertenecen al miembro inferior y junto con ello proponer un ambiente de sedimentación en el que la sedimentación lacustre es predominante con una conexión marina evidenciada por los fósiles de ostreidos, con una eventual transición a facies de abanico aluvial distal.

Si bien el estudio petrográfico permitió concluir un ambiente de sedimentación para el miembro inferior, es importante destacar que el análisis realizado fue únicamente en muestras carbonatadas, por ende, es necesario recopilar en detalle la información asociada a las rocas siliciclásticas de este miembro para entender de mejor manera la procedencia de estas. Además, es recomendable hacer un estudio que involucre la identificación de los géneros de los fósiles presentes en la unidad para poder diferenciar si son de carácter lacustre o marino, de esta manera se tendría mayor claridad con respecto a la evolución de la facies a lo largo de la formación. Con esto se puede asegurar mediante otras fuentes de información el ambiente de sedimentación del miembro inferior de la Formación Colimapu.

8. REFERENCIAS

Aguirre, L., 1960. Geología de los Andes de Chile Central, provincia de Aconcagua. Instituto de Investigaciones Geológicas, Santiago, Chile, Boletín N° 9, 70 p.

Aguirre, L., Calderón, S., Vergara, M., Oliveros, V., Morata, D., & Belmar, M. (2009, November). Edades isotópicas de rocas de los valles Volcán y Tinguiririca, Chile central. In Congreso Geológico Chileno (Vol. 12, p. S8_001).

Álvarez, P. P., Aguirre-Urreta, M. B., Godoy, E., & Ramos, V. A. (1997). Estratigrafía del Jurásico de la Cordillera Principal de Argentina y Chile (33 45'–34 00' LS). In Vol. 1. VIII Congreso Geológico Chileno, Antofagasta (pp. 425-429).

Biró, L. (1964). Estudio sobre el límite entre el Titoniano y el Neocomiano en la Formación Lo Valdés, Provincia de Santiago, principalmente en base a Ammonoideos. Memoria para optar al Título de Geólogo. Universidad de Chile, Departamento de Geología (Inédito): 118 pp. Santiago.

Charrier, R. (1981). Geologie der chilenischen Hauptkordillere zwischen 34 und 34 30'südlicher Breite und ihre tektonische, magmatische und paläogeographische Entwicklung (Vol. 36). Dietrich Reimer Verlag.

Charrier, R. (1984). Áreas subsidentes en el borde occidental de la cuenca tras-arco jurásico-cretácica. Cordillera Principal Chilena entre 34 y 34 30'S. In *Congreso Geológico Argentino* (No. 9, pp. 107-124).

Charrier, R., Wyss, A., Flynn, J. J., Swisher III, C. C., Norell, M. A., Zapatta, F., ... & Novacek, M. J. (1996). New evidence for late Mesozoic-early Cenozoic evolution of the Chilean Andes in the upper Tinguiririca valley (35 S), central Chile. *Journal of South American Earth Sciences*, 9(5-6), 393-422.

Charrier, R., Baeza, O., Elgueta, S., Flynn, J. J., Gans, P., Kay, S. M., ... & Zurita, E. (2002). Evidence for Cenozoic extensional basin development and tectonic inversion south of the flat-slab segment, southern Central Andes, Chile (33–36 SL). *Journal of South American Earth Sciences*, 15(1), 117-139.

Charrier González, R., Contreras, J. P., Díaz Bórquez, C., Farías, M., Jara, P., Muñoz Gómez, M., ... & Villaseñor, T. (2024). The Cenozoic Abanico rift system: Implications of increased southward extension in the southern central Andes, in Chile.

Coney, P.J., Evenchick, C.A., 1994. Consolidation of the American cordilleras. *J. S. Am. Earth. Sci.* 7, 241–262.

Dalziel, I. W. D. (1986). Collision and Cordilleran orogenesis: an Andean perspective. *Geological Society, London, Special Publications*, 19(1), 389-404.

- Dunham, R. J. (1962). Classification of carbonate rocks according to depositional textures. *Mem. Am. Assoc. Pet. Geol.*, 1: 108-121.
- Encinas, A., Sagripanti, L., Rodríguez, M.P., Orts, D., Anavalon, A., Giroux, P., Valencia, V., (2021). Tectonosedimentary evolution of the coastal cordillera and central depression of south-central Chile (36° 30'-42° S). *Earth-Science. Reviews.* 213, 103465.
- Encinas, A., Henríquez, N., Castro, D., Orts, D., Kietzmann, D., Iovino, F., ... & Fuentes, F. (2024). The transition from backarc extension to Andean growth: Insights from geochronologic, sedimentologic, and structural studies of Mesozoic and Cenozoic sedimentary and volcanic rocks in south-central Chile (36° S). *Geoscience Frontiers*, 15(5), 101824.
- Fock, A., Charrier, R., Farías, M., Maksaev, V., Fanning, M., & Álvarez, P. (2005). Exhumation and uplift of the western Main Cordillera between 33° and 34°S. In *International Symposium on Andean Geodynamics (ISAG) (No. 6, pp. 273-276)*.
- Folk, R. L. (1962). Spectral subdivision of limestone types. *Mem. Am. Assoc. Pet. Geol.*, 1: 62-84.
- Franzese, J., Spalletti, L., Gómez Pérez, I. & Macdonald, D. 2003. Tectonic and paleoenvironmental evolution of Mesozoic sedimentary basins along the Andes foothills of Argentina (328–548S). *Journal of South American Earth Sciences*, 16, 81–90.
- Franzese, J., Veiga, G.D., Schwarz, E. & Gómez Pérez, I. 2006. Tectono-stratigraphic evolution of a Mesozoic rift border system: the Chachil depocentre, southern Neuquén Basin, Argentina. *Journal of the Geological Society, London*, in press.
- Fuentes, F., Vergara, M., Nyström, J. O., Levi, B., & Aguirre, L. (2000). Geology and geochemistry of Tertiary volcanic rocks from the Cuesta de Chacabuco area. In *Actas IX Congreso Geológico Chileno, Puerto Varas (Vol. 2, pp. 21-25)*.
- Fuentes, F. (2004). Petrología y metamorfismo de muy bajo grado de unidades volcánicas oligoceno-miocenas en la ladera occidental de los Andes de Chile central (33°S). In *Universidad de Chile. Santiago Chile*.
- Gana, P., & Wall, R. (1997). Evidencias geocronológicas $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ y K-Ar de un hiatus cretácico superior-eoceno en Chile central (33-33° 30'S). *Andean Geology*, 24(2), 145-163.
- Giambiagi, L. B. (2003). Deformación cenozoica de la faja plegada y corrida del Aconcagua y Cordillera Frontal: entre los 33° 30'y 33° 45'S. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 58(1), 85-96.
- Godoy, E., Yáñez, G., Vera, E., 1999. Inversion of an Oligocene volcano-tectonic basin and uplifting of its superimposed Miocene magmatic arc in the Central Chilean Andes: first seismic and gravity evidences. *Tectonophysics*, Vol. 306, N° 2, p. 217-236.

- González, O. L. (1963). Observaciones geológicas en el valle del río Volcán (No. 3). La Sociedad.
- Hallam, A., Biró-Bagóczy, L., & Pérez, E. (1986). Facies analysis of the Lo Valdés Formation (Tithonian–Hauterivian) of the High Cordillera of central Chile, and the palaeogeographic evolution of the Andean Basin. *Geological Magazine*, 123(4), 425-435.
- Henríquez, N., Encinas, A., Piñeiro, T., Orts, D., Kietzmann, D., Rossel P., Calfín, R. Y Cáceres, C. 2024. Edad, Ambiente de sedimentación y contexto tectónico de la Formación Colimapu en la Cordillera Central (33°-34°S). Implicaciones en la Evolución Tectónica de los Andes durante el Cretácico Tardío. XXII Congreso Geológico Argentino San Luis.
- Heredia, N., Farias, P., García Sansegundo, J., & Giambiagi, L. (2009). El basamento de la Cordillera Frontal de los Andes en el Cordón del Plata (Provincia de Mendoza, Argentina). *Santiago*, 22, S9_035.
- Horton, B. K. (2018). Sedimentary record of Andean mountain building. *Earth-Science Reviews*, 178, 279-309.
- Howell, J.A., Schwarz, E., Spalletti, L.A., Veiga, G.D., 2005. The Neuquén basin: an overview. *Geological Society* 252, 1–14.
- Klohn, C. (1960). Geología de la Cordillera de los Andes de Chile central, Instituto de Investigaciones Geológicas. *Boletín*, 8.
- Mardones Leyton, V. A. (2019). Evolución tectónica meso-cenozoica de la cordillera principal de Los Andes de Chile Central, 33° 30'S-34° S.
- Martínez, R., & Osorio, R. (1963). Consideraciones preliminares sobre la presencia de Carófitas fósiles en la Formación Colimapu.
- Mpodozis, C. y Ramos, V. 1989. The Andes of Chile and Argentina. *Geology of the Andes and its Relation to Hydrocarbon and Energy Resources* (Ericksen, G.; Cañas, M. y Reinemund, J. editores). Circum-Pacific Council for Energy and Hydrothermal Resources. American Association of Petroleum Geologists. Vol. 11: 59-90. Houston.
- Mpodozis, C., Kay, S.M., 1990. Provincias magmáticas ácidas y evolución tectónica de Gondwana: Andes chilenos (28–31 S). *Andean Geology* 17, 153–180.
- Nyström, J. O., Vergara, M., Morata, D., & Levi, B. (2003). Tertiary volcanism in central Chile (33° 15'–33° 45' S): a case of Andean magmatism. *Geological Society of America, Bulletin*, 115, 1523-1537.
- Olivares, N., Charrier, R., Rodríguez, M. P., Villaseñor, T., & Tapia, F. (2023). Ambiente sedimentario y cronología en la localidad tipo de Formación Colimapu, Cuenca del Río Maipo, Región Metropolitana, Chile.

- Polanski, J. (1964). Descripción geológica de la Hoja 26c, La Tosca. Servicio Nacional Minero Geológico.
- Ramos, V. A. (1994). Terranes of southern Gondwanaland and their control in the Andean structure (30–33 S latitude). In *Tectonics of the southern central Andes: Structure and evolution of an active continental margin* (pp. 249-261). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Rivano, S., Godoy, E., Vergara, M., Villarroel, R., 1990. Redefinición de la Formación Farellones en la Cordillera de los Andes de Chile Central (32°-34° S). *Revista Geológica de Chile*, Vol. 17, N° 2, p. 205-214.
- Salazar, C. 2012. The Jurassic-Cretaceous boundary (Tithonian-Hauterivian) in the Andean Basin, central Chile: Ammonite fauna, bio- and sequence stratigraphy and palaeobiogeography. Tesis para optar al Título de Doctor en Geología. Universidad de Heidelberg, Facultad de Ciencias y Matemáticas (Inédito): 388 pp. Heidelberg.
- Sellés, D., 1999. La Formación Abanico en el Cuadrángulo Santiago (33° 15'-33° 30'S; 70°30'-70°45'O), Chile Central. *Estratigrafía y geoquímica*. Tesis, Departamento de Geología, Universidad de Chile, Santiago, 154 p.
- Sellés, D., 2000. La relación discordante entre las Formaciones Abanico y Las Chilcas en la localidad de Angostura: implicancias regionales. *Actas IX Congreso Geológico Chileno*, Puerto Varas, Vol. 1, p. 555-558.
- Sellés, D., Gana, P., 2001. Geología del área Talagante-San Francisco de Mostazal: Regiones Metropolitana y del Libertador General Bernardo O'Higgins, Escala 1:100.000. SERNAGEOMIN, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica, N° 74.
- Tapia Silva, F. F. (2015). Evolución tectónica y configuración actual de los Andes Centrales del sur (34 45'-35 30'S).
- Tavera, J. (1968). Informe sobre estudio de material paleontológico procedente del curso superior del río Yeso, recolectado por el geólogo Sr. Ricardo Thiele. Informe Inédito. Universidad de Chile, Departamento de Geología, Santiago, Chile.
- Thiele, R. (1980). Geología de la hoja Santiago. Región Metropolitana, Carta Geológica de Chile, scale, 1(250,000), 51.
- Wall, R., Sellés, D., Gana, P., 1999. Área Til Til-Santiago, Región Metropolitana. Servicio Nacional de Geología y Minería, Mapas geológicos N° 11, escala 1:100.000, 1 anexo, Santiago.
- Wyss, A. R., Flynn, J. J., Norell, M., Swisher, C. C., Novacek, M. J., McKenna, M. C., & Charrier, R. (1994). Paleogene mammals from the Andes of central Chile: a preliminary taxonomic, biostratigraphic, and geochronologic assessment. *American Museum novitates*; no. 3098.

ANEXOS

ANEXO 1: Ficha estándar rocas de origen carbonático

Tabla 9.1: Ficha estándar para rocas de origen carbonático.

Muestra				Objetivo:	Luz: LPP
Coordenadas					
Localidad					
Clasificación textural (DUNHAM 1962)					
Clasificación composicional (FOLK 1962)					
Fábrica					
Grado de lavado					
Textura	Granos	Matriz	Cemento		
Componentes principales	Porcentaje (%)				
Terrígenos					
Alloquímicos no-esqueletales					
Alloquímicos esqueletales					
Forma de los granos (Redondez)					
Terrígenos				Objetivo:	Luz: NC
Bioclastos					
Composición					
Terrígenos	%	Alloquímicos no-esqueletales	%		
		Alloquímicos esqueletales	%		
Cementos					
Observaciones					

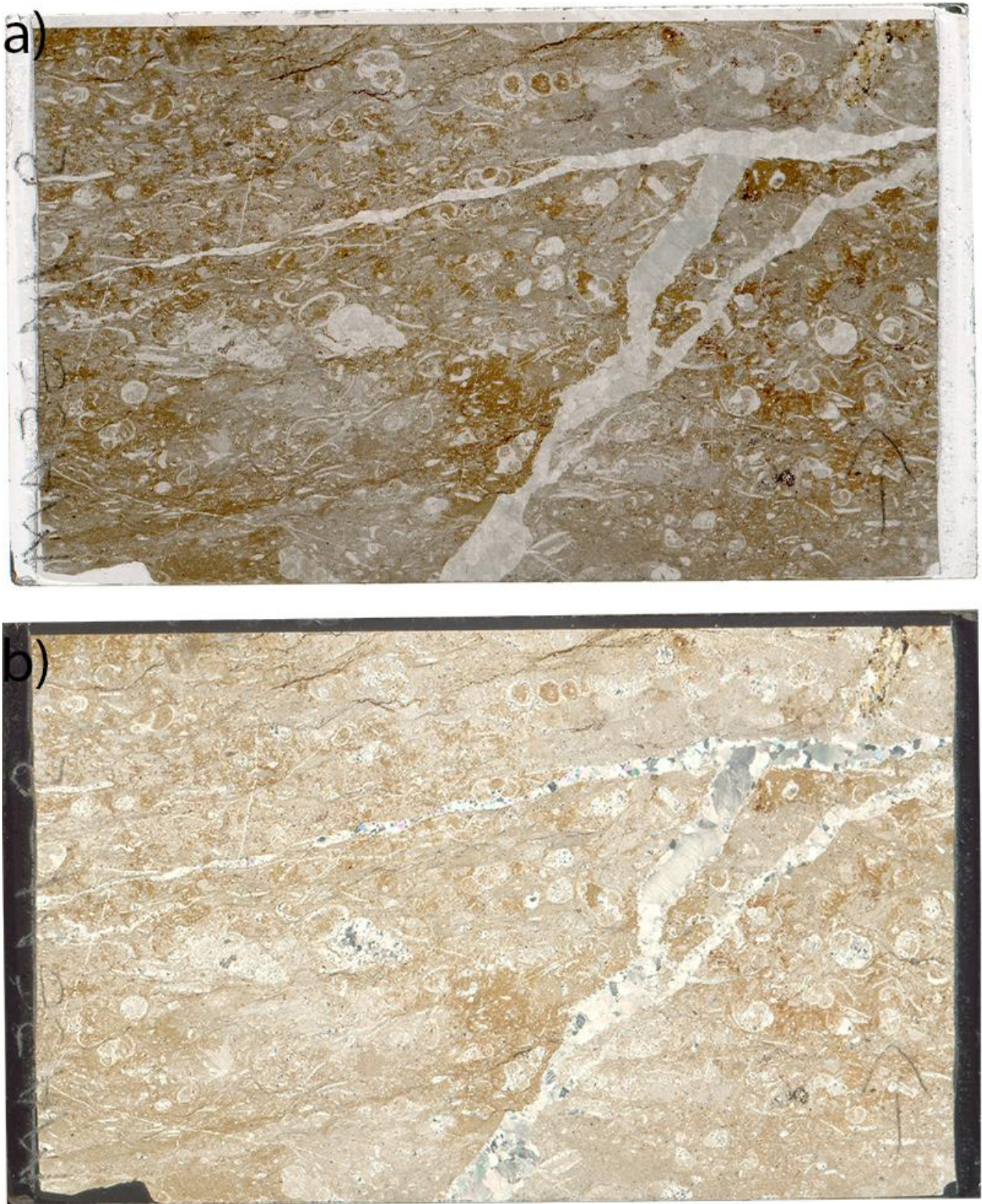
ANEXO 2: Escáneres de Cortes Petrográficos

Figura 9.1: Escáner corte petrográfico MA3GM-2. a) Imagen en luz polarizada plana. b) Imagen en nicoles cruzados

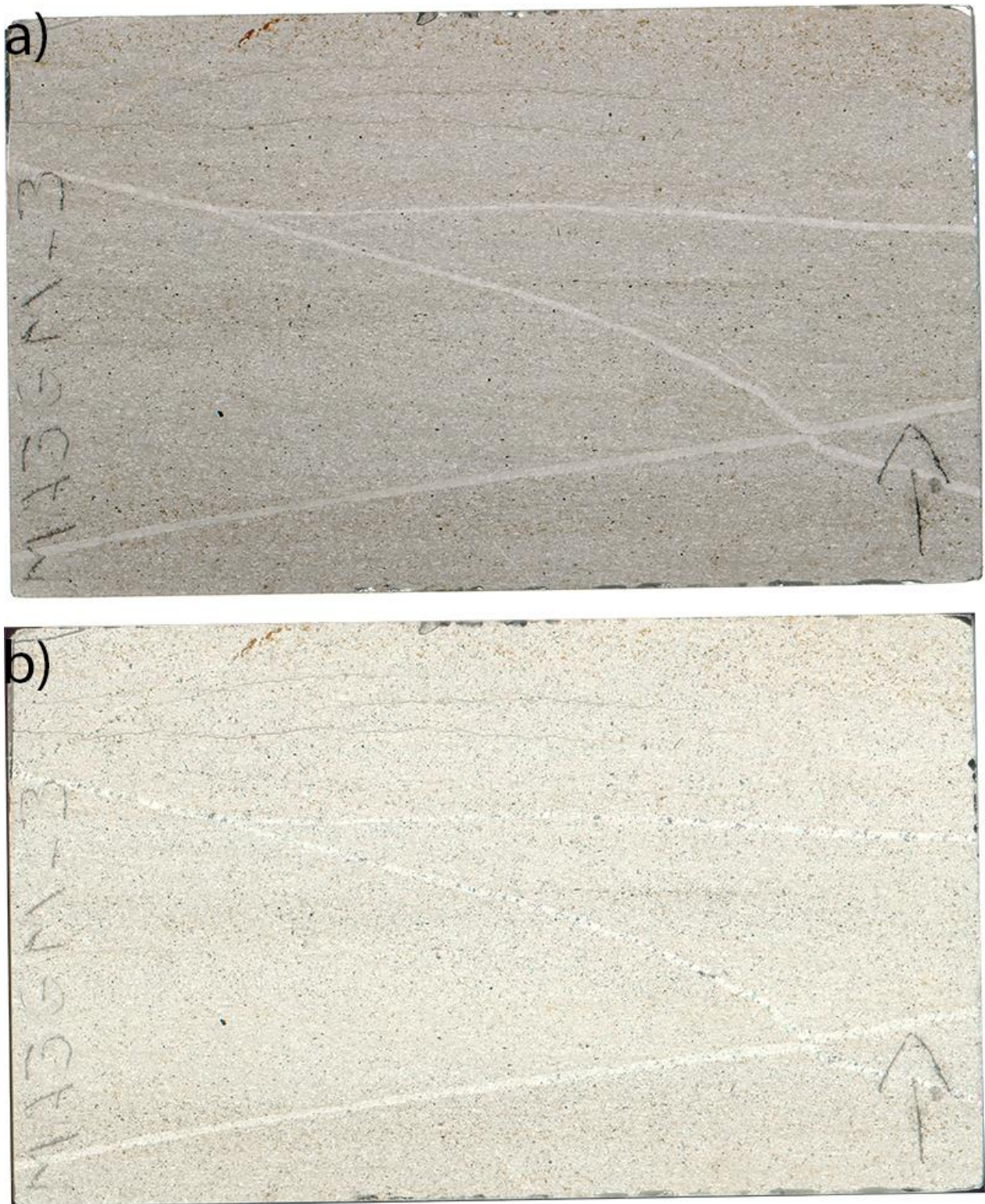


Figura 9.2: Escáner corte petrográfico MA3GM-3. a) Imagen en luz polarizada plana. b) Imagen en nicoles cruzados

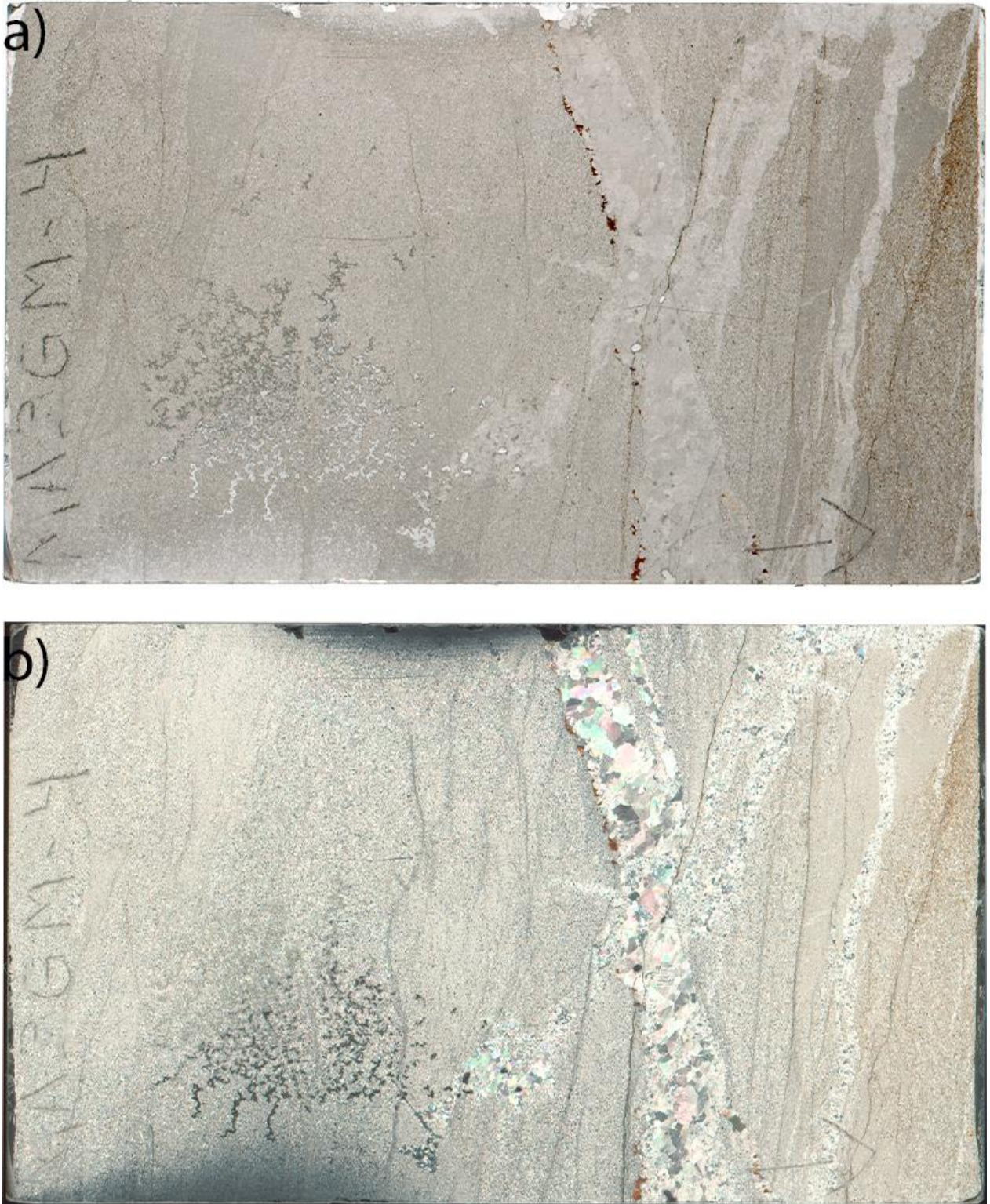


Figura 9.3: Escáner corte petrográfico MA3GM-4. a) Imagen en luz polarizada plana. b) Imagen en nicoles cruzados



Figura 9.4: Escáner corte petrográfico MA3CY-2. a) Imagen en luz polarizada plana. b) Imagen en nicoles cruzados

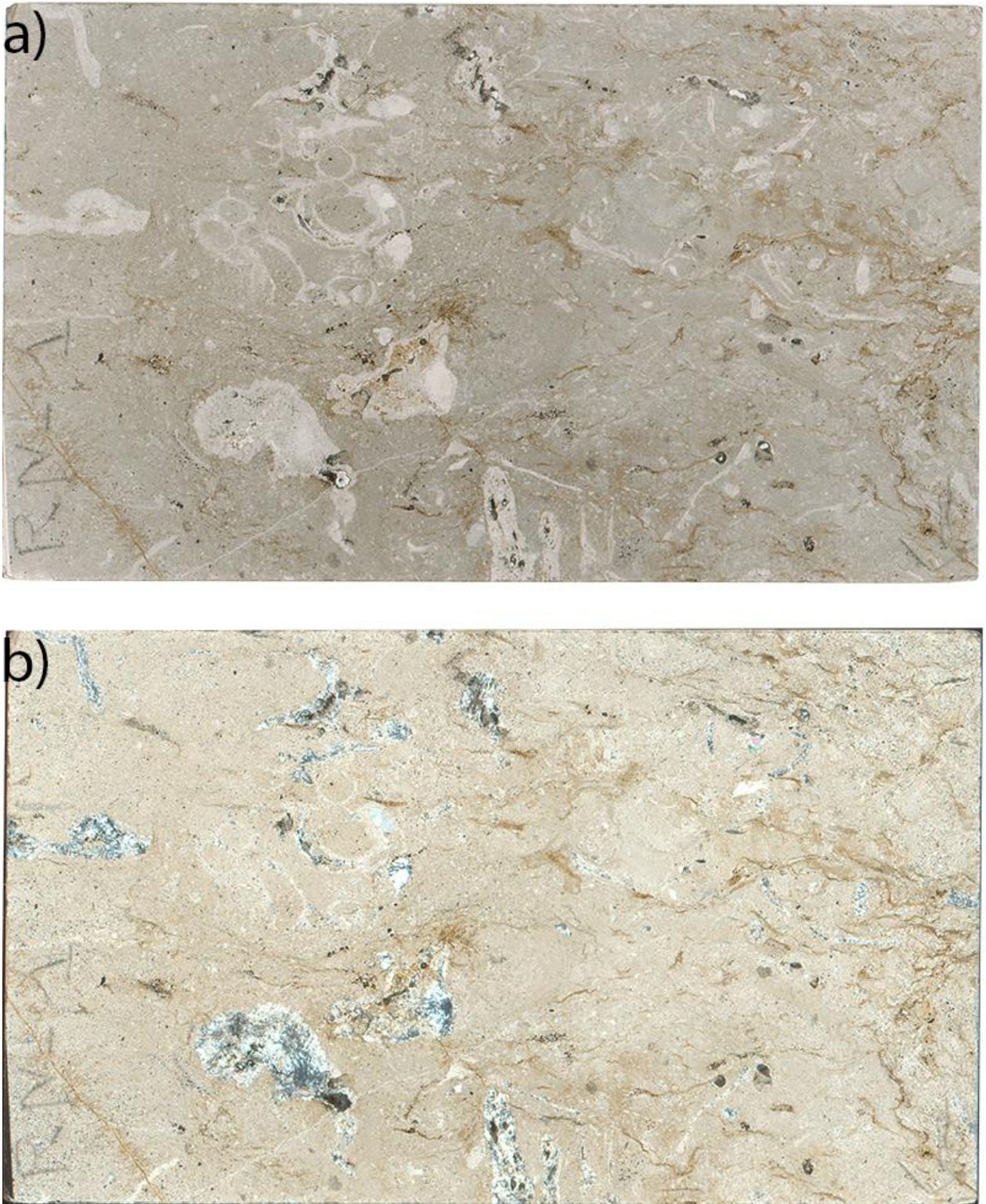


Figura 9.5: Escáner corte petrográfico RN-1. a) Imagen en luz polarizada plana. b) Imagen en nicoles cruzados

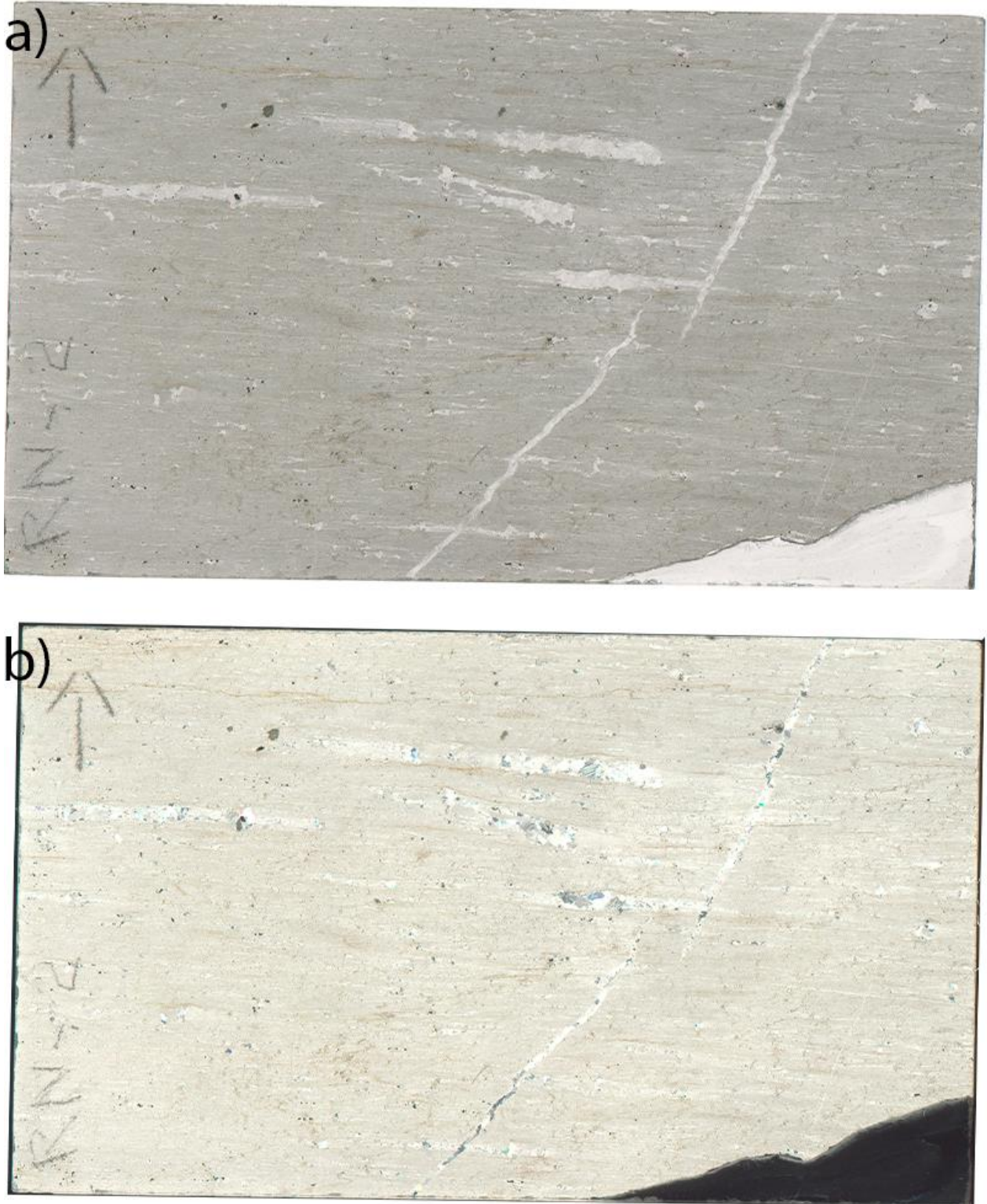


Figura 9.6: Escáner corte petrográfico RN-2. a) Imagen en luz polarizada plana. b) Imagen en nicoles cruzados



Figura 9.7: Escáner corte petrográfico A3ED-M8. a) Imagen en luz polarizada plana. b) Imagen en nicoles cruzados

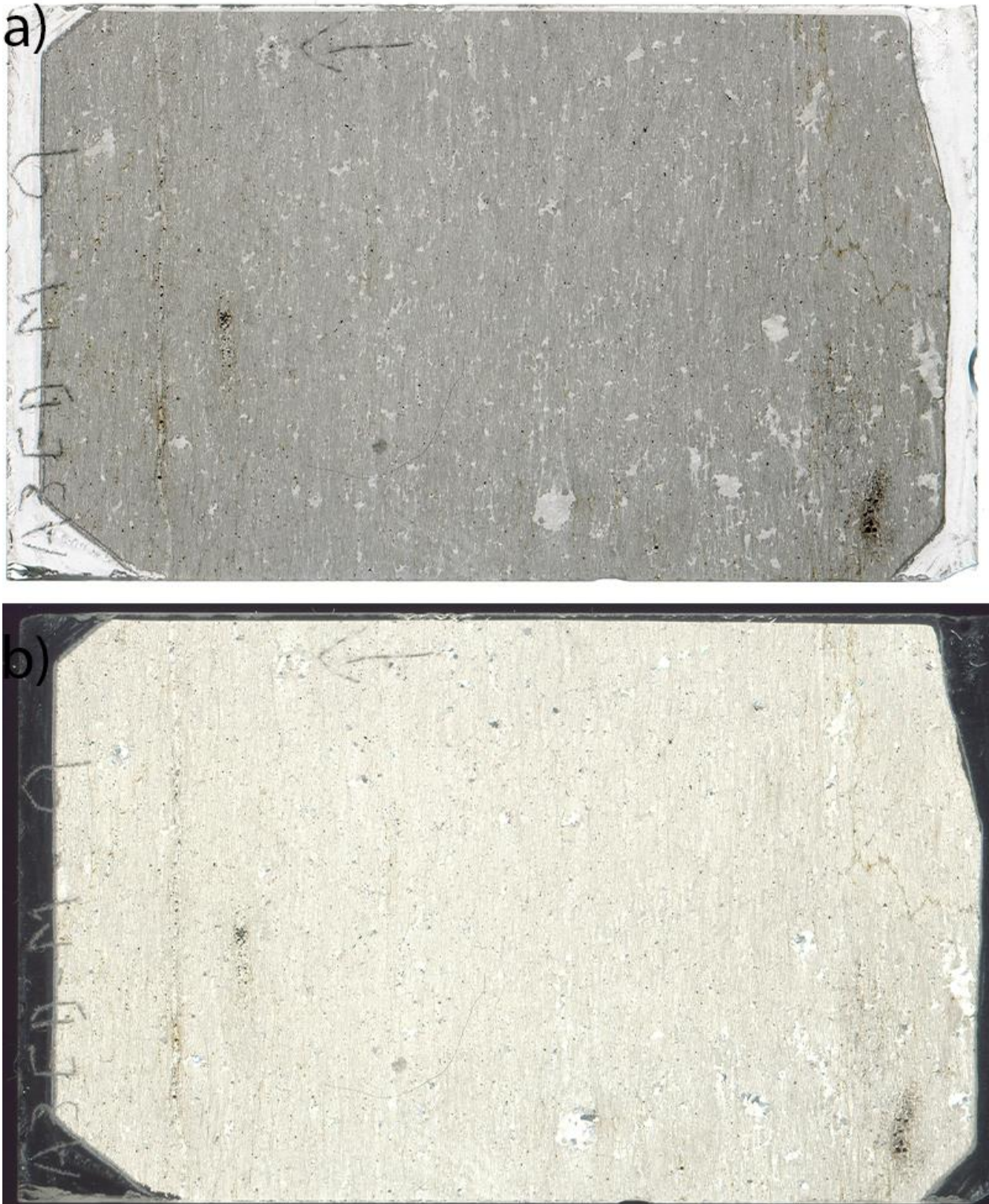


Figura 9.8: Escáner corte petrográfico A3ED-M9. a) Imagen en luz polarizada plana. b) Imagen en nicoles cruzados

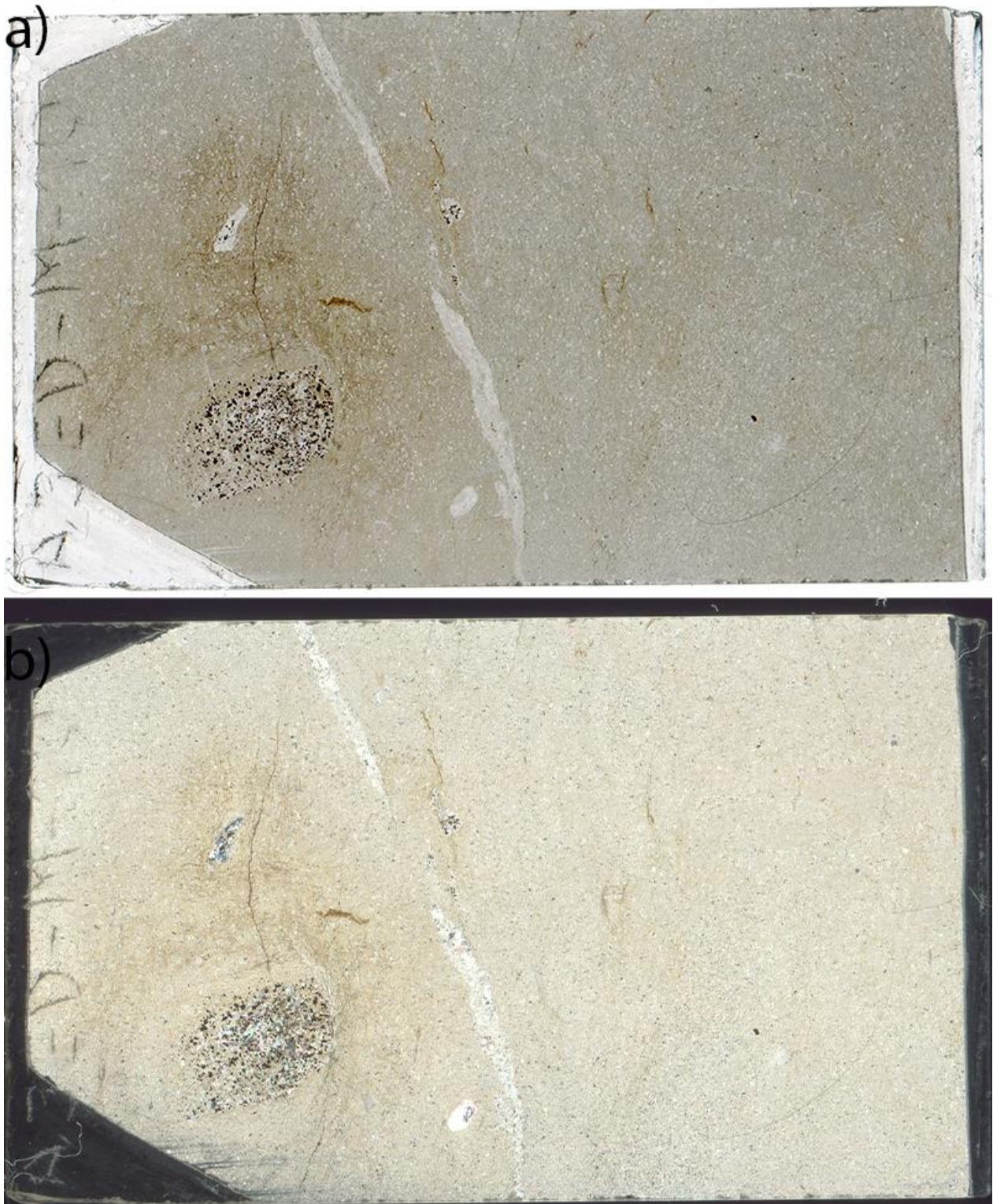


Figura 9.9: Escáner corte petrográfico A3ED-M10. a) Imagen en luz polarizada plana. b) Imagen en nicoles cruzados



Figura 9.10: Escáner corte petrográfico A3ED-M12. a) Imagen en luz polarizada plana. b) Imagen en nicols cruzados

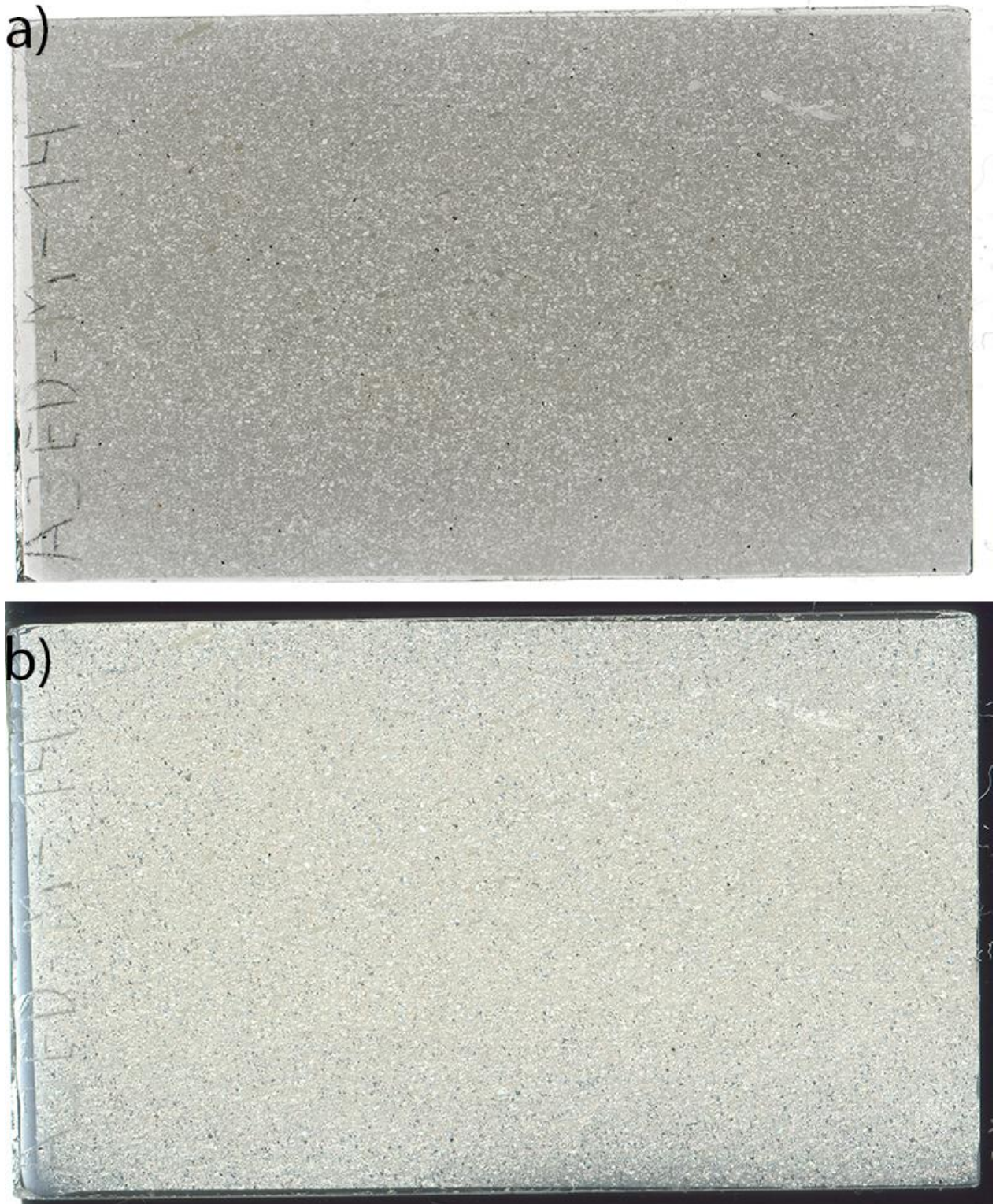


Figura 9.11: Escáner corte petrográfico A3ED-M14. a) Imagen en luz polarizada plana. b) Imagen en nicols cruzados

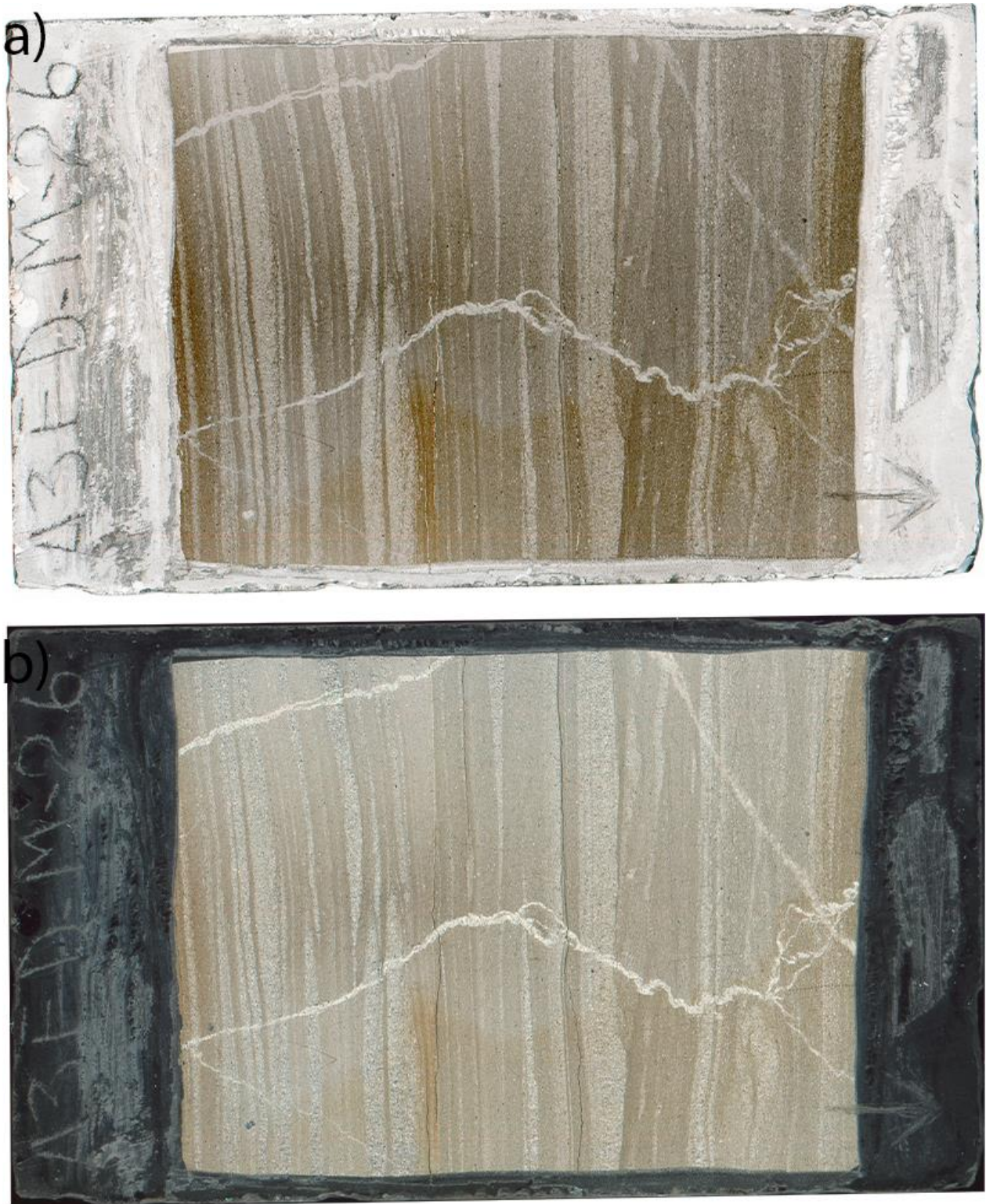


Figura 9.12: Escáner corte petrográfico A3ED-M26. a) Imagen en luz polarizada plana. b) Imagen en nicols cruzados

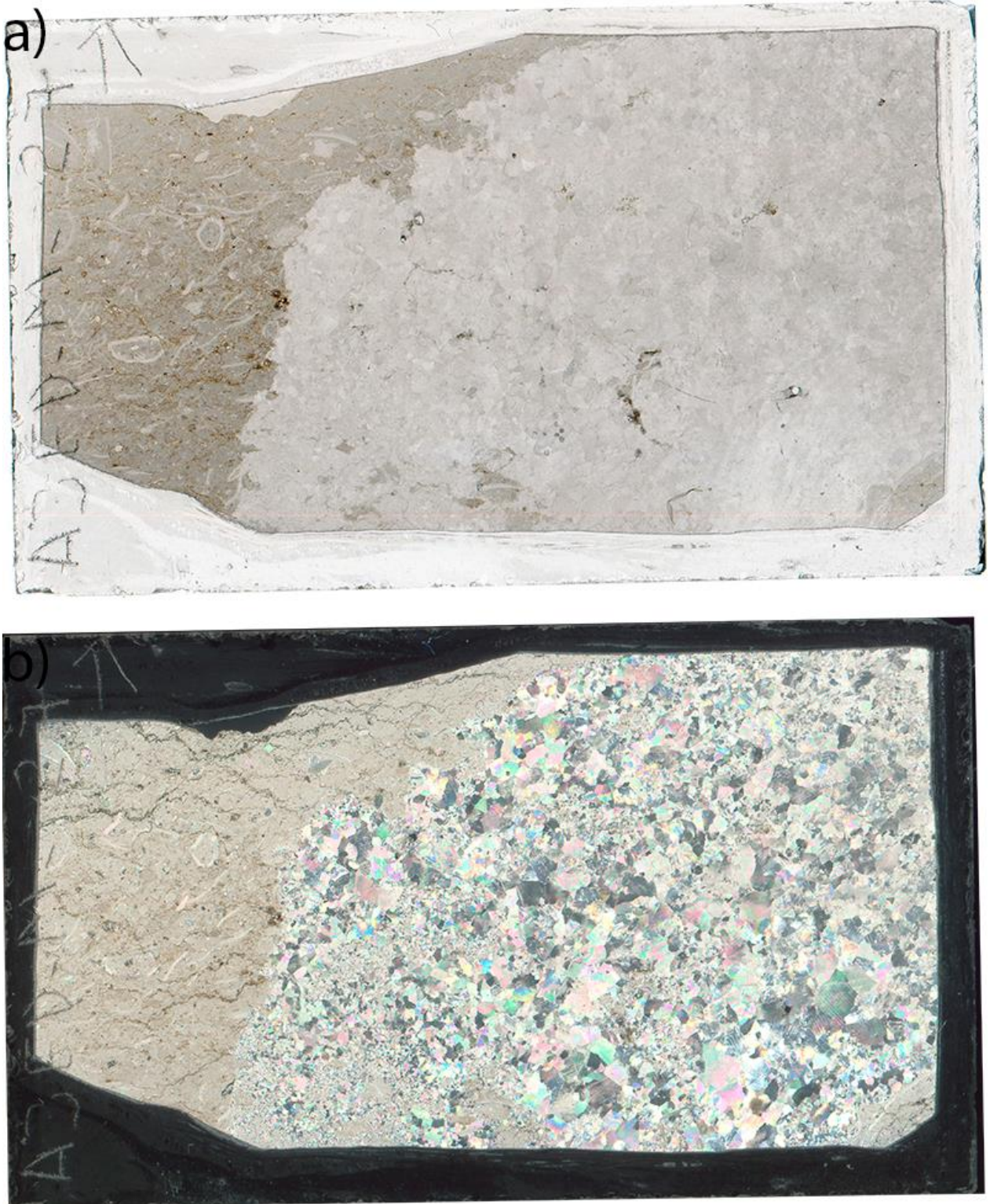


Figura 9.13: Escáner corte petrográfico A3ED-M27. a) Imagen en luz polarizada plana. b) Imagen en nicoles cruzados