

**Análisis paleoambiental de las calizas que afloran en la cantera Glalco,
municipio de Curití, departamento de Santander, Colombia.**

Juan Sebastian Carvajalino-Perez

Trabajo para optar por el título de geólogo.

Directora:

Geóloga. Georgina Guzmán-Ospitia. PhD en Ciencias.

Codirector:

Geólogo. Rigo Ramírez.

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Físicoquímicas

Escuela de Geología

2018

Dedicatoria

A mi mamá Lourdes María por su amor sin orgullo, por abrir sus manos para dejarme crecer y regalarme sus enseñanzas a nivel moral, cognitivo y físico.

A mi abuela Magdalena por ser el alma y vida de mi familia.

Agradecimientos

A la profesora Georgina Guzmán por su dirección y formación durante estos 4 años.

Al geólogo Rigo Ramírez por su orientación científica en el trabajo.

A los geólogos Gabriel Jiménez y Ángela Torres, por sus comentarios y aportes al trabajo de investigación.

Al diseñador David Marín, por la edición del informe, las figuras y la sección estratigráfica.

A Génesis Consultoría en Geología por ser mi segundo hogar.

A Hermes Aparicio, alias “Tinto”, por ser mi auxiliar en campo.

A mi familia, en especial a mi tía Gabriela Carvajalino y mi tío Eduardo Morillo por todo su amor y confianza.

A la familia Quiñones Carvajalino por su hospitalidad.

A los propietarios y trabajadores de la cantera Glalco por la colaboración en el desarrollo del trabajo.

A los profesores Víctor Caballero, Jairo Clavijo y Julián López por el tiempo compartido en clase y en campo.

A mis compañeros Miguel Orjuela, Carlos Pilonieta, Alvaro Osma, David Ardila y Jahir Rangel por su amistad.

Contenido

Introducción	16
1 Generalidades	17
1.1 Localización	17
1.2 Antecedentes Estratigráficos	18
1.2.1 Formación Rosa Blanca.	18
1.2.2 Formación La Paja.....	21
1.2.3 Formación Rosablanca en el área de Curití.....	23
1.2.4 Formación Paja en el área de Curití.....	26
1.3 Síntesis Estratigráfica	28
1.4 Justificación	29
1.5 Objetivos	30
1.5.1 Objetivo General.....	30
1.5.2 Objetivos Específicos.....	30
1.6 Metodología	31
2 Análisis Sedimentológico	32
2.1 Facies de la Formación Rosablanca	35
2.1.1 Facies R1. Calizas de textura <i>mudstone</i> moderadamente bioperturbadas con madrigueras de <i>Thalassinoides</i> de textura <i>wackestone/packstone</i>	35
2.1.2 Facies R2. Calizas de textura <i>mudstone</i> altamente bioperturbadas con madrigueras de <i>Thalassinoides</i> de textura <i>wackestone/packstone</i>	40
2.1.3 Facies R3. Calizas intensamente bioperturbadas con madrigueras de <i>Thalassinoides</i> de textura <i>wackestone/packstone</i>	44
2.1.4 Facies R4. Calizas intensamente bioperturbadas con madrigueras de <i>Thalassinoides</i> de textura <i>packstone</i>	48
2.1.5 Facies R5. Calizas de textura <i>packstone</i> de peloides y cortóides.	53
2.1.6 Facies R6. Calizas de textura <i>packstone</i> de cortóides	57
2.1.7 Facies R7. Calizas de textura <i>wackestone</i> de moluscos.....	61
2.1.8 Facies R8. Lodolitas laminadas.	65
2.1.9 Facies R9. Calizas de textura <i>wackestone</i> de fosfatos.	67
2.2 Facies de la Formación Paja	70
2.2.1 Facies P1. Arcillolitas laminadas.....	70
2.3 Ambiente de depósito	72
2.3.1 Ambiente de depósito de la Formación Rosablanca.....	72

2.3.2	Ambiente de deposito de la Formación Paja.....	82
3	Conclusión.....	83
4	Recomendaciones.....	83
	Referencias bibliográficas.....	84

Lista de Figuras

Figura 1 Mapa de Localización de la cantera Glalco, municipio de Curití, departamento de Santander, Colombia.....	17
Figura 2 Cantera de Cementos Argos.....	28
Figura 3 Cantera Glalco.....	29
Figura 4 Aspecto de la cantera Glalco donde afloran dos unidades litoestratigráficas referidas según Gaona et al; (2013 como Formación Rosablanca (Barremiano medio) y Formación Paja (Aptiano inferior).....	32
Figura 5 Columna estratigráfica de la cantera Glalco.....	34
Figura 6 Capas medianas y tabulares de caliza de textura mudstone moderadamente bioperturbadas con madrigueras de Thalassinoides. Cantera Glalco. (Intervalo 0.00 metros a 0.76 metros. Apéndice 1).....	36
Figura 7 Aspecto de una caliza de textura mudstone moderadamente bioperturbada con madrigueras de Thalassinoides. Cantera Glalco.....	37
Figura 8 Aspecto de una madriguera de Thalassinoides. Muestra 17-C-CG-C-PE: 0.60. Cantera Glalco.....	37
Figura 9 Microfotografía de la sección delgada (Muestra 17-C-CG-C-PE: 0.15, facies R1). Caliza de textura mudstone constituida por peloides (5%), partículas fosfáticas (1%), terrígenos de cuarzo (12%), materia orgánica (trazas) y matriz calcárea (micrita 82%).....	38
Figura 10 Microfotografía de la sección delgada (Muestra 17-C-CG-C-PE: 0.60, facies R1). Madriguera de Thalassinoides identificada como una caliza de textura wackestone/packstone con peloides (25%), bivalvos desarticulados (2%), terrígenos de cuarzo (2%), pellets (2%), gasterópodos (trazas), fragmentos de algas(trazas), espículas de equinodermos (trazas), materia orgánica (trazas), vértebras de peces (trazas) y matriz (micrita 69 %).....	39
Figura 11 Capas delgadas y muy delgadas de calizas de textura mudstone altamente bioperturbadas con madrigueras de Thalassinoides. (Intervalo 0.6 metros a 1.66 metros. Apéndice 1).	41
Figura 12 Aspecto de las madrigueras de Thalassinoides de la facies R2.....	41
Figura 13 Calco de la muestra de roca pulida (17-C-CG-C-PE: 0.90) realizado en una madriguera de Thalassinoides, con el fin de determinar la orientación de los constituyentes aloquímicos visibles macroscópicamente.....	42

- Figura 14 Microfotografía de la sección delgada (Muestra 17-C-CG-C-PE: 0.90, facies R2.). Madriguera de Thalassinoides constituida por caliza de textura wackestone/packestone con peloides (20%), bivalvos desarticulados (2%), partículas fosfáticas (2%), terrígenos de cuarzo (1%), gasterópodos (trazas), vértebras de peces (trazas), materia orgánica (trazas) y matriz (micrita 75%).....43
- Figura 15 Intervalo completamente bioperturbado con madrigueras de Thalassinoides. Cantera Glalco. (Intervalo 1.66 metros a 2.61 metros. Apéndice 1)45
- Figura 16 Madriguera de Thalassinoides en la facies R3, cantera Glalco.45
- Figura 17 Calco de la muestra de roca pulida (17-C-CG-C-PE: 2.10) realizado en una madriguera de Thalassinoides, con el fin de determinar la orientación de los constituyentes aloquímicos visibles macroscópicamente.46
- Figura 18 Microfotografía de la sección delgada (Muestra 17-C-CG-C-PE: 2.10, facies R3). Madriguera de Thalassinoides constituida por calizas de textura wackestone/packestone con peloides (20%), bivalvos de concha delgada desarticulados (5%), pellets (3%), espículas de equinodermos (trazas), vértebras de peces (trazas) y matriz (micrita 72%)47
- Figura 19 Intervalo completamente bioperturbado por madrigueras de Thalassinoides constituidas por calizas de textura packstone, cantera Glalco. (Intervalo 2.6 metros a 9.36 metros. Apéndice 1)49
- Figura 20 Aspecto de las madrigueras de Thalassinoides de la facies R4, cantera Glalco. (Posición estratigráfica 4.50 metros a 3.00 metros. Apéndice 1)49
- Figura 21 Vista frontal de las capas con enrejado de madrigueras de Thalassinoides de la facies R4, cantera Glalco.....50
- Figura 22 Vista de planta de las capas con enrejado de madrigueras de Thalassinoides de la facies R4, cantera Glalco.....50
- Figura 23 Calco de la muestra de roca pulida (17-C-CG-C-PE: 8.10) realizado en una madriguera de Thalassinoides, con el fin de determinar la orientación de los constituyentes alquímicos visibles macroscópicamente.51
- Figura 24 Microfotografía de la sección delgada (Muestra 17-C-CG-C-PE: 8.10, facies R4.). Madriguera de Thalassinoides constituida por caliza de textura packstone con peloides (30%), bivalvos de concha delgada desarticulados (15%), cortóides (15%), vértebras de peces (trazas), gasterópodos (trazas), serpúlidos (trazas), espículas de equinodermos (trazas), foraminíferos (trazas), materia orgánica (trazas) y matriz (micrita 40%).....52
- Figura 25 Intervalo constituido por calizas de textura packstone. Cantera Glalco. (Intervalo 9.36 metros a 10.26 metros. Apéndice 1).....54

- Figura 26 Calco de la muestra de roca pulida de una caliza de textura packstone (17-C-CG-C-PE: 9.66) con el fin de determinar la orientación de los constituyentes aloquímicos visibles macroscópicamente.....55
- Figura 27 Microfotografía de la sección delgada (Muestra 17-C-CG-C-PE: 9.66, facies R5). Caliza de textura packstone con peloides (23%), bivalvos de concha delgada desarticulados con neomorfismo (17%), cortóides (10%), serpúlidos (2%), gasterópodos(1%), fragmentos de equinodermos (trazas), foraminíferos (trazas), materia orgánica (trazas) y matriz (micrita 47%).56
- Figura 28 Contacto entre la facies R7 y la facies R6. Cantera Glalco. (Intervalo 10.26 metros a 14.97 metros. Apéndice 1)58
- Figura 29 Bivalvos de concha gruesa desarticulados en las capas de calizas de textura packstone de la facies R6, cantera Glalco. (Posición estratigráfica 14.62 metros. Apéndice 1).....58
- Figura 30 Calco de la muestra de roca pulida de una caliza de textura packstone (17-C-CG-C-PE: 14.50) con el fin de determinar la orientación de los constituyentes aloquímicos visibles macroscópicamente.....59
- Figura 31 Microfotografía de la sección delgada (Muestra 17-C-CG-C-PE: 14.50, facies R6.). Caliza de textura packstone de cortóides (45%), peloides (10%), bivalvos de concha gruesa desarticulados con neomorfismo (5%), bivalvos de concha delgada desarticulados (3%), gasterópodos (trazas), foraminíferos (trazas), serpúlidos (trazas), vértebras de peces (trazas), briozoos (trazas) y matriz (micrita 37%)60
- Figura 32 Contacto entre las facies R7 y R6. Cantera Glalco. (Intervalo estratigráfico 14.97 metros a 16.17 metros. Apéndice 1)62
- Figura 33 Aspecto de las calizas de la facies R7, cantera Glalco.....62
- Figura 34 Calco de la muestra de roca pulida de una caliza de textura wackestone (17-C-CG-C-PE: 15.10) con el fin de determinar la orientación de los constituyentes aloquímicos visibles macroscópicamente.....63
- Figura 35 Microfotografía de la sección delgada (Muestra 17-C-CG-C-PE: 15.10, facies R7). Caliza de textura wackestone con bivalvos desarticulados de concha delgada con neomorfismo (10%-15%), bivalvos desarticulados de concha gruesa con neomorfismo(12%), partículas fosfáticas (4%), gasterópodos (trazas), espículas de equinodermos (trazas), serpúlidos (trazas), vértebras de peces (trazas) ,briozoos (trazas), peloides (trazas) y matriz (mirita 69%).64
- Figura 36 Foraminífero de la facies R8. (Escala en milímetros).....66
- Figura 37 Dientes de peces de la facies R8. (Escala en milímetros)66

Figura 38 Contacto de la facies P1 de la Formación Paja con la facies R9 de la Formación Rosablanca. Cantera Glalco.....	68
Figura 39 Muestra de una capa de calizas de textura wackestone de fosfatos y bivalvos desarticulados. (Muestra 17-C-CG-C-PE: 16.15).....	68
Figura 40 Microfotografía de la sección delgada (Muestra 17-C-CG-C-PE: 16.15, facies R9). Caiza de textura wackestone con partículas fosfáticas (15%), bivalvos de concha delgada desarticulados (5%) y peloides (2%).	69
Figura 41 Intervalo constituido por arcillolitas con laminación continua paralela, con esporádicas intercalaciones de calizas de textura mudstone con bivalvos desarticulados (Intervalo 16.17 metros a 18.00 metros. Apéndice 1)	71
Figura 42 Intervalo medido de la Formación Paja en la cantera Glalco.....	71
Figura 43 Sección estratigráfica de la cantera Glalco.....	75
Figura 44 Relación entre la energía actuante sobre el fondo de depósito y los constituyentes ortoquímicos, aloquímicos y terrígenos. Tomado de Flügel (1982).....	77
Figura 45 Ambiente de depósito de la AF-4 (condensación estratigráfica-color marrón).....	81
Figura 46 Ambiente de depósito de la AF-3 (depósito transgresivo-color naranja).....	81
Figura 47 Ambiente de depósito de la AF-1 (albufera-color verde) y AF-2(barrera trasera-color amarillo).	81

Lista de Tablas

Tabla 1 Resumen de la sucesión estratigráfica de la cantera de Cementos Argos analizada por Gaona et al., (2013) y De Porta (1965).	28
Tabla 2 Unidades litoestratigráficas y facies determinadas en la cantera Glalco.....	33
Tabla 3 Asociaciones de facies determinadas en la Formación Rosablanca en la cantera Glalco.	72
Tabla 4 Resumen de las características de la asociación de facies AF-1 en la cantera Glalco.	73
Tabla 5 Resumen de las asociaciones de facies y facies determinadas para el tramo superior de la Formación Rosablanca y el segmento inferior de la Formación Paja en la sección de la cantera Glalco.	76
Tabla 6 Resumen de las características de la asociación de facies AF-2 en la cantera Glalco.	78
Tabla 7 Resumen de las características de la asociación de facies AF-3 en la cantera Glalco.	79
Tabla 8 Resumen de las características de la asociación de facies AF-4 en la cantera Glalco.	80
Tabla 9 Asociaciones de facies determinadas en la Formación Paja en la cantera Glalco.	82
Tabla 10 Resumen de las características de la asociación de facies AF-5 en la cantera Glalco. ...	82

Apéndices

Apéndice A. Sección estratigráfica de la cantera Glalco.

Apéndice B. Microfotografías sección delgada 17-C-CG-C-0.15M

Apéndice C. Microfotografías sección delgada 17-C-CG-C-0.60M

Apéndice D. Microfotografías sección delgada 17-C-CG-C-0.90M

Apéndice E. Microfotografías sección delgada 17-C-CG-C-2.10M

Apéndice F. Microfotografías sección delgada 17-C-CG-C-3.70M

Apéndice G. Microfotografías sección delgada 17-C-CG-C-5.25M

Apéndice H. Microfotografías sección delgada 17-C-CG-C-6.48M

Apéndice I. Microfotografías sección delgada 17-C-CG-C-8.10M

Apéndice J. Microfotografías sección delgada 17-C-CG-C-11.17M

Apéndice K. Microfotografías sección delgada 17-C-CG-C-14.50M

Apéndice L. Microfotografías sección delgada 17-C-CG-C-15.10M

Apéndice M. Microfotografías sección delgada 17-C-CG-C-15.55M

Apéndice N. Microfotografías sección delgada 17-C-CG-C-16.15M

Apéndice O. Fotografías panorámicas tomadas en la cantera Glalco.

Resumen

TITULO: ANALISIS PALEOAMBIENTAL DE LAS CALIZAS QUE AFLORAN EN LA CANTERA GLALCO, MUNICIPIO DE CURITÍ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER, COLOMBIA.

AUTOR: JUAN SEBASTIAN CARVAJALINO PEREZ

PALABRAS CLAVES: CALIZAS, FORMACION ROSABLANCA, BARREMIANO MEDIO, CANTERA GLALCO, CURITI, SANTANDER, COLOMBIA.

DESCRIPCIÓN: Se realizó un análisis paleoambiental en la cantera Glalco, municipio de Curití, departamento de Santander, Colombia; donde afloran dos unidades litoestratigráficas referidas como Formación Rosablanca (Barremiano medio) y Formación Paja (Aptiano inferior).

En el tramo superior de la Formación Rosablanca (16.17m), se determinaron 9 facies descritas de base a tope de la siguiente manera: calizas de textura mudstone moderadamente bioperturbadas con madrigueras de *Thalassinoides* de textura *wackestone/packstone* (facies R1), calizas de textura mudstone altamente bioperturbadas con madrigueras de *Thalassinoides* de textura *wackestone/packstone* (facies R2), calizas intensamente bioperturbadas con madrigueras de *Thalassinoides* de textura *wackestone/packstone* (facies R3), calizas intensamente bioperturbadas con madrigueras de *Thalassinoides* de textura *packstone* (facies R4), calizas de textura *packstone* de peloides y cortóides (facies R5), calizas de textura *packstone* de cortóides (facies R6), calizas de textura *wackestone* de moluscos (facies R7), lodolitas laminadas (facies R8) y calizas de textura *wackestone* de fosfatos (facies R9).

En el tramo inferior de la Formación Paja (1.87m) se caracterizó 1 facies referida como arcillolitas laminadas (facies P1).

En la Formación Rosablanca se determinaron 4 asociaciones de facies denominadas de base a tope como: AF-1 (facies R1, R2, R3 y R4), AF-2 (facies R5 y R6), AF-3 (facies R7) y AF-4 (facies R8 y R9).

Las asociaciones de facies determinadas en la Formación Rosablanca se interpretaron como: AF-1 (antiguos fondos de albufera “*lagoon*” en rampas internas de carbonatos), AF-2 (antiguos fondos de barrera trasera “*back barrier*” ubicada en una rampa interna de carbonados), AF-3 (depósito transgresivo) y AF-4 (condensación estratigráfica de edad Barremiano medio-Aptiano inferior).

En el segmento inferior de la Formación Paja se determinó 1 asociación de facies: AF-5 (facies P1) y se interpretó como un antiguo fondo de plataforma con muy baja energía.

En la cantera Glalco el contacto inferior de la facies R7 con la facies R6 se interpretó como una discontinuidad estratigráfica (“superficie transgresiva”).

Abstract

TITLE: PALEO-ENVIRONMENTAL ANALYSIS OF LIMESTONES THAT AFFLORE IN THE GLALCO QUARRY, MUNICIPALITY OF CURITÍ, DEPARTMENT OF SANTANDER, COLOMBIA.

AUTHOR: JUAN SEBASTIAN CARVAJALINO PEREZ

KEYWORDS: LIMESTONES, ROSABLANCA FORMATION, MIDDLE BARREMIAN, QUARRY GLALCO, CURITÍ, SANTANDER, COLOMBIA.

DESCRIPTION: A paleoenvironmental analysis was carried out in the Glalco quarry, Curití Township, Santander Department, Colombia; where are outcropping two lithostratigraphic units referred as Rosablanca Formation (Middle Barremian) and Paja Formation (Lower Aptian).

In the upper section of Rosablanca Formation (16.17m), were determined 9 facies; these were described from base to top as follows: Moderately bioturbated limestones – Mudstone– with wackestone/packstone *Thalassinoides* burrows (**facies R1**); Highly bioturbated limestones –Mudstone– with wackestone/packstone *Thalassinoides* burrows (**facies R2**); Intensely bioturbated limestones with wackestone/packstone *Thalassinoides* burrows (**facies R3**); Intensely bioturbated limestones with packstone *Thalassinoides* burrows (**facies R4**); Limestones –Packstone– of peloids and cortoids (**facies R5**); Limestones –Packstone– of cortoids (**facies R6**); Limestones –Wackestone– of mollusks (**facies R7**); Laminated mudstones (**facies R8**); and Limestones –Wackestone– of phosphates (**facies R9**).

One facies was determined in the lower section of Paja Formation (1.87m), this facies was described as laminated claystones (facies P1).

Four facies associations were determined in Rosablanca Formation, these associations were named from base to top as follows: AF-1 (R1, R2, R3 and R4 facies), AF-2 (R5 and R6 facies), AF-3 (facies R7) and AF- 4 (R8 and R9 facies).

Facies associations determined in Rosablanca Formation were interpreted as: AF-1 (ancient bottoms of lagoon in carbonates internal ramps), AF-2 (ancient bottoms of "back barrier" located in a carbonates internal ramp), AF-3 (transgressive deposit) and AF-4 (stratigraphic condensation of age middle Barremian-lower Aptian).

In the lower section of Paja Formation, one facies association was determined: AF-5 (**facies P1**) and this one was interpreted as an ancient bottom of platform with very low energy.

In the Glalco quarry, lower contact of R7 facies with the R6 facies was interpreted as a stratigraphic discontinuity ("transgressive surface").

Introducción

A continuación presento el trabajo de investigación que realice con el fin de obtener mi título como geólogo de la Universidad Industrial de Santander. El título del proyecto fue: “Análisis paleoambiental de las calizas que afloran en la cantera Glalco, municipio de Curití, departamento de Santander, Colombia.”

Como ya lo mencioné la directora de este proyecto fue la profesora Georgina Guzmán y mi codirector fue el geólogo Rigo Ramírez.

Con base en los principios estratigráficos, sedimentológicos y petrográficos de la sucesión estratigráfica que aflora en la cantera Glalco, se analizó el tramo superior (*16.17 m*) de la denominada Formación Rosablanca (Barremiano medio) y el intervalo inferior (*1.83 m*) de la unidad litoestratigráfica referida como Formación Paja (Aptiano inferior).

Espero que la información obtenida en este proyecto de investigación contribuya al conocimiento geológico del territorio colombiano.

1 Generalidades

1.1 Localización

La cantera Glalco se encuentra ubicada al sur del municipio de Curití, departamento de Santander, Colombia. Las coordenadas planas (con origen Bogotá) de la cantera Glalco son: 1.221.609N 1.111.723E, elevación 1 482m. Figura 1

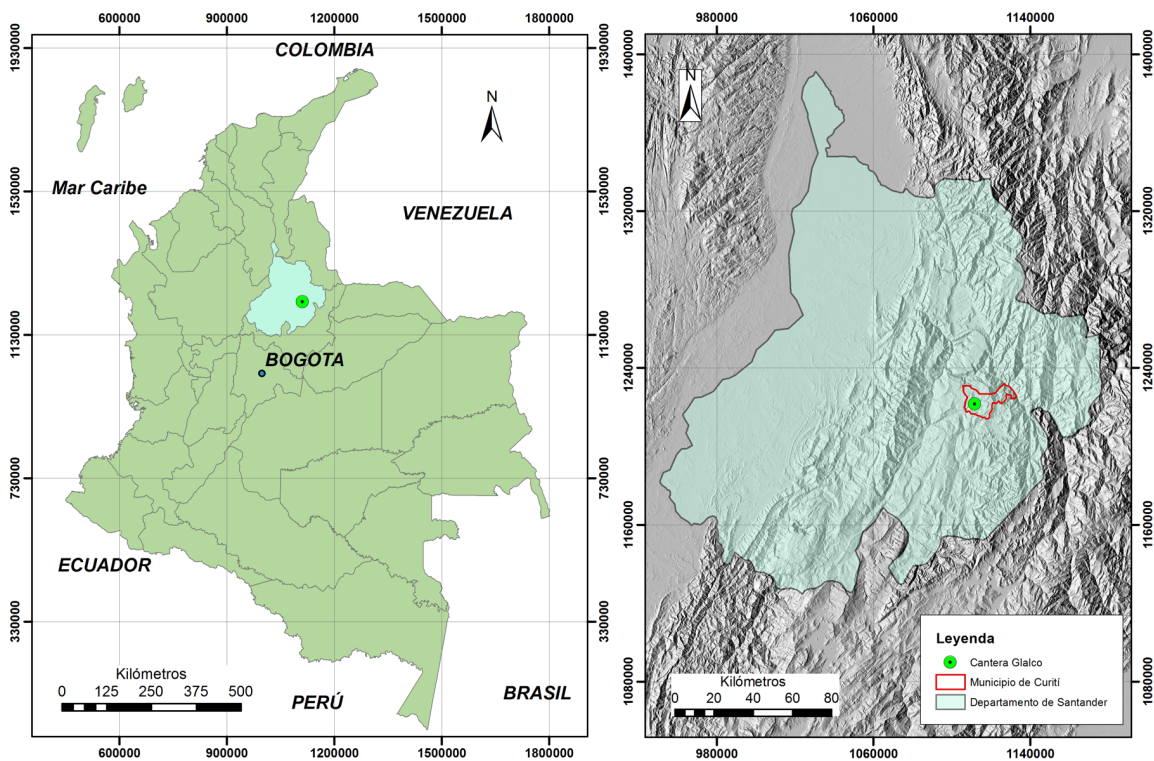


Figura 1 Mapa de Localización de la cantera Glalco, municipio de Curití, departamento de Santander, Colombia.

De acuerdo con Pulido (1985), en el mapa geológico de la Plancha 135 – San Gil, en el área de estudio afloran de antiguo a joven las siguientes unidades litoestratigráficas: Formación Silgará (esquistos cuarzo-moscovíticos), Formación Tambor (areniscas y lodolitas), Formación Rosablanca (calizas) y Formación Paja (lutitas con intercalaciones de calizas). En sentido de Pulido (1985) las calizas que afloran en la cantera Glalco pertenecen a la Formación Rosablanca.

1.2 Antecedentes Estratigráficos

A continuación se presenta una breve reseña estratigráfica de la Formación Rosa Blanca y de la Formación La Paja, teniendo en cuenta los criterios de la Guía Estratigráfica Internacional (Salvador, 2013).

1.2.1 Formación Rosa Blanca.

Nombre y localidad tipo.

Wheeler (1929) introdujo el término de Formación Rosa Blanca para referirse a la intercalación de calizas de color gris, margas, calizas bituminosas de color negro y “shales” limosos que afloran en el cerro Rosa Blanca.

En otros estudios realizados en esta unidad litoestratigráfica se utilizó el término de Formación Rosablanca (De Porta, 1956; Zamarreño de Julivert, 1963; Pulido, 1979;1985; Reatiga, 2008; Gaona *et al.*, 2013 y Patarroyo, 2017).

Posición Estratigráfica.

En la quebrada La Paja (afluente del río Sogamoso), la Formación Rosa Blanca se encuentra estratigráficamente debajo de la Formación La Paja. (Wheeler, 1929)

En el río Sogamoso, la Formación Rosa Blanca se encuentra estratigráficamente debajo de la Formación Paja y encima de la Formación Tambor. (Morales, 1958)

En la región de la Mesa de los Santos (quebrada Lagunetas o La Hondura), la Formación Rosablanca , se encuentra estratigráficamente debajo de la Formación La Paja y encima de la Formación Tambor. (Zamarreño de Julivert, 1963)

Espesor.

En la sección tipo (cerro Rosa Blanca) la Formación Rosa Blanca tiene un espesor estratigráfico de 412 metros. (Wheeler, 1929)

En el río Sogamoso la Formación Rosa Blanca tiene un espesor estratigráfico de 425 metros. (Morales *et al.*, 1958)

En la quebrada Lagunetas o La Hondura (afluente del río Sogamoso) la Formación Rosablanca tiene un espesor estratigráfico de 318 metros. (Zamarreño de Julivert, 1965).

Litología.

En la localidad tipo (cerro Rosa Blanca) la Formación Rosa Blanca se caracteriza por calizas macizas y fosilíferas, con algunos niveles de arenitas calcáreas, margas fosilíferas y algunos niveles de chert. (Wheeler, 1929)

En el río Sogamoso la Formación Rosa Blanca está constituida de calizas macizas, fosilíferas, de textura gruesa, color gris-azuloso, y calizas de textura fina, fisiles y margosas. (Morales *et al.*, 1958)

En la quebrada Lagunetas o La Hondura (afluente del río Sogamoso) la Formación Rosablanca se caracteriza por calizas masivas con intercalaciones de margas y *shales*; hacia la parte alta se presenta un 'nivel arenoso'. (Zamarreño de Julivert, 1968)

Contacto Inferior.

En el río Sogamoso el contacto inferior de la Formación Rosa Blanca con la Formación Tambor es concordante. (Morales *et al.*, 1958)

Contacto Superior.

En el río Sogamoso el contacto superior de la Formación Rosa Blanca con la Formación Paja es concordante. (Morales *et al.*,1958)

En la quebrada Lagunetas o La Hondura (afluente del río Sogamoso) el contacto superior de la Formación Rosablanca se traza debajo de las lutitas de la Formación La Paja y encima del nivel lumaquélico que constituye la parte más alta de la Formación Rosablanca . (Zamarreño de Julivert, 1968)

Edad.

En el sector comprendido entre el puente del río Fonce y su confluencia con el río Suarez, la edad de la Formación Rosa blanca es Hauteriviano con base en una asociación de fósiles (*Acenthodiscus*, *Crioceras*, *Favrella*, *Kilianella*, *Olcostephanus*, *Turmanniceras*, *Trigonia transitoria quintucoensis* Weaver, *Natica* *of.* *bulimoides* Weaver, *Texaster roulini* Agassiz). (Morales *et al.*,1958)

En la quebrada Lagunetas o La Hondura (afluente del río Sogamoso) la edad de la Formación Rosablanca es Hauteriviano. (Zamarreño de Julivert, 1968)

Sarmiento (2013), en el Valle Medio del Magdalena restringe la sucesión de calizas de edad Valanginiano-Hauteriviano como Formación Rosablanca.

Correlación estratigráfica.

La Formación Rosa Blanca se correlaciona con: Bolívar Inferior (en el área de Casabe-Cantagallo), con la parte alta de Cáqueza (en el área de Puerto Wilches), y con la parte inferior del Grupo Calcáreo Basal (en el área de Totumal). (Morales *et al.*,1958).

1.2.2 Formación La Paja

Nombre y Localidad Tipo.

Wheeler (1929) introdujo el término de Formación La Paja para referirse a los “*shales*” laminados de color negro que afloran en la quebrada La Paja (afluente del río Sogamoso).

En otros estudios realizados en esta unidad litoestratigráfica se utilizó el término de Formación Paja (Morales *et al.*, 1958; Pulido, 1979; 1985; Reatiga, 2008; Gaona *et al.*, 2013 y Patarroyo, 2017)

Posición Estratigráfica.

En la sección tipo (quebrada La Paja, afluente del río Sogamoso), la Formación La Paja se encuentra estratigráficamente debajo de la Formación Tablazo y encima de la Formación Rosa Blanca. (Wheeler, 1929)

En la sección tipo (quebrada La Paja, afluente del río Sogamoso) y al norte del río Sogamoso, entre el municipio de Tablazo y el cerro Rosa Blanca la Formación Paja se encuentra estratigráficamente debajo de la Formación Tablazo y encima de la Formación Rosa Blanca. (Morales *et al.*, 1958)

En la región de la Mesa de los Santos (quebrada Lagunetas o La Hondura), la Formación La Paja se encuentra estratigráficamente encima de la Formación Rosablanca . (Zamarreño de Julivert, 1963)

Espesor Estratigráfico.

En la sección tipo (quebrada La Paja, afluente del río Sogamoso) la Formación La Paja tiene un espesor estratigráfico de 625 metros. (Wheeler, 1929 & Morales *et al.*, 1958)

Litología.

En la localidad tipo (quebrada La Paja, afluente del río Sogamoso) la Formación La Paja se caracteriza por “*shales*” laminados de color negro, ligeramente calcáreos, micáceos y arcillosos que contienen nódulos calcáreos de hierro y venas de calcita. (Wheeler ,1929 & Morales *et al.*,1958)

Contacto Inferior.

En la localidad tipo (quebrada La Paja, afluente del río Sogamoso) el contacto inferior de la Formación Paja con la Formación Rosa Blanca es concordante y neto. (Morales *et al.*,1958)

En la quebrada Lagunetas o La Hondura (afluente del río Sogamoso) el contacto inferior de la Formación La Paja se traza encima del nivel lumaquélico que constituye la parte más alta de la Formación Rosablanca y debajo de las lutitas que hacen parte de la Formación La Paja. (Zamarreño de Julivert, 1968)

Contacto Superior.

Al norte del río Sogamoso entre el pueblo de Tablazo y el cerro Rosa Blanca ,el contacto superior de la Formación Paja con la Formación Tablazo es concordante y gradual. (Morales *et al.*, 1958)

Edad.

Con respecto a la edad de la Formación Paja , Morales *et al.*,(1958) textualmente dice:

“At the Rio Suarez bridge the ammonite *Nicklesia* (lower Barremian) becomes extinct near the base of the formation. It is followed by the extinction point of *Pulchellia* (middle Barremian) and still higher by *Heteroceras* and *Santandericeras* (upper Barremian). The Aptian ammonites *Chelonicerias* and *Colombiceras* occur in the upper two thirds of the formation.”

Sarmiento (2013), en el Valle Medio del Magdalena restringe la sucesión de arcillolitas de edad Hauteriviano-Barremiano como Formación Paja.

Correlación estratigráfica.

La Formación Paja se correlaciona con: Paja (en el área de la concesión de mares), con La Paja (en el área de Lebrija y Sogamoso), con la parte baja de la Formación Vélez (en el área de Puerto Wilches), con la parte inferior del Villeta (en el área de Velasquez) y con la parte superior del Grupo Calcáreo Basal (en el área del Totumal) (Morales *et al.*, 1958).

1.2.3 Formación Rosablanca en el área de Curití.

Nombre.

El área de Curití (ubicada al oriente de la plancha geológica 135 del INGEOMINAS); Pulido (1979) utilizó el nombre de Formación Rosablanca para referirse a las calizas fosilíferas con nódulos piritosos y calizas arcillosas.

Posición Estratigráfica.

En la cantera de Cementos Hércules (ubicada en los alrededores del municipio de Curití), la Formación Rosablanca se encuentra estratigráficamente debajo de la Formación La Paja. (De Porta, 1965)

En la cantera de Cementos de Colombia (ubicada en los alrededores del municipio de Curití) la Formación Rosablanca se encuentra estratigráficamente debajo de la Formación Paja. En otra localidad en el área de Curití, la Formación Rosablanca se encuentra estratigráficamente encima de la Formación Cumbre. (Reatiga, 2008)

En la cantera de Cementos Argos (referida anteriormente como cantera de Cementos Hércules) la Formación Rosablanca se encuentra estratigráficamente debajo de la Formación Paja. (Gaona *et al.*,2013)

En el área de Curití, la Formación Rosablanca se encuentra estratigráficamente debajo de la Formación Paja. (Patarroyo, 2017)

Litología.

En la cantera de Cementos Hércules (ubicada en los alrededores del municipio de Curití) aflora la parte mas alta de la Formación Rosablanca constituida por un intervalo de 18 a 20 metros de espesor, compuesto por bancos de calizas de color negro sin estratificación. (De Porta, 1965)

En las Veredas Irapire, El Carmen y la Cantera (departamento Santander) la expresión litológica de la Formación Rosablanca son intercalaciones de calizas de textura “*wackestone*” y “*mudstone*”, con bivalvos y conchas sin orientación preferencial, limolitas arcillosas y areniscas.(Reatiga, 2008)

En la Cantera de cementos Argos, antiguamente cantera de Cementos Hércules aflora la “Formación Rosablanca”, en la cual se describe el intervalo más superior de la siguiente manera: 1.56m de calizas de textura “*packstone*” y “*wackestone*” de conchas de bivalvos articuladas y desarticuladas, encima (del intervalo de calizas) aflora una capa de fosforita de 17cm. (Gaona *et al.*,2013)

En los alrededores de Curití, aflora la parte alta de la Formación Rosablanca caracterizada por calizas biomicritas. (Patarroyo, 2017)

Contacto inferior.

Al Noreste de Curití, el contacto inferior de la Formación Rosablanca con la Formación Cumbre es concordante y transicional. (Reatiga, 2008).

Contacto superior.

En la cantera de Cementos de Colombia (ubicada en los alrededores del municipio de Curití) el contacto superior de la Formación Rosablanca con la Formación Paja es neto y concordante. (Reatiga, 2008)

En la Cantera de cementos Argos, antiguamente referida como: cantera de Cementos Hércules, el contacto superior de la Formación Rosablanca se traza debajo de la primera capa de “shale” arcilloso que pertenece a la Formación Paja y encima de la capa de fosforita de la Formación Rosablanca. (Gaona *et al.*,2013)

En el área de Curití, el contacto superior de la Formación Rosablanca con la Formación Paja es neto. (Patarroyo, 2017)

Edad.

En la Cantera de cementos Argos, antiguamente cantera de Cementos Hércules, la edad de la Formación Rosablanca es Barremiano medio, a partir de la asociación de amonitas (*Pulchellia* y *Pseudohaploceras*) de acuerdo con Bürgl (1956) en Gaona *et al.*,(2013).

En el área de Curití, la edad de la Formación Rosablanca es Barremiano. (Patarroyo, 2017)

1.2.4 Formación Paja en el área de Curití

Nombre.

En el área de Curití (ubicada al oriente de la plancha geológica 135 del INGEOMINAS); Pulido (1979) utilizó el nombre de Formación Paja para referirse a la intercalación de areniscas y “shales” (Miembro Inferior) y a la intercalación de “shales” y calizas (Miembro Superior).

Posición Estratigráfica.

En la cantera de Cementos Hércules (ubicada en los alrededores del municipio de Curití), la Formación La Paja se encuentra estratigráficamente encima de la Formación Rosablanca. (De Porta, 1965)

En la cantera de Cementos de Colombia (ubicada en los alrededores del municipio de Curití) la Formación Paja se encuentra estratigráficamente encima de la Formación Rosablanca. (Reatiga, 2008)

En la cantera de Cementos Argos (referida anteriormente como cantera de Cementos Hércules) la Formación Paja se encuentra estratigráficamente encima de la Formación Rosablanca. (Gaona *et al.*, 2013)

En el área de Curití, la Formación Paja se encuentra estratigráficamente encima de la Formación Rosablanca. (Patarroyo, 2017)

Litología.

En las Veredas El Común y San Carlos (departamento Santander) la litológica de la Formación Paja son intercalaciones de “shale” calcáreos de color negro y margas, y limolitas con nódulos calcáreos, fósiles de bivalvos y moldes de amonitas (al tope). (Reatiga, 2008)

En la Cantera de cementos Argos, antiguamente cantera de Cementos Hércules aflora la parte mas inferior de la Formación Paja , la cual se caracteriza por capas de arcillolitas negras, arcillolitas calcáreas, intercaladas con calizas de textura mudstone. (Gaona *et al.*,2013)

En los alrededores de Curití, aflora la Formación Paja caracterizada por lodolitas fisiles con concreciones (Patarroyo, 2017)

Contacto inferior.

En la cantera de Cementos de Colombia (ubicada en los alrededores del municipio de Curití) el contacto inferior de la Formación Paja con la Formación Rosablanca es neto y concordante. (Reatiga, 2008)

En la cantera de Cementos Argos, antiguamente cantera de Cementos Hércules, el contacto inferior de la Formación Paja se traza debajo de la primera capa de “*shale*” arcilloso que pertenece a la Formación Paja y encima de la capa de fosforita de la Formación Rosablanca . (Gaona *et al.*,2013)

En el área de Curití, el contacto inferior de la Formación Paja con la Formación Rosablanca es neto. (Patarroyo, 2017)

Contacto superior.

En las Veredas El Común y San Carlos (departamento de Santander) el contacto superior de la Formación Paja con la Formación Tablazo es concordante. (Reatiga,2008)

Edad.

En la cantera de cementos Argos la edad de la Formación Paja corresponde al Aptiano inferior con base en amonitas (*Colchidites*). (Gaona *et al.*,2013)

En el área de Curití, la edad de la Formación Paja es Aptiano. (Patarroyo, 2017)

1.3 Síntesis Estratigráfica

En la cantera de Cementos Argos (Figura 2), ubicada en el municipio de Curití, departamento de Santander, Colombia; aflora la parte superior de la Formación Rosablanca y la parte más inferior de la Formación Paja .



Figura 2 Cantera de Cementos Argos

En la Tabla 1 se presenta un resumen de la sucesión estratigráfica analizada por Gaona *et al.*, (2013) y De Porta (1965); en la cantera Argos.

Tabla 1 Resumen de la sucesión estratigráfica de la cantera de Cementos Argos analizada por Gaona *et al.*, (2013) y De Porta (1965).

Edad	Espesor	Unidad litoestratigráfica	Autor
Aptiano Inferior	15.3 m de lodolitas y calizas	Formación Paja	Gaona <i>et al.</i> , (2013)
Sección condensada	0,17m de fosforita	Formación Rosablanca	Gaona <i>et al.</i> ,(2013)
Barremiano medio	20m de calizas	Formación Rosablanca	De Porta (1965); Gaona <i>et al.</i> ,(2013)

1.4 Justificación

De acuerdo con Gaona *et al.*,(2013), en la cantera Glalco, municipio de Curití, departamento de Santander, Colombia; aflora el intervalo estratigráfico representado por la Formación Rosablanca (Barremiano medio) y la Formación Paja (Aptiano Inferior). Figura 3



Figura 3 *Cantera Glalco.*

En este trabajo de grado se propone realizar un análisis sedimentológico de la sucesión estratigráfica que aflora en la cantera Glalco; con el fin de conocer las condiciones paleoambientales de los antiguos fondos de depósito de edad Barremiano medio - Aptiano inferior; y de esta manera contribuir al conocimiento y evolución geológica en los alrededores del municipio de Curití, departamento de Santander, Colombia.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Reconstruir las condiciones paleo-ambientales de un fondo de sedimentación, mediante el análisis de facies en una sección estratigráfica calcárea que aflora en la cantera Glalco, municipio de Curití, departamento de Santander, Colombia.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Medir y describir una sección estratigráfica; escala de representación 1:25.
- Establecer la relación estratigráfica del techo de las calizas en la cantera Glalco.
- Caracterizar las facies e interpretar su ambiente de depósito.

1.6 Metodología

A continuación, se presenta la metodología que se utilizó para alcanzar los objetivos planteados en este estudio, con base en los conceptos de Etayo-Serna (1985):

- Se elaboro un formato de sección estratigráfica de campo para la transcripción de las características sedimentológicas y paleontológicas.
- Para la medición del espesor de la sucesión sedimentaria se utilizó la técnica del bastón de Jacob. (Compton, 1985).
- Se colectaron muestras de la sucesión estratigráfica que aflora en la cantera Glalco.
- Para la clasificación textural de las calizas en campo y sección delgada se utilizaron los criterios de Dunham (1962).
- Para determinar el tamaño de los constituyentes se utilizó la escala de Wentworth (1922).
- Para el reconocimiento de las estructuras sedimentarias se utilizaron los conceptos de Reineck y Sink (1980).
- Para el reconocimiento en campo y sección delgada de los constituyentes aloquímicos se utilizaron los criterios de Flügel (1982,2010) y Scholle (2003).
- Para representar la distribución de los constituyentes se utilizaron acetatos, con el fin de determinar la orientación y grado de empaquetamiento con base en los criterios de Kidwell *et al.*; (1986) y Brenchley y Harper (1998).
- Para la referencia del color se utilizó la carta de colores de Geological color chart (1991).
- El porcentaje de bioperturbación se estimó con base en los cuadros comparativos de Pemberton *et al.*, (1992)
- Para trazar el espesor de capa se tuvieron en cuenta los criterios de Cambell (1967).

- Para caracterizar el grado de consolidación de la roca se utilizaron los conceptos de Compton (1984).
- Para la determinación de facies se tuvieron en cuenta los conceptos de Teichert (1958).
- Se tomo un registro fotográfico de las características relevantes que se observaron en campo.

2 Análisis Sedimentológico

En la cantera Glalco (**Error! Reference source not found.**), ubicada a 1.5 kilometros de la cantera de Cementos Argos; afloran dos unidades litoestratigráficas referidas según Gaona *et al*; (2013), como Formación Rosablanca (Barremiano medio) y Formación Paja (Aptiano inferior).

Figura 4

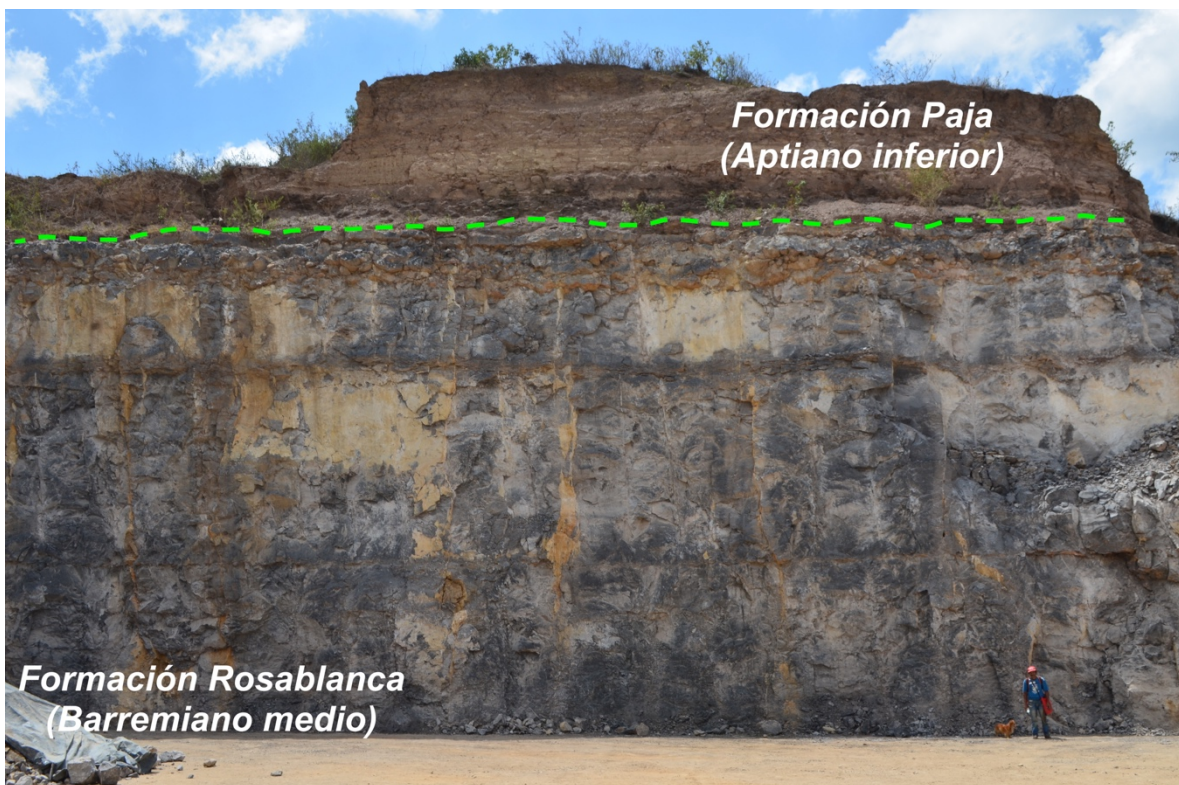


Figura 4 Aspecto de la cantera Glalco donde afloran dos unidades litoestratigráficas referidas según Gaona et al; (2013 como Formación Rosablanca (Barremiano medio) y Formación Paja (Aptiano inferior).

En la Formación Rosablanca se definieron 9 facies, y en la Formación Paja se determinó 1 facies.

Figura 5

En la Tabla 2 se presentan de base a techo las unidades litoestratigráficas y las facies determinadas en la cantera Glalco.

Tabla 2 Unidades litoestratigráficas y facies determinadas en la cantera Glalco.

Unidad Litoestratigráfica	Facies
Formación Paja	P1-Arcillolitas laminadas.
Formación Rosablanca	R9-Calizas de textura <i>wackestone</i> de fosfatos.
	R8-Lodolitas laminadas.
	R7-Calizas de textura <i>wackestone</i> de moluscos.
	R6-Calizas de textura <i>packstone</i> de cortóides.
	R5-Calizas de textura <i>packstone</i> de peloides y cortóides.
	R4-Calizas intensamente bioperturbadas con madrigueras de <i>Thalassinoides</i> de textura <i>packstone</i> .
	R3-Calizas intensamente bioperturbadas con madrigueras de <i>Thalassinoides</i> de textura <i>wackestone/packstone</i> .
	R2-Calizas de textura <i>mudstone</i> altamente bioperturbadas con madrigueras de <i>Thalassinoides</i> de textura <i>wackestone/packstone</i> .
	R1-Calizas de textura <i>mudstone</i> moderadamente bioperturbadas con madrigueras de <i>Thalassinoides</i> de textura <i>wackestone/packstone</i> .

2.1 Facies de la Formación Rosablanca

En sentido de Gaona *et al.*, (2013); en la cantara Glalco se midieron 16.17 metros del intervalo superior de la Formación Rosablanca y se determinaron 9 facies referidas en este estudio como R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8 y R9.

2.1.1 Facies R1. Calizas de textura *mudstone* moderadamente bioperturbadas con madrigueras de *Thalassinoides* de textura *wackestone/packstone*.

Facies de capas medianas y tabulares de calizas de textura *mudstone* moderadamente bioperturbadas con madrigueras de *Thalassinoides* de textura *wackestone/packstone*. Figura 6 y Figura 7

En las madrigueras de *Thalassinoides* (Figura 8) se encontraron bivalvos de concha delgada desarticulados (2%) de tamaños que varían de 0.1 cm a 0.7 cm, la selección de tamaños es moderadamente buena a pobre, la orientación es oblicua y perpendicular a la estratificación y están dispuestas en posición cóncava hacia arriba y cóncava hacia abajo.

La sección delgada de la muestra 17-C-CG-C-PE:0.15 se identificó como una caliza de textura *mudstone* con peloides (5%), partículas fosfáticas (1%), terrígenos de cuarzo (12%), materia orgánica (trazas) y matriz calcárea (micrita 82%). Figura 9

La textura de la sección delgada tomada en una madriguera de *Thalassinoides* (muestra 17-C-CG-C-PE: 0.60) se identificó como *wackestone/packstone* con peloides (20%-25%), bivalvos desarticulados (2%), terrígenos de cuarzo (2%), pellets (2%), gasterópodos (trazas), algas (trazas), espículas de equinodermos (trazas), materia orgánica (trazas), vértebras de peces (trazas) y matriz (micrita 69%).Figura 10

Localmente se encuentran concentraciones de cristales de dolomita tamaño muy fino alto a fino bajo (25%) y foraminíferos?(2%).

De acuerdo con Brenchley & Harper (1998) el empaquetamiento de los constituyentes es suelto-denso.

El contacto inferior de la facies R1 no flora en la cantera Glalco.



Figura 6 Capas medianas y tabulares de caliza de textura mudstone moderadamente bioperturbadas con madrigueras de Thalassinoides. Cantera Glalco. (Intervalo 0.00 metros a 0.76 metros. Apéndice 1)



Figura 7 Aspecto de una caliza de textura mudstone moderadamente bioperturbada con madrigueras de Thalassinoides. Cantera Glalco.

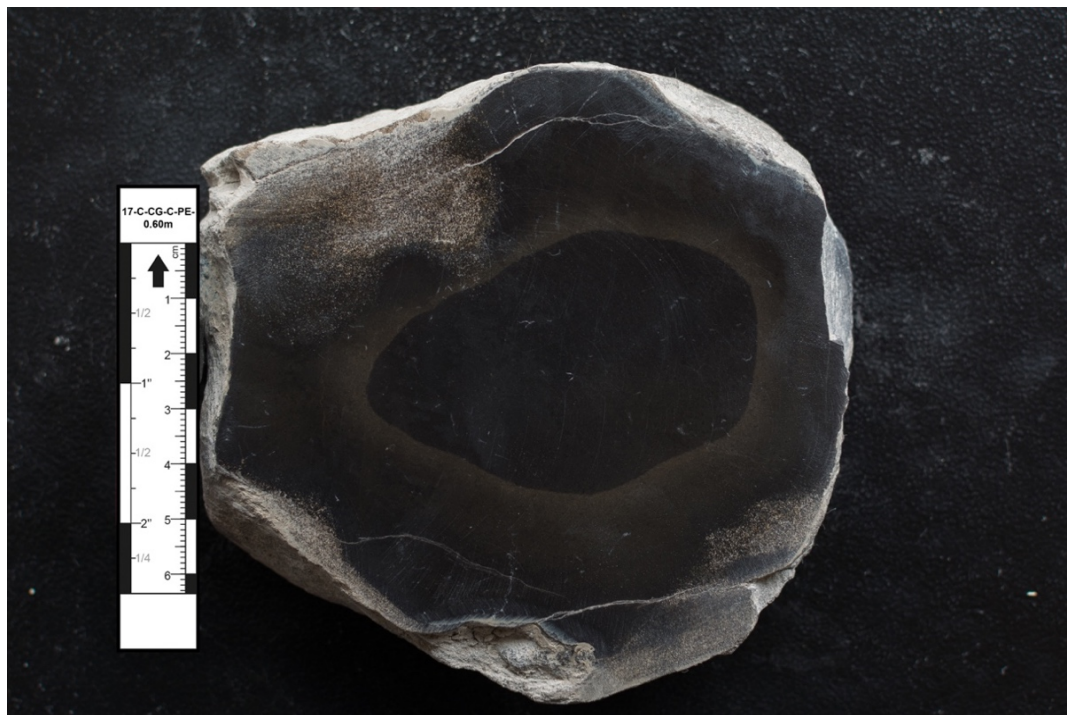


Figura 8 Aspecto de una madriguera de Thalassinoides. Muestra 17-C-CG-C-PE: 0.60. Cantera Glalco.

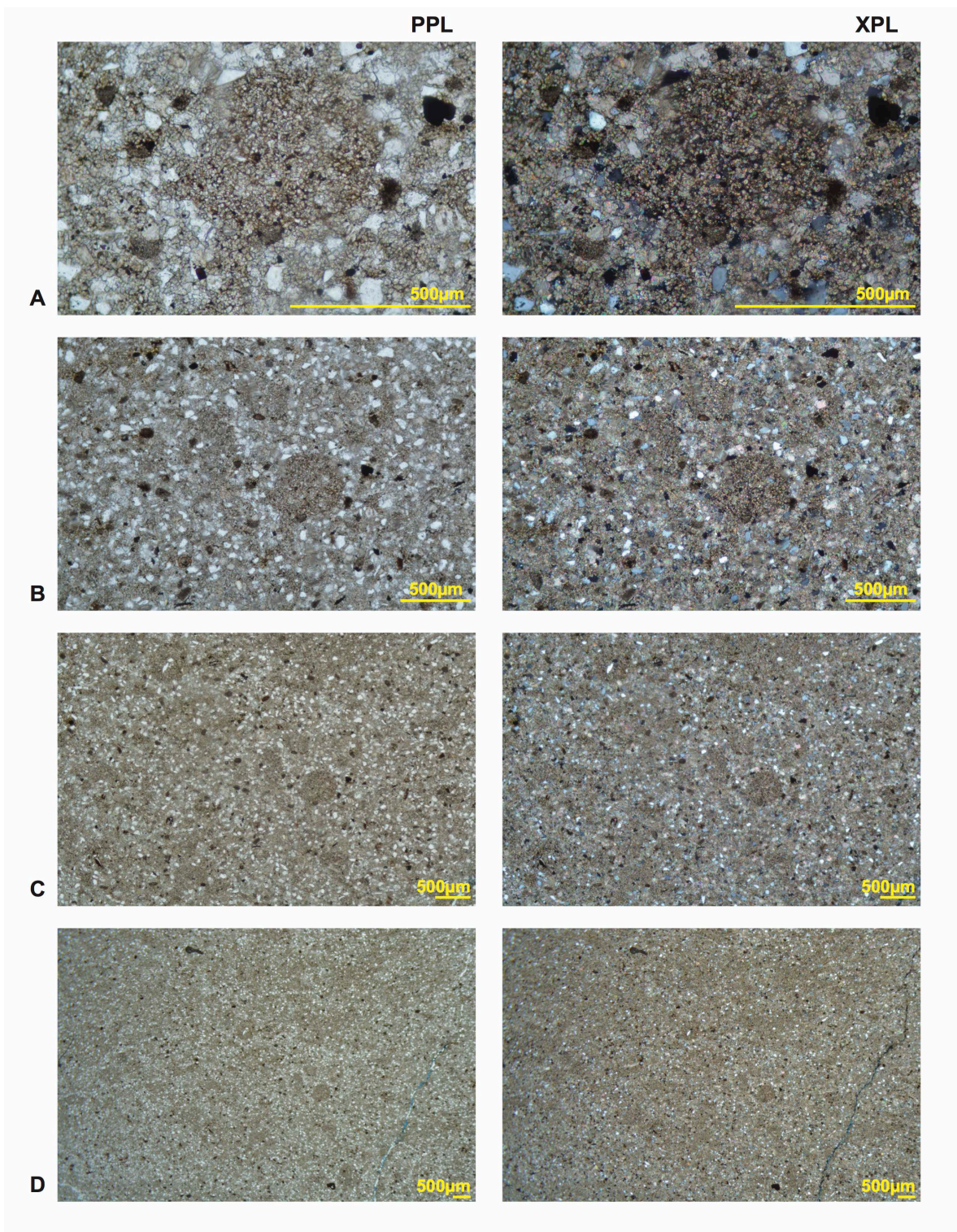


Figura 9 Microfotografía de la sección delgada (Muestra 17-C-CG-C-PE: 0.15, facies R1). Caliza de textura mudstone constituida por peloides (5%), partículas fosfáticas (1%), terrígenos de cuarzo (12%), materia orgánica (trazas) y matriz calcárea (micrita 82%).

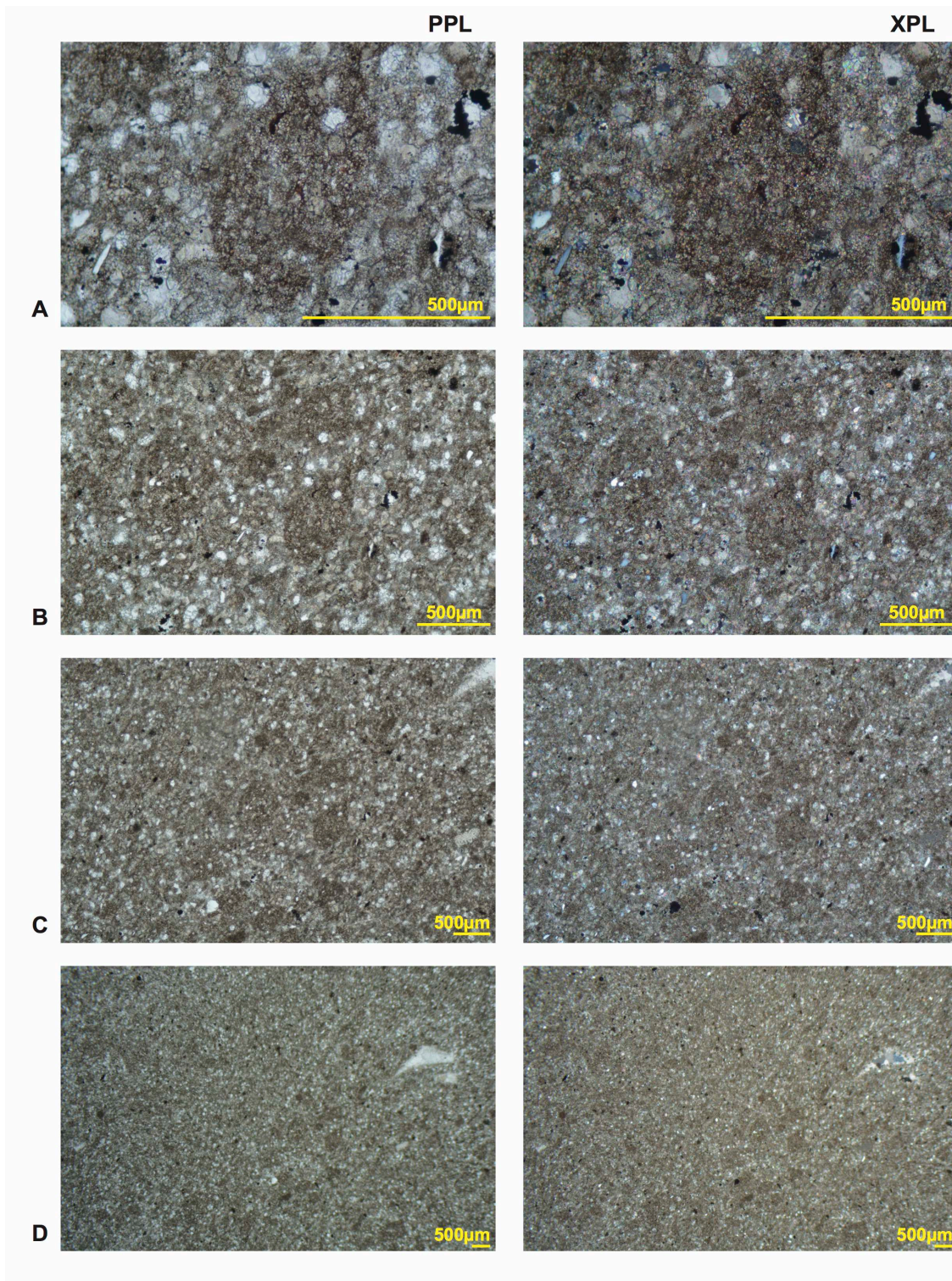


Figura 10 Microfotografía de la sección delgada (Muestra 17-C-CG-C-PE: 0.60, facies R1). Madriguera de *Thalassinodes* identificada como una caliza de textura wackestone/packstone con peloides (25%), bivalvos desarticulados (2%), terrígenos de cuarzo (2%), pellets (2%), gasterópodos (trazas), fragmentos de algas (trazas), espículas de equinodermos (trazas), materia orgánica (trazas), vértebras de peces (trazas) y matriz (micrita 69 %)

2.1.2 Facies R2. Calizas de textura *mudstone* altamente bioperturbadas con madrigueras de *Thalassinoides* de textura *wackestone/packstone*.

Facies de capas delgadas y muy delgadas con forma tabular de calizas de textura *mudstone* altamente bioperturbadas con madrigueras de *Thalassinoides* de textura *wackestone/packstone*.

Figura 11 y Figura 12

En las madrigueras de *Thalassinoides* (Figura 13) se encontraron bivalvos de cocha delgada desarticuladas (2%) de tamaños que varían de 0.1 cm a 0.3 cm, la selección de tamaños es moderadamente buena a pobre, la orientación es oblicua y perpendicular a la estratificación y están dispuestas en posición cóncava hacia arriba y cóncava hacia abajo.

La textura de la sección delgada tomada en una madriguera de *Thalassinoides* (muestra 17-C-CG-C-PE: 0.90) se identificó como *wackestone/packstone* con peloides (20%), bivalvos desarticulados (2%), partículas fosfáticas (2%), pellets (2%), terrígenos de cuarzo (1%), gasterópodos (trazas), vértebras de peces (trazas), materia orgánica (trazas) y matriz (micrita 73%) (Figura 14).

De acuerdo con Brenchley & Harper (1998) el empaquetamiento de los constituyentes es suelto-denso.

El contacto inferior de la facies R2 con la facies R1 es neto y ondulado.



Figura 11 Capas delgadas y muy delgadas de calizas de textura mudstone altamente bioperturbadas con madrigueras de Thalassinoides. (Intervalo 0.6 metros a 1.66 metros. Apéndice 1).



Figura 12 Aspecto de las madrigueras de Thalassinoides de la facies R2.

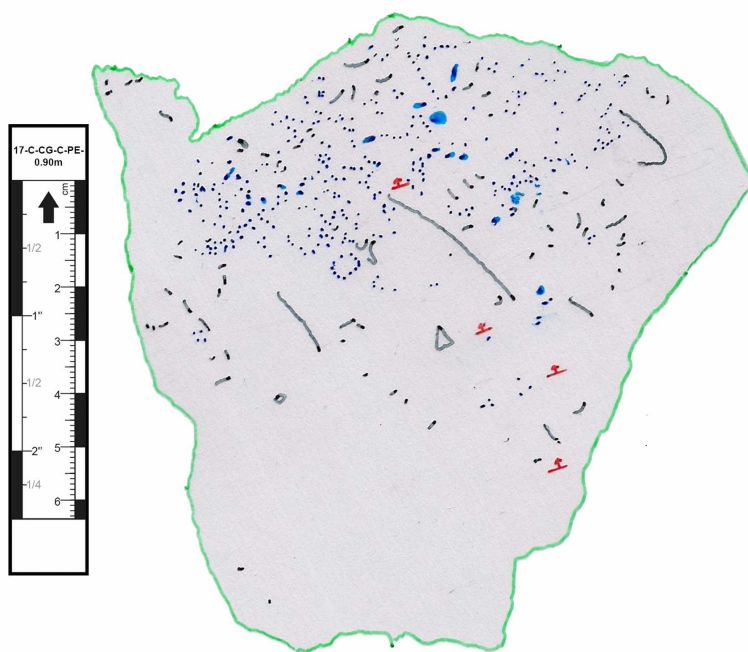
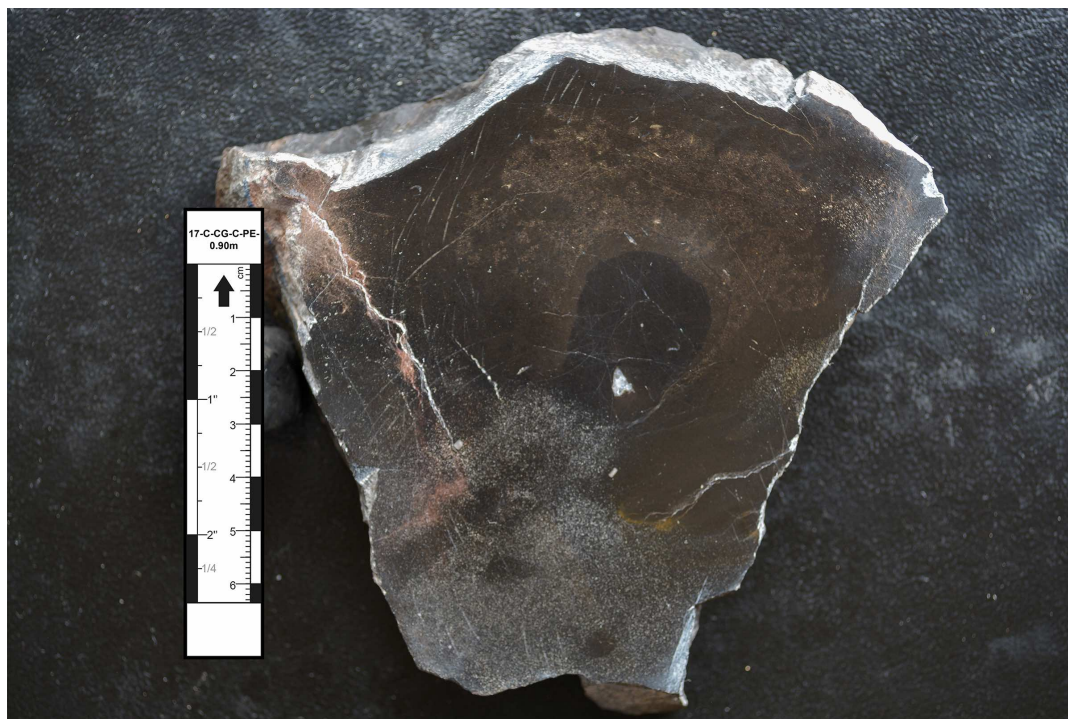
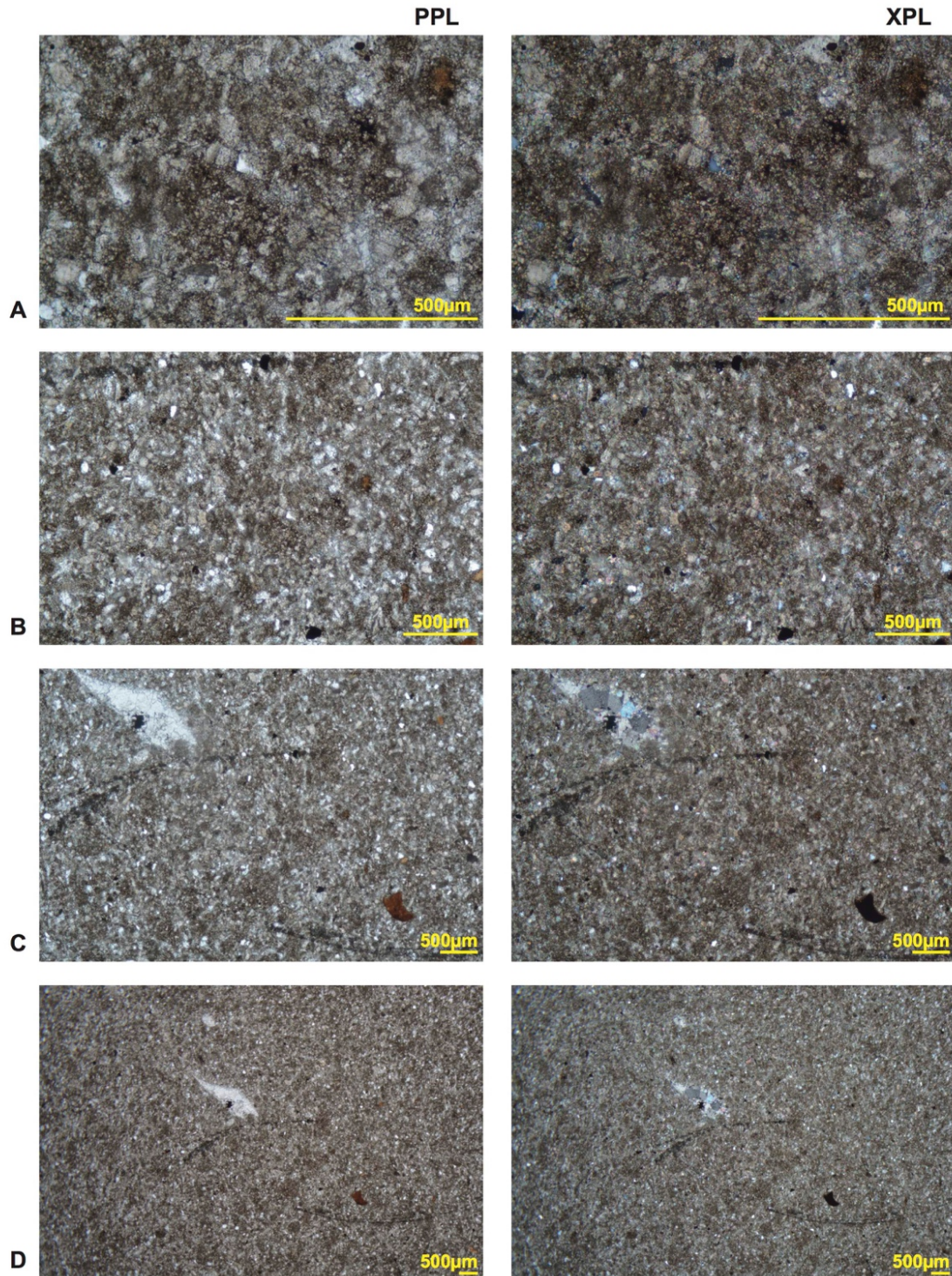


Figura 13 Calco de la muestra de roca pulida (17-C-CG-C-PE: 0.90) realizado en una madriguera de Thalassinoides, con el fin de determinar la orientación de los constituyentes aloquímicos visibles macroscópicamente.



*Figura 14 Microfotografía de la sección delgada (Muestra 17-C-CG-C-PE: 0.90, facies R2.). Madriguera de *Thalassinoides* constituida por caliza de textura wackestone/packestone con peloides (20%), bivalvos desarticulados (2%), partículas fosfáticas (2%), terrígenos de cuarzo (1%), gasterópodos (trazas), vértebras de peces (trazas), materia orgánica (trazas) y matriz (micrita 75%).*

2.1.3 Facies R3. Calizas intensamente bioperturbadas con madrigueras de *Thalassinoides* de textura *wackestone/packstone*.

Facies de capas gruesas con forma tabular completamente bioperturbadas con madrigueras de *Thalassinoides* constituidas por calizas de textura *wackestone/packstone*. **Error! Reference source not found.**

En las madrigueras de *Thalassinoides* (Figura 16 y Figura 17) se encontraron bivalvos de concha delgada desarticulados (3%) de tamaños que varían entre 0.2 cm y 1.5 cm, pobremente seleccionadas, con orientación paralela y oblicua a la estratificación y están dispuestas en posición cóncava hacia arriba y cóncava hacia abajo.

La textura de la sección delgada tomada en una madriguera de *Thalassinoides* (muestra 17-C-CG-C-PE: 2.10) se identificó como un *wackestone/packstone* de peloides (20%), bivalvos de concha delgada desarticulados (5%), pellets (3%), espículas de equinodermos (trazas), vértebras de peces (trazas) y matriz (micrita 72%). Figura 18

De acuerdo con Brenchley & Harper (1998) el empaquetamiento de los constituyentes es suelto-denso.

El contacto inferior de la facies R3 con la facies R2 es neto y ondulado..



Figura 15 Intervalo completamente bioperturbado con madrigueras de Thalassinoides. Cantera Glalco. (Intervalo 1.66 metros a 2.61 metros. Apéndice 1)



Figura 16 Madriguera de Thalassinoides en la facies R3, cantera Glalco.

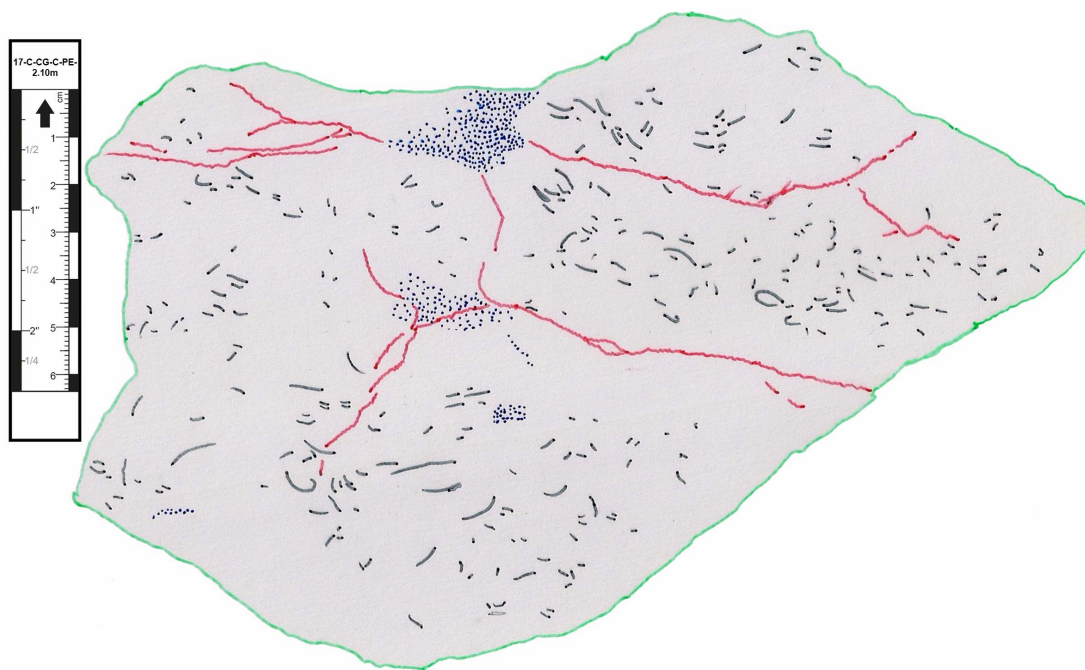


Figura 17 Calco de la muestra de roca pulida (17-C-CG-C-PE: 2.10) realizado en una madriguera de Thalassinoides, con el fin de determinar la orientación de los constituyentes aloquímicos visibles macroscópicamente.

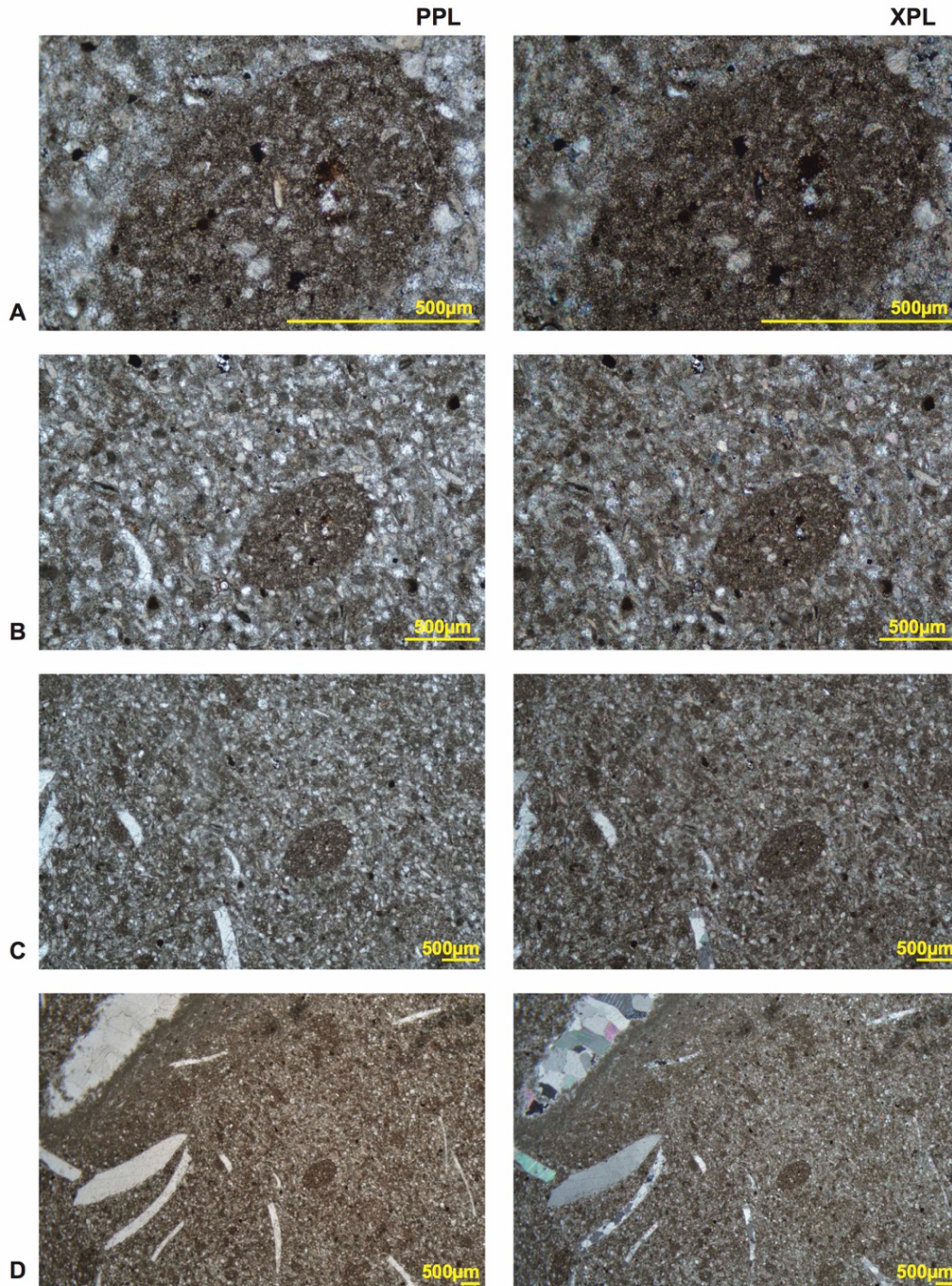


Figura 18 Microfotografía de la sección delgada (Muestra 17-C-CG-C-PE: 2.10, facies R3). Madriguera de Thalassinoides constituida por calizas de textura wackestone/packestone con peloides (20%), bivalvos de concha delgada desarticulados (5%), pellets (3%), espículas de equinodermos (trazas), vértebras de peces (trazas) y matriz (micrita 72%)

2.1.4 Facies R4. Calizas intensamente bioperturbadas con madrigueras de *Thalassinoides* de textura *packstone*.

Facies de capas medianas, gruesas y muy gruesas con forma tabular completamente bioperturbadas con madrigueras de *Thalassinoides* de textura *packstone*. Figura 19 y Figura 20

En las madrigueras de *Thalassinoides* (Figura 21, Figura 22 y Figura 23) se reconocieron bivalvos de conchas delgada desarticulados (3%-15%) de tamaños que varían entre 0.1 cm y 2.2 cm, la selección por tamaños es muy pobre, la orientación es paralela y oblicua a la estratificación y están dispuestas en posición cóncava hacia arriba y cóncava hacia abajo.

La textura de la sección delgada tomada en una madriguera de *Thalassinoides* (muestra 17-C-CG-C-PE: 8.10) se identificó como un *packstone* de peloides (30%), cortóides (15%), bivalvos de concha delgada desarticulados (15%), vértebras de peces (trazas), gasterópodos (trazas), serpúlidos (trazas), espículas de equinodermos (trazas), foraminíferos (trazas), fragmentos de corales (trazas), materia orgánica (trazas) y matriz (micrita 40%). Figura 24

De acuerdo con Brenchley & Harper (1998) el empaquetamiento de los constituyentes es denso.

El contacto inferior de la facies R4 con la facies R3 es neto y ondulado.



Figura 19 Intervalo completamente bioperturbado por madrigueras de Thalassinoides constituidas por calizas de textura packstone, cantera Glalco. (Intervalo 2.6 metros a 9.36 metros. Apéndice 1)



Figura 20 Aspecto de las madrigueras de Thalassinoides de la facies R4, cantera Glalco. (Posición estratigrafica 4.50 metros a 3.00 metros. Apéndice 1)



Figura 21 Vista frontal de las capas con enrejado de madrigueras de Thalassinoides de la facies R4, cantera Glalco.



Figura 22 Vista de planta de las capas con enrejado de madrigueras de Thalassinoides de la facies R4, cantera Glalco.

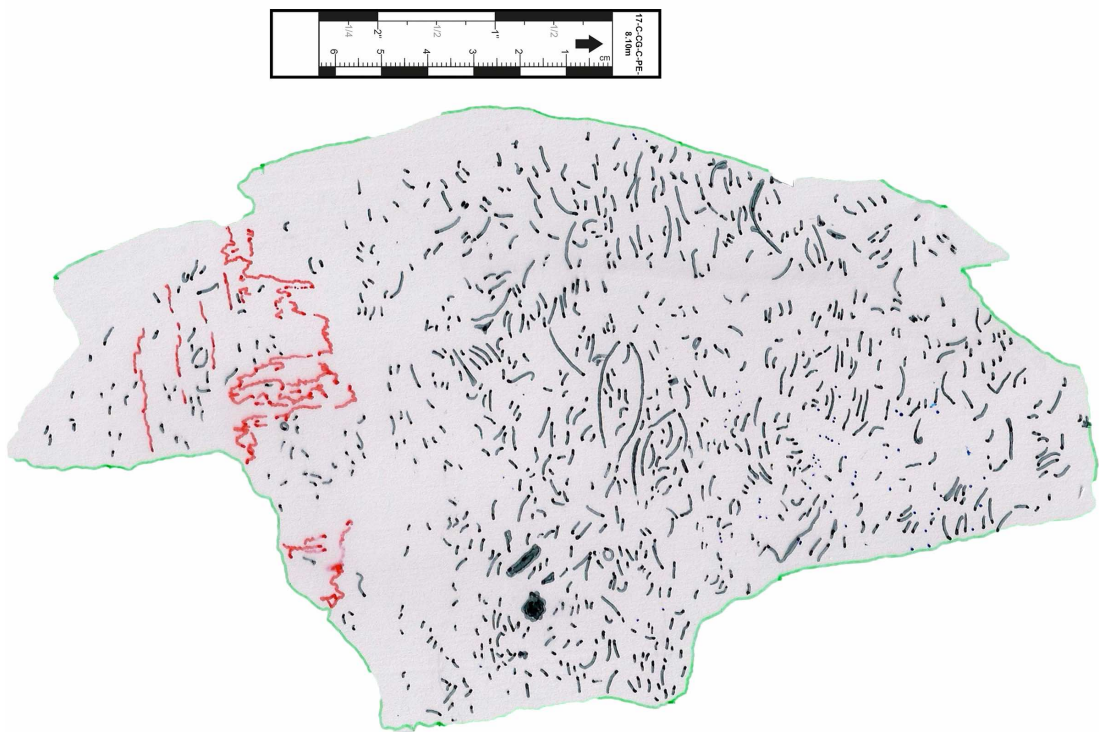
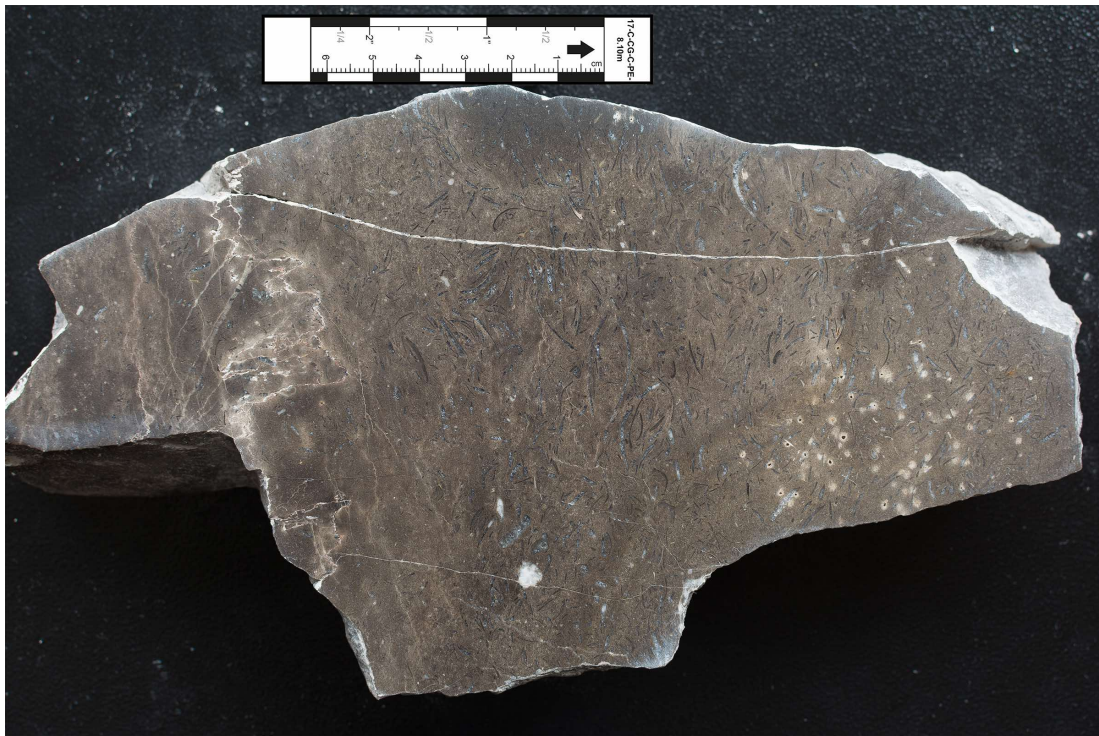


Figura 23 Calco de la muestra de roca pulida (17-C-CG-C-PE: 8.10) realizado en una madriguera de Thalassinoides, con el fin de determinar la orientación de los constituyentes alquímicos visibles macroscópicamente.

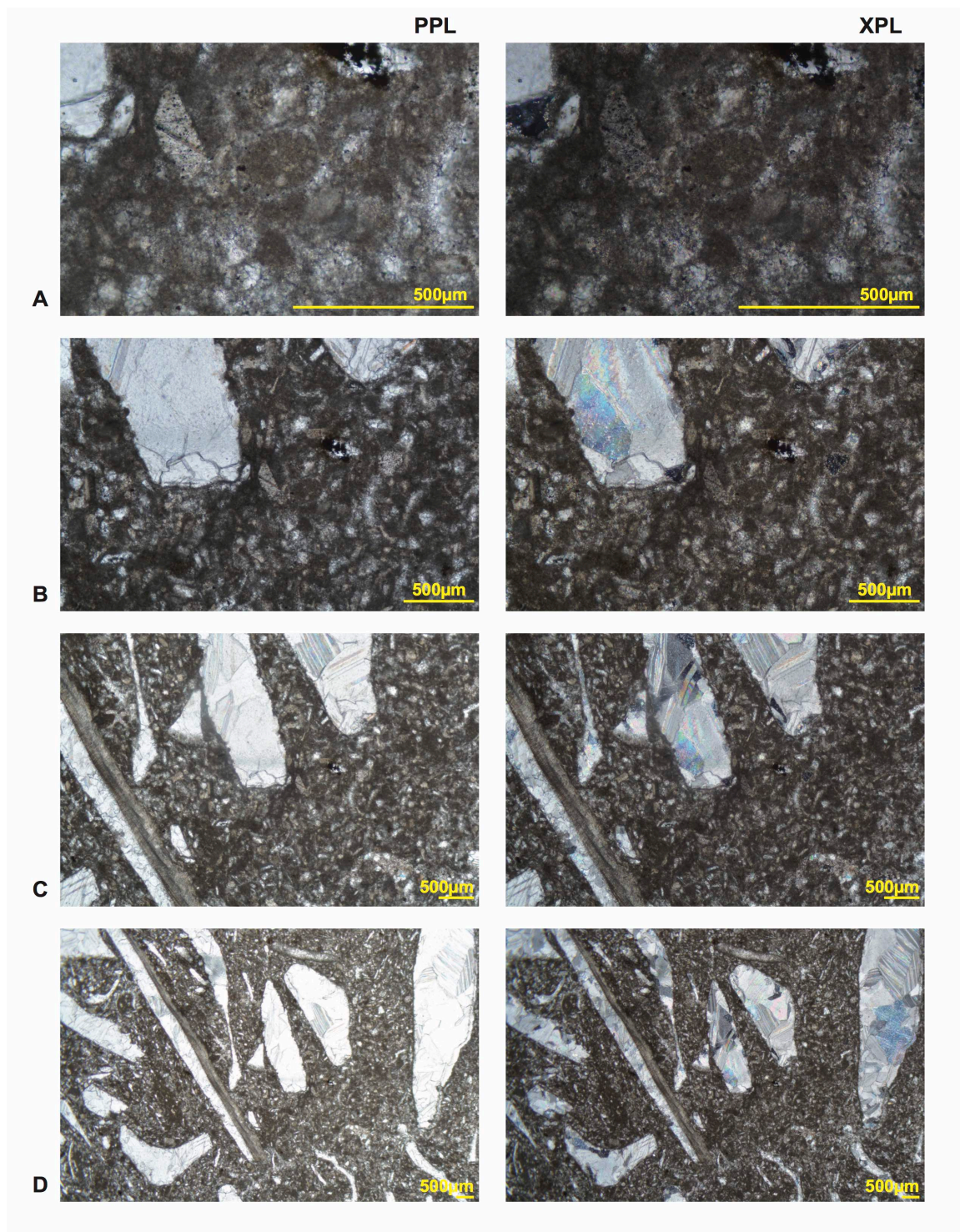


Figura 24 Microfotografía de la sección delgada (Muestra 17-C-CG-C-PE: 8.10, facies R4.). Madriguera de *Thalassinoides* constituida por caliza de textura packstone con peloides (30%), bivalvos de concha delgada desarticulados (15%), cortóides (15%), vértebras de peces (trazas), gasterópodos (trazas), serpúlidos (trazas), espículas de equinodermos (trazas), foraminíferos (trazas), materia orgánica (trazas) y matriz (micrita 40%).

2.1.5 Facies R5. Calizas de textura *packstone* de peloides y cortóides.

Facies de capas medianas con forma tabular de calizas de textura *packstone*. Figura 25

En las capas de calizas de textura *packstone* los tamaños de los bivalvos de concha delgada desarticulados (15%) varía entre 0.1 cm y 2.1 cm, la selección por tamaños es muy pobre, la orientación es oblicua a la estratificación (laminación inclinada) y están dispuestas en posición cóncava hacia arriba y cóncava hacia abajo. Figura 26

La textura de la sección delgada tomada en la facies R5 (muestra 17-C-CG-C-PE: 9.66) se identificó como un *packstone* de peloides (23%), bivalvos de concha delgada desarticulados (17%), cortóides (10%), serpulidos (2%), gasterópodos (1%), fragmentos de equinodermos (trazas), foraminíferos (trazas), materia orgánica (trazas) y matriz (micrita 47%). Figura 27

De acuerdo con Brenchley & Harper (1998) el empaquetamiento de los constituyentes es denso.

El contacto de la facies R5 con la facies R6 es neto y ondulado.



Figura 25 Intervalo constituido por calizas de textura packstone. Cantera Glalco. (Intervalo 9.36 metros a 10.26 metros. Apéndice 1

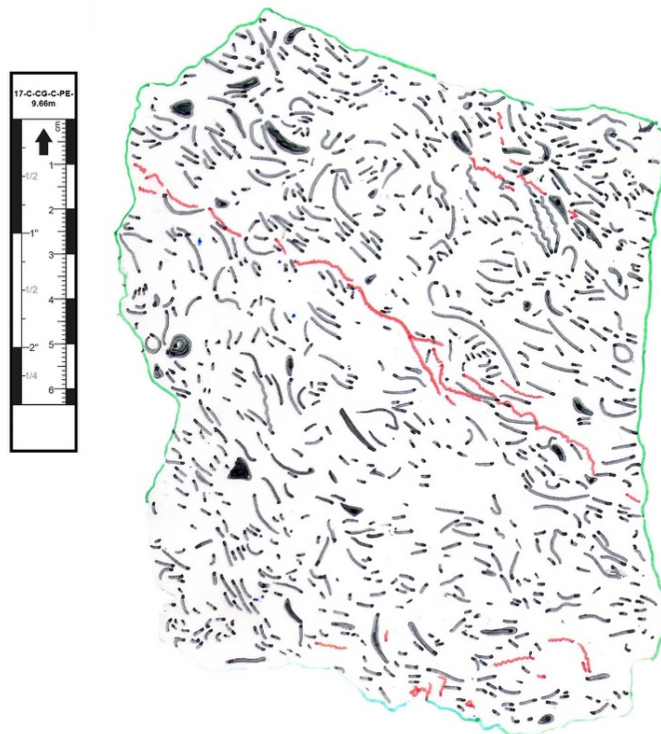


Figura 26 Calco de la muestra de roca pulida de una caliza de textura packstone (17-C-CG-C-PE: 9.66) con el fin de determinar la orientación de los constituyentes aloquímicos visibles macroscópicamente.

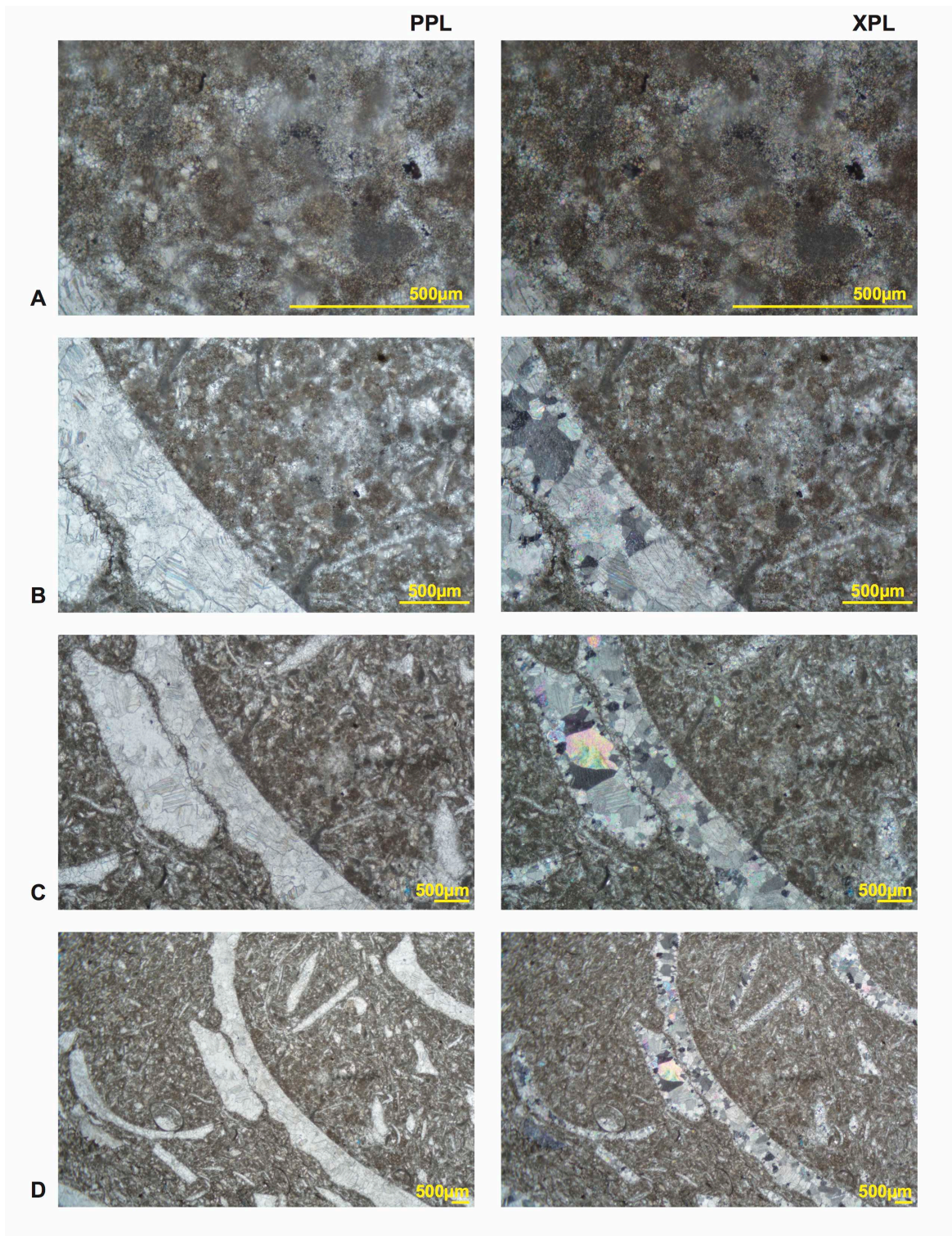


Figura 27 Microfotografía de la sección delgada (Muestra 17-C-CG-C-PE: 9.66, facies R5). Caliza de textura packstone con peloides (23%), bivalvos de concha delgada desarticulados con neomorfismo (17%), cortóides (10%), serpúlidos (2%), gasterópodos(1%), fragmentos de equinodermos (trazas), foraminíferos (trazas), materia orgánica (trazas) y matriz (micrita 47%).

2.1.6 Facies R6. Calizas de textura *packstone* de cortóides

Facies de capas gruesas y muy gruesas con forma tabular de calizas de textura *packstone* de cortóides, peloides y moluscos. Figura 28 y Figura 29

En las calizas de textura *packstone* los tamaños de los bivalvos de concha delgada desarticulados (10%) varían entre 0.1 cm y 1.2 cm, los tamaños de los bivalvos de concha gruesa desarticulados (1%-5%) varia entre 2 cm y 3.5 cm, la selección por tamaños es bimodal, la orientación es paralela, oblicua y perpendicular a la estratificación y están dispuestas en posición cóncava hacia arriba y cóncava hacia abajo. Figura 30

Localmente se observaron trazas de bivalvos de concha delgada articulados. En algunos fragmentos de bivalvos de concha gruesa (costillados) se observaron evidencias de abrasión y perforaciones.

La textura de la sección delgada tomada en la facies R6 (muestra 17-C-CG-C-PE:14.50) se identificó como un *packstone* de cortóides (45%), peloides (10%), bivalvos de concha gruesa desarticulados (5%), bivalvos de concha delgada desarticulados (3%), gasterópodos (trazas), foraminíferos (trazas), serpulidos (trazas), vértebras de peces (trazas), briozoos (trazas) y matriz (micrita 37%) Figura 31

Los cortóides son de tamaño muy fino bajo a muy fino alto subredondeados a redondeados y con buena selección.

De acuerdo con Brenchley & Harper (1998) el empaquetamiento de los constituyentes es denso.

El contacto de la facies R6 con la facies R5 es neto y ondulado.



Figura 28 Contacto entre la facies R7 y la facies R6. Cantera Glalco. (Intervalo 10.26 metros a 14.97 metros. Apéndice 1)



Figura 29 Bivalvos de concha gruesa desarticulados en las capas de calizas de textura packstone de la facies R6, cantera Glalco. (Posición estratigráfica 14.62 metros. Apéndice 1)

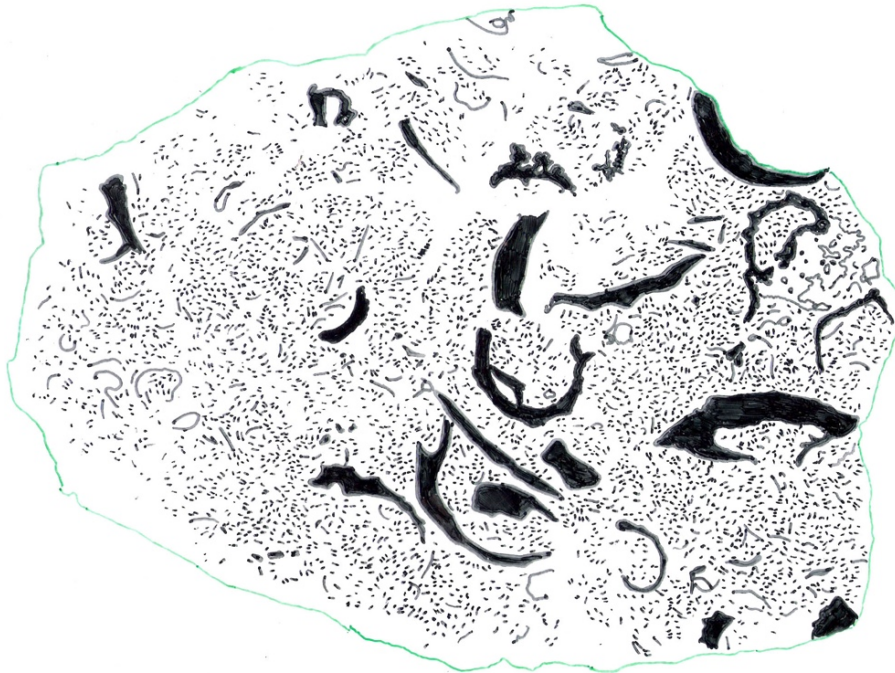


Figura 30 Calco de la muestra de roca pulida de una caliza de textura packstone (17-C-CG-C-PE: 14.50) con el fin de determinar la orientación de los constituyentes aloquímicos visibles macroscópicamente.

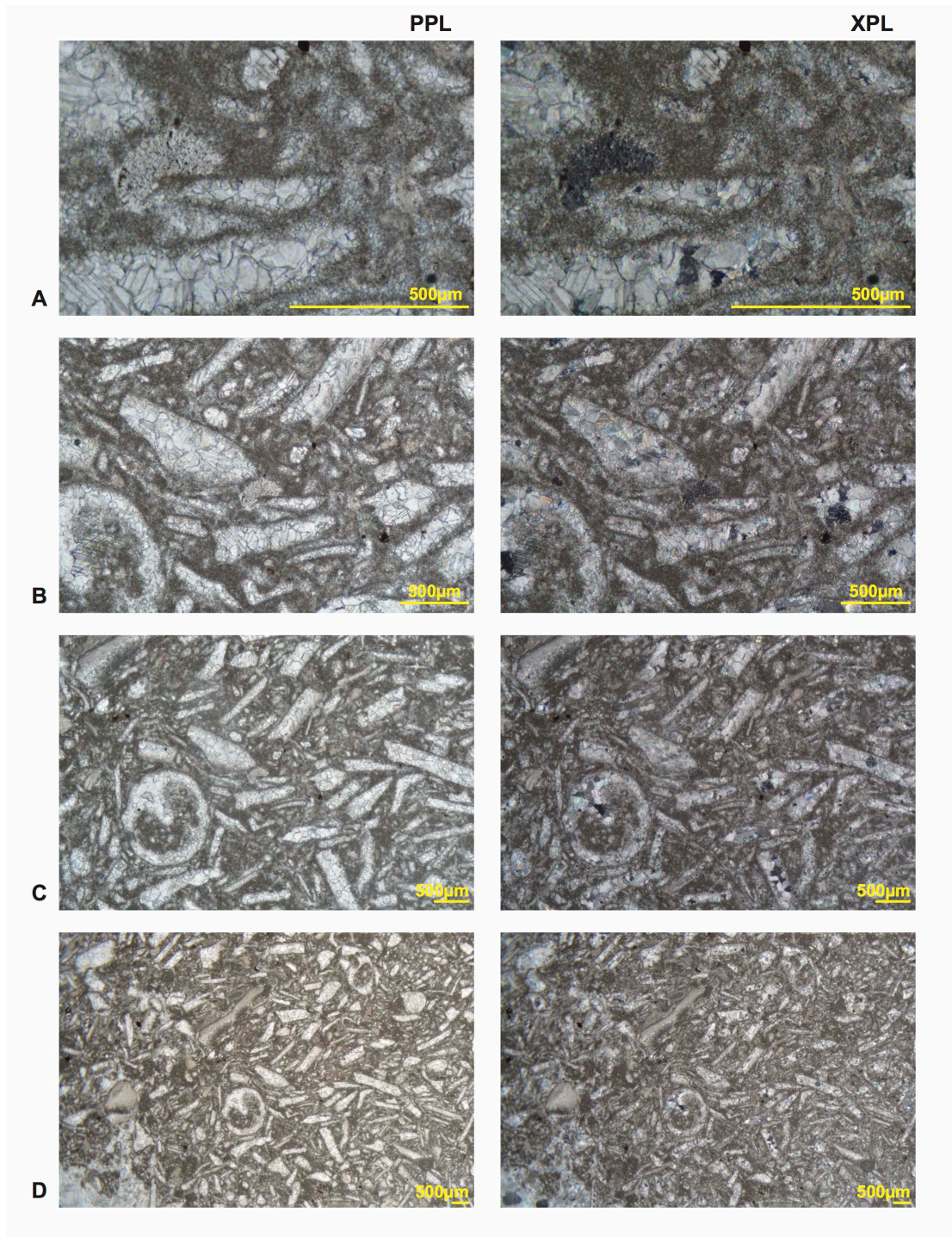


Figura 31 Microfotografía de la sección delgada (Muestra 17-C-CG-C-PE: 14.50, facies R6.). Caliza de textura packstone de cortóides (45%), peloides (10%), bivalvos de concha gruesa desarticulados con neomorfismo (5%), bivalvos de concha delgada desarticulados (3%), gasterópodos (trazas), foraminíferos (trazas), serpúlidos (trazas), vértebras de peces (trazas), briozoos (trazas) y matriz (micrita 37%)

2.1.7 Facies R7. Calizas de textura *wackestone* de moluscos.

Facies de capas medianas y gruesas con forma tabular de calizas de textura *wackestone* de moluscos. Figura 32 y Figura 33

En las capas de calizas de textura *wackestone* (Figura 34) los tamaños de los bivalvos de concha delgada desarticulados (15%) varían entre 0.1 cm y 1.2 cm, los bivalvos de concha gruesa desarticulados (12%) varían entre 1.5 cm y 6 cm, en algunos fragmentos de bivalvos de concha gruesa (costillados) se observaron evidencias de abrasión y perforaciones; la selección por tamaños es bimodal, la orientación hacia la base es paralela, oblicua y perpendicular a la estratificación y la orientación hacia el tope de la facies es oblicua y paralela a la estratificación.

Las conchas están dispuestas en posición cóncava hacia arriba y cóncava hacia abajo. Localmente se observaron trazas de bivalvos de concha delgada articulados.

Esta facies se caracteriza porque hacia el tope de la facies disminuye el tamaño de las conchas (gradación normal).

En un gasterópodo se observó una estructura geopetal.

La textura de la sección delgada tomada en la facies R7 (muestra 17-C-CG-C-PE=15.10) se identificó como un *wackestone* de bivalvos desarticulados de concha delgada (10%-15%), bivalvos desarticulados de concha gruesa (12%), partículas fosfáticas (4%), gasterópodos (trazas), espículas de equinodermos (trazas), serpúlidos (trazas), vértebras de peces (trazas), briozoos (trazas), peloides (trazas) y matriz (mirita 69%) Figura 35.

De acuerdo con Brenchley & Harper (1998) el empaquetamiento de los constituyentes es suelto-denso.

El contacto de la facies R7 con la facies R6 es neto y muy ondulado.



Figura 32 Contacto entre las facies R7 y R6. Cantera Glalco. (Intervalo estratigráfico 14.97 metros a 16.17 metros. Apéndice 1)



Figura 33 Aspecto de las calizas de la facies R7, cantera Glalco.

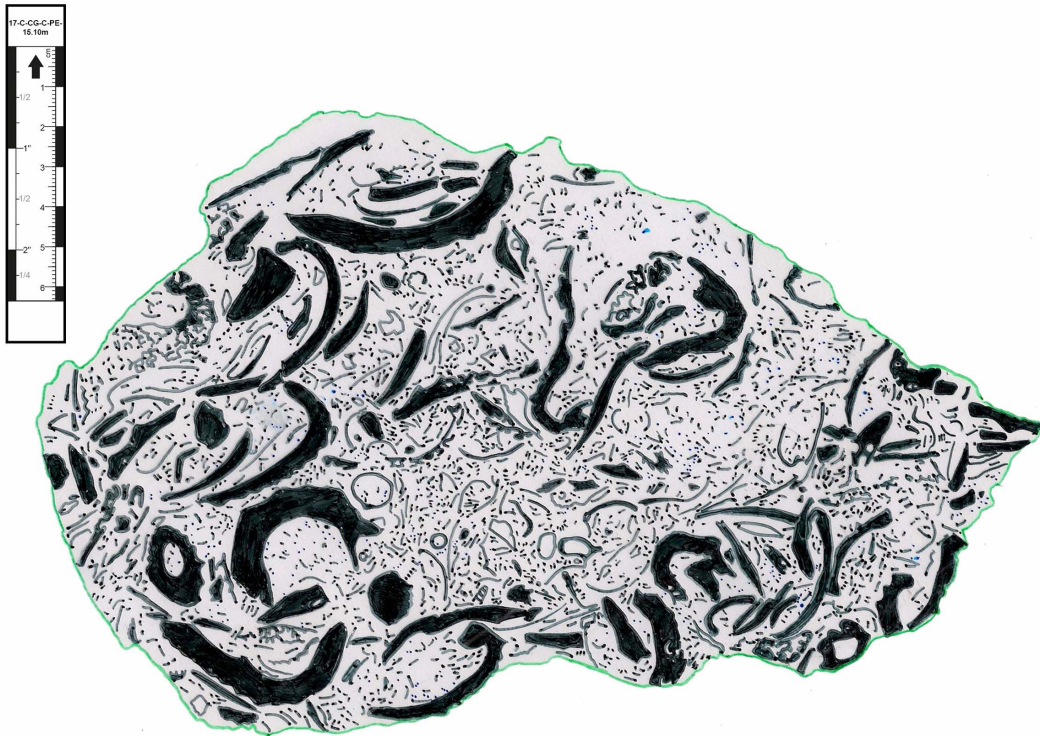


Figura 34 Calco de la muestra de roca pulida de una caliza de textura wackestone (17-C-CG-C-PE: 15.10) con el fin de determinar la orientación de los constituyentes aloquímicos visibles macroscópicamente.

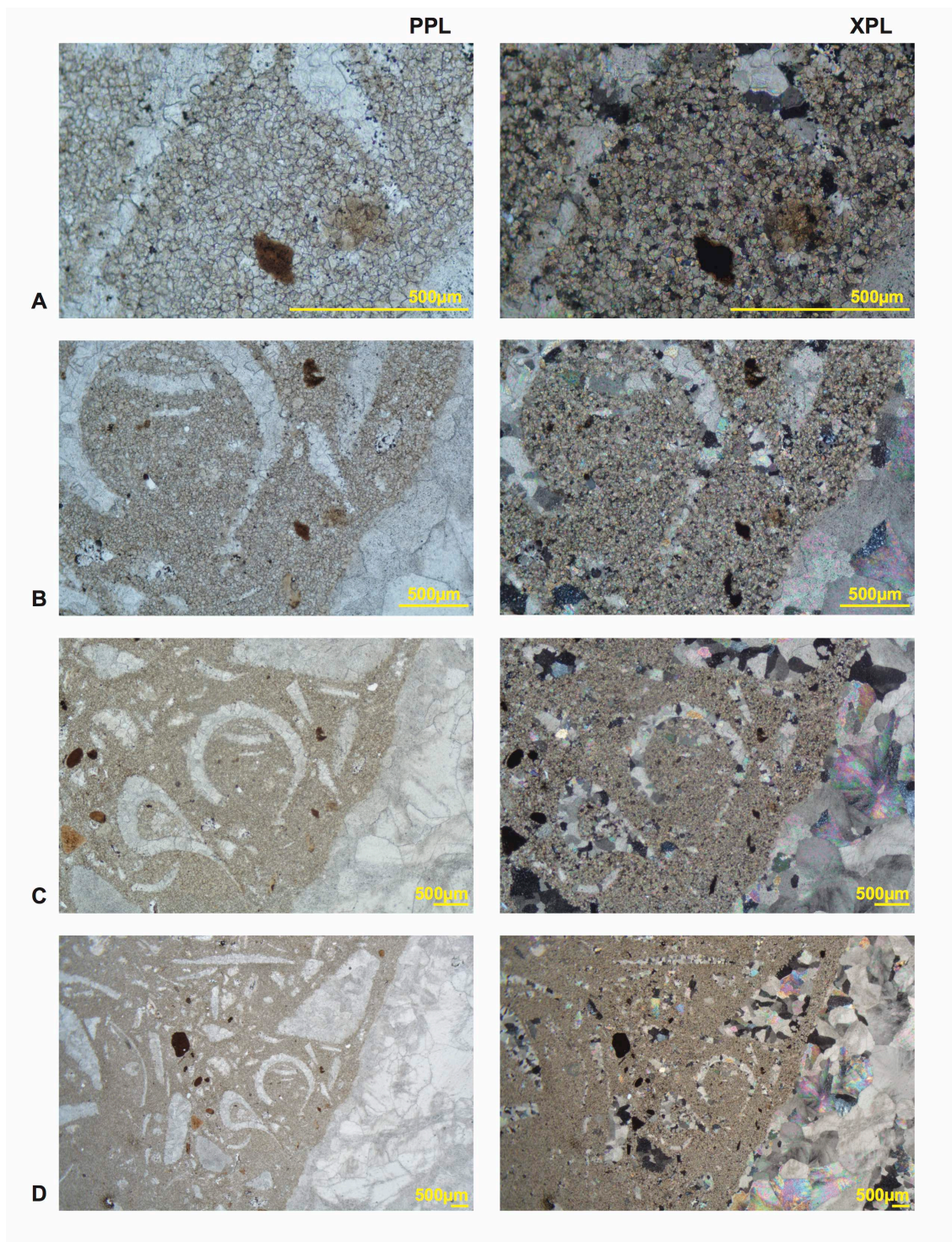


Figura 35 Microfotografía de la sección delgada (Muestra 17-C-CG-C-PE: 15.10, facies R7). Caliza de textura wackestone con bivalvos desarticulados de concha delgada con neomorfismo (10%-15%), bivalvos desarticulados de concha gruesa con neomorfismo(12%), partículas fosfáticas (4%), gasterópodos (trazas), espículas de equinodermos (trazas), serpúlidos (trazas), vértebras de peces (trazas) ,briozoos (trazas), peloides (trazas) y matriz (mirita 69%).

2.1.8 Facies R8. Lodolitas laminadas.

Facies constituida por lodolitas con laminación internada plana y continua.

Los constituyentes identificados en la facies R8 (muestra 17-C-CG-C-PE-16.01) son fragmentos de peces (2%), fragmentos de conchas de moluscos (trazas), materia orgánica (trazas) y foraminíferos (trazas). Figura 36 y Figura 37

El contacto de la facies R8 con la facies R7 es neto y ondulado.

Para identificar los constituyentes de la facies R9 se realizo un lavado en tamices de la muestra 17-C-CG-C-PE: 16.01



Figura 36 Foraminífero de la facies R8. (Escala en milímetros)



Figura 37 Dientes de peces de la facies R8. (Escala en milímetros)

2.1.9 Facies R9. Calizas de textura *wackestone* de fosfatos.

Facies de calizas de textura *wackestone* de fosfatos, bivalvos desarticulados y amonitas. Figura 38 y Figura 39

En las capa de caliza de textura *wackestone* de fosfatos los tamaños de los bivalvos de concha delgada desarticulados con neomorfismo (5%) varían entre 0.2 cm y 0.6 cm; y están orientados hacia el tope de la facies es oblicua y paralela a la estratificación.

La textura de la sección delgada (muestra 17-C-CG-C-PE: 16.15) se identificó como un *wackestone* de partículas fosfáticas (15%), bivalvos de concha delgada desarticulados (5%), peloides (2%) y matriz (78%). Figura 40

De acuerdo con Brenchley & Harper (1998) el empaquetamiento de los constituyentes es suelto.

El contacto inferior de la facies R9 con la facies R8 es neto y recto a ondulado.



Figura 38 Contacto de la facies P1 de la Formación Paja con la facies R9 de la Formación Rosablanca. Cantera Glalco.

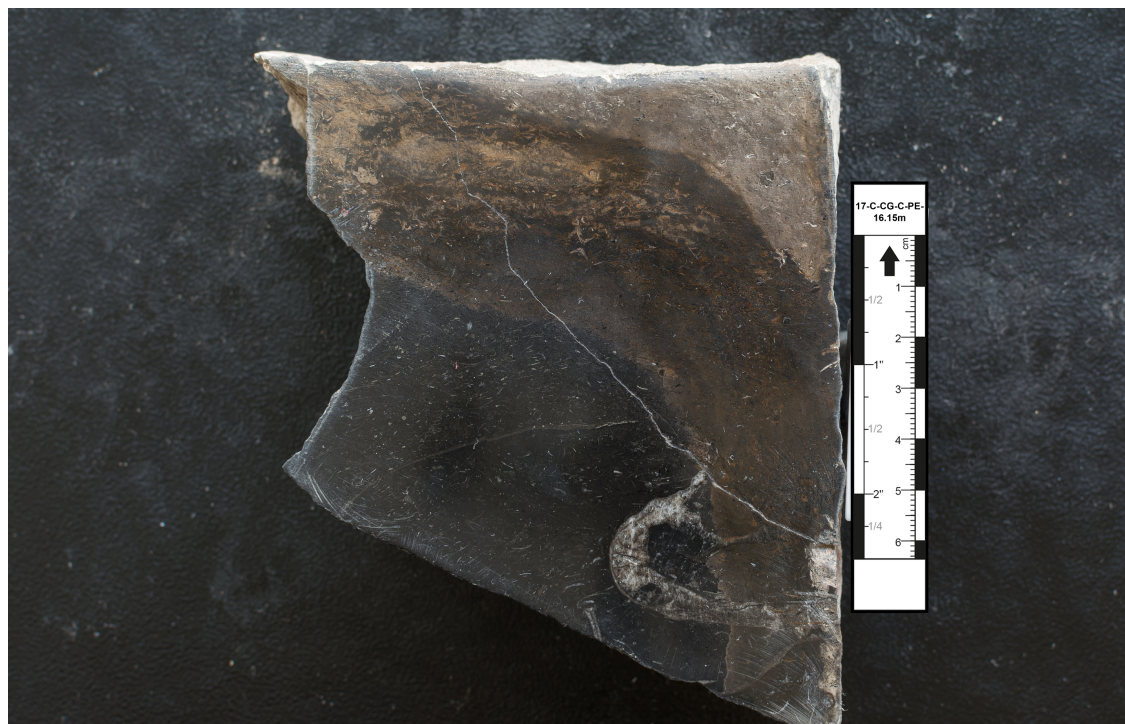


Figura 39 Muestra de una capa de calizas de textura wackestone de fosfatos y bivalvos desarticulados. (Muestra 17-C-CG-C-PE: 16.15)

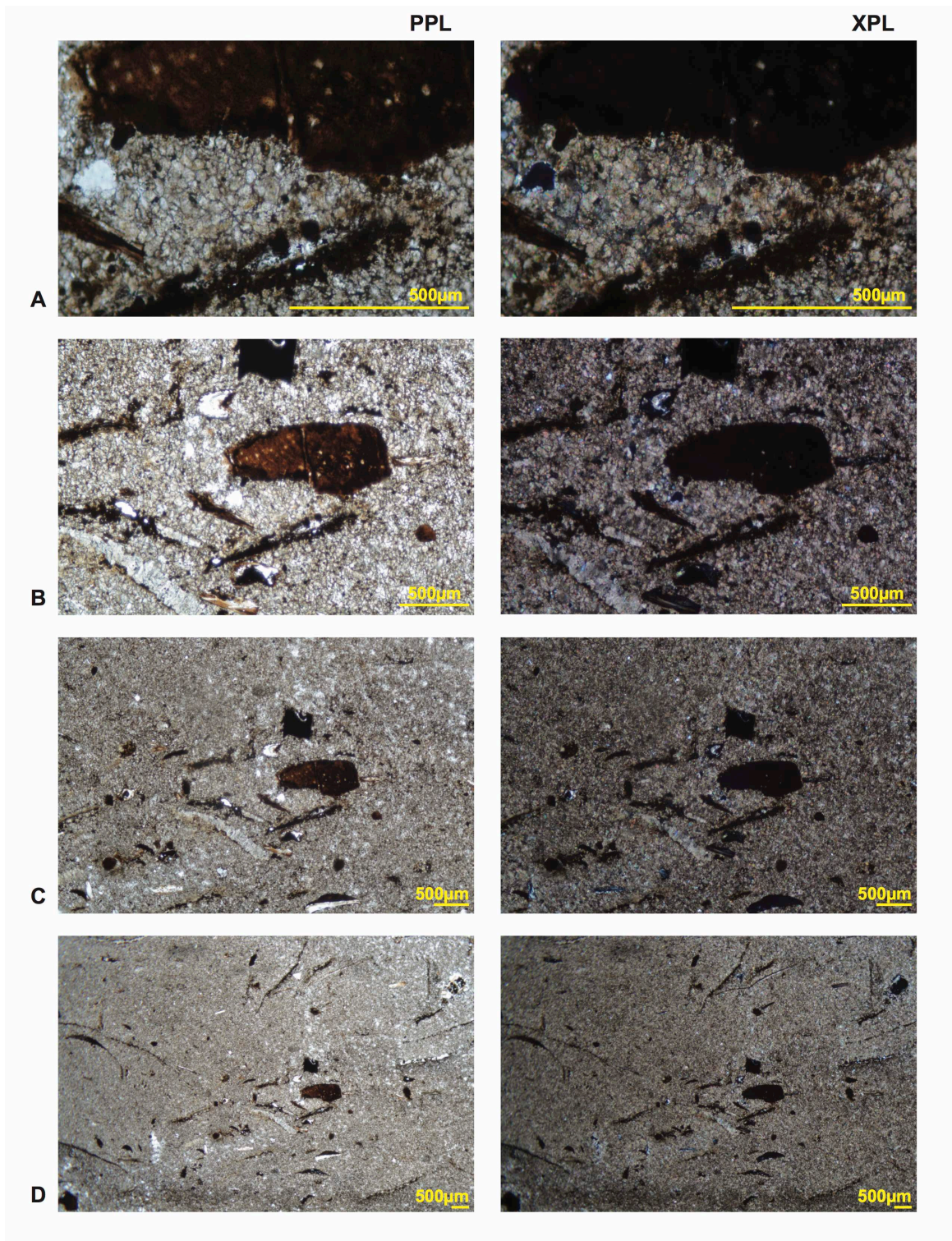


Figura 40 Microfotografía de la sección delgada (Muestra 17-C-CG-C-PE: 16.15, facies R9). Caiza de textura wackestone con partículas fosfáticas (15%), bivalvos de concha delgada desarticulados (5%) y peloides (2%).

2.2 Facies de la Formación Paja.

En sentido de Gaona *et al.*, (2013); en la cantara Glalco se midieron 1.83 metros de la parte baja de la Formación Paja y se determinó 1 facies denominada en este estudio como P1.

2.2.1 Facies P1. Arcillolitas laminadas.

Facies de arcillolitas con laminación plana continua con esporádicas intercalaciones de calizas de textura *mudstone* con bivalvos desarticulados. Figura 41 y Figura 42

Localmente se encontraron en las arcillolitas concreciones de calizas de textura *mudstone*.

En las arcillolitas se observaron fragmentos de peces (vértebras y escamas), bivalvos desarticulados de concha delgada y materia orgánica.



Figura 41 Intervalo constituido por arcillolitas con laminación continua paralela, con esporádicas intercalaciones de calizas de textura mudstone con bivalvos desarticulados (Intervalo 16.17 metros a 18.00 metros. Apéndice 1)

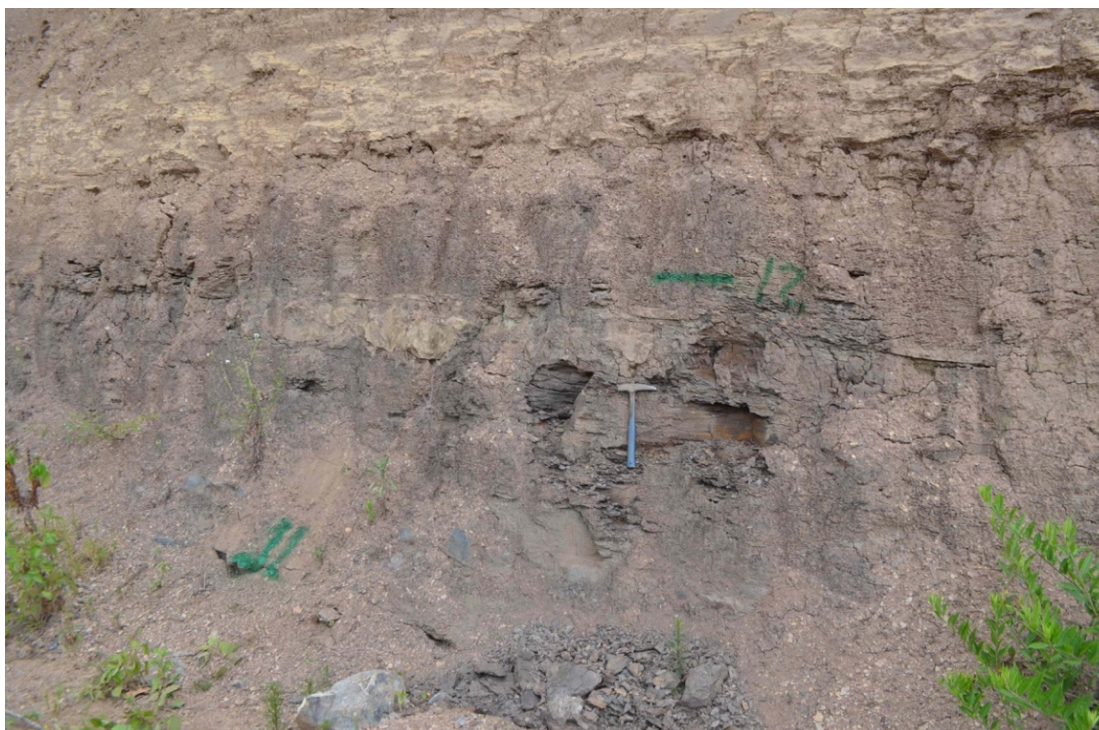


Figura 42 Intervalo medido de la Formación Paja en la cantera Glalco.

2.3 Ambiente de depósito

Las unidades litoestratigráficas, las facies y las asociaciones de facies determinadas en sucesión estratigráfica que aflora en la cantera Glalco se resumen en la Figura 43 y la Tabla 5

2.3.1 Ambiente de depósito de la Formación Rosablanca

En el intervalo descrito del tramo superior de la Formación Rosablanca se determinaron 4 asociaciones de facies, referidas de base a techo como: AF-1, AF-2, AF-3, y AF-4. (Tabla 3 Asociaciones de facies determinadas en la Formación Rosablanca en la cantera Glalco.)

Tabla 3 Asociaciones de facies determinadas en la Formación Rosablanca en la cantera Glalco.

Asociación de facies	Espesor (m)	Contacto inferior
AF-4	0.17	Neto, ondulado. Paraconformidad
AF-3	1.03	Neto, ondulado. Superficie transgresiva.
AF-2	5.61	Neto, ondulado.
AF-1	9.36	No se observo en la cantera Glalco.

AF-1

La asociación de facies AF-1 está compuesta de base a techo por las facies R1, R2, R3 y R4.

Facies R4. Calizas intensamente bioperturbadas con madrigueras de *Thalassinoides* de textura *packstone*.

Facies R3. Calizas intensamente bioperturbadas con madrigueras de *Thalassinoides* de textura *wackestone/packstone*.

Facies R2. Calizas de textura *mudstone* altamente bioperturbadas con madrigueras de *Thalassinoides* de textura *wackestone/packstone*.

Facies R1. Calizas de textura *mudstone* moderadamente bioperturbadas con madrigueras de *Thalassinoides* de textura *wackestone/packstone*.

El contacto inferior de la AF-1 no se observó en la cantera Glalco.

El espesor acumulado de la asociación de facies AF-1 es 9.37 metros.

Las características de la asociación de facies AF-1 se resumen en la Tabla 4

Tabla 4 Resumen de las características de la asociación de facies AF-1 en la cantera Glalco.

Formación	Asociación de facies	Facies	Espesor de la facies (m)	Porcentaje de																	
				bivalvos de concha delgada	bivalvos de concha gruesa	briozoos	fragmentos de corales	espículas de equinodermos	foraminíferos	gasterópodos	placas de equinodermos	serpúlidos	restos de peces	cortóides	pellets	peloides	partículas fosfáticas	matriz (micrita)	% terrígenos	Grado de bioperturbación	
Rosablanca	AF-1	R4	6,76	15	-	-	-	-	tz	-	tz	tz	tz	-	15	-	30	tz	40	-	5
		R3	0,95	5	-	-	-	-	tz	-	-	-	-	tz	-	3	20	-	72	-	5
		R2	0,9	-	-	-	-	-	-	tz	-	-	-	-	-	-	5	1	82	12	4
				2	-	-	-	-	-	-	tz	-	-	tz	-	2	20	2	73	1	4
		R1	0,76	-	-	-	-	-	tz	-	-	-	-	-	-	5	1	82	12	3	
				2	-	-	-	-	tz	-	tz	-	tz	-	2	25	-	69	2	3	

A continuación se presentan algunas inferencias de la AF-1.

El grado de bioperturbación aumenta de moderado (grado 3, Pemberton et al, 1992) en la base a intenso (grado 5 Pemberton et al, 1992) hacia el tope de la AF-1; de la misma manera, la ocurrencia y el tamaño de las madrigueras de *Thalassinoides* aumenta hacia el tope de la AF-1.

En el estudio petrográfico de las secciones delgadas de AF-1, la concentración de terrígenos de cuarzo disminuye hacia el techo de la sucesión estratigráfica.

De acuerdo con Fürsich (1973) y Flügel (2010) las madrigueras de *Thalassinoides* se forman en fondos blandos (sustratos de lodo calcáreo no consolidados), subacuosos, someros, con baja tasa de sedimentación y altas concentraciones de oxígeno y carbonato de calcio.

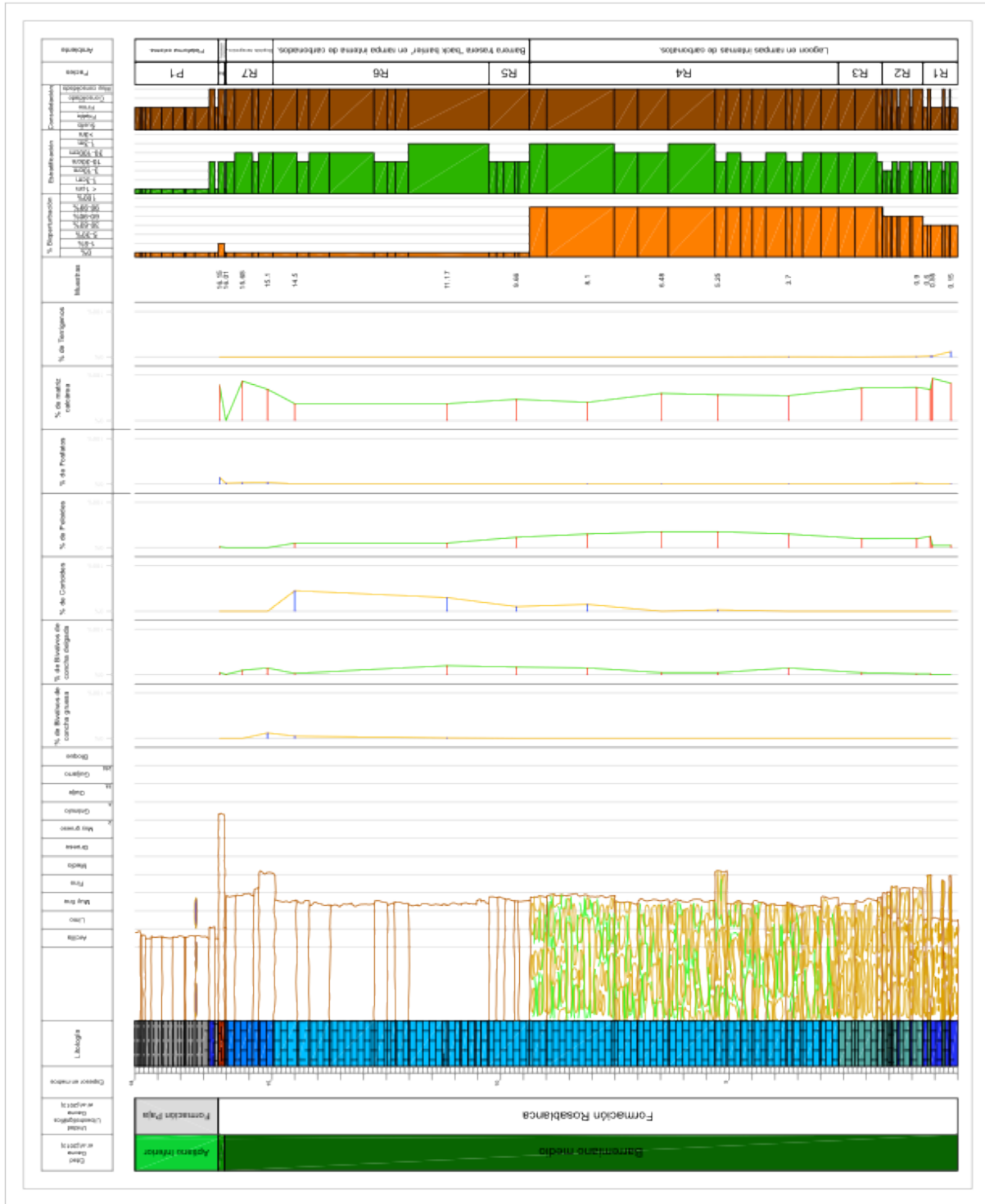


Figura 43 Sección estratigráfica de la cantera Glalco

Tabla 5 Resumen de las asociaciones de facies y facies determinadas para el tramo superior de la Formación Rosablanca y el segmento inferior de la Formación Paja en la sección de la cantera Glalco.

Formación	Asociación de facies	Facies	Espesor de la facies (m)	Porcentaje de															Grado de bioperturbación	Contacto inferior	
				bivalvos de concha delgada	bivalvos de concha gruesa	briozoos	fragmentos de corales	espículas de equinodermos	foraminíferos	gasterópodos	placas de equinodermos	serpúlidos	restos de peces	cortóides	pellets	peloides	partículas fosfáticas	matriz (micrita)			% terrígenos
Paja	AF-5	P1	1,83	<i>tz</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0	Neto, ligeramente ondulado.	
	AF-4	R9	0,13	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	15	78	-	1	Neto, ondulado.
		R8	0,04	<i>tz</i>	-	-	-	-	<i>tz</i>	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	0	Paraconformidad
AF-3	R7	1,03	15	12	<i>tz</i>	-	-	<i>tz</i>	-	-	<i>tz</i>	<i>tz</i>	-	-	-	4	69	-	0	Neto, ondulado "Erosional surface"	
Rosablanca	AF-2	R6	4,71	3	5	<i>tz</i>	-	<i>tz</i>	-	<i>tz</i>	-	-	<i>tz</i>	45	-	10	-	37	-	0	Neto, ondulado
		R5	0,89	17	-	-	-	<i>tz</i>	<i>tz</i>	1	-	2	-	10	-	23	-	47	-	0	Neto, ondulado
	R4	6,76	15	-	-	-	<i>tz</i>	-	<i>tz</i>	<i>tz</i>	<i>tz</i>	-	15	-	30	<i>tz</i>	40	-	6	Neto, ondulado	
	R3	0,95	5	-	-	-	<i>tz</i>	-	-	-	-	<i>tz</i>	-	3	20	-	72	-	6	Neto, ondulado	
	AF-1	R2	0,9	-	-	-	-	-	<i>tz</i>	-	-	-	-	-	-	5	1	82	12	5	Neto, ondulado
		R1	0,76	2	-	-	-	-	-	<i>tz</i>	-	-	-	-	-	5	1	82	12	4	-
			2	-	-	-	-	<i>tz</i>	-	<i>tz</i>	-	-	<i>tz</i>	-	2	25	-	69	2	4	-

Con respecto al relleno de las madrigueras de *Thalassinoides*, la asociación de peloides, pellets y conchas de moluscos, sugiere antiguos fondos con alta oxigenación y nutrientes. (Flügel 2010)

El incremento del grado de bioperturbación y el aumento del diámetro de las madrigueras de *Thalassinoides* hacia el tope de la AF-1 sugiere una progresiva somerización del fondo de depósito. La disminución del porcentaje de terrígenos hacia el tope de la AF-1 corrobora una somerización hacia una posible barra.

De acuerdo con Flügel, (1982), Harris (1986), Burchette y Wright (1992), las calizas bioperturbadas pobremente seleccionadas son el registro geológico de antiguos fondos de albufera o “lagoon” en rampas internas de carbonatos. Figura 44 y Figura 47

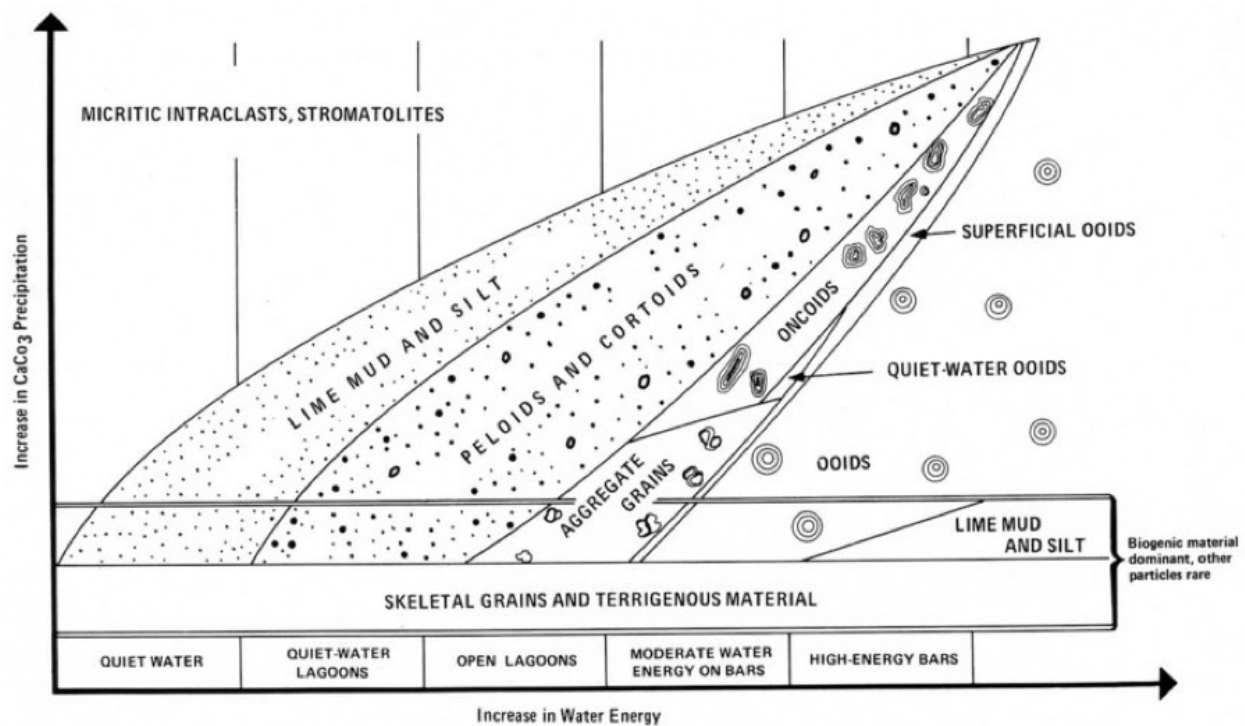


Figura 44 Relación entre la energía actuante sobre el fondo de depósito y los constituyentes ortoquímicos, aloquímicos y terrígenos. Tomado de Flügel (1982).

AF-2

La asociación de facies AF-2 está compuesta por las facies R5 y R6

Facies R6. Calizas de textura *packstone* de cortóides.

Facies R5. Calizas de textura *packstone* de peloides y cortóides.

El contacto inferior de la AF-2 es neto y ondulado.

Es espesor de la AF-2 es de 5.61 metros.

Las características de la asociación de facies AF-2 se resumen en la Tabla 6

Tabla 6 Resumen de las características de la asociación de facies AF-2 en la cantera Glalco.

Formación	Asociación de facies	Facies	Espesor de la facies (m)	Porcentaje de																
				bivalvos de concha delgada	bivalvos de concha gruesa	briozoos	fragmentos de corales	espículas de equinodermos	foraminíferos	gasterópodos	placas de equinodermos	serpúlidos	restos de peces	cortóides	pellets	peloides	partículas fosfáticas	matriz (micrita)	% terrígenos	Grado de bioperturbación
Rosablanca	AF-2	R6	4,71	3	5	tz	-	tz	-	tz	-	-	tz	45	-	10	-	37	-	0
		R5	0,89	17	-	-	-	tz	tz	1	-	2	-	10	-	23	-	47	-	0

La AF-2 se caracteriza por la presencia de cortóides, la ausencia de bioperturbación, el alto grado de fragmentación y el empaquetamiento denso.

Según Flügel (1982,2010) los cortóides son partículas calcáreas que han sufrido procesos de micritización en su corteza por el ataque de organismos (principalmente algas y bacterias). Los cortóides se acumulan en fondos del alta energía afectados por el oleaje y las mareas.

De acuerdo con Brenchley y Harper (1998) la ausencia de bioperturbación, el empaquetamiento denso, la desarticulación de las conchas de moluscos y la buena selección de las partículas (cortóides) indica antiguos fondos depósito afectados por el oleaje y las mareas.

De acuerdo con Flügel (1982), se interpreta el ambiente de depósito para la asociación de facies AF-2 como un antiguo depósito de barrera trasera “*back barrier*” ubicada en una rampa interna de carbonados. Figura 44 y Figura 47

AF-3

La asociación de facies AF-3 está compuesta por las facies R7.

Facies R7. Calizas de textura *wackestone* de moluscos.

El contacto inferior de AF-3 es neto y muy ondulado; se interpretó como una “*superficie transgresiva*”

El espesor de la AF-3 es 1.03 metros.

Las características de la asociación de facies AF-3 se resumen en la Tabla 7

Tabla 7 Resumen de las características de la asociación de facies AF-3 en la cantera Glalco.

Formación	Asociación de facies	Facies	Espesor de la facies (m)	Porcentaje de																
				bivalvos de concha delgada	bivalvos de concha gruesa	briozoos	fragmentos de corales	espículas de equinodermos	foraminíferos	gasterópodos	placas de equinodermos	serpúlidos	restos de peces	cortóides	pellets	peloides	partículas fosfáticas	matriz (micrita)	% terrígenos	Grado de bioperturbación
Rosablanca	AF-3	R7	1,03	15	12	tz	-	-	tz	-	-	tz	tz	-	-	-	4	69	-	0

De la matriz calcárea (micrita 69%), la pobre selección de los fragmentos de conchas de moluscos, las estructuras geopetales y las trazas de moldes de bivalvos articulados; observados en la AF-3 se infiere un depósito intempestivo de alta energía y corta duración (en tiempo geológico).

La ausencia de cortóides y peloides sugiere un cambio en las condiciones de sedimentación.

El contacto inferior neto y muy ondulado de la facies R7; se interpreta como una superficie transgresiva sobre la cual se encuentran depósitos más profundos (probablemente de rampa a media a externa) (AF-2).

Por las características anteriores la AF-3 se interpreta como un depósito transgresivo. Figura 46

AF-4

La asociación de facies AF-4 está compuesta por las facies R8 y R9.

Facies R9. Caliza de textura *wackestone* de partículas fosfáticas.

Facies R8. Lodolitas laminadas.

El contacto inferior de AF-4 es neto y ondulado.

El espesor de AF-4 es de 0.17 metros.

Las características de la asociación de facies AF-4 se resumen en la Tabla 8

Tabla 8 Resumen de las características de la asociación de facies AF-4 en la cantera Glalco.

Formación	Asociación de facies	Facies	Espesor de la facies (m)	Porcentaje de														Grado de bioperturbación	
				bivalvos de concha delgada	bivalvos de concha gruesa	briozoos	fragmentos de corales	espículas de equinodermos	foraminíferos	gasterópodos	placas de equinodermos	serpúlidos	restos de peces	cortóides	pellets	peloides	partículas fosfáticas		matriz (micrita)
Rosablanca	AF-4	R9	0,13	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	15	78	-	1
		R8	0,04	tz	-	-	-	-	tz	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-

De las lodolitas con restos de peces, fragmentos milimétricos de moluscos y foraminíferos (facies R8) se interpretan antiguos fondos por debajo del nivel de acción del oleaje.

Gaona *et al.*,(2013) interpreta la caliza con partículas fosfáticas, bivalvos desarticulados y amonitas (facies R9) como una condensación estratigráfica (Figura 45) (Barremiano medio-- Aptiano inferior).

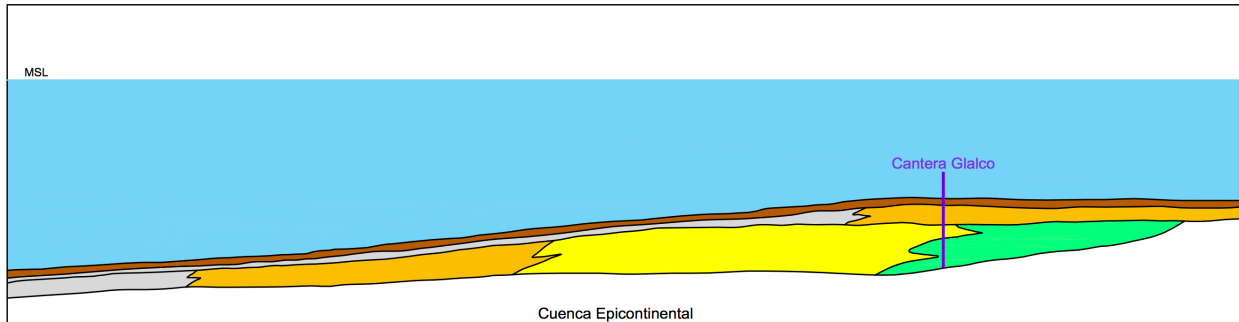


Figura 45 Ambiente de deposito de la AF-4 (condensación estratigráfica-color marrón).

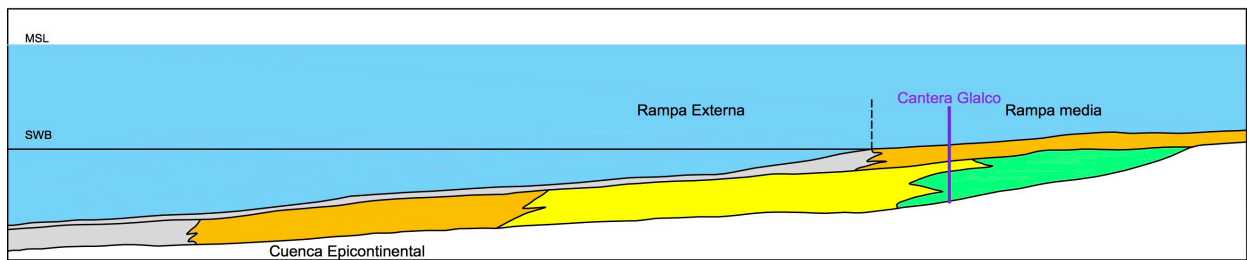


Figura 46 Ambiente de deposito de la AF-3 (deposito transgresivo-color naranja).

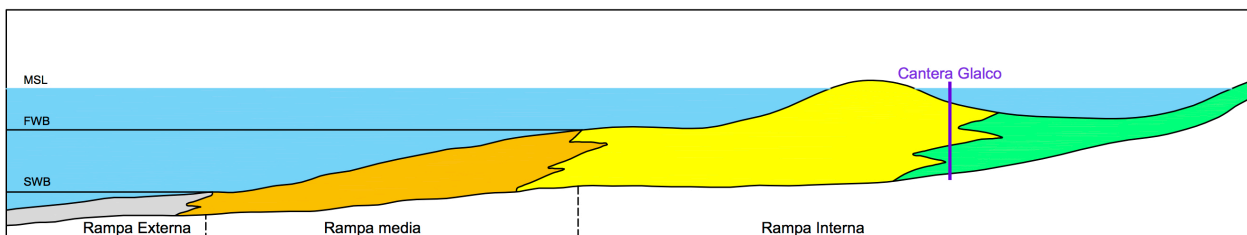


Figura 47 Ambiente de deposito de la AF-1 (albufera-color verde) y AF-2(barrera trasera-color amarillo).

2.3.2 Ambiente de deposito de la Formación Paja

En el intervalo descrito del tramo inferior de la Formación Paja se determinó 1 asociación de facies, referida como: AF-5. Tabla 9

Tabla 9 Asociaciones de facies determinadas en la Formación Paja en la cantera Glalco.

Asociación de facies	Espesor (m)	Contacto inferior
AF-5	1.83	Neto, ondulado. Paraconformidad

AF-5

La asociación de facies AF-5 está compuesta por la facies P1.

Facies P1. Arcillolitas laminadas.

El contacto inferior de AF-5 es neto y ligeramente ondulado. Se interpretó como una paraconformidad estratigráfica.

El espesor de AF-5 es 1.87 metros.

Las características de la asociación de facies AF-5 se resumen en la Tabla 10

Tabla 10 Resumen de las características de la asociación de facies AF-5 en la cantera Glalco.

Formación	Asociación de facies	Facies	Espesor de la facies (m)	Porcentaje de														Grado de bioperturbación	
				bivalvos de concha delgada	bivalvos de concha gruesa	briozoos	fragmentos de corales	espículas de equinodermos	foraminíferos	gasterópodos	placas de equinodermos	serpúlidos	restos de peces	cortóides	pellets	peloïdes	partículas fosfáticas		matriz (micrita)
Paja	AF-5	P1	1,83	tz	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0

La AF-5 esta compuesta por la facies P1 constituida por arcillolitas laminadas con restos de peces, bivalvos desarticulados y materia orgánica con esporádicas intercalaciones de capas de caliza de textura *wackestone*.

Este intervalo medido representa la parte mas baja de la Formación Paja y de acuerdo con Gaona *et al.*,(2013) la AF-5 se interpreta como un antiguo fondo de plataforma con muy baja energía

3 Conclusión

Teniendo en cuenta los principios estratigráficos (*medición del espesor estratigráfico, forma de las capas y contactos*), sedimentológicos (*litología, textura, composición, bioperturbación, empaquetamiento, fragmentacion y orientación de los constituyentes*), y petrográficos (*identificación de los constituyentes aloquímicos, ortoquímicos y terrígenos*), en la sección estratigráfica que aflora en la cantera Glalco (*de base a tope*) se determinó en el tramo superior (*16.17 m*) de la Formación Rosablanca (*Barremiano medio*) la siguiente sucesión de ambientes sedimentarios : albufera “*lagoon*” y barrera trasera “*back barrier*” en una rampa interna de carbonatos, depósito transgresivo y una condensación estratigráfica. Del tramo inferior (*1.83 m*) de la Formación Paja (*Aptiano inferior*) se interpretó una plataforma externa de baja energía.

4 Recomendaciones

Realizar otros estudios paleambientales en las calizas que afloran en las canteras ubicadas en los alrededores del municipio de Curití, departamento de Santander, Colombia, para determinar los cambios laterales de facies.

Realizar un estudio del neomorfismo en las calizas de la cantera Glalco, mediante el análisis de secciones delgadas.

Referencias bibliográficas

- Bacelle, L. y Bosellini, A. (1965). Diagrammi per la stima visiva della composizione percentuale nelle rocce sedimentarie. *Ann. Univ. Ferrara, N.S., Sez. Sci. Geo. Paleont*, 1/3, pp 59-62.
- Brenchley, P.J. y Harper, D.A.T. (1998). *Palaeoecology: Ecosystems, Environments and Evolution*. Chapman & Hall. 402 pp.
- Bralower, T., Cobabe, E., Clement, B., Sliter, W., Osburn, C., y Longoria, J. (1999). The record of global change in mid-cretaceous (Barremian-Albian) sections from the Sierra Madre, northeastern Mexico. *Journal of Foraminiferal Research*, 4, 418-437.
- Burchette, T. P., Wright, V. P. (1992). Carbonate ramp depositional systems. *Sedimentary Geology*, 79, 3-57.
- Compton, R. (1985). *Geology in the Field*. Wiley Press, New York, pp. 229 – 234.
- Campbell, C. (1967). Lamina, laminaset, bed, and bedset. *Sedimentology*, 8, 7– 26.
- Dunham, R. (1962). Classification of carbonate rocks according to depositional textures. In: W.E. Ham (Ed.). *Classification Of Carbonate Rocks. Am. Assoc. Petrol. Geol. Mem*, 1, 108 – 121.
- De Porta, J. (1965). Nota preliminar sobre la fauna de vertebrados hallada en Curiti. *Boletín de Geología*, 19, 112–115.
- Etayo-Serna, F., (1958). Proyecto Cretácico. *Publicaciones geológicas especiales de Ingeominas. Capitulo I*, 1-13.
- Flügel, E. (2010). *Microfacies analysis of Limestones*. Springer – Verlag. Berlin Heidelberg New York. 984p.
- Flügel, E. (1982). *Microfacies analysis of Limestones*. Springer – Verlag. Berlin Heidelberg New York. 633p.

- Follmi, K. B. (1996). The phosphorus cycle, phosphogenesis and marine phosphate-rich deposits. *Eart-Science, reviews 40*, 55-124.
- Gaona, T., Maurrasse, F., Etayo, F. (2013). Geochemistry, palaeoenvironments and timing of Aptian organic-rich beds of the Paja Formation (Curití, Eastern Cordillera, Colombia). Geological Society London, *Special Publications 382* (1), 31-48.
- Harris, P., Moore, C. y Wilson, J. (1986). Depositional environments of carbonate platforms *en* Warne J.E. y Shanley K.W. Carbonate Depositional Environments, Modern and Ancient, Part 2: *Carbonate Platforms: Colorado School of Mines Quarterly*, 80(4), 31-60.
- Herrle, J., Köbler, P., Oliver, F., Helmut, E y Hemleben, C.(2004). High-resolution carbon isotope records of the Aptian to Lower Albian from SE France and the Mazagan Plateau (DSDP Site 545): a stratigraphic tool for paleoceanographic and paleobiologic reconstruction. *Earth and Planetary Science*, 218, 149-161.
- Kidwell, S., Fürsich, F. y Aigner, T. (1986). Conceptual Framework for the Analysis and Classification of Fossil Concentrations. *PALAIOS*, 1(3), 228-238.
- Morales, L. y Industria Colombiana del Petroleo. (1958). General geology and oil ocurrence of the Meddle Magdalena Valley. *Colombia in Habitat of oil a symposium American Association of Petroleum Geologists Bulletin*.
- Pemberton, S.G. (1992). Applications of ichnology to petroleum exploration: A core workshop. Doi: <https://doi.org/10.2110/cor.92.17>
- Pulido, O. (1979). Geología de las planchas 135 (San Gil) y 151 (Charalá) cuadrángulo I-12. INGEOMINAS. Recuperado de <https://www2.sgc.gov.co>
- Pulido, O. (1985). Geología de la plancha 135 San Gil. INGEOMINAS. Recuperado de <https://www2.sgc.gov.co>

- Reatiga, G. (2008). *Cartografía geológica 1:25000 de Noreste de Curití*. Tesis de pregrado. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.
- Scholle, P. y Ulmer – Scholle, D. (2003). A color guide to the petrography of carbonate rocks: Grains, texturas, porosity, diagenesis. *The American Association of Petroleum Geologists, Memoir 77*, 459.
- Teichert, C. (1957). Concept of facies. *Bulletin of The American Association of Petroleum Geologist*, 42, 2718-2744.
- Reineck, H. y Singh, I. (1980). *Depositional sedimentary environments*. Springer-Verlag Berlin·Heidelberg·New York.
- Wentworth, C. (1922). A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*.30, 377- 392.
- Wheeler, O. C. (1929). *Report on the Palmira Series with notes on stratigraphy of the Umir, Lisama, and La Paz Formations near the eastern part of The Mares Concession*.
- Zamarreño de Julivert, I. (1963). Estudio petrográfico de las calizas de la Formación Rosablanca de la Región de la Mesa de los Santos. *Boletín de Geología. Universidad Industrial de Santander*, 15, 5-34.