

**PETROGRAFÍA, PALEONTOLOGÍA Y AMBIENTES
SEDIMENTARIOS DE LA FORMACIÓN BAÑOS DEL FLACO,
NORTE DEL RÍO TINGUIRIRICA, VI REGIÓN, CHILE CENTRAL**

LINDA CONSTANZA VIDAL MURILLO

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Geóloga

Asesor:

Dr. Christian Salazar Soto

Departamento de Ciencias de la Tierra

Universidad EAFIT

Medellín

2016

Nota de aceptación

5.0

Presidente del jurado

Andrés Leonardo Cárdenas Rozo

Jurado

Andrés Leonardo Cárdenas Rozo

Jurado

Carlos Javier Sánchez Plazas

Medellín, 23 de noviembre del 2016

AGRADECIMIENTOS

Primero que todo agradecer al Dr. Christian Salazar Soto, por toda la asesoría, consejos y enseñanzas durante el desarrollo de este trabajo de grado, y también durante mi práctica profesional. A él mis más sinceros agradecimientos por haber puesto toda su confianza en mí al hacerme parte de su trabajo de investigación.

Agradezco el apoyo financiero por parte del proyecto FONDECYT de Iniciación N° 11140176 titulado “Global warming or cooling during the Jurassic – Cretaceous transition”, a cargo del investigador Christian Salazar Soto, en el que se enmarca este trabajo.

A Hannes Löser (Universidad Nacional Autónoma de México) por la determinación de los corales y Valentina Maldonado (estudiante de geología de la Universidad de Concepción) por la información paleontológica brindada de su tesis. A Vicente Cabrera, Luciano Villanelo, Samantha Leiva, Paula Soto y Valentina Maldonado por el apoyo y asistencia durante el trabajo de campo. También al Museo Nacional de Historia Natural de Chile y a la Universidad Nacional Andrés Bello, por abrirme las puertas y permitirme el uso de sus laboratorios.

A todos los profesores que fueron esenciales en mi formación como geóloga, pero sobre todo a José Ignacio Martínez por el acompañamiento en el desarrollo de este trabajo y por su sincera motivación y preocupación como docente, y a Gloria Sierra por inculcarme la pasión por las rocas sedimentarias y estratigrafía.

A mi familia, mi papá y mi mamá por haber creído en mí y apoyarme para poder llevar a cabo mis estudios universitarios, y por su amor incondicional, y a mis hermanos, Jimena y Marco, por el cariño y la buena compañía.

A mi pololi Vicente, por su apoyo esencial, por su extrema motivación porque yo cumpla mis sueños. Por tomar mis compromisos como si fueran los suyos, por esa preocupación constante y cariño que nunca falta.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	14
1.2 OBJETIVOS.....	15
1.2.1 Objetivo general	15
1.2.2 Objetivos específicos	15
1.3 METODOLOGÍA	15
1.4 LOCALIZACIÓN ZONA DE ESTUDIO	20
1.5 VÍAS DE ACCESO	20
2. MARCO GEOLÓGICO	22
2.1 PALEOCLIMATOLOGÍA DEL JURÁSICO-CRETÁCICO.....	22
2.2 EVOLUCIÓN GEOLÓGICA DEL JURÁSICO – CRETÁCICO EN CHILE CENTRAL	24
2.3 GEOLOGÍA REGIONAL	26
2.3.1 Formación Baños del Flaco	27
3. SECCIONES ESTRATIGRÁFICAS.....	29
3.1 SECCIÓN 1 (C1)	30
3.2 SECCIÓN 2 (C2)	37
3.3 SECCIÓN 3 (C3)	42
3.4 SECCIÓN 4 (C4)	47
3.5 SECCIÓN 5 (C5)	50
3.6 SECCIÓN 6 (C6)	60
3.7 SECCIÓN 7 (C7)	64
3.8 CORRELACIÓN ESTRATIGRÁFICA	69
3.9 SECCIÓN FORMACIÓN BAÑOS DEL FLACO	70
4. PETROGRAFÍA	76
4.1 SECCIÓN 1	76
4.2 SECCIÓN 2	81
4.3 SECCIÓN 3	84
4.4 SECCIÓN 4	89
4.5 SECCIÓN 5	91
4.6 SECCIÓN 6	97
4.7 SECCIÓN 7	99
5. PALEONTOLOGÍA	103
5.1 CEFALÓPODOS	103
5.1.1 Ammonites	103
5.1.2 Belemnites	103
5.2 BIVALVOS	104
5.3 ESCAFÓPODOS	104

5.4 BRAQUIÓPODOS	104
5.5 GASTERÓPODOS.....	104
5.6 SERPÚLIDOS	104
5.7 CORALES	105
5.8 EQUINOIDEOS	105
5.9 EDAD.....	105
6. AMBIENTES SEDIMENTARIOS	116
6.1 FACIES SEDIMENTARIAS.....	116
6.1.1 Asociación de facies F1: Playa frontal (foreshore)	117
6.1.2 Asociación de facies F2: Frente de playa superior (upper shoreface)	118
6.1.3 Asociación de facies F3: Frente de playa inferior (lower shoreface)	118
6.1.4 Asociación de facies F4: Transición de costa afuera (offshore transition).....	119
6.2 INTERPRETACIÓN DE AMBIENTES SEDIMENTARIOS	119
6.2.1 Tramo 1: Playa frontal (foreshore) (F1)	119
6.2.2 Tramo 2: Frente de playa superior (upper shoreface) (F2)	124
6.2.3 Tramo 3: Frente de playa inferior (lower shoreface) (F3)	125
6.2.4 Tramo 4: Transición de costa afuera (offshore transition) (F4)	125
6.2.5 Tramo 5: Frente de playa inferior (lower shoreface) (F3)	126
7. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	130
8. REFERENCIAS.....	134
ANEXOS.....	138

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1 CLASIFICACIÓN DE ROCAS SEDIMENTARIAS SILICICLÁSTICAS CON BASE EN LA COMPOSICIÓN. PETTIJOHN ET AL. (1987).	17
.....	
FIGURA 1.2 CLASIFICACIÓN DE ROCAS SEDIMENTARIAS CARBONATADAS. WRIGHT (1992).	17
FIGURA 1.3 PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN PARA ROCAS SEDIMENTARIAS MIXTAS. MOUNT (1985).	18
FIGURA 1.4 TABLA DE CLASIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA CON BASE EN EL TAMAÑO DE GRANO. WENTWORTH (1922).	18
FIGURA 1.5 SIMBOLOGÍA UTILIZADA EN LAS COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS.	19
FIGURA 1.6 ABREVIACIONES DE MINERALES Y COMPONENTES DE ROCA.	20
FIGURA 1.7 MAPA LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.	21
FIGURA 2.1 PALEO GEOGRAFÍA Y CINTURONES PALEOCLIMÁTICOS DEL JURÁSICO TARDÍO.)	23
FIGURA 2.2 SUBDIVISIONES DEL CICLO TECTÓNICO ANDINO EN CHILE DESDE EL JURÁSICO TEMPRANO HASTA EL PRESENTE.	25
FIGURA 2.3 MAPA GEOLÓGICO DE LA ZONA DE ESTUDIO.	27
FIGURA 3.1 MAPA DE UBICACIÓN DE LAS SIETE COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS DE LA FORMACIÓN BAÑOS DEL FLACO.	29
FIGURA 3.2 AFLORAMIENTO DE LA SECCIÓN C1 DE LA FORMACIÓN BAÑOS DEL FLACO.	30
FIGURA 3.3 SECCIÓN C1 DE LA FORMACIÓN BAÑOS DEL FLACO.	31
FIGURA 3.4 CONGLOMERADOS BRECHOSOS, SECCIÓN C1 (0 A 104 M).	33
FIGURA 3.5 DIQUE, SECCIÓN C1 (90 M).	34
FIGURA 3.6 GLOSSIFUNGITES EN CALIZAS DE LA SECCIÓN C1 (110,5 A 113 M).	35
FIGURA 3.7 OSTRA Y SKOLITOS EN CALIZA, SECCIÓN C1 (104 A 114,4 M).	36
FIGURA 3.8 ALTERNANCIA DE CONGLOMERADO Y ARENISCA, SECCIÓN C1 (123 M A 124 M).	36
FIGURA 3.9 SECCIÓN C2 DE LA FORMACIÓN BAÑOS DEL FLACO.	37
FIGURA 3.10 HUELLAS DE DINOSAURIO, SECCIÓN C2 (124 M A 124,2 M).	39
FIGURA 3.11 ICNITAS DE DIFERENTES TIPOS DE DINOSAURIO, SECCIÓN C2 (124-124,2 M).	40
FIGURA 3.12 LIMOLITA SOBRE ESTRATO PORTADOR DE LAS ICNITAS, SECCIÓN C2 (124,2 A 124,21 M).	41
FIGURA 3.13 EQUINOIDEO (ERIZO DE MAR) EN <i>GRAINSTONE</i> , SECCIÓN C2 (129,5 M A 130 M).	42
FIGURA 3.14 SECCIÓN C3 DE LA FORMACIÓN BAÑOS DEL FLACO.	43
FIGURA 3.15 PISOIDES EN <i>GRAINSTONE</i> , SECCIÓN C3 (129,5 M A 130 M).	44
FIGURA 3.16 NIVEL DE FRAGMENTOS DE OSTRAS, EN <i>GRAINSTONE</i> , SECCIÓN C3 (161 M Y 161,5 M).	45
FIGURA 3.17 INTERCALACIÓN RÍTMICA DE LUTITA CALCÁREA CON <i>GRAINSTONE</i> LUTÍTICO, SECCIÓN C3 (218 M A 225,5 M).	46
FIGURA 3.18 SECCIÓN C4 DE LA FORMACIÓN BAÑOS DEL FLACO.	47
FIGURA 3.19 ARRECIFE FÓSIL DE CORAL, SECCIÓN C4 (145 M A 146,68 M).	48
FIGURA 3.20 AFLORAMIENTO DE LA SECCIÓN C4.	49
FIGURA 3.21 FÓSILES BIEN PRESERVADOS EN <i>GRAINSTONE</i> , SECCIÓN C4 (149,58 M A 151,2 M).	49
FIGURA 3.22 AFLORAMIENTO DE LA SECCIÓN C5 DE LA FORMACIÓN BAÑOS DEL FLACO.	50
FIGURA 3.23 SECCIÓN C5 DE LA FORMACIÓN BAÑOS DEL FLACO.	51
FIGURA 3.24 INTERCALACIÓN RÍTMICA DE LUTITAS CALCÁREAS Y <i>GRAINSTONE</i> LUTÍTICO, SECCIÓN C5 (218 M A 294,2 M).	52
FIGURA 3.25 ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS, SECCIÓN C5 (218 M A 294,2 M).	53
FIGURA 3.26 BELEMNITES, SECCIÓN C5 (280,2M).	53
FIGURA 3.27 AFLORAMIENTO DE <i>GRAINSTONE</i> (294,2 M A 300,2 M) Y ARENISCA CALCÁREA (300,2 M A 302,2 M) EN SECCIÓN C5.	55
FIGURA 3.28 INTERCALACIONES RÍTMICAS DE CALIZA CON ARENISCAS Y LUTITAS, SECCIÓN C5.	56
FIGURA 3.29 CONCRECIONES EN CALIZAS, SECCIÓN C5 (372,2 M).	56
FIGURA 3.30 AMMONITE EN CONCRECIÓN, SECCIÓN C5 (372,2 M).	57

FIGURA 3.31 FÓSILES EN CALIZAS, SECCIÓN C5 (356 M A 379,2 M).....	58
FIGURA 3.32 ICNOFÓSILES DE TIPO MADRIGUERA, SECCIÓN C5 (407,8 M A 433,2 M).....	59
FIGURA 3.33 CALIZAS DE LA FORMACIÓN BAÑOS DEL FLACO INTRUIDAS POR DIQUE, SECCIÓN C5 (394 M).....	59
FIGURA 3.34 SECCIÓN C6 DE LA FORMACIÓN BAÑOS DEL FLACO..	60
FIGURA 3.35 DROPSTONE, SECCIÓN C6 (304,25 M).	62
FIGURA 3.36 BIOTURBACIÓN EN GRAINSTONE, SECCIÓN C6 (305,7 M A 309,7 M).....	63
FIGURA 3.37 CONTENIDO FÓSIL EN GRAINSTONE, SECCIÓN C6 (305,7 M A 309,7 M).	63
FIGURA 3.38 SECCIÓN C7 DE LA FORMACIÓN BAÑOS DEL FLACO..	64
FIGURA 3.39 INTERCALACIÓN DE <i>GRAINSTONE</i> ARENOSO CON ARENITA FELDESPÁTICA CALCÁREA, SECCIÓN C7 (0 M A 7 M).	65
FIGURA 3.40 CONTENIDO FÓSIL, SECCIÓN C7 (18 M A 28 M)..	66
FIGURA 3.41 INTERCALACIÓN DE ARENISCA CALCÁREA VERDE (FLECHA ROJA) CON <i>GRAINSTONE</i> ARENOSO (FLECHA NEGRA). SECCIÓN C7 (28 M A 36M).....	67
FIGURA 3.42 ESTRATIFICACIÓN CRUZADA, SECCIÓN C7 (72 M).....	68
FIGURA 3.43 CORRELACIÓN ESTRATIGRÁFICA DE LAS SIETE SECCIONES DE LA FORMACIÓN BAÑOS DEL FLACO.....	69
FIGURA 3.44 COLUMNA GENERAL DE LA FORMACIÓN BAÑOS DEL FLACO.	71
FIGURA 4.1 UBICACIÓN DE SECCIONES DELGADAS EN LA COLUMNA 1 DE LA FORMACIÓN BAÑOS DEL FLACO.	77
FIGURA 4.2 A: NBF/C1/125. CEMENTO CARBONATADO (FLECHA ROJA) EN ARENITA FELDESPÁTICA LUTÍTICA. B: NBF/C1/32,2. CEMENTO CARBONATADO (FLECHA ROJA) EN ARENITA FELDESPÁTICA LUTÍTICA. C: NBF/C1/105. CALCIESFERA (FLECHA ROJA) EN <i>WACKSTONE</i> . D: NBF/C1/105,4. <i>GRAINSTONE</i> ARENOSO. A: ALGA. B: BIVALVO. E: NBF/C1/105, 4. CONTENIDO FÓSIL. A: INOCERÁMIDO. B: ALGA CON ESTRUCTURA ESTROMATOLÍTICA. C: BRIOZOO. F: NBF/C1/107. BIVALVO (FLECHA ROJA) EN <i>WACKSTONE</i> ARENOSO. G: NBF/C1/110. ALGA (FLECHA NEGRA) EN <i>PACKSTONE</i> . H: NBF/C1/112. GASTERÓPODO (FLECHA ROJA) EN <i>PACKSTONE</i>	79
FIGURA 4.3 A: NBF/C1/114. <i>PACKSTONE</i> ARENOSO. A: ALGA. B: BRIOZOO. B: NBF/C1/116. <i>PACKSTONE</i> GRAVOSO. C: NBF/C1/116. ALGA (FLECHA AMARILLA) EN <i>PACKSTONE</i> GRAVOSO. A: SILICIFICACIÓN (CALCEDONIA). D: NBF/C1/117. <i>PACKSTONE</i> ARENOSO. A: BRIOZOO. B: CALCIESFERA. E: NBF/C1/119. FORAMINÍFERO MILIÓLIDO (FLECHA NEGRA) EN CALCI-LUTITA. F: NBF/C1/119. GASTERÓPODO (FLECHA NEGRA) EN CALCI-LUTITA. G: NBF/C1/120. ARENITA FELDESPÁTICA CALCÁREA. H: NBF/C1/120. A: BRIOZOO. B: OSTRA. C: ESPÍCULA CALCÁREA.	80
FIGURA 4.4 UBICACIÓN DE SECCIONES DELGADAS EN LA COLUMNA 2 DE LA FORMACIÓN BAÑOS DEL FLACO.	82
FIGURA 4.5 A: NBF/C2/123,9. ARENITA LÍTICA CALCÁREA. A: ALGA. B: NBF/C2/124,1. <i>GRAINSTONE</i> GRAVOSO. A: ALGA. C: NBF/C2/124,1. <i>GRAINSTONE</i> GRAVOSO. A: BIVALVO. D-E: NBF/C2/124,2. LIMOLITA. F-G: NBF/C2/124,3. LIMOLITA. H: NBF/C2/129,5. <i>GRAINSTONE</i> . A: ALGA. B: BIVALVO.	83
FIGURA 4.6 UBICACIÓN DE SECCIONES DELGADAS EN LA COLUMNA 3 DE LA FORMACIÓN BAÑOS DEL FLACO.	85
FIGURA 4.7 A: NBF/C3/129,6. PISOIDE EN <i>GRAINSTONE</i> . A: ALGA. B: NBF/C3/129,6. INOCERÁMIDO (FLECHA ROJA).C: NBF/C3/129,6. PISOIDES (FLECHA ROJA). A: ALGA. D: NBF/C3/136. BIVALVOS (FLECHA NEGRA) EN <i>GRAINSTONE</i> . E: NBF/C3/140. ARENITA FELDESPÁTICA CALCÁREA. F: NBF/C3/148. BRIOZOO (FLECHA NEGRA) EN <i>GRAINSTONE</i> ARENOSO. G: NBF/C3/148. A: SILICIFICACIÓN EN OSTRA. H: NBF/C3/149. CEMENTO CARBONATADO (FLECHA AMARILLA) EN ARENITA FELDESPÁTICA CALCÁREA.	87
FIGURA 4.8 A: NBF/C3/151. OOIDES (FLECHA AMARILLA) EN <i>GRAINSTONE</i> . B: NBF/C3/151. SERPÚLIDOS (FLECHA ROJA) EN <i>GRAINSTONE</i> . C: NBF/C3/154. OOIDES (FLECHA AMARILLA) EN <i>GRAINSTONE</i> LUTÍTICO. A: BIVALVO. D: NBF/C3/154. OOIDES (FLECHA AMARILLA) EN <i>GRAINSTONE</i> LUTÍTICO. E: NBF/C3/157. OOIDES (FLECHA AMARILLA) EN <i>GRAINSTONE</i> . A: ALGA. F: NBF/C3/157. SERPÚLIDOS <i>CARPATHIELLA</i> (FLECHA ROJA) EN <i>GRAINSTONE</i> . G: NBF/C3/162,3. OOIDES (FLECHA AMARILLA) Y CALCIESFERAS (FLECHA ROJA) EN <i>GRAINSTONE</i> . H: NBF/C3/162,3. SILICIFICACIÓN EN CALCIESFERAS (FLECHA ROJA).	88

FIGURA 4.9 A: NBF/C3/163.4. <i>PACKSTONE</i> ARENOSO. B: NBF/C3/163.4. SILICIFICACIÓN EN CALCIESFERAS (FLECHA AMARILLA). A: BIVALVO. C: NBF/C3/188. OSTRAS (FLECHA ROJA) EN <i>GRAINSTONE</i> . D: NBF/C3/192. LUTITA CALCÁREA. E-F: NBF/C3/208. LUTITA CALCÁREA.	89
FIGURA 4.10 UBICACIÓN DE SECCIONES DELGADAS EN LA COLUMNA 4 DE LA FORMACIÓN BAÑOS DEL FLACO.	90
FIGURA 4.11 A: NBF/C4/147. BIVALVOS (FLECHA ROJA) EN <i>GRAINSTONE</i> ARENOSO. B: NBF/C4/147. ESPÍCULA CALCÁREA (FLECHA AMARILLA) EN <i>GRAINSTONE</i> ARENOSO. C: NBF/C4/150. BRIOZOO (FLECHA ROJA) EN <i>GRAINSTONE</i> . D: NBF/C4/150. VISTA GENERAL DE <i>GRAINSTONE</i>	91
FIGURA 4.12 UBICACIÓN DE SECCIONES DELGADAS EN LA COLUMNA 5 DE LA FORMACIÓN BAÑOS DEL FLACO.	92
FIGURA 4.13 A: NBF/C5/228. CALCIESFERAS (FLECHA AMARILLA) EN <i>GRAINSTONE</i> LUTÍTICO. B-C: NBF/C5/232. FORAMINÍFEROS MILIÓLIDOS (FLECHAS ROJA Y NEGRA) EN <i>GRAINSTONE</i> LUTÍTICO. D: NBF/C5/265,2. CALCIESFERAS (FLECHA AMARILLA) EN LUTITA CALCÁREA. E: NBF/C5/277,8. BRAQUIÓPODO (FLECHA AMARILLA) EN <i>GRAINSTONE</i> LUTÍTICO. F: NBF/C5/292,2. <i>GRAINSTONE</i> . G: NBF/C5/294,2. BRAQUIÓPODO (FLECHA AMARILLA) EN <i>GRAINSTONE</i> . H: NBF/C5/294,2. A: ALGA. B: GLAUCONITA.	95
FIGURA 4.14 A: NBF/C5/300,2. <i>GRAINSTONE</i> . A: BRIOZOO. B: BRAQUIÓPODO. B: NBF/C5/300,2. ESPÍCULAS DE HIALOESPONJA (FLECHA ROJA). C: NBF/C5/300,2. A: ALGA. B: BRAQUIÓPODO. D: NBF/C5/302,6. GLAUCONITA (FLECHA BLANCA) EN ARENITA LÍTICA LUTÍTICA. E: NBF/C5/306,2. <i>GRAINSTONE</i> ARENOSO. F: NBF/C5/306,2. ESPÍCULA DE HIALOESPONJA (FLECHA ROJA). G: NBF/C5/314,2. GLAUCONITA (FLECHA BLANCA) EN LUTITA CALCÁREA. H: NBF/C5/315,2. <i>GRAINSTONE</i> ARENOSO.	96
FIGURA 4.15 A: NBF/C5/335,2. <i>GRAINSTONE</i> ARENOSO. B: NBF/C5/335,2. ESPÍCULA DE HIALOESPONJA (FLECHA AMARILLA). C: NBF/C5/372,2. <i>GRAINSTONE</i> ARENOSO. A: ESPÍCULA DE HIALOESPONJA. D: NBF/C5/393. <i>GRAINSTONE</i> ARENOSO. A: BRAQUIÓPODO.	97
FIGURA 4.16 UBICACIÓN DE SECCIONES DELGADAS EN LA COLUMNA 6 DE LA FORMACIÓN BAÑOS DEL FLACO.	98
FIGURA 4.17 A: NBF/C6/303,9. BRAQUIÓPODO (FLECHA ROJA) EN <i>GRAINSTONE</i> . B: NBF/C6/304,2. ALGAS (FLECHA ROJA) EN <i>GRAINSTONE</i> ARENOSO. C: NBF/C6/304,3. ANDESITA. FLECHA AMARILLA INDICA PLAGIOCLASA. D: NBF/C6/328,4. FORAMINÍFERO ROTÁLIDO (FLECHA AMARILLA) EN ARENITA FELDESPÁTICA.	99
FIGURA 4.18 UBICACIÓN DE SECCIONES DELGADAS EN LA COLUMNA 7 DE LA FORMACIÓN BAÑOS DEL FLACO.	100
FIGURA 4.19 A: NBF/C7/14. FORAMINÍFERO BENTÓNICO (FLECHA AMARILLA) EN ARENITA FELDESPÁTICA LUTÍTICA CALCÁREA. B: NBF/C7/14. BRAQUIÓPODO (FLECHA NEGRA). C: NBF/C7/42. CALIZA CRISTALINA. D: NBF/C7/47. OSTRA (FLECHA BLANCA) EN <i>GRAINSTONE</i> ARENOSO. E: NBF/C7/54. CEMENTO CARBONATADO (FLECHA ROJA) EN ARENITA LÍTICA CALCÁREA. F-G: NBF/C7/62. CEMENTO CARBONATADO POIKILOTÓPICO (FLECHAS AMARILLA Y ROJA) EN ARENITA LÍTICA CALCÁREA. H: NBF/C7/62,5. ARENITA FELDESPÁTICA. A: ESPÍCULA CALCÁREA.	102
FIGURA 5.1 DISTRIBUCIÓN DE LOS ESPECÍMENES FÓSILES INVERTEBRADOS EN LA COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA FORMACIÓN BAÑOS DEL FLACO AL NORTE DEL RÍO TINGUIRIRICA.	106
FIGURA 5.2 AMMONITES DE LA FORMACIÓN BAÑOS DEL FLACO.	107
FIGURA 5.3 BELEMNITES DE LA FORMACIÓN BAÑOS DEL FLACO.	108
FIGURA 5.4 BIVALVOS DE LA FORMACIÓN BAÑOS DEL FLACO.	109
FIGURA 5.5 ESCAFÓPODOS DE LA FORMACIÓN BAÑOS DEL FLACO.	110
FIGURA 5.6 BRAQUIÓPODOS DE LA FORMACIÓN BAÑOS DEL FLACO.	111
FIGURA 5.7 GASTERÓPODO Y SERPÚLIDO DE LA FORMACIÓN BAÑOS DEL FLACO.	112
FIGURA 5.8 CORALES DE LA FORMACIÓN BAÑOS DEL FLACO.	113
FIGURA 5.9 IMÁGENES SEM DE LOS CORALES DE LA ZONA DE ESTUDIO.	114
FIGURA 5.10 EQUINOIDEO DE LA FORMACIÓN BAÑOS DEL FLACO.	115
FIGURA 6.1 MODELO DE PERFIL GENERALIZADO DE LA LÍNEA DE COSTA. SUBAMBIENTES, PROCESOS Y FACIES ASOCIADOS. (READING, 1996).	116

FIGURA 6.2 ASOCIACIONES DE FACIES EN LA FORMACIÓN BAÑOS DEL FLACO.....	128
6.3 BLOQUE DIAGRAMA DEL MODELO DE LOS PALEOAMBIENTES SEDIMENTARIOS DE LA FORMACIÓN BAÑOS DEL FLACO, EN LA SECCIÓN NORTE DEL RÍO TINGUIRIRICA..	129

LISTA DE TABLAS

TABLA 6.1 TABLA DE DESCRIPCIÓN DE LAS ASOCIACIONES DE FACIES DE LA FORMACIÓN BAÑOS DEL FLACO. ASOCIACIONES DE FACIES, FACIES, COMPONENTES BIOCLÁSTICOS, COMPONENTES NO BIOCLÁSTICOS, ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS Y BIOGÉNICAS, ENERGÍA DEL AMBIENTE, Y AMBIENTES DEPOSICIONALES.	120
---	-----

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C1/25.....	138
ANEXO 2 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C1/32,2.....	139
ANEXO 3 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C1/105.....	140
ANEXO 4 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C1/105,4.....	141
ANEXO 5 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C1/107.....	142
ANEXO 6 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C1/110.....	143
ANEXO 7 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C1/112.....	144
ANEXO 8 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C1/114.....	145
ANEXO 9 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C1/116.....	146
ANEXO 10 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C1/117.....	147
ANEXO 11 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C1/119.....	148
ANEXO 12 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C1/120.....	149
ANEXO 13 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C2/123,9.....	150
ANEXO 14 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C2/124,1.....	151
ANEXO 15 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C2/124,2.....	152
ANEXO 16 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C2/124,3.....	153
ANEXO 17 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C2/129,5.....	154
ANEXO 18 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C3/129,6.....	155
ANEXO 19 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C3/136.....	156
ANEXO 20 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C3/140.....	157
ANEXO 21 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C3/148.....	158
ANEXO 22 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C3/149.....	159
ANEXO 23 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C3/151.....	160
ANEXO 24 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C3/154.....	161
ANEXO 25 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C3/157.....	162
ANEXO 26 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C3/162,3.....	163
ANEXO 27 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C3/163,4.....	164
ANEXO 28 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C3/188.....	165
ANEXO 29 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C3/192.....	166
ANEXO 30 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C3/208.....	167
ANEXO 31 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C4/147.....	168
ANEXO 32 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C4/150.....	169
ANEXO 33 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C5/228.....	170
ANEXO 34 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C5/232.....	171
ANEXO 35 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C5/265,2.....	172
ANEXO 36 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C5/277,8.....	173
ANEXO 37 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C5/292,2.....	174
ANEXO 38 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C5/294,2.....	175
ANEXO 39 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C5/300,2.....	176
ANEXO 40 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C5/302,6.....	177
ANEXO 41 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C5/306,2.....	178
ANEXO 42 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C5/314,2.....	179

ANEXO 43 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C5/315,2.....	180
ANEXO 44 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C5/335,2.....	181
ANEXO 45 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C5/372,2.....	182
ANEXO 46 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C5/393.....	183
ANEXO 47 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C6/303,9.....	184
ANEXO 48 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C6/304,2.....	185
ANEXO 49 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C6/304,3.....	185
ANEXO 50 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C6/328,4.....	186
ANEXO 51 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C7/0.....	187
ANEXO 52 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C7/1.....	188
ANEXO 53 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C7/3.....	189
ANEXO 54 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C7/14.....	190
ANEXO 55 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C7/14,7.....	191
ANEXO 56 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C7/42.....	192
ANEXO 57 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C7/47.....	193
ANEXO 58 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C7/54.....	194
ANEXO 59 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C7/62.....	195
ANEXO 60 TABLA DE DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LA ROCA NBF/C7/62,5.....	196

RESUMEN

La Formación Baños del Flaco es de origen marino, que en la sección al norte del río Tinguiririca presenta un espesor de 433,2 m. Su litología consiste en conglomerados brechosos, calizas de tipo wackestone, packstone y grainstone, areniscas calcáreas, lutitas calcáreas, y en menor proporción conglomerados finos; se presentan también intercalaciones de lutita y caliza, y caliza y arenisca. La riqueza en el registro fósil está compuesta por ammonites, bivalvos, gasterópodos, braquiópodos, belemnites, escafópodos, algas, briozoos, equinodermos, equinoideos, corales, serpulidos, foraminíferos bentónicos, y porífera, además de contener ooides, pisoides, pellets y calciesferas. En base al registro de *Windhauseniceras* sp., *Micracanthoceras microcanthum*, y *Substeueroceras* sp. se asigna esta sección de la Formación Baños del Flaco a una edad comprendida entre el Titoniano al Berriasiano Inferior. En esta sección se presentan facies documentadas por primera vez: framestone de corales, y estrato de caliza con huellas de dinosaurio. A partir del estudio de litofacies, biofacies y microfacies se determinan cuatro paleoambientes deposicionales de plataforma: (1) playa frontal (foreshore), (2) frente de playa superior (upper shoreface), (3) frente de playa inferior (lower shoreface), y (4) transición de costa afuera (offshore transition). El registro de belemnites *Cylindrotheutis* e inocerámidos de la especie *Anopaea callistoensis* en facies específicas sugieren la presencia de aguas frías de fondo marino.

Palabras claves: Chile Central, facies, plataforma marina, playa frontal, frente de playa, transición de costa afuera, dropstone, paleontología de invertebrados.

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de grado está enmarcado dentro del proyecto Fondecyt N° 11140176, titulado “Global warming or cooling during the Jurassic – Cretaceous transition”, de la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología (CONICYT) del Estado de Chile, que tiene como investigador responsable el Dr. Christian Salazar, geólogo-paleontólogo de Chile. En él se contempla el estudio de formaciones geológicas de la zona central de Chile. Una de ellas es la Formación Baños del Flaco, la cual es el objeto de estudio de este trabajo de grado.

1.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Actualmente existe una problemática con respecto a los eventos estratigráficos y paleontológicos que se dieron durante el límite Jurásico-Cretácico en Chile Central, por lo que el proyecto Fondecyt, en el cual se enmarca este proyecto de grado, tiene como objetivo dar respuestas a esa problemática por medio del estudio de diversas formaciones de Chile Central, entre ellas la Formación Baños del Flaco.

Los estudios realizados en la Formación Baños del Flaco en el valle del río Tinguiririca comprenden en su mayoría la ladera sur, existiendo en la ladera norte solo un trabajo de reconstrucción paleoambiental en uno de los afloramientos (Moreno y Pinto, 2002).

De esta manera el presente trabajo, que se lleva a cabo en la Formación Baños del Flaco al norte del río Tinguiririca, es un aporte a la estratigrafía y paleontología de la transición Jurásico-Cretácico en Chile Central, sirviendo como herramienta para el desarrollo de los objetivos del proyecto en el cual se enmarca este trabajo. Además, amplía la información sobre los paleoambientes de depositación de la Formación Baños del Flaco.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Realizar los estudios de petrografía, paleontología y ambientes sedimentarios de la Formación Baños del Flaco en la ladera norte del Río Tinguiririca, Chile Central.

1.2.2 Objetivos específicos

- Realizar un detallado levantamiento estratigráfico y paleontológico de la Formación Baños del Flaco.
- Obtener la columna estratigráfica de la Formación Baños del Flaco a partir de la correlación de las secciones levantadas en campo.
- Describir petrográficamente las secciones delgadas y clasificar las rocas.
- Determinar los fósiles tomados en campo, la bioestratigrafía y edad de la formación.
- Determinar las facies sedimentarias y asociarlas para determinar e interpretar los ambientes sedimentarios de la Formación Baños del Flaco.

1.3 METODOLOGÍA

Este trabajo se basa en el mapa geológico “Geología de la Cordillera de los Andes de Chile Central” (boletín N°8, escala 1:150.000, Klohn (1960)) del “Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) (ir a Figura 2.3).

Trabajo de campo: Trabajo de campo de 18 días en la Formación Baños del Flaco en la ladera norte del río Tinguiririca durante el mes de enero y los primeros días de febrero del 2015,. Esta etapa consistió en el levantamiento estratigráfico y paleontológico detallado de siete columnas estratigráficas en distintos afloramientos, y a partir de la correlación entre ellas se obtuvo una columna estratigráfica generalizada de 433.2 m de espesor total, teniendo en cuenta correcciones de espesores en campo. El levantamiento inicia desde el contacto base de la Formación Baños del Flaco con la Formación Río Damas. La toma de

muestras de roca se realizó cada dos metros y/o en cada variación litológica. Se recolectaron en campo 151 muestras de roca y 137 fósiles. Los fósiles fueron tomados en su mayoría in situ dentro de los estratos de roca.

Petrografía de secciones delgadas: Análisis de 60 secciones delgadas de rocas sedimentarias con microscopio de luz polarizada del laboratorio de mineralogía óptica de la Universidad Nacional Andrés Bello (campus República) en Santiago de Chile.

La clasificación de rocas siliciclásticas se basa en Pettijohn et al. (1987) (Figura 1.1), y la de rocas carbonatadas en la clasificación de Wright (1992) (Figura 1.2), quien revisó la clasificación de Dunham (1962) y Embry & Klovan (1971). La clasificación de rocas mixtas está basada en la propuesta de Mount (1985) (Figura 1.3). La descripción granulométrica es según el esquema de tamaño de grano basado en Wentworth (1922) (Figura 1.4).

Determinación de fósiles: La limpieza de fósiles se realizó mediante el método mecánico en el laboratorio de paleontología del Museo Nacional de Historia Natural de Chile (Santiago de Chile). Se determinaron 137 macrofósiles invertebrados con el apoyo del Dr. Christian Salazar, principalmente con base en Salazar y Stinnesbeck (2015) para ammonites, y la Memoria de Título de Maldonado (en prensa) para bivalvos y gasterópodos. Se tomaron imágenes con SEM a los corales para facilitar su determinación en los Laboratorios de la Universidad Nacional Andrés Bello (campus República) en Santiago de Chile.

Bioestratigrafía y Edad: La determinación de edad de la Formación Baños del Flaco es con base en el estudio de ammonites según Salazar (2012) y Salazar y Stinnesbeck (2015).

Facies y ambientes sedimentarios: La determinación de facies, asociación de facies, e interpretación de ambientes sedimentarios se basa principalmente en Reading (1996), Nichols (2009) y Scholle & Ulmer-Scholle (2003).

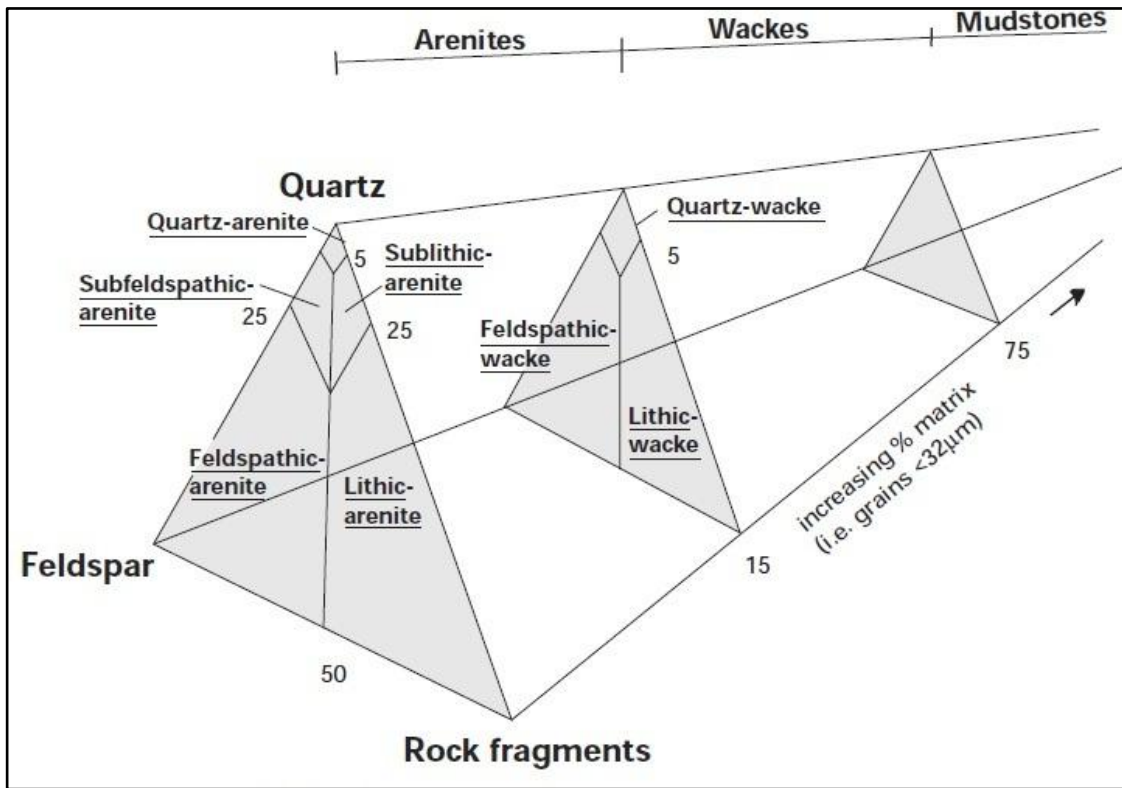


Figura 1.1 Clasificación de rocas sedimentarias siliciclásticas con base en la composición. Pettijohn et al. (1987).

DEPOSITIONAL				BIOLOGICAL			DIAGENETIC			
Matrix-supported (clay & silt grade)		Grain-supported		In situ organisms			Non-obliterative			Obliterative
<10% grains	>10% grains	with matrix	no matrix	Encrusting binding organisms	Organisms acted to baffle	Rigid organisms dominant	Main component is cement	Many grain contacts as microstylolites	Most grain contacts are microstylolites	Crystals > 10µm
Calci-mudstone	Wackestone	Pockstone	Grainstone	Boundstone	Bafflestone	Framestone	Cementstone	Condensed grainstone	Fitted grainstone	Sporstone
	Floatstone	Rudstone								Crystals < 10µm
	Grains > 2 mm									Microsparstone

Figura 1.2 Clasificación de rocas sedimentarias carbonatadas. Wright (1992).

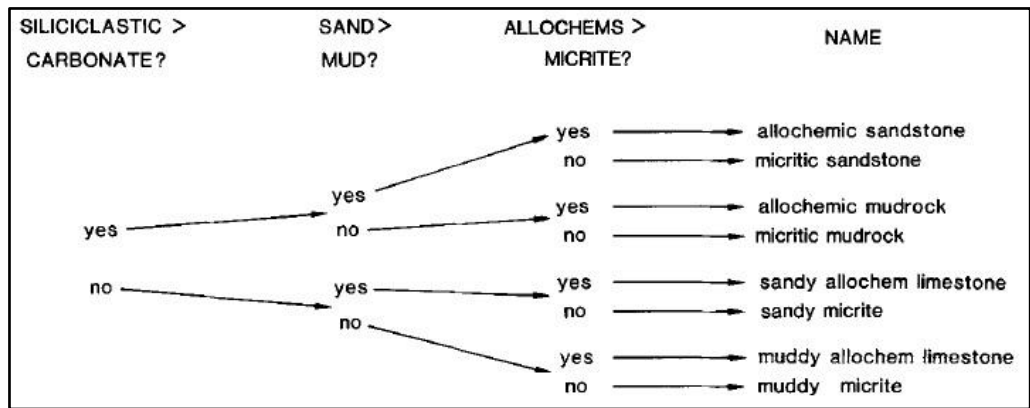


Figura 1.3 Propuesta de clasificación para rocas sedimentarias mixtas. Mount (1985).

ϕ values	Particle diameter (mm diam.)	Wentworth grades	Rock name
-6	64	Cobbles	Conglomerate
-2	4	Pebbles	
-1	2	Granules	Granulestone
0	1	Very coarse	Sandstone
1	0.5	Coarse	
2	0.25	Medium	
3	0.125	Fine	
4	0.0625	Very fine	
8	0.0039	Silt	Siltstone
		Clay	Claystone

Figura 1.4 Tabla de clasificación granulométrica con base en el tamaño de grano. Wentworth (1922).

Simbología y abreviaciones: La simbología utilizada en las columnas estratigráficas se muestra en la Figura 1.5 y las abreviaciones de minerales y componentes de roca se explican en la Figura 1.6.















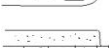

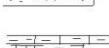




























Litología		Fósiles	
	Conglomerado brechoso		Amonite
	Caliza		Fragmento amonite
	Caliza arenosa		Bivalvo indeterminado
	Caliza lutítica		Fragmento bivalvo
	Arenisca		Inocerámido
	Arenisca calcárea		Fragmento inocerámido
	Limolita		Trigonia
	Lutita calcárea		Pectínido
	Intercalación Caliza arenosa / Arenisca calcárea		Ostra
	Intercalación Caliza lutítica / Lutita calcárea		Fragmento ostra
	Roca volcánica		Pholadomya
Iconofósiles y estructuras sedimentarias			Gasterópodo
	Iconofósiles tipo madriguera		Escafópodo
	Huellas de dinosaurio		Belemnite
	Laminación plana paralela		Serpúlido
	Laminación ondulada paralela		Braquiópodo
	Estratificación cruzada		Fragmento braquiópodo
	Imbricación		Arrecife de corales coloniales
	Estructura de carga		Equinoideo
	Concreción		Placa de equinodermo
	Dropstone		Briozoo
Asociaciones de facies			Fragmento briozoo
1	Playa frontal (foreshore)		Alga
2	Frente de playa superior (upper shoreface)		Fragmento alga
3	Frente de playa inferior (lower shoreface)		Foraminífero bentónico
4	Transición de costa afuera (offshore transition)		Espícula de Hialoesponja
			Espícula calcárea
			Pellets
			Calciesferas
			Ooides
			Pisoides

Figura 1.5 Simbología utilizada en las columnas estratigráficas.

Abreviaciones de minerales	
Cz:	Cuarzo
Gl:	Glauconita
Lv:	Lítico volcánico
Pl:	Plagioclasa

Figura 1.6 Abreviaciones de minerales y componentes de roca.

1.4 LOCALIZACIÓN ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio se sitúa en la Cordillera de los Andes de Chile Central, en la provincia de Colchagua (Región del Libertador General Bernardo O'Higgins), en cercanías a la localidad Termas del Flaco. Se estudió la sección aflorante de la Formación Baños del Flaco en la ladera norte del valle del río Tinguiririca (Figura 1.7).

1.5 VÍAS DE ACCESO

Para llegar a la zona de estudio desde Santiago de Chile debe tomarse la carretera Panamericana (Ruta 5 Sur) y recorrer ≈ 152 km hacia el sur para llegar al cruce de acceso de la ciudad de San Fernando (Provincia de Colchagua). Posteriormente, hacia el Este debe tomarse la ruta 145, que se dirige a la localidad Termas del Flaco. Este último trayecto consiste en 77 km, de los cuales 22 km son pavimentados y 55 km de ripio. Luego, para acceder a los afloramientos de la Formación Baños del Flaco en la ladera norte del valle del Río Tinguiririca, debe tomarse el sendero turístico que se dirige hacia el sitio paleontológico de las huellas de dinosaurio, situado al noreste de Termas del Flaco (Figura 1.7). Este sitio paleontológico está aproximadamente en la parte central de la zona de estudio donde se hizo el levantamiento estratigráfico y paleontológico.

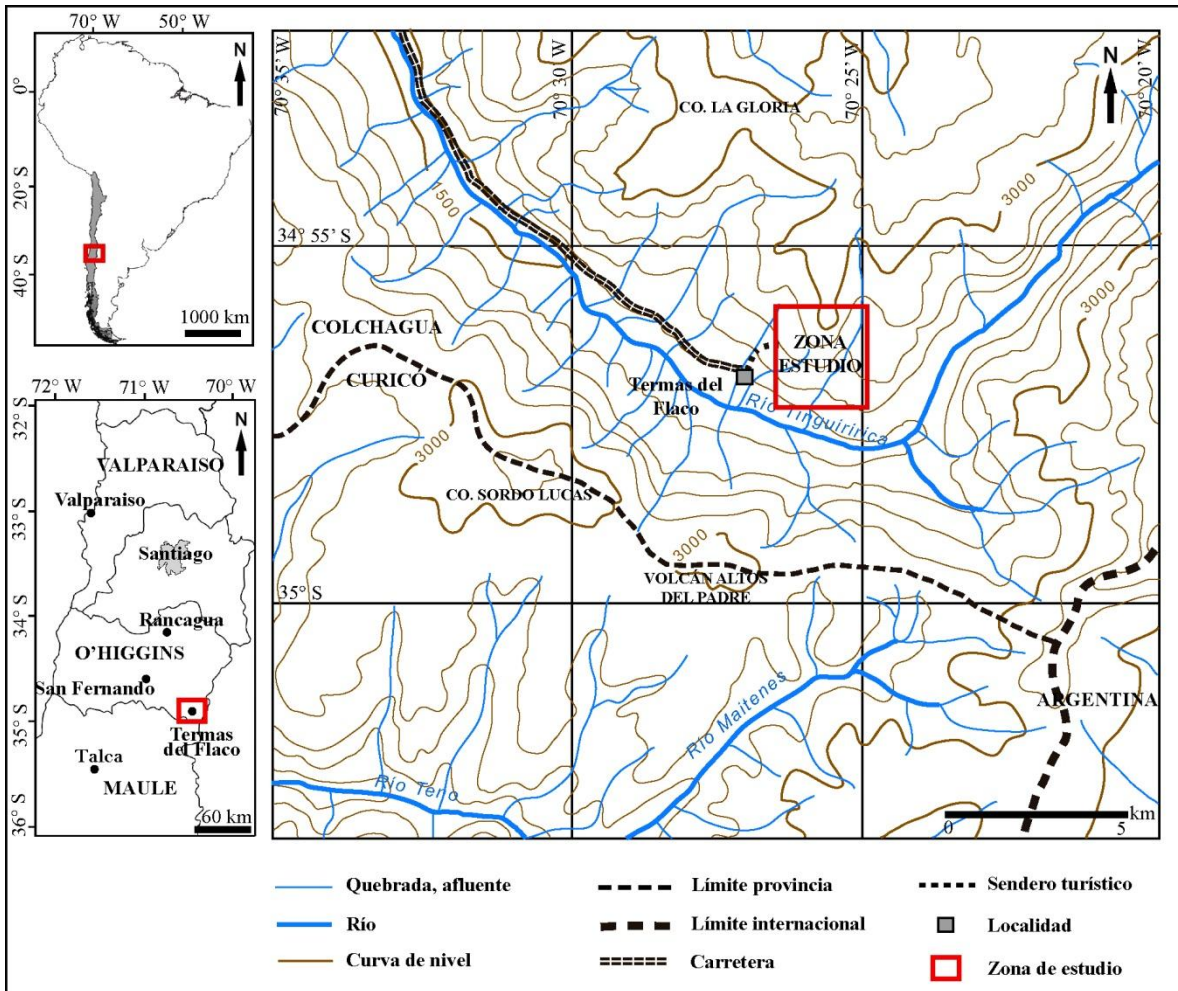


Figura 1.7 Mapa localización de la zona de estudio. Se ubica en la Formación Baños del Flaco en la ladera norte del río Tinguiririca, Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, Chile Central.

2. MARCO GEOLÓGICO

El Jurásico Superior - Cretácico Inferior (J/ K) en Chile Central está representado por las intercalaciones de rocas sedimentarias y volcánicas depositadas durante las primeras etapas de evolución del ciclo tectónico Andino, con el desarrollo de un arco magmático paralelo al margen oeste de Gondwana, y de cuencas de antearco y trasarco, y a su vez el desarrollo de dos ciclos de transgresión-regresión que dieron origen a sucesiones marinas y continentales (Charrier et al., 2007). Una de las formaciones que representa estos eventos en el trasarco de Chile Central es la Formación Baños del Flaco.

2.1 PALEOCLIMATOLOGÍA DEL JURÁSICO-CRETÁCICO

Durante el Jurásico Tardío la configuración paleogeográfica en La Tierra consistía en el supercontinente Pangea rodeado por el océano Panthalassa y el mar de Tethys en la margen este (Frakes et al., 1992). Esta paleogeografía permitió las condiciones extremas de clima en los continentes, generando tres principales cinturones climáticos (Hallam, 1985) (Figura 2.1): (1) un cinturón árido ecuatorial que se extendía desde la línea del ecuador hasta latitudes de 45-50°, (2) una zona de climas estacionalmente húmedos entre las latitudes 50° y 60°, y (3) climas templados y húmedos en las latitudes mayores.

Para el estudio correcto del clima a lo largo del Fanerozoico se ignoran los límites entre periodos y la historia del clima se divide en Modos del Clima, los cuales consisten en intervalos de tiempo en los que prevalecieron climas similares (Frakes et al., 1992). De esta manera, se tienen los Modos Frescos (*Cool Modes*) y Modos Cálidos (*Warm Modes*) del Fanerozoico (Frakes et al., 1992). Los Modos Frescos son tiempos de refrigeración global durante los cuales el hielo estaba presente en La Tierra, incluyendo tiempos de intensa glaciación donde los polos estaban permanentemente con capas de hielo, hasta intervalos en que las altas latitudes presentaban estaciones de frío, el cual era suficiente para formar hielo en invierno. Los registros más comunes que existen hoy en día sobre glaciaciones antiguas son las tillitas, estrías glaciares, *groove clasts*, y los bloques exóticos (“*dropstones*”) que consisten en clastos grandes en lutitas, de los cuales no hay evidencia de que hayan sido

transportados por arrastre, sino que habrían caído verticalmente producto del derretimiento del cuerpo de hielo que los contenía.

El intervalo Jurásico Medio a Cretácico Temprano ha sido asignado a un “Modo fresco” basado en evidencias de hielo, al menos estacional en altas latitudes, a pesar de que localmente o durante intervalos cortos se registran climas cálidos (Frakes et al., 1992). La cronología de las variaciones climáticas durante este intervalo evidencia que para el Oxfordiano, Kimmeridgiano y Titoniano habrían dominado los climas más cálidos del Modo Fresco, acompañado de un nivel del mar alto y la depositación de abundantes evaporitas y carbonatos. Para el Jurásico Tardío el clima era cálido y árido; y para el Cretácico Temprano el clima se tornó más húmedo y más fresco, acompañado de la formación de abundantes carbones y la disminución de evaporitas (Frakes et al., 1992). En el Cretácico Temprano se tienen evidencias de “*dropstones*” en altas latitudes (Frakes et al., 1992).

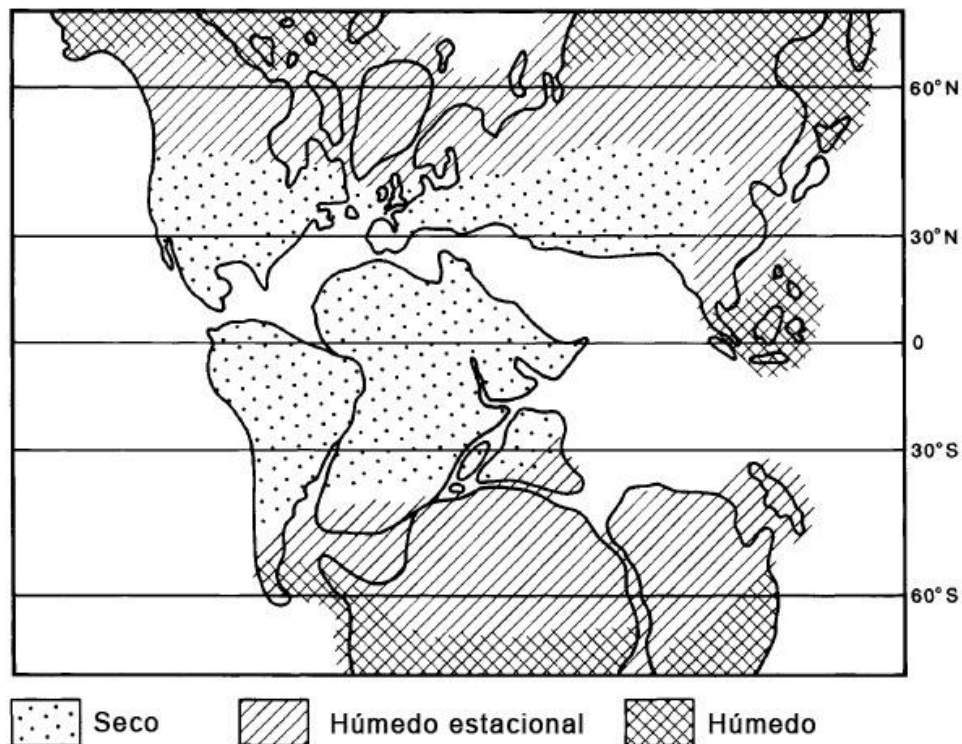


Figura 2.1 Paleogeografía y cinturones paleoclimáticos del Jurásico Tardío. Para este periodo en el supercontinente Pangea existieron tres cinturones climáticos: (1) árido ecuatorial desde la línea del Ecuador hasta latitudes de 45-50°, (2) estacionalmente húmedos entre latitudes 50° y 60°, y (2) templados y húmedos en latitudes mayores (Hallam, 1985).

2.2 EVOLUCIÓN GEOLÓGICA DEL JURÁSICO – CRETÁCICO EN CHILE CENTRAL

El ciclo tectónico Andino en Chile comienza en el Jurásico Temprano y continúa hasta el presente, y refleja la evolución del margen continental activo del oeste de Gondwana durante el fracturamiento de Sudamérica y África, comenzando con la reactivación del proceso de subducción, dando origen al magmatismo de arco Andino que ha continuado con su actividad hasta el día de hoy (Charrier et al., 2007).

Este ciclo se divide en el Periodo Temprano y Periodo Tardío y tres etapas (Figura 2.2): Primera Etapa, conformada por Primera Subetapa (Jurásico temprano tardío a Kimmeridgiano) y Segunda Subetapa (Kimmeridgiano-Titoniano a Albiano); Segunda Etapa, que se subdivide en Primera Subetapa (Cretácico temprano tardío a Cretácico tardío) y Segunda Subetapa (Paleoceno-Eoceno temprano); y Tercera Etapa (Paleógeno tardío al Presente) (Charrier et al., 2007).

En el norte y centro de Chile, la temprana evolución del ciclo tectónico Andino se dio en el Periodo Temprano en la Primera Etapa (Figura 2.2), la cual consistió en la formación de un arco magmático orientado Norte-Sur paralelo a la margen oeste de Gondwana, a lo largo de lo que hoy es la Cordillera de la Costa, y el desarrollo de una cuenca trasarco en su lado este (Charrier et al., 2007). Las condiciones tectónicas extensionales que dominaban en la margen continental favorecieron una actividad magmática intensa a lo largo del arco, y una abundante sedimentación en la cuenca de trasarco, así como también el emplazamiento de grandes batolitos (Charrier et al., 2007). Adicionalmente, durante las dos subetapas de la Primera Etapa se dieron dos ciclos de transgresión-regresión que tuvieron lugar en la cuenca de trasarco: el primero durante el Kimmeridgiano, y el segundo, del Kimmeridgiano al Aptiano-Albiano (Charrier et al., 2007). En Chile Central (30°S a 39°S), durante la evolución de la paleogeografía de la Primera Etapa, las dos subetapas (Figura 2.2) controlaron la sedimentación en la cuenca durante los dos ciclos de transgresión-regresión (Charrier et al., 2007).

ANDEAN TECTONIC CYCLE			
PERIODS*	STAGES**	SUBSTAGES**	AGE
Late Period	Third Stage	Second Substage	Late Paleogene to Present
		First Substage	Early Paleogene (Paleocene-Early Eocene)
	Second Stage	Second Substage	late Early Cretaceous to Late Cretaceous
Early Period	First Stage	Second Substage	Kimmeridgian-Tithonian to Albian
		First Substage	late Early Jurassic to Kimmeridgian

* Subdivision according to Coira et al. (1982)
 ** Subdivision according to this work

Figura 2.2 Subdivisiones del Ciclo Tectónico Andino en Chile desde el Jurásico temprano hasta el Presente. Periodo Temprano: contiene la Primera Etapa, la cual se subdivide en Primera Subetapa (Jurásico temprano tardío a Kimmeridgiano) y Segunda Subetapa (Kimmeridgiano-Titoniano a Albiano). Periodo Tardío: contiene la Segunda Etapa, que se subdivide en Primera Subetapa (Cretácico temprano tardío a Cretácico tardío) y Segunda Subetapa (Paleógeno temprano (Paleoceno-Eoceno temprano)), y la Tercera Etapa (Paleógeno tardío al Presente). (Charrier et al., 2007).

La **primera subetapa** (Toarciano a Kimmeridgiano) se caracteriza por el desarrollo de un arco volcánico de intensa actividad, con altas tasas de subsidencia, y una cuenca trasarco al Este, en donde el primer ciclo de transgresión-regresión tuvo lugar depositando sedimentos marinos. En la cuenca de trasarco, una de las formaciones que se depositaron durante la transgresión-regresión es la Formación Río Damas (Klohn, 1960). Como consecuencia de la regresión se depositaron en muchas regiones gruesos niveles evaporíticos del Oxfordiano llamados “Yeso principal” (Charrier et al., 2007).

La **segunda subetapa** (Kimmeridgiano-Titoniano a Albiano) se caracteriza por la evolución de tres dominios paleogeográficos, de Oeste a Este: Cuenca Antearco Lo Prado, Arco Volcánico Lo Prado-Pelambres y la Cuenca Trasarco Mendoza-Neuquén; y en segundo lugar por un segundo ciclo de transgresión-regresión; además, en esta subetapa la actividad en el arco disminuyó en algunas regiones de Chile (Charrier et al., 2007). Las formaciones correspondientes a cada dominio paleogeográfico son:

Cuenca Antearco Lo Prado: Formaciones marinas y continentales Lo Prado y La Lajuela (Rivano, 1996), Las Chilcas, Veta Negra y Lo Valle (Charrier et al., 2007).

Arco Volcánico Lo Prado-Pelambres: Se diferencian dos cinturones de arco de rocas: Uno en el oeste, en la región costera y el otro en los Andes Altos. Al volcanismo de arco en la región costera corresponden las intercalaciones volcánicas en los depósitos marinos y continentales de cuenca antearco de las Formaciones Lo Prado (Thomas, 1958) y La Lajuela (Vergara, 1969; Bravo, 2001); mientras que al volcanismo de los Andes Altos corresponden las intercalaciones volcánicas en la parte más oeste de los depósitos marinos de la cuenca trasarco Mendoza-Neuquén, y le corresponden las intercalaciones de lavas y tobas con sedimentitas finas y gruesas y calizas marinas de la Formación Los Pelambres (Charrier et al., 2007).

Cuenca Trasarco Mendoza-Neuquén: En la parte más al oeste de la cuenca trasarco Mendoza-Neuquén, se dio el segundo ciclo de transgresión-regresión durante el Jurásico Tardío al Cretácico temprano, depositando gruesas sucesiones sedimentarias (principalmente calcáreas) marinas neríticas a someras (plataforma externa), dando origen a las Formaciones San José (Aguirre, 1960), Lo Valdés (González, 1963; Hallam et al., 1986;) y Baños del Flaco (Klohn, 1960; González y Vergara, 1962; Covacevich et al., 1976; Charrier, 1981; Arcos, 1987), y en el episodio regresivo final se depositó una segunda capa delgada de gipsita llamada “Yeso secundario” o “Yeso Barremiano” en el techo de la Formación Río Colina (Klohn, 1960; González & Vergara, 1962; González, 1963; Charrier, 1981).

2.3 GEOLOGÍA REGIONAL

La geología regional (Figura 2.3) consiste en formaciones sedimentarias y volcánicas, intrusivos, depósitos volcánicos, y depósitos aluviales y glaciares (Klohn, 1960). Desde la más antigua a la más reciente, está conformada por las formaciones Nacientes del Teno (Bajociano inferior– Oxfordiano superior) (Klohn, 1960), Río Damas (Kimmeridgiano) (Klohn, 1960), Baños del Flaco (Titoniano medio – Berriasiano inferior) (Salazar y Stinnesbeck, 2015), Colimapu (Aptiano – Hauteriviano) (Martínez-Pardo y Osorio, 1963,), Coya-Machalí (Maastrichtiano) (Klohn, 1954), y Farellones (Terciario Inferior), las cuales son intruídas por granodioritas y rocas andesíticas (Cretácico – Terciario). Se presentan

también depósitos volcánicos (Terciario – Cuaternario) y aluviales y glaciales (Cuaternario) (Klohn, 1960).

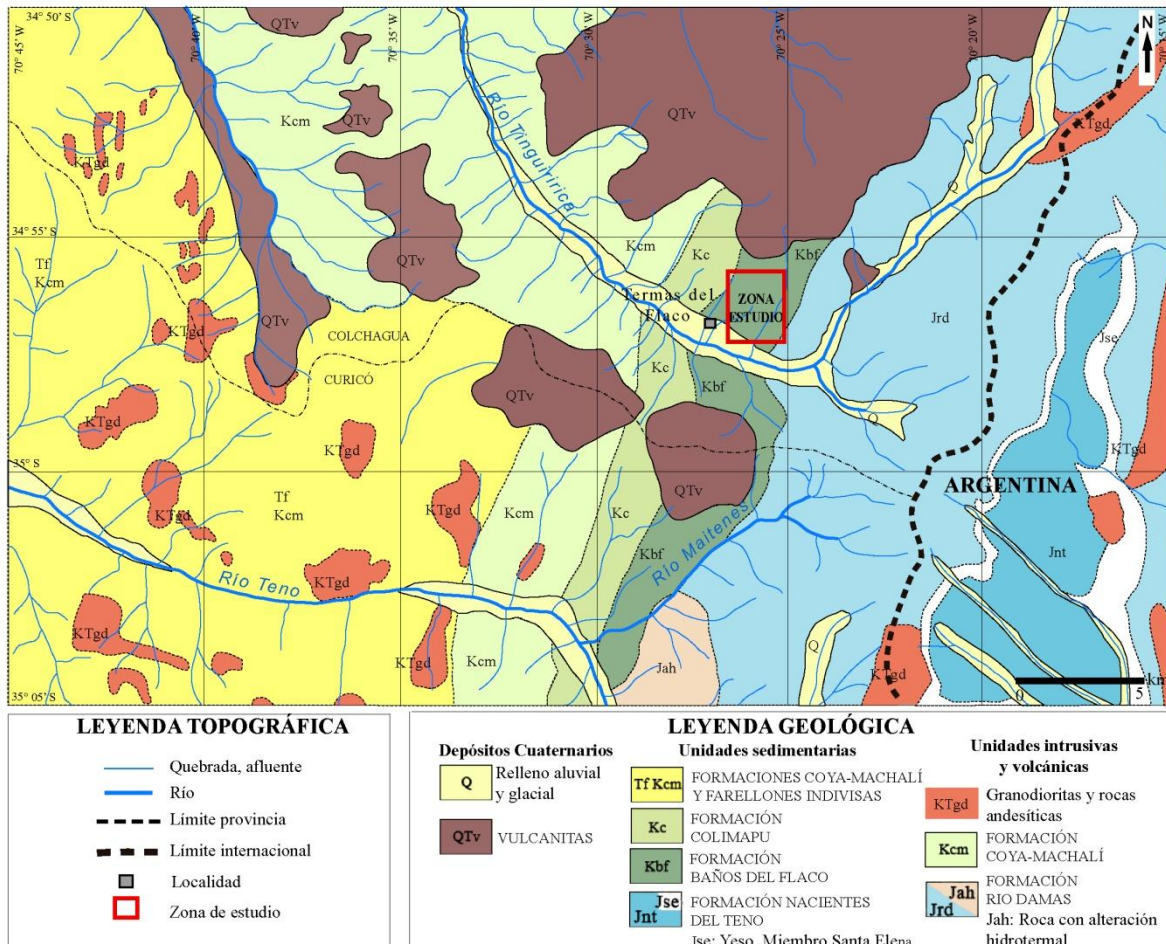


Figura 2.3 Mapa geológico de la zona de estudio. La geología está conformada por las Formaciones Nacientes del Teno (Bajociano Inferior – Oxfordiano Superior), Río Damas (Kimmeridgiano), Baños del Flaco (Turoniano medio – Berriasiano inferior), Colimapu (Aptiano – Hauteriviano), Coya-Machalí (Maastrichtiano), y Farellones (Terciario Inferior), intrusivos granodioríticos y andesíticos (Cretácico – Terciario), depósitos volcánicos (Terciario – Cuaternario), y depósitos aluviales y glaciares (Cuaternario). Basado en el mapa geológico de Klohn (1960).

2.3.1 Formación Baños del Flaco

Unidad de rocas sedimentarias definida inicialmente por Klohn en 1954 como “calcáreos de Baños del Flaco”, cuya localidad tipo se ubica en la ladera sur del valle del río Tinguiririca en cercanías a Termas del Flaco.

Está compuesta principalmente por calizas, calizas arenosas, y areniscas calcáreas; y en menor cantidad se presentan conglomerados, areniscas y lutitas calcáreas (Klohn, 1960; Covacevich et al., 1976). El espesor de esta unidad es muy variado ya a que en algunos lugares su techo está erosionado y cubierto discordantemente por la Formación Coya-Machalí (Charrier, 1981). En la localidad tipo el espesor total es de 369 m (Salazar, 2012), aunque en otras secciones se tienen espesores de entre 700 y 1000 m (Klohn, 1960),

Se dispone concordantemente sobre la Formación Río Damas y bajo la Formación Colimapu (Klohn, 1960).

Dentro de su contenido fósil se tienen ammonites, bivalvos, gasterópodos, nautiloideos, y escasos corales, equinoideos y esponjas (Salazar, 2012).

La Formación Baños del Flaco es de ambiente marino de *lower y upper shoreface* (Salazar, 2012), cuyos sedimentos se depositaron en una cuenca de aguas probablemente cálidas (Charrier, 1981), sobre el relieve irregular de la Formación Río Damas (Klohn, 1960) durante el segundo ciclo de transgresión-regresión que cubrió el ámbito de la Cordillera Principal, cuando la costa oeste se ubicaba al este de una región montañosa con actividad volcánica (Charrier, 1981). En la ladera norte del valle del río Tinguiririca, Moreno & Pino (2002) con base en huellas de dinosaurios y una asociación arrecifal hacen una interpretación paleoambiental indicando un ambiente de laguna costera en una plataforma somera carbonatada de clima tropical a subtropical.

La Formación Baños del Flaco en la sección tipo ha sido asignada al intervalo de edad Titoniano medio – Berriasiano inferior (Salazar, 2012).

3. SECCIONES ESTRATIGRÁFICAS

En la ladera norte del río Tinguiririca se realizó el levantamiento de siete columnas estratigráficas (C1, C2, C3, C4, C5, C6, y C7) en diferentes afloramientos de la zona de estudio (Figura 3.1), y se hizo desde la base al techo de la formación, es decir, de Este a Oeste en la zona de estudio.

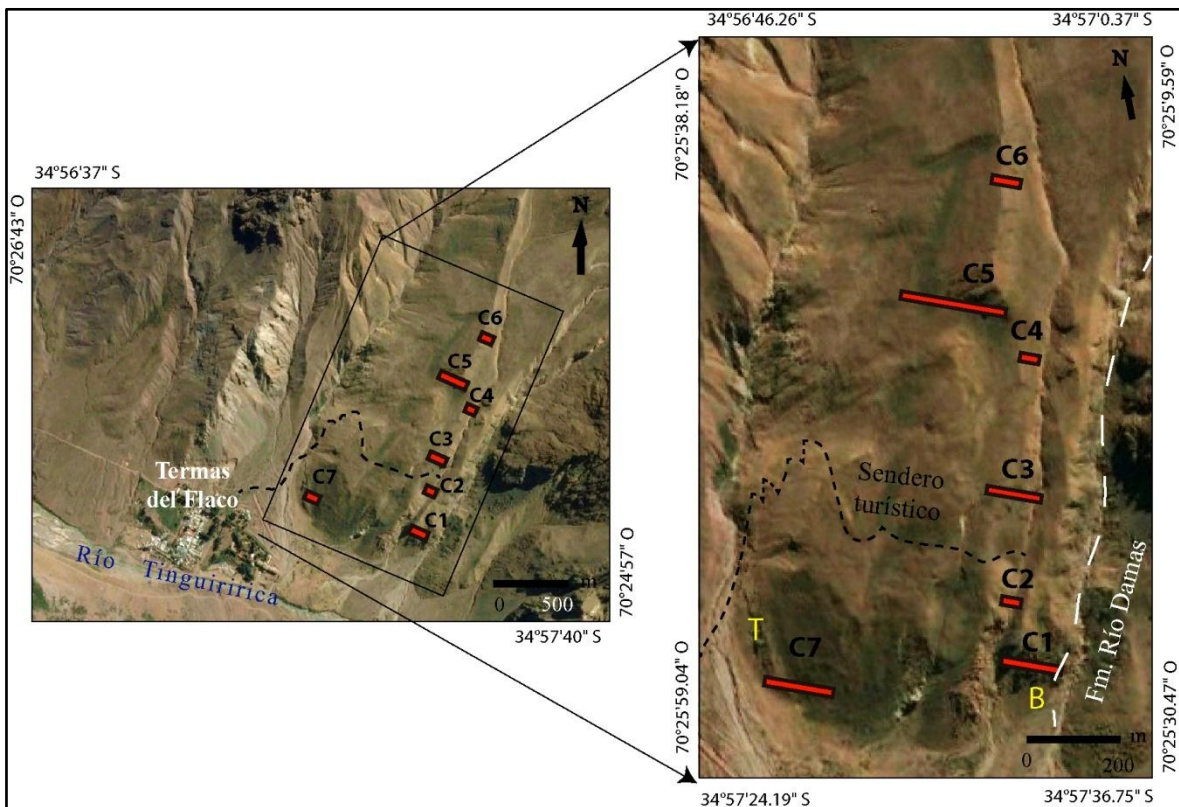


Figura 3.1 Mapa de ubicación de las siete columnas estratigráficas de la Formación Baños del Flaco. En la imagen se muestran los sitios de levantamiento estratigráfico de las secciones C1, C2, C3, C4, C5, C6 y C7. La línea blanca discontinua marca el contacto base de la Formación Baños del Flaco con la Formación Río Damas. Las letras mayúsculas amarillas B y T indican respectivamente la base y el techo de la Formación Baños del Flaco.

Datos estructurales: En la zona de estudio el rumbo preferencial de la Formación Baños del Flaco es Noreste (NE) con buzamiento promedio de 40° hacia el Noroeste (NW). Sin embargo, a partir de los 200 m hacia el techo los estratos se encuentran deformados, modificando el rumbo a noroeste (NW) y aumentando el buzamiento hacia el suroeste (SW). Los principales datos estructurales son: A los 60 m de la base se registra

N10E/54°NW. En el metro 200, sección C3, los estratos presentan deformación y registran una orientación de N55W/70°SW. En la sección C5 hasta los 250 m los estratos registran NS/48°W y sobre este nivel varían entre N25E/48°NW y N40E/45°NW. Hacia el techo, a partir del nivel 320 el rumbo varía entre N05E y NS, y el buzamiento aumenta llegándose a registrar valores desde 50° a 84° hacia el NW.

A continuación se describen detalladamente cada una de las siete secciones estratigráficas de la Formación Baños del Flaco.

3.1 SECCIÓN 1 (C1)

La sección 1 se dispone concordante y en contacto irregular sobre rocas volcánicas de composición ácida de la Formación Río Damas (Figura 3.2, Figura 3.3). Corresponde a la parte basal de la Formación Baños del Flaco. Contiene los niveles entre **0 m y 124,2 m** (Figura 3.3).



Figura 3.2 Afloramiento de la sección C1 de la Formación Baños del Flaco. Sobre rocas volcánicas de composición ácida de la Formación Río Damas (derecha) se dispone concordantemente y en contacto irregular las rocas sedimentarias de la Formación Baños del Flaco (izquierda). La línea segmentada marca el contacto entre las dos formaciones.

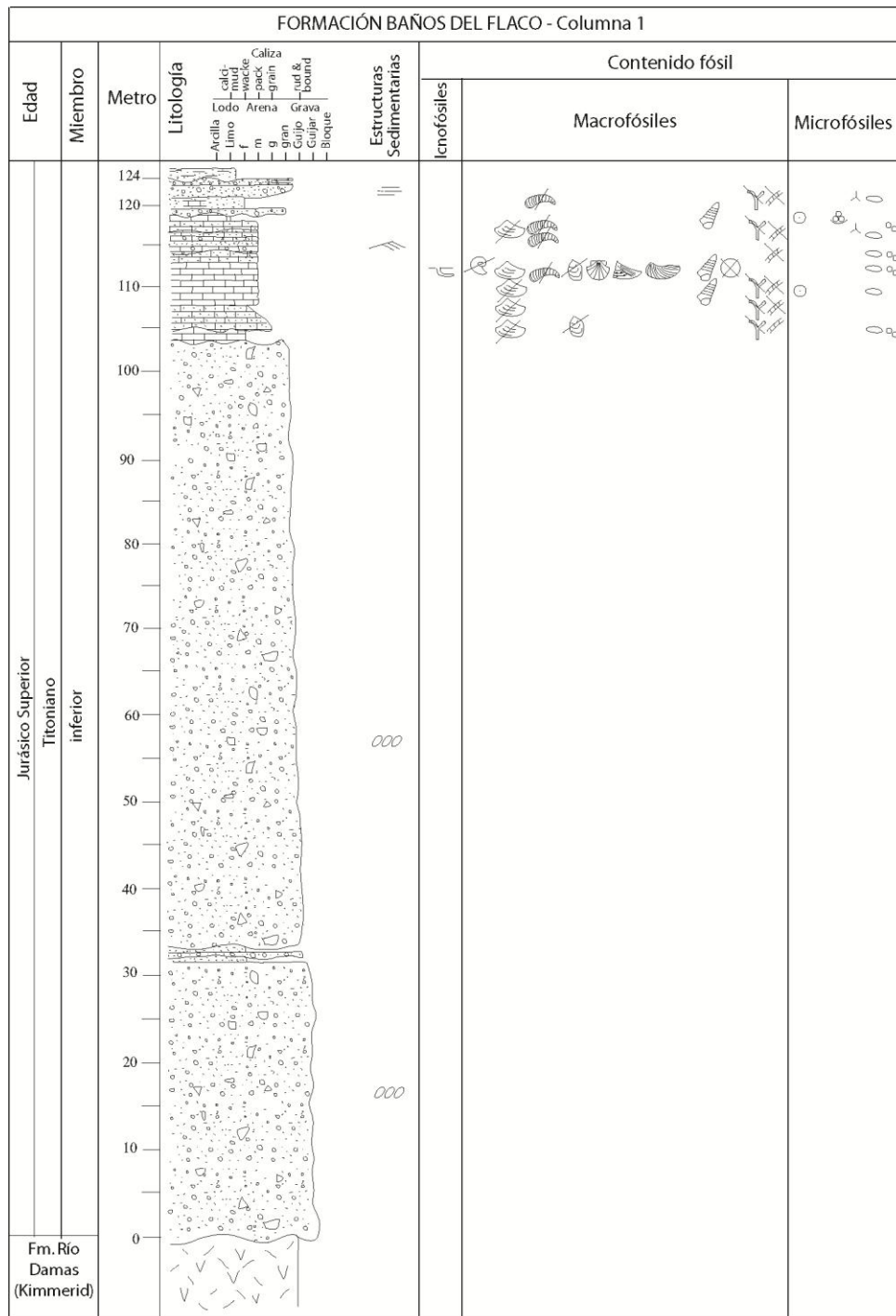


Figura 3.3 Sección C1 de la Formación baños del Flaco. Esta sección corresponde a la base de la formación, y se dispone concordantemente en contacto irregular sobre las rocas volcánicas de la Formación Río Damas. Tiene un espesor de 124,2 m, y contiene los niveles desde 0 m a 124,2 m.

Descripción

El contacto en la base es neto e irregular sobre rocas volcánicas de la Formación Río Damas. Los primeros **104 m** corresponden a un conglomerado brechoso matriz soportado, muy mal seleccionado, granodecreciente, cuyos clastos van gradando de base a techo de bloque-guijarro a gránulo (Figura 3.4). Los clastos son de rocas andesíticas, dacíticas - riolíticas, y son subredondeados a subangulares (Figura 3.4 a, b, c). La matriz es de tamaño arena media-fina, compuesta por plagioclasa y líticos volcánicos; también contiene clorita. A los 16 m y entre 56 m y 57,7 m los clastos se encuentran levemente imbricados. Desde **32 m a 34 m** se presentan dos estratos centimétricos de arenita feldespática lutítica de grano fino, color verde, rica en plagioclasas, y en menor cantidad líticos volcánicos y granos de glauconita. A los **90 m** un dique de textura porfídica y de 8 m de espesor corta los conglomerados brechosos y calizas sobreyacentes de la Formación Baños del Flaco con orientación NS (Figura 3.5). El dique se compone de fenocristales de anfíbol, plagioclasa y cuarzo, y una masa fundamental muy fina color gris claro.

Sobre un contacto neto irregular, desde **104 m a 114,4 m** se disponen calizas fosilíferas, así en detalle: (1) entre **104 m y 105,3 m** está compuesto por *wackestone*; (2) entre los **105,3 m y 108 m**, sobre un contacto neto irregular, las calizas gradan de base a techo de *grainstone* arenoso a *wackestone* arenoso, y (3) entre **108 m y 114,4 m**, sobre contacto plano se dispone un *packstone*, que hacia el techo grada a *packstone* arenoso. Se encuentra altamente bioturbado por la icnofacies Glossifungites (Figura 3.6). Se distinguen dos trazas fósiles: Skolitos (Figura 3.6 a) y Thalassinoides (Figura 3.6 b). Los primeros se presentan como pequeños agujeros (aprox. 3 – 5 mm) que perforan la roca de manera perpendicular al plano de estratificación. Los Thalassinoides registran entre los 110,5 m y 113 m; son de forma cilíndrica, de 1 cm de diámetro, y se disponen paralela y perpendicularmente al plano de estratificación (Figura 3.6). Estas calizas contienen fragmentos de bivalvos, ostras (Figura 3.7) e inocerámidos, trigonias, pectínidos, pholadomyas, cárdidos, gasterópodos, fragmento de ammonite (en nivel 113 m), fragmentos de algas rojas y escasas algas azul-verde con estructura estromatolítica, fragmentos de briozoos, escasas placas de equinodermos, pellets, calciesferas, y ooides aislados.

Sobre un contacto irregular, entre los **114,4 m y 115 m** se presenta un *packstone* gravoso con abundantes fragmentos redondeados de algas rojas y de ostras, y pellets. Además contiene litoclastos muy angulares de caliza en su base.



Figura 3.4 Conglomerados brechosos, sección C1 (0 a 104 m). La base de la Formación Baños del Flaco la constituyen conglomerados brechosos matriz soportados, muy mal seleccionados, con clastos volcánicos de composición andesítica y dacítica-riolítica. **a, b, c:** Detalle de clastos.

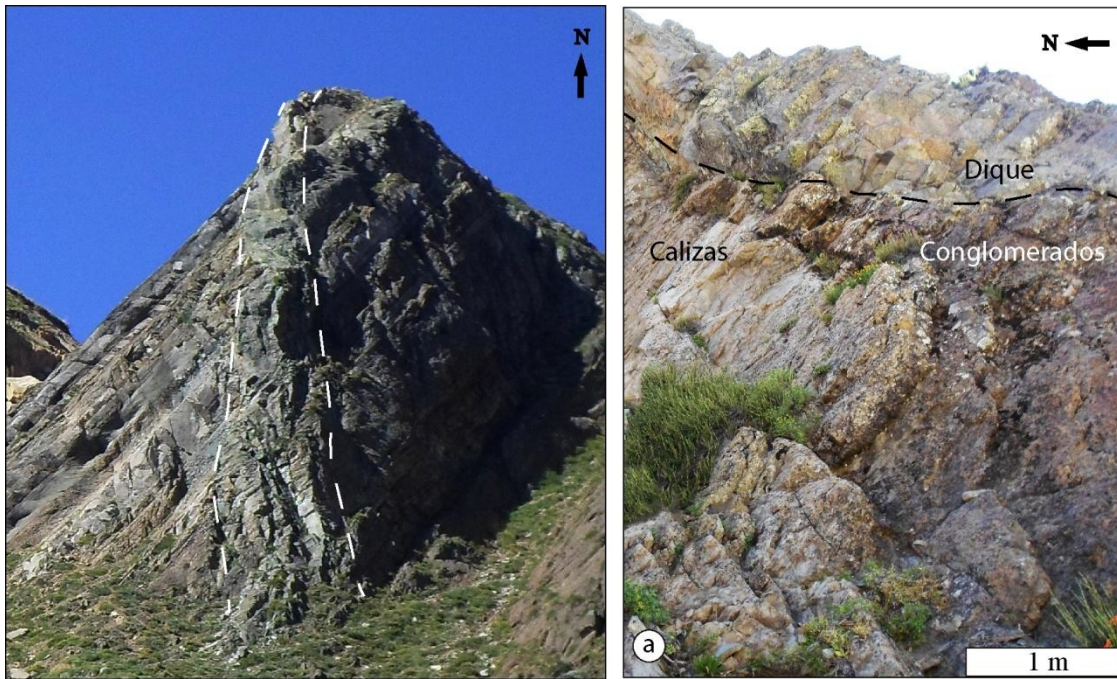


Figura 3.5 Dique, sección C1 (90 m). De textura porfídica, el dique intruye los conglomerados brechosos de la Formación Baños del Flaco. **a:** Detalle del contacto entre el dique y conglomerados brechosos y calizas.

Luego, a los **115 m** se dispone 1 m de espesor de arenisca calcárea de grano medio, color verde, con un set de estratificación cruzada de 30 cm. Sobre la arenisca, a los **116 m** ocurren 40 cm de *packstone* gravoso. Luego, sobre contacto plano a los **116,4 m**, se disponen 2,8 m de espesor de calizas fosilíferas así: (1) entre **116,4 m y 118,3 m** un *packstone* arenoso que contiene fragmentos de bivalvos, ostras, algas rojas, briozoos, espículas y calciesferas, y (2) entre **118,3 m y 119,2 m** una lutita calcárea (“*calci-mudstone*”) con escasos gasterópodos, ooides en *grapestone*, y foraminíferos miliólidos (bentónicos). Hacia el techo de esta sección, entre los **119,2 m y 124 m**, sobre contacto irregular se tienen arenitas feldespáticas calcáreas en la base y sobre éstas un conglomerado fino (tamaño gránulo) clasto soportado, de selección moderada, con clastos subredondeados de 2 a 5 cm de tamaño que consisten en líticos volcánicos y caliza; localmente presenta ostras fragmentadas. Las arenitas feldespáticas calcáreas, de color verde grisáceo, contienen fragmentos de ostras, algas y briozoos, pellets y espículas. Entre **123 m y 124 m** se presenta una alternancia centimétrica de conglomerado y arenisca (Figura 3.8) cuyo

contacto techo es irregular con una arenisca calcárea muy fina a limolita, color gris verdoso.



Figura 3.6 Glossifungites en calizas de la sección C1 (110,5 a 113 m). Se identifican dos icnofósiles: **a:** Skolitos, y **b:** Thalassinoides. Los primeros (flecha roja) se presentan como pequeños agujeros de máximo 5 mm de diámetro, y perpendiculares al plano de estratificación. Los segundos (flecha amarilla) se presentan como tubos cilíndricos de 1 cm de diámetro, y dispuestos paralela y perpendicularmente al plano de estratificación.

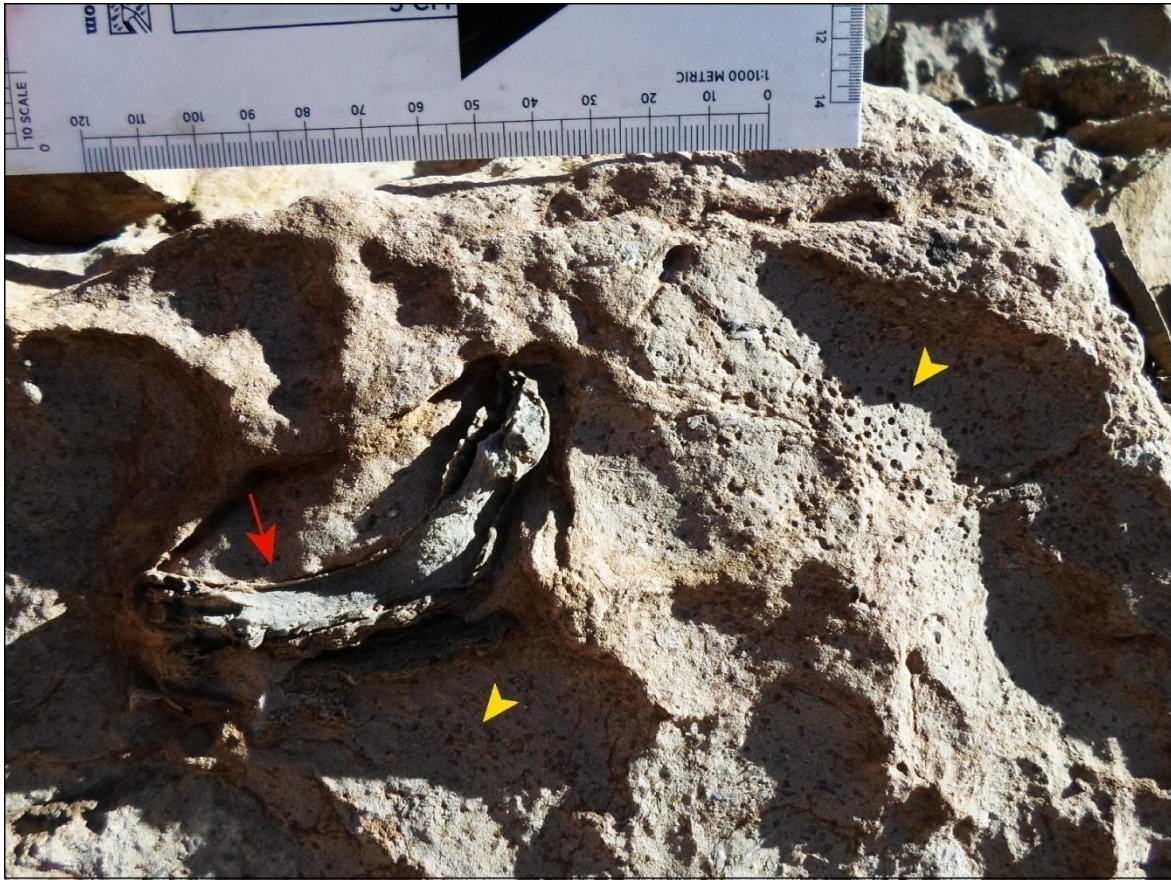


Figura 3.7 Ostra y Skolitos en caliza, sección C1 (104 a 114,4 m). Dentro del contenido fósil en este nivel, se tienen ostras muy bien preservadas (flecha roja) dentro de estratos de calizas tipo *wackestone*, *packstone* y *grainstone*. Nótese la presencia de Skolitos (flechas amarillas).

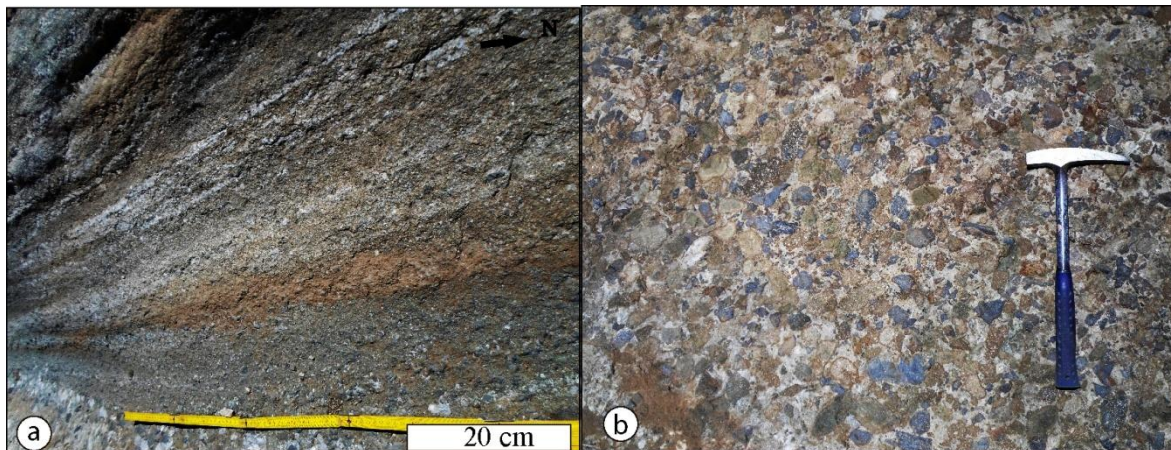


Figura 3.8 Alternancia de conglomerado y arenisca, sección C1 (123 m a 124 m). a: Vista general. b: Detalle del conglomerado.

3.2 SECCIÓN 2 (C2)

Esta sección va desde los **123,9 m a 130 m** y tiene un espesor de 6,1 m, (Figura 3.9).

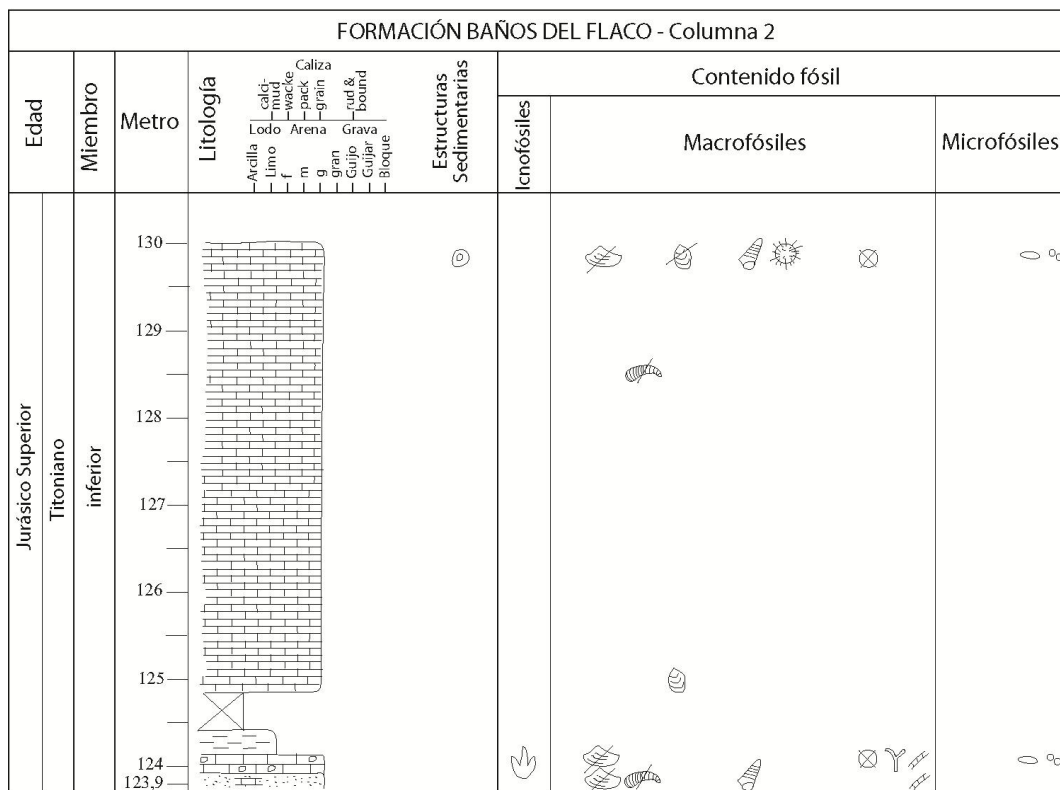


Figura 3.9 Sección C2 de la Formación baños del Flaco. Tiene un espesor de 6,1 m y contiene los niveles desde 123,9 m a 130 m.

Descripción

El contacto base es desconocido. Entre **123,9 m y 124 m** ocurre una arenita lítica calcárea muy gruesa, que contiene fragmentos de bivalvos, ostras, algas y gasterópodos.

Entre **124 m y 124,2 m** se presenta un grainstone gravoso de 0,2 m de espesor, rico en algas y briozoos; además, contiene placas de equinodermo, fragmentos de bivalvos, calciesferas y pellets. También presenta líticos tamaño gránulo de roca volcánica. Este nivel contiene huellas (icnitas) de dinosaurio (Figura 3.10) sobre el plano de contacto con el estrato

sobreyacente. Hay por lo menos tres tipos de icnitas, las cuales se encuentran distribuidas en el techo del estrato aflorante (Figura 3.11).

De **124,2 m a 124,21 m** se presenta se tiene una limolita de color verde azulado de 1 cm de espesor, relleno el interior de las icnitas (Figura 3.11 b, Figura 3.12). Contiene pirita diseminada. Su contacto hacia el techo es neto y plano. Desde los **124,21 m a 124,44 m** se dispone una limolita color verde. El tramo comprendido entre **124,44 m y 124,8 m está cubierto.**

Entre **124,8 m y 129,5 m** se tiene un grainstone de 4,7 m de espesor, que a los 128,5 m presenta ostras desarticuladas dispuestas paralelamente al plano de estratificación. Se registró un inocerámido. En el techo, entre **129,5 m y 130 m**, un *grainstone* contiene abundantes pisoides cuyos tamaños son granodecrecientes, variando de 4 mm en la base a 1,5 mm en el techo. Este nivel contiene fragmentos de bivalvos, inocerámidos, equinoideos (Figura 3.13), placas de equinodermo, turritelas, calciesferas y pellets.



Figura 3.10 Huellas de dinosaurio, sección C2 (124 m a 124,2 m). Vista panorámica de las icnitas, que se encuentran en *grainstone* gravoso. Se distinguen tres trayectorias principales de huellas de dinosaurio (encerradas en líneas blancas discontinuas). **a:** Panorámica de las huellas. **b:** Detalle de uno de los tipos de huella. **c:** Huellas rellenas por limolita de color verde.

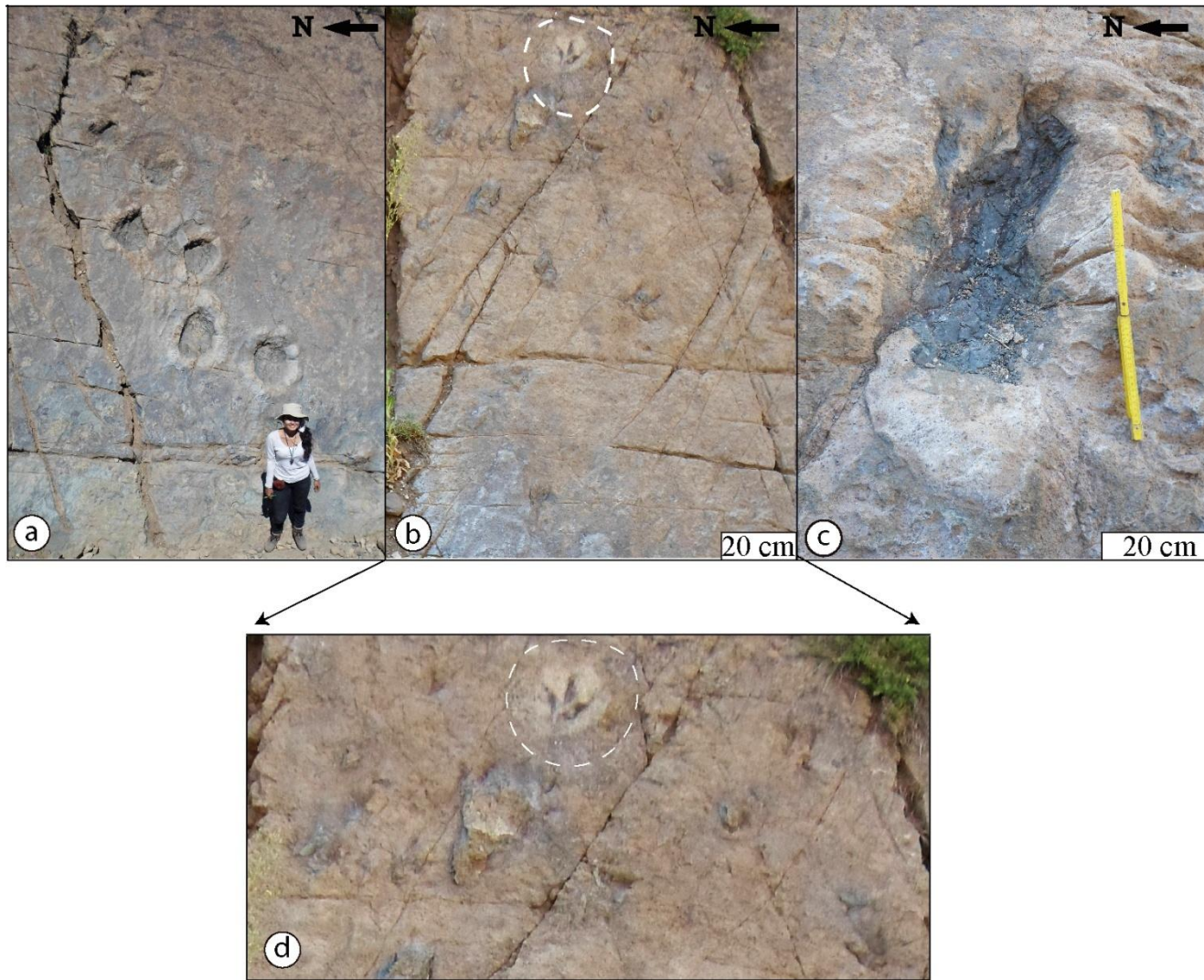


Figura 3.11 Icnicas de diferentes tipos de dinosaurio, sección C2 (124-124,2 m). Las icnicas se encuentran en estrato de *grainstone* gravoso. **a:** Saurópodo. **b:** Terópodo. **c:** Icnica con relleno de limolita que sobreyace al *grainstone*.



Figura 3.12 Limolita sobre estrato portador de las icnitas, sección C2 (124,2 a 124,21 m). Capa de limolita de color verde azulado de 1 cm de espesor que sobreyace el estrato de caliza portador de las icnitas. Escala: 40 cm.



Figura 3.13 Equinoideo (erizo de mar) en *grainstone*, sección C2 (129,5 m a 130 m). Erizo de mar bien preservado.

3.3 SECCIÓN 3 (C3)

Esta columna contiene los niveles entre **124,21 m y 225,5 m** y tiene un espesor de 101,3 m (Figura 3.14).

Descripción

La base la constituye una limolita de color verde grisáceo entre **124,21 m y 124,8 m**. Sobre contacto plano, entre **124,8 m y 137 m** ocurre un *grainstone*. Contiene niveles con abundantes ostras a los 128 m, 133 m, y desde 133,2 m a 137 m. A los 129,5 m se tiene una capa de 0.5 m de espesor rica en pisoides de formas irregulares (Figura 3.15), cuyo centro consiste en fragmentos de algas, bivalvos y gasterópodos. El tamaño de los pisoides disminuye gradualmente hacia el techo, siendo en la base de 5 mm y hacia el techo 4 mm, en promedio. Este nivel presenta también ooides con núcleos de fragmentos de algas, inocerámidos y otros bivalvos. El *grainstone* presenta fragmentos de bivalvos, ostras muy

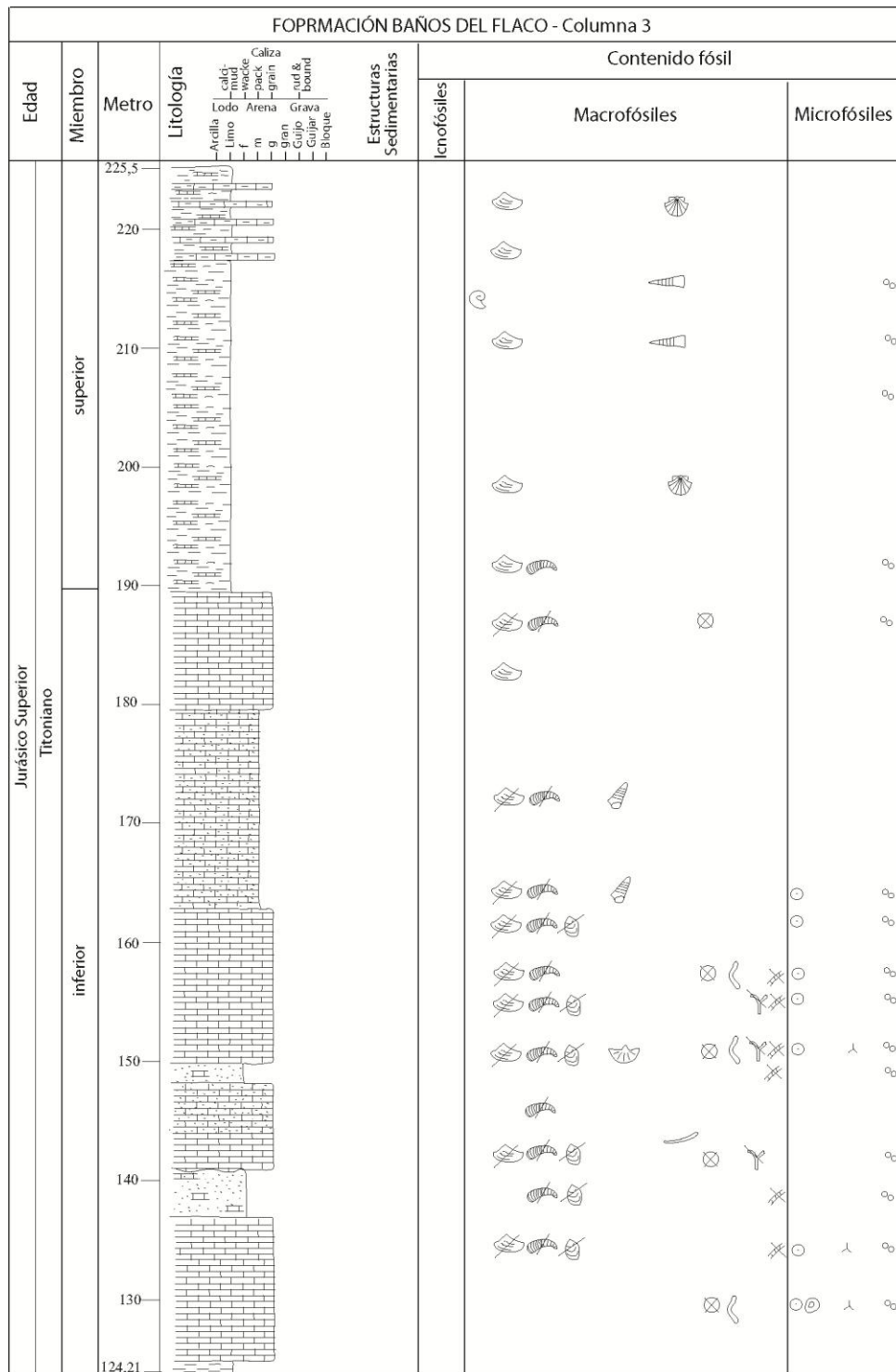


Figura 3.14 Sección C3 de la Formación baños del Flaco. Tiene un espesor de 101,3 m y contiene los niveles desde 124,21 m a 225,5 m.

fragmentadas, fragmentos de algas, placas de equinodermo, serpúlidos del género *Carpathiella*, espículas y calciesferas.

Entre **137 m y 141 m**, una arenita feldespática calcárea de grano fino contiene fragmentos de ostras, inocerámidos, algas, y calciesferas.

Sobre un contacto irregular, entre **141 m y 148,3 m** ocurre un *grainstone* que hacia el techo se torna *grainstone* arenoso. Entre 142 m y 142,8 m ocurre un nivel rico en ostras. Esta capa es rica en fragmentos de ostras y bivalvos, inocerámidos, briozoos, placas de equinodermo, escafópodos y calciesferas.

Desde los **148,3 m a 150 m** se dispone una arenita feldespática calcárea muy fina de color verde oscuro, que contiene fragmentos de algas y calciesferas.

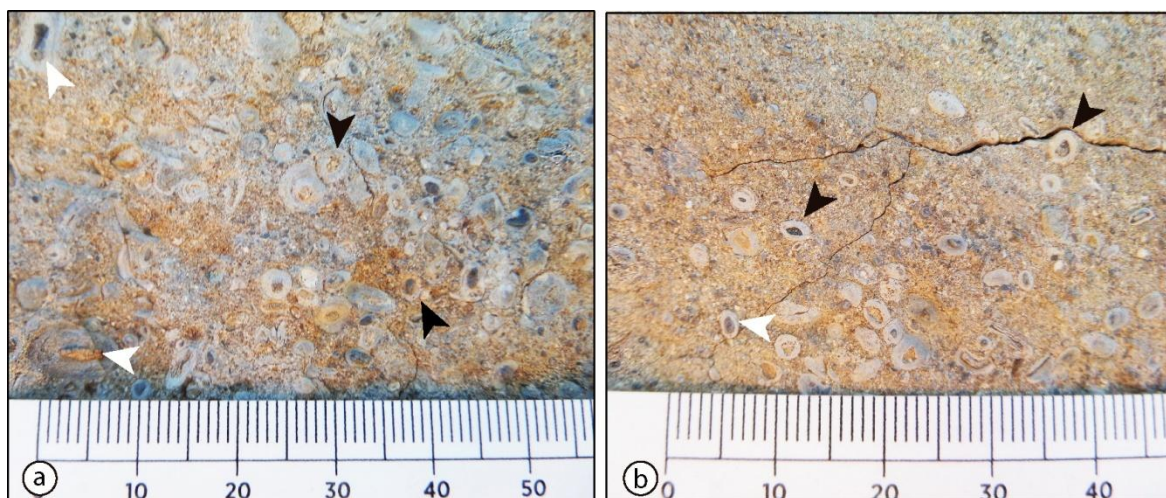


Figura 3.15 Pisoides en *grainstone*, sección C3 (129,5 m a 130 m). Pisoides de formas concéntricas a irregulares (flecha negra), cuyo núcleo consiste en bioclastos de algas, gasterópodos y bivalvos (flecha blanca). **a:** En la base del estrato los pisoides son de 4 mm tamaño promedio. **b:** Hacia el techo del estrato los pisoides disminuyen de tamaño a 1,5 mm.

Entre los **150 m y 163 m**, ocurre un *grainstone* que posee dos niveles ricos en fragmentos de ostras dispuestos paralelamente al plano de estratificación (Figura 3.16): (1) entre 161 m y 161,5 m, y (2) entre 162 m y 162,5 m. Contiene abundantes ooides y braquiópodos en la base. También presenta fragmentos de bivalvos, ostras, inocerámidos, algas, briozoos, placas de equinodermo, serpúlidos del género *Carpathiella*, y espículas, calciesferas, ooides.



Figura 3.16 Nivel de fragmentos de ostras, en *grainstone*, sección C3 (161 m y 161,5 m). Nivel de fragmentos de ostras dispuesto paralelamente al plano de estratificación. Escala: 1 m.

Luego, un *packstone* arenoso entre **163 m y 180 m** contiene fragmentos de bivalvos y de ostras, y gasterópodos, los cuales disminuyen en cantidad hacia el techo. Entre los **180 m y 190 m** se dispone un *grainstone* con ostras, cárdidos, y otros bivalvos muy fragmentados, calciesferas y placas de equinodermos.

Desde los **190 m a 218 m** se presenta lutita calcárea, de color negro, fisible, que contiene aislados bivalvos bien preservados como ostras, cárdidos y pectínidos, y continuando hacia el techo ocurren ammonites, belemnites, y escasas calciesferas.

El techo de esta sección, entre **218 m y 225,5 m**, lo conforma intercalación rítmica de lutita calcárea y *grainstone* lutítico (Figura 3.17). La lutita calcárea es de color negro y fisible, cuyas capas son de 15 cm de espesor, mientras que las capas de *grainstone* lutítico varían entre 8 cm y 10 cm. Se registran pectínidos y otros bivalvos bien preservados.



Figura 3.17 Intercalación rítmica de lutita calcárea con *grainstone* lutítico, sección C3 (218 m a 225,5 m). Las lutitas son fisibles mientras que los estratos de *grainstone* lutítico presentan comportamiento más competente (estratos que sobresalen). Esta litología constituye el techo de la sección C3.

3.4 SECCIÓN 4 (C4)

Esta sección contiene los niveles entre **145 m y 151,2 m** y tiene un espesor de 6,2 m (Figura 3.18).

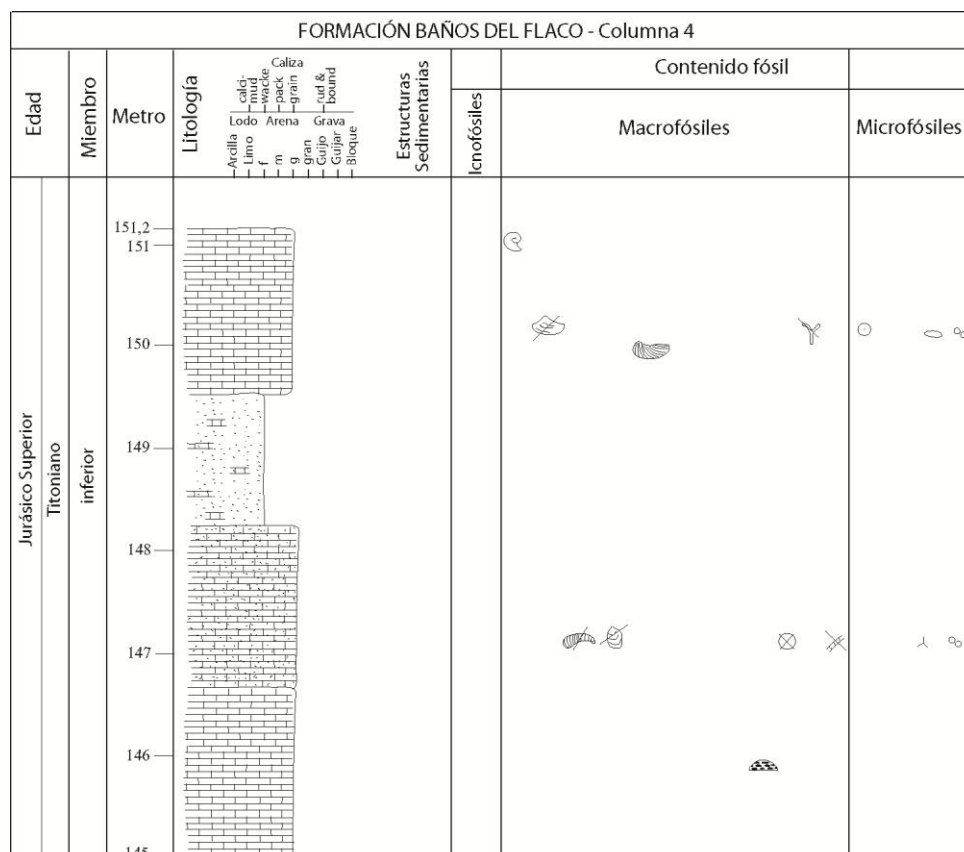


Figura 3.18 Sección C4 de la Formación Baños del Flaco. Tiene un espesor de 6,2 m y contiene los niveles desde 145 m a 151,2 m.

Descripción

La base (145 m a 146,68 m) consiste en un estrato de caliza framestone que contiene un arrecife fósil de corales coloniales in situ en posición de vida y crecimiento (Figura 3.19, Figura 3.20). Estos corales pertenecen al género *Stelidioseris*.

Sobre contacto plano, entre 146,68 m y 148,3 m se tiene un *grainstone* arenoso (Figura 3.20) rico en fragmentos de ostras, inocerámidos, placas de equinodermo, algas, espículas y calciesferas.

Luego, entre **148,3 m y 149,58 m** se presenta una arenisca fina calcárea de color verde (Figura 3.20).

Finalmente, desde los **149,58 m a 151,2 m**, un *grainstone* conforma el techo de la columna (Figura 3.20) y contiene *Pholadomyas* sp. bien preservadas (Figura 3.21 a), fragmentos de bivalvos, briozoos, ooides, calciesferas y pellets. En su techo se tiene un nivel de 97 cm de espesor con ostras (Figura 3.21 b), bivalvos y escasos ammonites.



Figura 3.19 Arrecife fósil de coral, sección C4 (145 m a 146,68 m). Corales coloniales del género *Stelidioseris*, en posición de vida en caliza. Imágenes corresponden a diferentes vistas en afloramiento. **a:** Vista frontal. **b:** Vista lateral.



Figura 3.20 Afloramiento de la sección C4. De abajo a arriba (base a techo) en la imagen: **a:** Caliza con arrecife fósil de corales coloniales *Stelidioseris* (145 m a 146,68 m), **b:** *grainstone* arenoso (146,68 m a 148,3 m), **c:** arenisca calcárea de grano fino (148,3 m a 149,58 m), **d:** *grainstone* (149,58 m a 151,2 m).



Figura 3.21 Fósiles bien preservados en *grainstone*, sección C4 (149,58 m a 151,2 m). **a:** *Pholadomya*. **b:** *Ostra*.

3.5 SECCIÓN 5 (C5)

La sección 5 corresponde al techo de la Formación Baños del Flaco (Figura 3.22). Contiene los niveles de **218 m a 433,2 m** y tiene un espesor de 215,2 m (Figura 3.23).

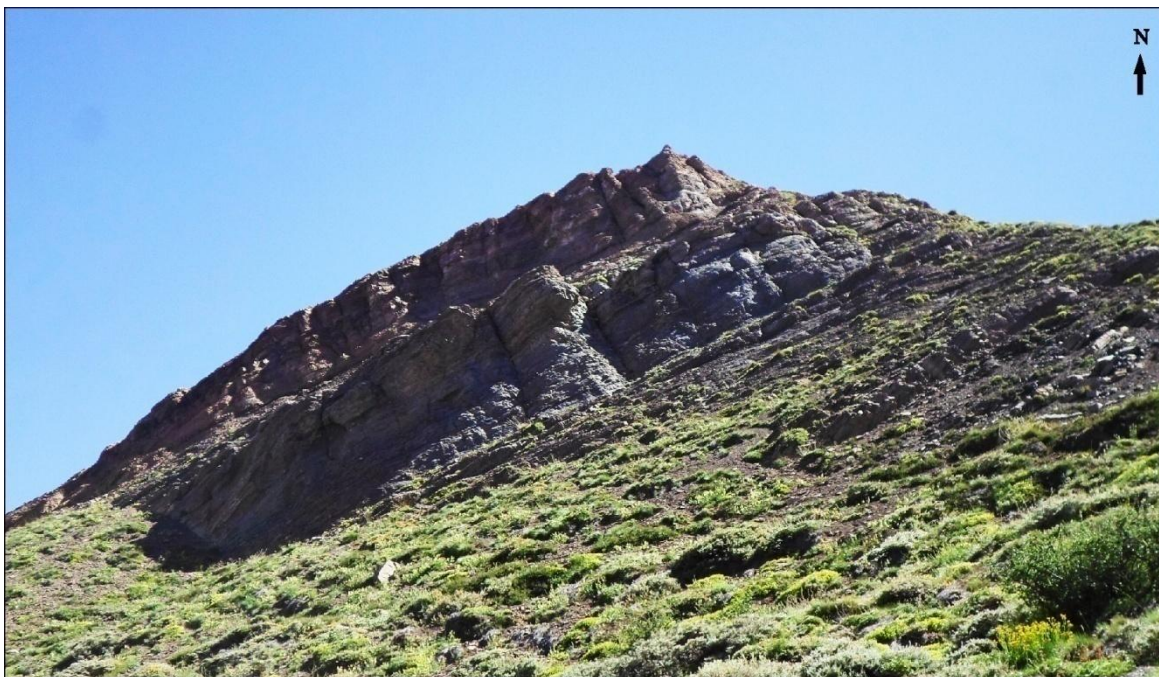


Figura 3.22 Afloramiento de la sección C5 de la Formación Baños del Flaco.

Descripción

La base está constituida por 76,2 m, desde **218 m a 294,2 m**, de intercalación rítmica de lutita calcárea y *grainstone* lutítico (Figura 3.24). La lutita calcárea es gris muy oscuro a negro, y fisible. Los espesores de cada litología varían de base a techo así: (1) entre 218 m y 253,3 m las calizas son menores de 15 cm, mientras que hacia el techo aumentan a 36 cm, y los espesores de las lutitas calcáreas varían de 40 cm en la base a 16 cm hacia arriba, (2) entre 253,3 m y 288,2 m, en la base los espesores de caliza son de 22 cm y los de lutita calcárea de 35 cm, y hacia el techo cambian hasta los 40 cm y 24 cm, respectivamente, y (3) desde 288,3 m a 294,2 m los espesores de caliza y lutita calcárea son similares, de 9,8 cm en promedio. A los 294 m ocurre estructura de carga en estrato de caliza (Figura 3.25 a). Concreciones de *grainstone* lutítico (Figura 3.25 b) se encuentran desde la base hasta los

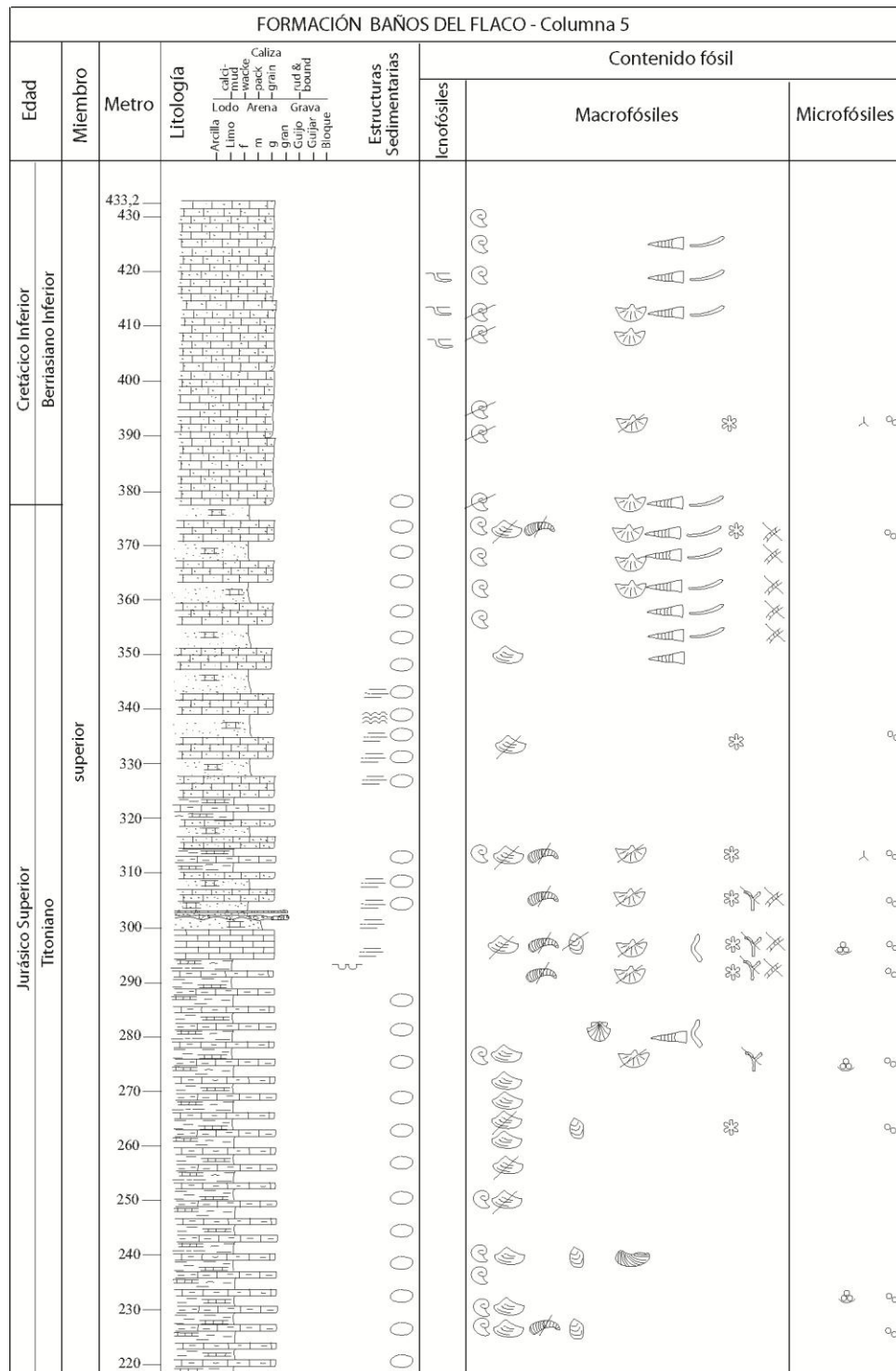


Figura 3.23 Sección C5 de la Formación Baños del Flaco. Esta sección corresponde al techo de la formación. Tiene un espesor de 215,2 m y contiene los niveles desde los 218 m a 422,2 m.

288,2 m, son de formas esféricas y ovaladas, en la base del nivel sus diámetros oscilan entre 8 y 12 cm en su eje mayor, y hacia el techo aumentan a 30 cm. El nivel contiene bivalvos enteros y fragmentados, ammonites, inocerámidos, fragmentos de ostras, pectínidos, foladomias, braquiópodos, belemnites, serpúlidos, espículas de hialoesponjas (hexactinélida?), fragmentos de briozoos y algas, escasos serpúlidos, foraminíferos bentónicos (miliólidos), y calciesferas. Los belemnites (Figura 3.26) se disponen paralelos con respecto al plano de estratificación a los 280,2 m.

Entre **294,2 m y 300,2 m** ocurre un *grainstone* (Figura 3.27 a) con laminación plana paralela en la base, y contiene fragmentos de bivalvos, ostras, inocerámidos, braquiópodos, briozoos, y algas, serpúlidos, foraminíferos bentónicos, espículas de hialoesponjas (hexactinélida?), y calciesferas; además hay contenido de glauconita.



Figura 3.24 Intercalación rítmica de lutitas calcáreas y *grainstone* lutítico, sección C5 (218 m a 294,2 m). Constituye la base de la columna C5.



Figura 3.25 Estructuras sedimentarias, sección C5 (218 m a 294,2 m). a: Estructura de carga a los 294 m. b: Concreciones en *grainstone* lutítico desde los 218 m a 288,2 m en C5. Hacia el techo aumentan de tamaño, desde 8 a 30 cm de diámetro.



Figura 3.26 Belemnites, sección C5 (280,2m). Dispuestos paralelamente con respecto al plano de estratificación en calizas.

Desde los **300,2 m a 302,2 m** se dispone un estrato de arenisca calcárea de grano medio (Figura 3.27 b), color gris claro. Presenta laminación plana paralela.

Entre **302,2 m y 303,2 m** se presenta una arenisca calcárea de grano fino, color verde, en medio de conglomerado fino (clastos tamaño gránulo, entre 2 mm y 5 mm) matriz soportado, cuyos contactos son irregulares. Hay presencia de glauconita en estos niveles.

Luego, entre **303,2 m y 324,2 m**, rítmicamente se intercalan *grainstone* arenoso con areniscas calcáreas verdes y *grainstone* lutítico con lutita calcárea (Figura 3.28 a), de la siguiente manera: (1) Desde **303,2 m a 310,2 m** se intercala *grainstone* arenoso con arenisca calcárea de grano fino, color verde, y que presenta laminación paralela. En la base los espesores de los estratos de caliza son de 12 cm y los de arenisca de 18 cm, mientras que hacia el techo son de 3 cm y 11 cm respectivamente. Contiene concreciones de 4 cm a 17 cm de diámetro. (2) Entre **310,2 m y 314,7 m** se intercala *grainstone* arenoso con lutita calcárea de color negro y fisible, y se presentan concreciones de 5 cm de diámetro. En este tramo los espesores de lutita calcárea son mayores que los de caliza, siendo estos últimos de 10 cm. (3) Entre **314,7 m y 320,2 m**, se intercalan de nuevo *grainstone* arenoso con arenisca calcárea fina de color verde. Aquí el espesor de los estratos de caliza y arenisca son similares, con 4 cm en promedio. Finalmente (4) entre **320,2 m y 324,2 m** *grainstone* arenoso se intercala con lutita calcárea color negro y fisible, donde el espesor de estratos de caliza es de 5 cm y de lutita de 12 cm. Se presenta fragmentos de bivalvos, ostras, y braquiópodos, fragmentos de briozoos y algas, escasos ammonites, espículas calcáreas y de hialoesponjas (Hexactinélida?), y calciesferas.

Sobre un contacto neto, entre **324,2 m y 379,2 m** ocurre intercalación de *grainstone* arenoso con arenita lítica calcárea fina color gris oscuro (color superficial es rojizo por alteración) (Figura 3.28 b). Hasta 342,2 m los espesores de los estratos de ambas litologías son similares, variando entre 7 cm y 8 cm; las areniscas contienen laminación plana paralela, y localmente estructura fláser a la altura de 328 m y laminación ondulada paralela a los 336,2 m; además, en estos primeros metros se tienen concreciones de 4 cm y 5 cm de diámetro, así como también fragmentos de bivalvos, y calciesferas. Entre 342,2 m y 346 m disminuye la ocurrencia de concreciones, cuyos tamaños varían entre 3,4 cm y 4,5 cm, y también el espesor de los estratos que varía entre 3,5 cm y 8 cm. Finalmente hacia el techo, entre 346 m y 379,2 m los estratos de caliza son de mayor espesor que los de arenisca: los

primeros de 35 cm y los segundos de 23 cm. Se presentan concreciones de entre 6 cm y 8 cm de diámetro, y localmente de 31 cm en un nivel con gran abundancia en concreciones a los 372,2 m (Figura 3.29). Se encontraron ammonites dentro de algunas concreciones (Figura 3.30). El contenido fosilífero se presenta así: Entre 324,2 m y 342,2 m hay fragmentos de bivalvos, espículas de hialoesponjas (Hexactinélida?) y calciesferas, y de 356 m a 379,2 m abundan ammonites (Figura 3.31 a) enteros y fragmentados, belemnites, escafópodos (Figura 3.31 b), braquiópodos, y fragmentos de algas, y en menor proporción bivalvos y ostras, espículas de hialoesponjas (Hexactinélida) y calciesferas.



Figura 3.27 Afloramiento de *grainstone* (294,2 m a 300,2 m) y arenisca calcárea (300,2 m a 302,2 m) en sección C5. a: *Grainstone*. b: Arenisca calcárea, de grano medio, color gris claro. Presenta laminación plana paralela.



Figura 3.28 Intercalaciones rítmicas de caliza con areniscas y lutitas, sección C5. a: *grainstone* arenoso intercalado con arenisca calcárea verde y lutita calcárea (303,2 m y 324,2 m). b: *grainstone* arenoso/arenita lítica calcárea (324,2 m a 379,2 m). Estas rocas presentan un color superficial rojo característico, sin embargo la roca fresca es color gris.

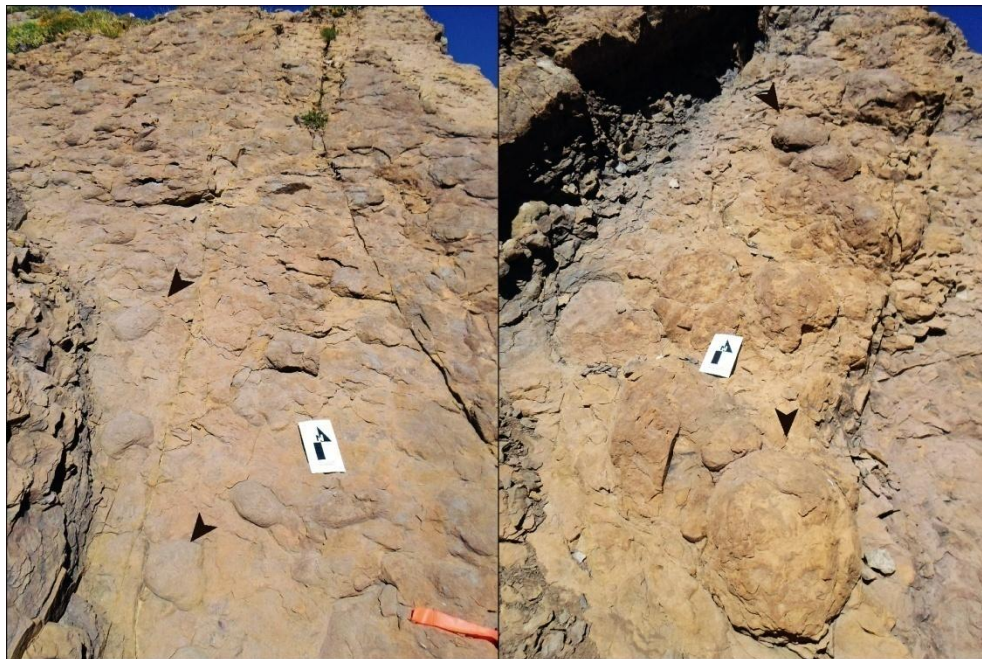


Figura 3.29 Concreciones en calizas, sección C5 (372,2 m). En este nivel, las concreciones (flecha negra) alcanzan un tamaño de 31 cm.



Figura 3.30 Ammonite en concreción, sección C5 (372,2 m). Estas concreciones se presentan en el techo del nivel de intercalación de *grainstone* arenoso con arenita lítica calcárea del metraje 324,2 m a 379,2 m.

El techo de la sección, desde **379,2 m a 433,2 m**, lo constituye un *grainstone* arenoso, masivo. A partir de 407,8 m el aparecen fósiles de ammonites y braquiópodos enteros y fragmentados, belemnites, escafópodos. En la base del nivel ocurren espículas calcáreas y de hialoesponjas (Hexactinélida?), y calciesferas, y hacia el techo de la sección hay presencia de icnofósiles tipo madriguera, cilíndricos y delgados, de entre 3 y 6 mm de diámetro. Son paralelos al plano de estratificación (Figura 3.32).

Estas calizas son intruídas a los **394 m** por un dique (Figura 3.33) de composición ácida, compuesto por cuarzo y plagioclasa, y una matriz afanítica. El dique presenta variaciones texturales entre porfídica y afanítica. Hacia los bordes de contacto con la roca encajante la roca presenta un comportamiento migmatítico.



Figura 3.31 Fósiles en calizas, sección C5 (356 m a 379,2 m). a: Ammonite. b: Escafópodo.



Figura 3.32 Icnofósiles de tipo madriguera, sección C5 (407,8 m a 433,2 m). Madrigueras o “burrows” paralelos al plano de estratificación. Miden entre 3 y 6 mm de diámetro.

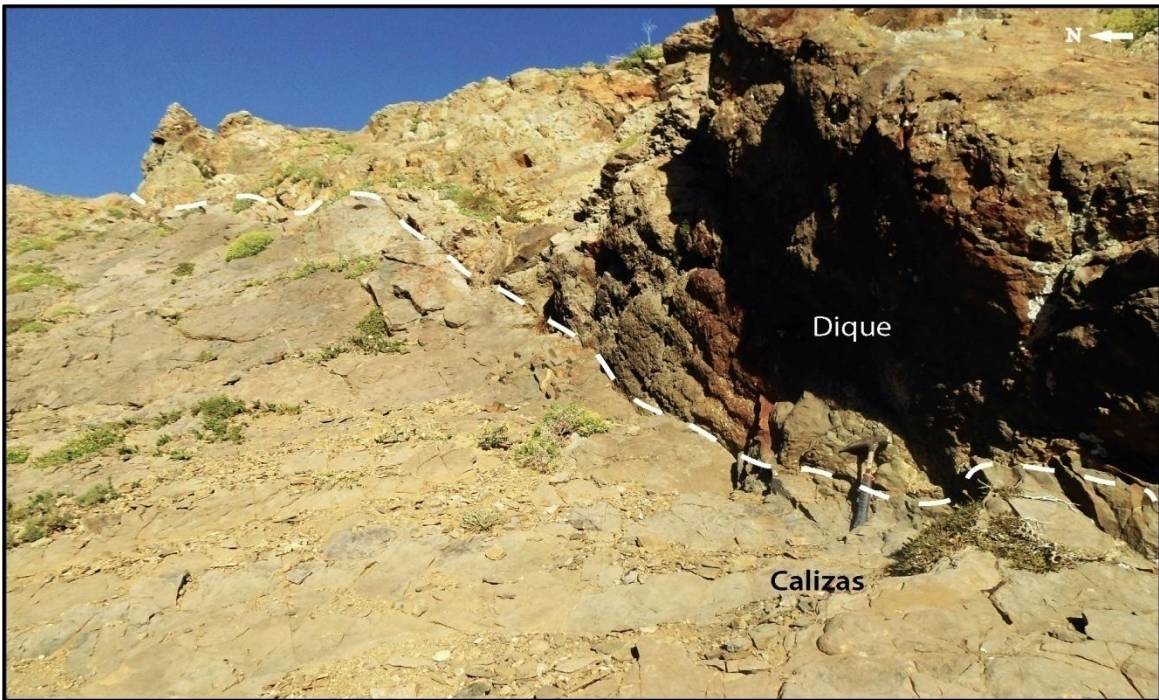


Figura 3.33 Calizas de la Formación Baños del Flaco intruídas por dique, sección C5 (394 m). Dique (derecha de la imagen) de composición ácida, texturalmente varía de pórfido a afanítico.

deformándolo hacia abajo junto con la lutita subyacente (Figura 3.35 b). Este fragmento de roca tiene dimensiones de 46 cm de alto y 60 cm de ancho, y es subangular; presenta además aparentes estrías glaciares en su superficie. A su lado, a 4 cm de distancia, en la parte inferior izquierda se encuentra otro fragmento de roca andesítica más pequeño (Figura 3.35 a, b), con dimensiones de 7 cm en su eje mayor y 5 cm en su eje menor; es subangular a subredondeado y también presenta estrías glaciares. Este primer tramo contiene belemnites, ammonites, fragmentos de ostras, braquiópodos y briozoos, algas, espículas y calciesferas.

Sobre contacto irregular, entre **305,7 m y 309,7 m** ocurre un *grainstone* con bioturbación formas circulares y rellenas de la misma litología del estrato (Figura 3.36); su tamaño promedio es de 6 cm de diámetro. Esta roca presenta bivalvos (Figura 3.37 a) y ammonites (Figura 3.37 b) los cuales en su mayoría se encuentran dispuestos paralelos a la estratificación.

Sobreyaciendo, sobre contacto neto y plano, desde los **309,7 m a 310,4 m** ocurre lutita calcárea color negro y fisible que contiene abundantes concreciones cuyos ejes mayores son paralelos al plano de estratificación.

Luego, sobre **310,4 m a 327,2 m** se tiene arenisca calcárea de grano medio, con laminación plana paralela marcada por colores violeta, marrón claro y marrón oscuro.

Entre **327,2 m y 342,7 m** ocurre una intercalación rítmica de *grainstone* arenoso y arenisca calcárea fina de color verde. Este nivel presenta laminación plana paralela, y en su base ammonites, fragmentos de ostras y braquiópodos, belemnites y escasos serpúlidos y foraminíferos rotálidos (bentónicos).

En el techo, entre **342,7 m y 366,8 m** se tienen intercalaciones de *grainstone* arenoso y arenisca fina calcárea. A los 351 m se presenta laminación plana paralela. Desde la base de este nivel hasta 350, 9 m ocurren belemnites aislados, y entre 358, 7 m hasta el techo aumenta cantidad fósil, que incluye belemnites paralelos al plano de estratificación, braquiópodos, ammonites y escafópodos.



Figura 3.35 Dropstone, sección C6 (304,25 m). Dropstone de andesita de 46 x 60 cm de tamaño en estrato de grainstone. La flecha negra señala un dropstone de menor tamaño, 5 x 7 cm. **a:** Dropstone en afloramiento. Escala: 40 cm. **b:** Detalle del dropstone. Nótese la deformación (línea blanca discontinua) en el estrato de grainstone que contiene al dropstone.



Figura 3.36 Bioturbación en grainstone, sección C6 (305,7 m a 309,7 m). Son de formas circulares, algunas elongadas, y se encuentran rellenas de la misma litología del estrato. Su tamaño promedio es de 6 cm de diámetro.



Figura 3.37 Contenido fósil en grainstone, sección C6 (305,7 m a 309,7 m). a: Bivalvo. b: Ammonite.

Descripción

Desde el **0 m a 7 m** se intercalan rítmicamente *grainstone* arenoso con arenita feldespática calcárea fina (Figura 3.39). Este intervalo contienen fragmentos de bivalvos, braquiópodos bien preservados, ammonites, y briozoos, escasos serpúlidos, calciesferas y espículas calcáreas y de hialoesponjas.

Sobre un contacto neto plano, entre **7 m y 14 m** se presenta una intercalación de lutita calcárea color negro y un *grainstone* lutítico.

Desde los **14 m a 18 m** ocurre un *grainstone* lutítico de 4 m de espesor que contiene fragmentos de bivalvos y ostras, braquiópodos fragmentados y enteros, calciesferas, foraminíferos bentónicos y espículas calcáreas y de hialoesponjas.



Figura 3.39 Intercalación de *grainstone* arenoso con arenita feldespática calcárea, sección C7 (0 m a 7 m).

Entre **18 m y 28 m** se intercala *grainstone* lutítico con lutita calcárea. Aquí se presentan braquiópodos, bivalvos y belemnites bien preservados (Figura 3.40).

Sobreyaciendo, entre **28 m y 36 m** ocurre intercalación de arenita feldespática calcárea fina color verde con *grainstone* arenoso con laminación plana paralela.

Luego, entre **36 m y 44 m** se encontró una caliza cristalina color gris claro, que presenta laminación plana paralela. Contiene fragmentos de bivalvos, ostras y braquiópodos.

Intercalación de arenisca calcárea fina color verde y *grainstone* arenoso (Figura 3.41) se encuentra entre **44 m y 52 m**. El *grainstone* tiene laminación plana paralela, y es de color gris oscuro. En este nivel se encuentran fragmentos de ostra y de braquiópodos.

Finalmente, a partir de **52 m a 76 m** la litología consiste en areniscas de color verde y gris claro. Las areniscas verdes corresponden a arenitas feldespáticas de grano fino, y las grises a arenitas líticas de grano medio. Estas últimas presentan laminación plana paralela principalmente, y estratificación cruzada (Figura 3.42) a la altura de 72 m, cuyos sets son de 10 cm. En las areniscas verdes contienen algunas concreciones con forma ovalada. Contiene fragmentos de braquiópodos, bivalvos, ostras, ammonites, belemnites, briozoos y algas.



Figura 3.40 Contenido fósil, sección C7 (18 m a 28 m). Los fósiles se encuentran en *grainstone* lutítico. **a:** Braquiópodo. **b:** Bivalvo. **c:** Belemnite.



Figura 3.41 Intercalación de arenisca calcárea verde (flecha roja) con *grainstone* arenoso (flecha negra). Sección C7 (28 m a 36m).



Figura 3.42 Estratificación cruzada, sección C7 (72 m). a: Los sets de estratificación cruzada se encuentran en arenita lítica calcárea. **b:** Detalle de estratificación cruzada.

3.8 CORRELACIÓN ESTRATIGRÁFICA

Se correlacionaron las siete columnas de la Formación Baños del Flaco con base en la litología (Figura 3.43).

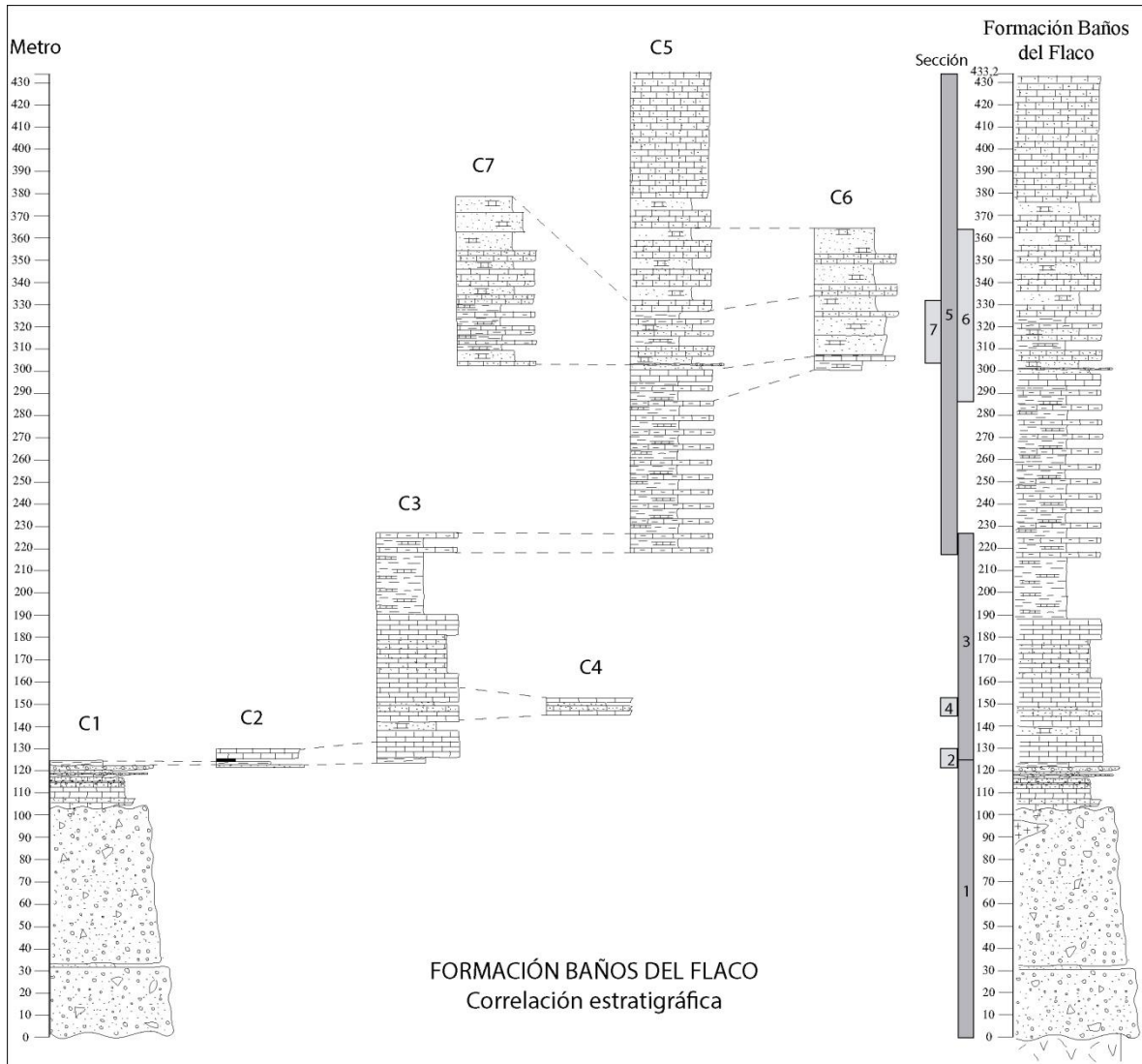


Figura 3.43 Correlación estratigráfica de las siete secciones de la Formación Baños del Flaco. La sección C1 corresponde a la base de la Formación baños del Flaco, y los estratos superiores se correlacionan con C2. C2 se correlaciona con el nivel base de C3. La sección C3 se correlaciona con C4, y hacia el techo con los niveles de la base de C5. El techo de la Formación lo conforma la sección C5, la cual se correlaciona con C6 y C7. A la derecha de la imagen está la columna resultante de la correlación estratigráfica. Ésta columna es la que representa a la Formación Baños del Flaco al norte del río Tinguiririca.

3.9 SECCIÓN FORMACIÓN BAÑOS DEL FLACO

A partir de la correlación estratigráfica entre las siete secciones estratigráficas se obtuvo la columna estratigráfica general al norte del río Tinguiririca de la Formación Baños del Flaco de 433,2 m de espesor (Figura 3.44).

En la zona de estudio la Formación Baños del Flaco se dispone en contacto irregular sobre las rocas volcánicas de la Formación Río Damas de edad Kimmeridgiano. La base de la Formación está compuesta por conglomerados brechosos matriz soportados, y sobre ellos se disponen estratos de caliza arenosa y lutítica, areniscas calcáreas y lutitas calcáreas (Figura 3.44). Además, esta unidad presenta un buen registro de fauna fósil de invertebrados marinos.

Descripción

El contacto base es neto e irregular sobre rocas volcánicas de la Formación Río Damas. Los primeros **104 m** lo conforma un conglomerado brechoso matriz soportado, muy mal seleccionado, granodecreciente desde bloque-guijarro a gránulo. Los clastos son subredondeados a subangulares de rocas andesíticas, dacíticas - riolíticas. La matriz es de tamaño arena media-fina, y contiene clorita. A los 16 m y entre 56 m y 57,7 m los clastos presentan leve imbricación. Entre 32 m y 34 m se presentan dos estratos centimétricos de arenita feldespática lutítica de grano fino, color verde.

A los 90 m un dique de textura porfídica de 8 m de espesor corta los conglomerados brechosos y calizas sobreyacentes con orientación NS.

Desde **104 m a 114,4 m** sobre contacto neto irregular se disponen calizas fosilíferas, así en detalle: (1) entre **104 m y 105,3 m** está compuesto por *wackestone*; (2) entre los **105,3 m y 108 m**, sobre contacto neto irregular las calizas gradan de base a techo de *grainstone* arenoso a *wackestone* arenoso, y (3) entre **108 m y 114,4 m**, sobre contacto plano se dispone un *packstone*, que gradan a *packstone* arenoso. Este tramo presenta una alta bioturbación por los icnofósiles Skolitos y Thalassinoides de la icnofacies Glossifungites.



Figura 3.44 Columna general de la Formación Baños del Flaco. La Formación Baños del Flaco presenta 433,2 m de espesor al norte del Tinguiririca, y se dispone en contacto irregular sobre las rocas volcánicas de la Formación Río Damas.

Los skolitos se presentan como pequeños agujeros (máx. 5 mm) perpendiculares al plano de estratificación. Los thalassinoides sonde forma cilíndrica, de 1 cm de diámetro, y se disponen paralela y perpendicularmente al plano de estratificación. Las calizas contienen fragmentos de bivalvos, ostras e inocerámidos, trigonias, pectínidos, foladomias, cárdidos, gasterópodos, fragmento de ammonite, fragmentos de algas rojas y escasas algas azul-verde con estructura estromatolítica, fragmentos de briozoos, escasas placas de equinodermos, pellets, calciesferas, y ooides aislados.

Sobre un contacto irregular, entre los **114,4 m y 115 m** se presenta un *packstone* gravoso con pellets, y fragmentos redondeados de algas rojas y ostras. Contiene litoclastos muy angulares de caliza en la base.

Luego, a los **115 m** se dispone 1 m de espesor de arenisca calcárea de grano medio, color verde, con un set de estratificación cruzada de 30 cm. Sobre la arenisca, a los **116 m** ocurren 40 cm de *packstone* gravoso.

Sobre contacto plano se disponen 2,8 m de espesor de calizas fosilíferas así: (1) entre **116,4 m y 118,3 m** un *packstone* arenoso que contiene fragmentos de bivalvos, ostras, algas rojas, briozoos, espículas y calciesferas, y (2) desde **118,3 m a 119,2 m** una lutita calcárea con gasterópodos, ooides en grapestone, y foraminíferos miliólidos (bentónicos). El contacto al techo es irregular.

Desde **119,2 m a 124 m**, se tiene un estrato con conglomerado fino (tamaño gránulo) clasto soportado y arenitas feldespáticas calcáreas color verde grisáceo, que se acuña hacia el noreste. Los conglomerados presentan selección moderada, clastos subredondeados de 2 a 5 cm de tamaño. Localmente presentan ostras fragmentadas. Las areniscas contienen fragmentos de ostras, algas y briozoos, pellets y espículas. Entre **123 m y 124 m** estas litologías se alternan.

20 m hacia el noreste siguiendo el rumbo del estrato anterior, en el afloramiento de la sección C2, el nivel desde **123,9 a 124 m** corresponde a una arenita lítica calcárea muy gruesa, que contiene fragmentos de bivalvos, ostras, algas y gasterópodos.

Entre los **124 m y 124,2 m** se presenta un *grainstone* gravoso con líticos tamaño gránulo de roca volcánica. Contiene abundantes algas y briozoos, además de placas de equinodermo, fragmentos de bivalvos, calciesferas y pellets. Este estrato presenta huellas de dinosaurio distribuidas en la superficie del estrato. De **124,2 m a 124,21 m** una limolita de color verde azulado de 1 cm de espesor rellena el interior de las icnitas; contiene pirita diseminada. Su contacto al techo es neto y plano. Luego, desde **124,21 m a 124,8 m** se dispone una limolita color verde grisáceo, masiva.

Sobre contacto plano, entre **124,8 m y 137 m** ocurre un *grainstone*, con niveles de ostras a los 128 m, 133 m y de 133,2 a 137 m. A los **129,5 m** se tiene una capa de 0.5 m de espesor con pisoides cuyo núcleo consiste en fragmentos de algas, bivalvos y gasterópodos. El tamaño de los pisoides disminuye gradualmente hacia el techo (4 mm en la base y 1,5 mm hacia el techo). Aquí se registran ooides con núcleos de fragmentos de algas, inocerámidos y otros bivalvos. El contenido fósil del *grainstone* consiste en inocerámidos, fragmentos de bivalvos, ostras muy fragmentadas, fragmentos de algas, placas de equinodermo, espículas, serpúlidos *Carpathiella*, calciesferas y pellets. Específicamente a los 130 m hay equinoideos y turrítelas.

Entre **137 m y 141 m**, una arenita feldespática calcárea de grano fino contiene fragmentos de ostras, inocerámidos, algas, y calciesferas.

Sobre un contacto irregular, entre **141 m y 148,3 m** ocurre un *grainstone* que desde los 146,68 se torna *grainstone* arenoso. Entre 142 m y 142,8 m ocurre un nivel rico en ostras. Desde 145 m a 146,68 m se registra framestone de corales coloniales del género *Stelidioseris* en posición de vida. El estrato contiene fragmentos de ostras y bivalvos, inocerámidos, algas, briozoos, placas de equinodermo, escafópodos, espículas y calciesferas.

Desde los **148,3 m a 150 m** se dispone una arenita feldespática calcárea muy fina de color verde oscuro, que contiene fragmentos de algas y calciesferas.

Entre los **150 m y 163 m**, ocurre un *grainstone*. Posee dos niveles de fragmentos de ostras dispuestos paralelamente al plano de estratificación: (1) entre 161 m y 161,5 m, y (2) entre 162 m y 162,5 m. Contiene abundantes ooides y braquiópodos en la base. También presenta fragmentos de bivalvos, ostras, inocerámidos, pholadomyas, algas, briozoos, placas de equinodermo, serpúlidos *Carpathiella* sp., ooides, pellets, espículas, calciesferas y escasos ammonites. Luego, un *packstone* arenoso entre **163 m y 180 m** contiene fragmentos de bivalvos, ostras, y gasterópodos. Sobreyaciendo, desde **180 m a 190 m** se dispone un *grainstone* con ostras, cárdidos, y otros bivalvos muy fragmentados, placas de equinodermos y calciesferas.

Desde los **190 m a 218 m** se presenta lutita calcárea, fisible, color negro, que contiene escasos bivalvos bien preservados como ostras, cárdidos y pectínidos, y continuando hacia el techo, ammonites, belemnites, y escasas calciesferas.

Luego desde los **218 m a 294,2 m** lo conforma una intercalación rítmica de lutita calcárea y *grainstone* lutítico. Se registran estructuras de carga en la caliza a los 294 m, y concreciones de *grainstone* lutítico hasta los 288,2 m. Las concreciones son de formas esféricas y ovaladas, y sus diámetros oscilan entre 8 y 12 cm en su eje mayor, y hacia el techo aumentan a 30 cm. El nivel contiene ammonites, bivalvos enteros y fragmentados, inocerámidos, fragmentos de ostras, pectínidos, foladomias, braquiópodos, belemnites paralelos al plano de estratificación, serpúlidos, espículas de hialoesponjas (hexactinélida?), fragmentos de briozoos, algas, escasos serpúlidos, foraminíferos bentónicos (miliólidos), y calciesferas. A los 290 m se registra dos “*dropstones*” de roca andesítica en *grainstone* y lutita con dimensiones de (1) 46 cm de alto y 60 cm de ancho, y (2) 7 cm de alto y 5 cm de ancho.

Entre **294,2 m y 300,2 m** ocurre un *grainstone* con laminación plana paralela en la base, y contiene ammonites y bivalvos bien preservados, fragmentos de ostras, inocerámidos, braquiópodos, briozoos, y algas, serpúlidos, foraminíferos bentónicos, espículas de hialoesponjas (hexactinélida?), y calciesferas. Se registra bioturbación de formas circulares de 6 cm de diámetro. Contiene glauconita.

Desde los **300,2 m a 302,2 m** se dispone arenisca calcárea de grano medio, color gris claro, con laminación plana paralela, y hasta los **303,2 m** una arenisca calcárea de grano fino, verde, y conglomerado fino (clastos tamaño gránulo) matriz soportado, cuyos contactos son irregulares. Hay presencia de glauconita en estos niveles.

Luego se intercalan rítmicamente: (1) desde **303,2 m a 310,2 m** *grainstone* arenoso con arenisca calcárea de grano fino color verde, con laminación paralela. Contiene concreciones de 4 cm a 17 cm de diámetro. (2) Entre **310,2 m y 314,7 m** *grainstone* arenoso con lutita calcárea de color negro y fisible, que contiene concreciones de 5 cm de diámetro. (3) Entre **314,7 m y 320,2 m**, *grainstone* arenoso con arenisca calcárea fina de color verde. (4) Entre **320,2 m y 324,2 m** *grainstone* arenoso con lutita calcárea color negro y fisible. Estas intercalaciones contienen fragmentos de bivalvos, ostras, y braquiópodos, fragmentos de briozoos y algas, escasos ammonites, belemnites, serpúlidos, espículas calcáreas y de hialoesponjas (Hexactinélida?), foraminíferos rotálidos (bentónicos) y calciesferas.

Sobre contacto neto, entre **324,2 m y 379,2 m** ocurre intercalación de *grainstone* arenoso y arenita lítica calcárea fina color gris oscuro (color superficial es rojizo por alteración). Las areniscas contienen laminación plana y ondulada paralela, y localmente estructura fláser. Se registran concreciones de entre 5 y 31 cm de diámetro, y algunos ammonites en su interior. Hasta los 342,2 m hay fragmentos de bivalvos, espículas de hialoesponjas (Hexactinélida?) y calciesferas, y desde 356 m a 379,2 m abundan ammonites enteros y fragmentados, belemnites, escafópodos, braquiópodos, y fragmentos de algas, y en menor proporción bivalvos y ostras, espículas de hialoesponjas (Hexactinélida) y calciesferas.

Desde **379,2 m a 433,2 m** el techo de la sección está constituido por *grainstone* arenoso fosilífero, masivo. Se reportan icnofósiles tipo madriguera de entre 3 y 6 mm de diámetro, que son paralelos al plano de estratificación. A partir de 407,8 m se registran ammonites y braquiópodos enteros y fragmentados, belemnites, escafópodos, espículas calcáreas y silíceas (pertenecen a hialoesponjas-Hexactinélida?), y calciesferas. Estas calizas son intruídas a los **394 m** por un dique.

4. PETROGRAFÍA

Se describen 60 secciones delgadas de la Formación Baños del Flaco al norte del Tinguiririca. La siguiente descripción petrográfica se realiza de base a techo de cada una de las siete secciones estratigráficas.

4.1 SECCIÓN 1

Contiene 12 secciones delgadas distribuidas en diferentes niveles de la columna 1 de la Formación Baños del Flaco (Figura 4.1).

La muestra **NBF/C1/25** (Anexo 1) corresponde a la matriz del conglomerado de la base de la Formación. Corresponde a arenita lutítica feldespática de grano medio (Figura 4.2 a), con clastos de plagioclasas y líticos volcánicos, y en menor cantidad clorita, opacos y óxidos de hierro. Presenta un 36% de lodo. Contiene cemento carbonatado de tipo poikilotópico y mosaico, y ferruginoso. Alteración a sericita y clorita.

NBF/C1/32,2 (Anexo 2) corresponde a una arenita feldespática lutítica de grano fino (Figura 4.2 b), contiene fragmentos de plagioclasa, líticos volcánicos y opacos, óxidos de hierro y glauconita. Presenta un 40% de matriz arcillosa, y un cemento glauconítico y carbonatado, y en menor cantidad de óxido de hierro. La matriz y algunos clastos están alterados a glauconita, y a veces a clorita.

A los 105 m un *wackestone* (**NBF/C1/105**) (Figura 4.2 c) (Anexo 3) contiene fragmentos de bivalvos, briozoos, calciesferas y pellets. Presenta un 65% de micrita gruesa, 30% de aloquímicos y 5% de plagioclasas.

NBF/C1/105,4 (Anexo 4) corresponde a *grainstone* arenoso (Figura 4.2 d, e). Contiene algas rojas y azul-verde con estructura estromatolítica, fragmentos de bivalvos, inocerámidos, briozoos, calciesferas y pellets. Presenta 50% de aloquímicos, 15% de esparita, y 35% de plagioclasas y líticos volcánicos.

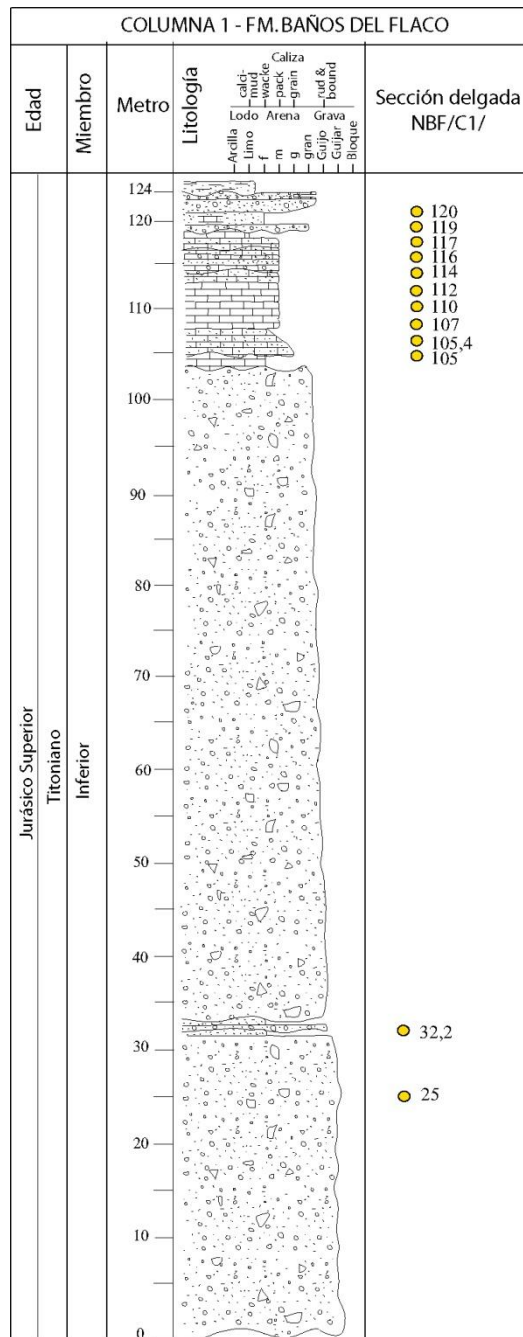


Figura 4.1 Ubicación de secciones delgadas en la columna 1 de la Formación Baños del Flaco.

Un *wackestone* arenoso (**NBF/C1/107**) (Anexo 5) (Figura 4.2 f) presenta fragmentos de bivalvos, algas, y briozoos. Contiene 15% de aloquímicos, 45% de micrita, y 40% de fragmentos de plagioclasa y líticos volcánicos.

NBF/C1/110 (Anexo 6), *packstone* (Figura 4.2 g) que presenta fragmentos de bivalvos, briozoos y algas rojas, gasterópodo, pellets y escasos ooides. Constituido por 70% de aloquímicos, 25% de micrita, en menor cantidad esparita, y 5% de plagioclasas.

A los 112 m un *packstone* (**NBF/C1/112**) (Figura 4.2 h) (Anexo 7) presenta placas de equinodermos, fragmentos de bivalvos, ostras e inocerámidos, gasterópodos, pellets y calciesferas. Contiene 75% de aloquímicos, 20% de micrita, y 5% de plagioclasas. Bioclastos levemente silicificados.

NBF/C1/114 (Anexo 8) corresponde a un *packstone* arenoso (Figura 4.3 a). Presenta fragmentos de bivalvos, ostras, algas, gasterópodos, calciesferas y pellets. Contiene 50% de aloquímicos, 30% de micrita, y 20% de plagioclasas, opacos y óxidos de hierro. Leve silicificación.

NBF/C1/116 (Anexo 9) es un *packstone* gravoso (Figura 4.3 b, c) con fragmentos de algas bien redondeados y ostras, y pellets. Presenta 50% de aloquímicos, 10% de micrita grumosa, y 40% de líticos volcánicos y plagioclasas. Tamaño de algas y fragmentos de ostras es de 1 mm.

Packstone arenoso (**NBF/C1/117**) (Figura 4.3 d) (Anexo 10) contiene fragmentos de algas rojas, briozoos, bivalvos y ostras, espículas y calciesferas. Constituido por 78% de aloquímicos, 10% de micrita, y 12% de plagioclasas y líticos volcánicos.

NBF/C1/119 (Anexo 11) corresponde a calci-lutita o lutita calcárea (“*calci-mudstone*”) (Figura 4.3 e, f). Presenta escasos gasterópodos, ooides en grapestone, y foraminíferos miliólidos (bentónicos). Constituido por 5% de aloquímicos, 93% de micrita, y 2 % de plagioclasas.

NBF/C1/120 (Anexo 12) es una arenita feldespática calcárea de grano fino (Figura 4.3 g, h). Contiene plagioclasas, líticos volcánicos, y en menor cantidad opacos y óxidos de hierro. Presenta fragmentos de ostras, algas, briozoos, pellets y espículas. Contiene 5% de matriz de lodo calcáreo y 8% de cemento carbonatado y en menor cantidad de óxido de hierro pelicular. Plagioclasas están alteradas a calcita.

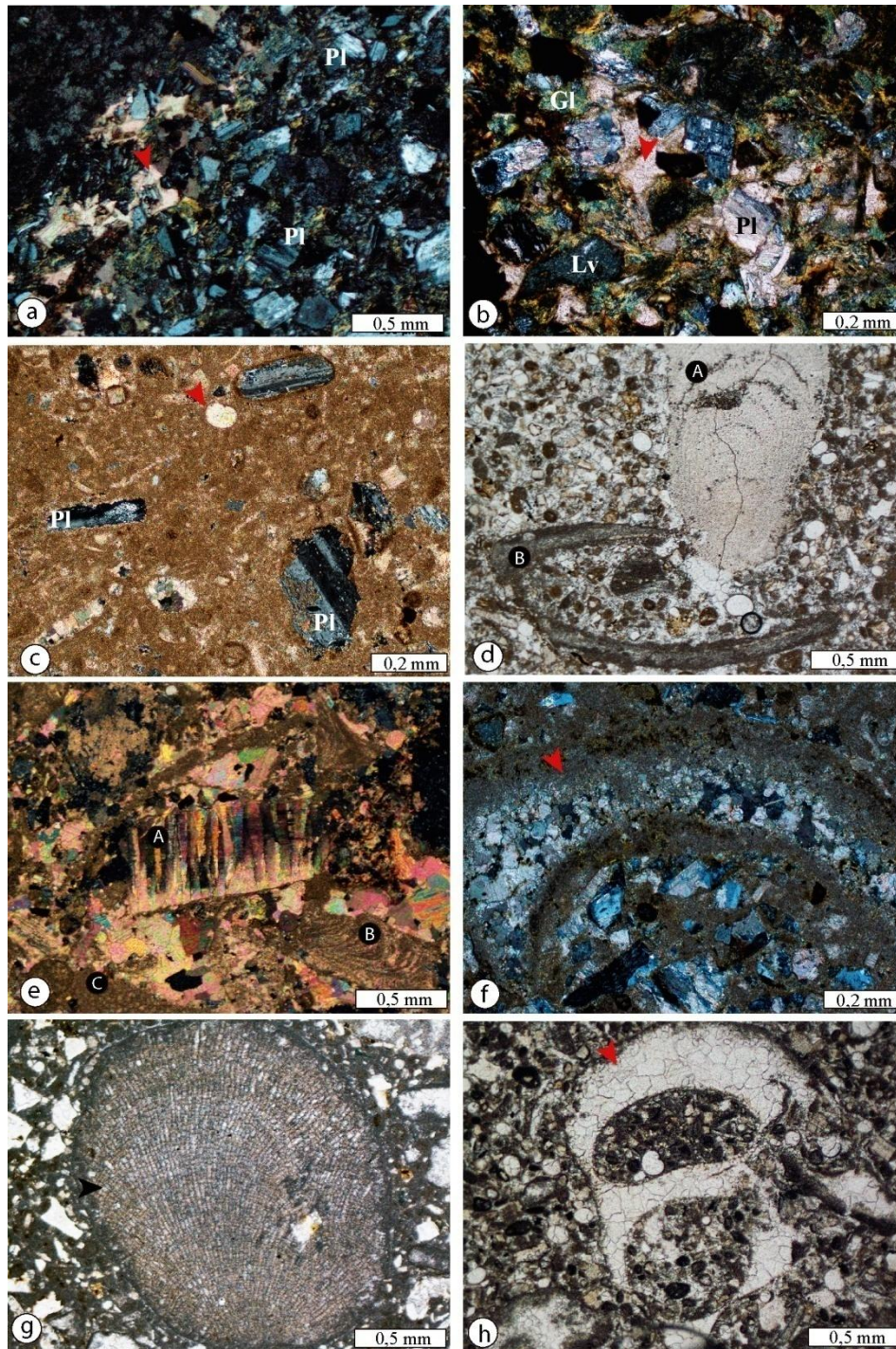


Figura 4.2 a: NBF/C1/125. Cemento carbonatado (flecha roja) en arenita feldespática lutítica. b: NBF/C1/32,2. Cemento carbonatado (flecha roja) en arenita feldespática lutítica. c: NBF/C1/105. Calciesfera (flecha roja) en *wackestone*. d: NBF/C1/105,4. *Grainstone* arenoso. A: alga. B: bivalvo. e: NBF/C1/105, 4. Contenido fósil. A: inocerámido. B: alga con estructura estromatolítica. C: briozoo. f: NBF/C1/107. Bivalvo (flecha roja) en *wackestone* arenoso. g: NBF/C1/110. Alga (flecha negra) en *Packstone*. h: NBF/C1/112. Gasterópodo (flecha roja) en *Packstone*.

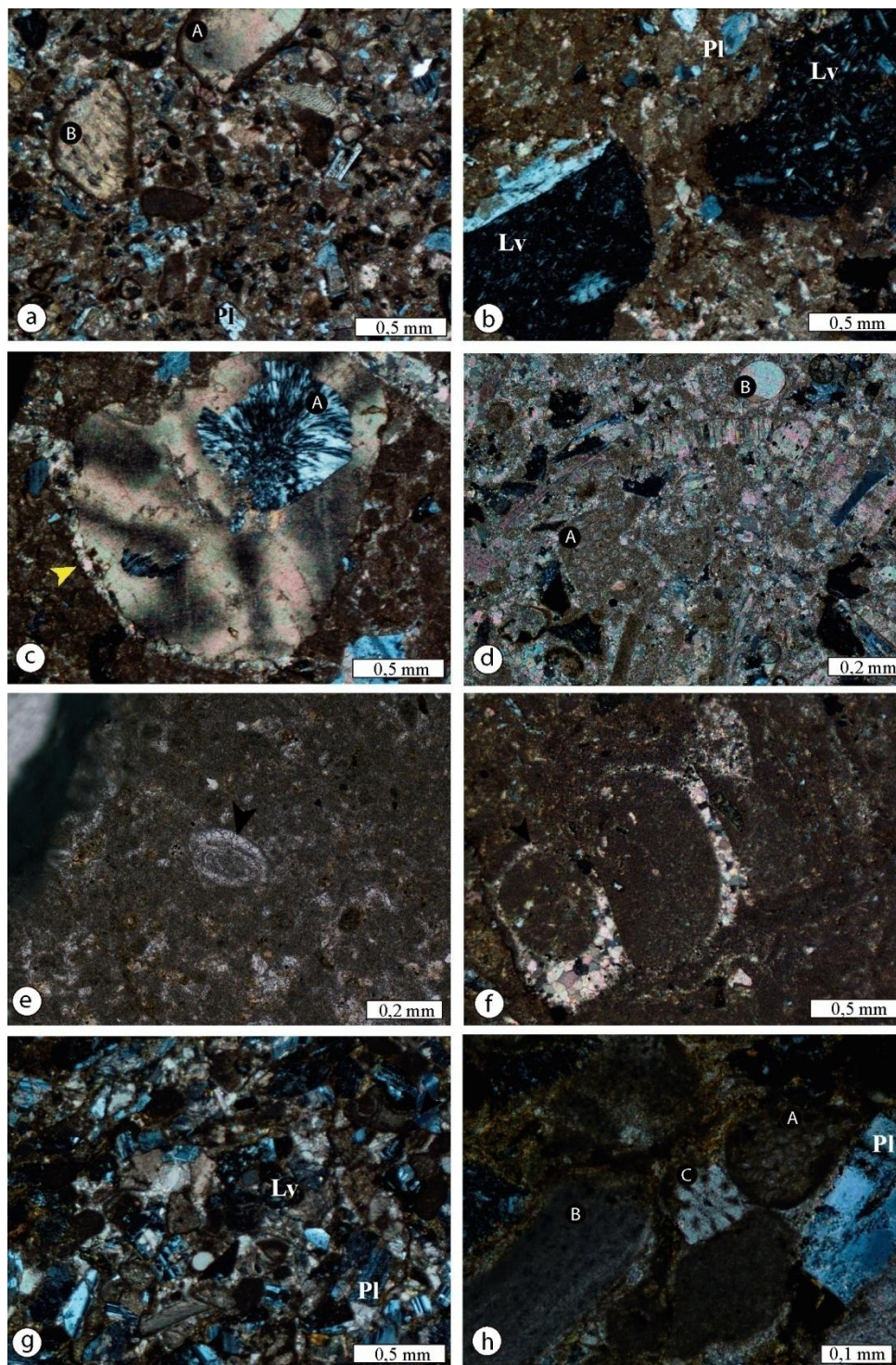


Figura 4.3 a: NBF/C1/114. *Packstone* arenoso. A: alga. B: briozoo. b: NBF/C1/116. *Packstone* gravoso. c: NBF/C1/116. Alga (flecha amarilla) en *packstone* gravoso. A: silicificación (calcedonia). d: NBF/C1/117. *Packstone* arenoso. A: briozoo. B: calciesfera. e: NBF/C1/119. Foraminífero miliólido (flecha negra) en calci-lutita. f: NBF/C1/119. Gasterópodo (flecha negra) en calci-lutita. g: NBF/C1/120. Arenita feldespática calcárea. h: NBF/C1/120. A: briozoo. B: ostra. C: espícula calcárea.

4.2 SECCIÓN 2

Contiene cinco secciones delgadas distribuidas en diferentes niveles de la columna 2 de la Formación Baños del Flaco (Figura 4.4).

NBF/C2/123,9 (Anexo 13) corresponde a arenita lítica calcárea muy gruesa (Figura 4.5 a). Contiene plagioclasas, líticos volcánicos y escasos opacos. Además contiene un 10% de bioclastos: fragmentos de algas, bivalvos y ostras, y gasterópodos. Presenta 25% de lodo calcáreo y 5% de cemento carbonatado.

NBF/C2/124,1 (Anexo 14) es *grainstone* gravoso (Figura 4.5 b, c). Contiene algas, briozoos, placas de equinodermos, fragmentos de bivalvos, calciesferas y pellets. Constituido por 65% de aloquímicos, 10% de esparita tipo pseudoesparita, y 25% de líticos volcánicos tamaño gránulo.

A los 124,2 una limolita (**NBF/C2/124,2**) (Anexo 15) (Figura 4.5 d, e) contiene plagioclasas, líticos volcánicos, opacos y micas. Presenta un 25% de matriz arcillosa y 5% de cemento micáceo y carbonatado. Contiene algunos gránulos de líticos volcánicos.

NBF/C2/124,3 (Anexo 16) corresponde a limolita (Figura 4.5 f, g). Contiene 85% de feldespatos, y en menor cantidad líticos volcánicos, opacos, glauconita, óxidos de hierro y micas. Contiene un 30% de matriz arcillosa y 2% de cemento rellenando fracturas.

NBF/C2/129,5 (Anexo 17) corresponde a un *grainstone* (Figura 4.5 h) con fragmentos de bivalvos, inocerámidos, ostras, placas de equinodermos, calciesferas y pellets. Constituido por 80% de aloquímicos y 20% de esparita.

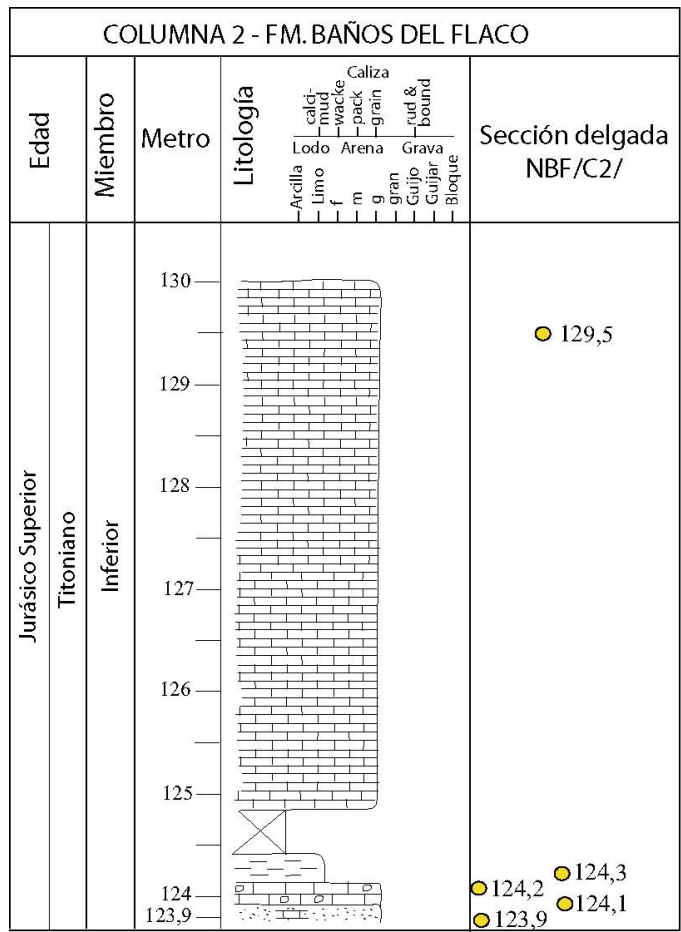


Figura 4.4 Ubicación de secciones delgadas en la columna 2 de la Formación Baños del Flaco.

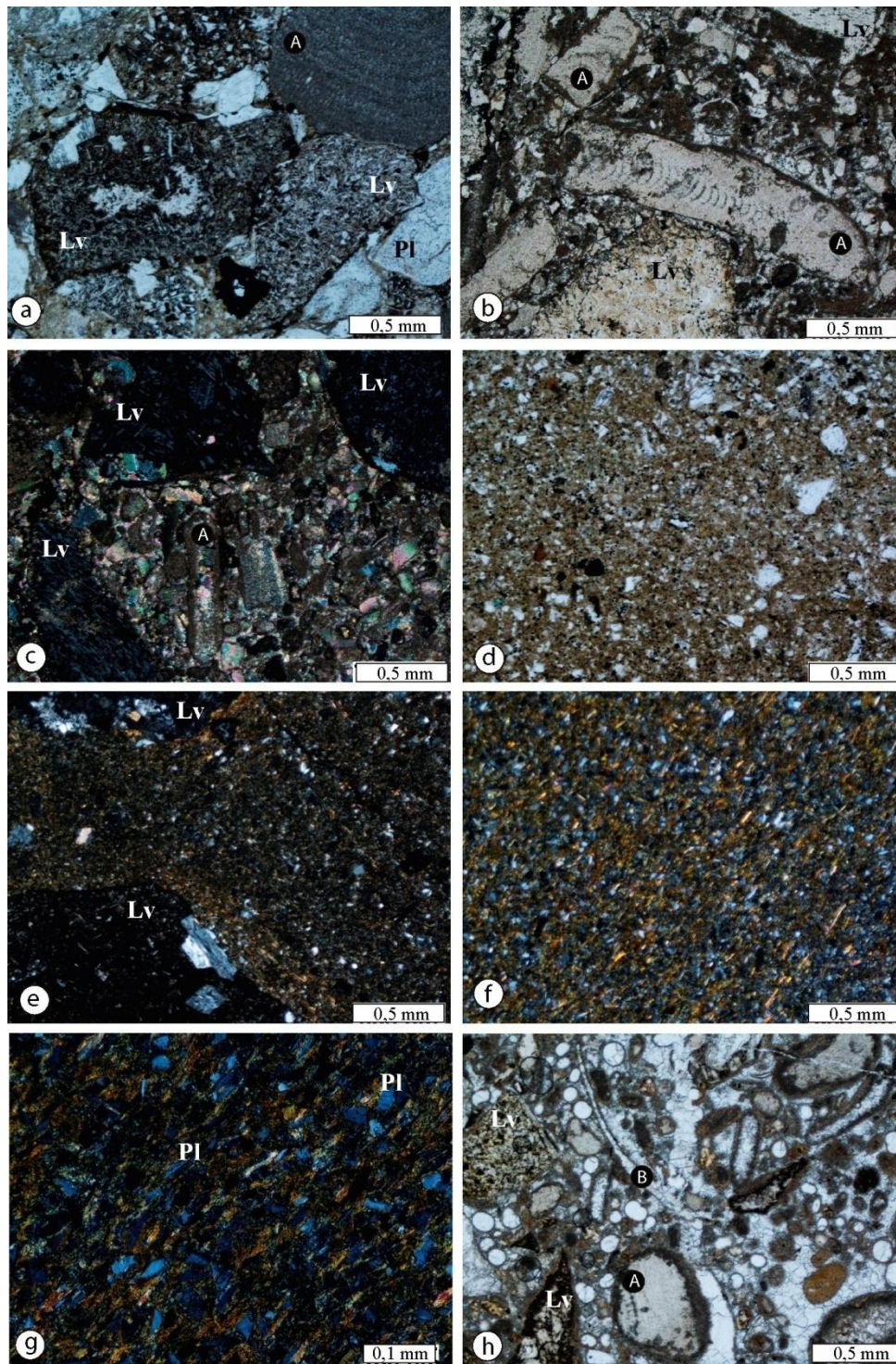


Figura 4.5 a: NBF/C2/123,9. Arenita lítica calcárea. A: Alga. b: NBF/C2/124,1. *Grainstone* gravoso. A: alga. c: NBF/C2/124,1. *Grainstone* gravoso. A: bivalvo. d-e: NBF/C2/124,2. Limolita. f-g: NBF/C2/124,3. Limolita. h: NBF/C2/129,5. *Grainstone*. A: alga. B: bivalvo.

4.3 SECCIÓN 3

Contiene 13 secciones delgadas distribuidas en diferentes niveles de la columna 3 de la Formación Baños del Flaco (Figura 4.6).

NBF/C3/129,6 (Anexo 18) es un *grainstone* (Figura 4.7 a, b, c) que contiene abundantes pisoides con núcleos de algas, bivalvos y gasterópodos, ooides con núcleos de algas, inocerámidos y otros bivalvos, placas de equinodermos, serpúlidos del género *Carpathiella*, espículas y calciesferas. Constituido por 78% de aloquímicos, 20% de esparita, y 2% de plagioclasas y líticos volcánicos.

NBF/C3/136 (Anexo 19) corresponde a un *grainstone* (Figura 4.7 d) con fragmentos de bivalvos, ostras, inocerámidos, algas, ooides, espículas y calciesferas. Constituido por 70% de aloquímicos, 25% de esparita, y 5% de fragmentos volcánicos.

Una arenita feldespática calcárea (**NBF/C3/140**) (Figura 4.7 e) (Anexo 20) está constituida por plagioclasas, líticos volcánicos, y en menor cantidad fragmentos de calcita y óxidos de hierro. Contiene fragmentos de ostras, inocerámidos, algas y calciesferas. Contiene un 15% de cemento carbonatado y ferruginoso pelicular, 50% de siliciclastos y 35% de bioclastos.

NBF/C3/148 (Anexo 21) corresponde a *grainstone* arenoso (Figura 4.7 f, g), con fragmentos de bivalvos, inocerámidos, ostras, briozoos, equinodermos, y calciesferas. Constituido por 65% de aloquímicos, 20% de esparita, y 12% de plagioclasas y líticos volcánicos. Silicificación (calcedonia y microcuarzo) como porosidad secundaria.

NBF/C3/149 (Anexo 22) es arenita feldespática calcárea de grano muy fino (Figura 4.7 h), con plagioclasas líticos volcánicos y escasos óxidos de hierro. Presenta 20% de cemento silíceo (calcedonia), carbonatado y filosilicatos. Se registra silicificación (calcedonia).

NBF/C3/151 (Anexo 23) corresponde a *grainstone* (Figura 4.8 a, b) con ooides concéntricos, fragmentos de bivalvos, inocerámidos, ostras, braquiópodos, algas, briozoos, serpúlidos, espículas y calciesferas. Constituido por 65% de aloquímicos, 20% esparita, y 15% plagioclasas y líticos volcánicos. Silicificación (ópalo, microcuarzo y calcedonia) en fósiles calcáreos.

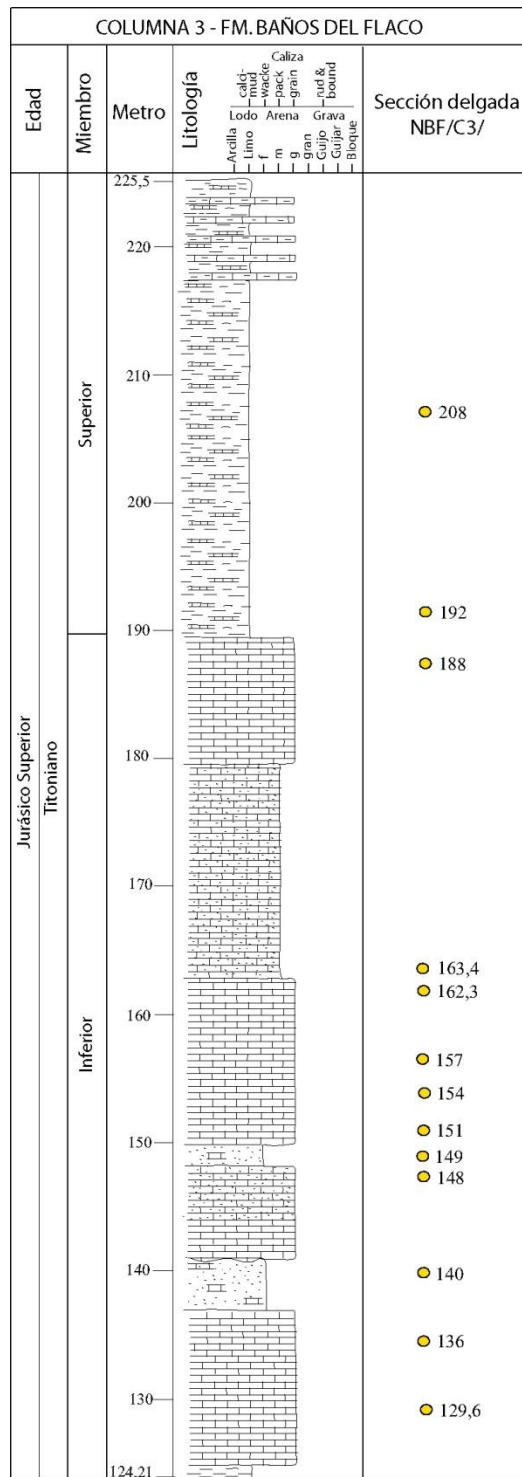


Figura 4.6 Ubicación de secciones delgadas en la columna 3 de la Formación Baños del Flaco.

El *grainstone* oolítico **NBF/C3/154** (Figura 4.8 c, d) (Anexo 24), con alto contenido de ooides, contiene además fragmentos de bivalvos, inocerámidos, ostras, briozoos, algas y calciesferas. 70% aloquímicos, 25% esparita, y 5% plagioclasas.

NBF/C3/157 (Anexo 25) corresponde a *grainstone* (Figura 4.8 e, f) con abundantes calciesferas. También presenta fragmentos de bivalvos, ostras, algas, equinodermos, ooides, serpúlidos del género *Carpathiella* e intraclastos de ooesparita. Constituido por 67% de aloquímicos, 30% esparita, y 3% líticos volcánicos. Silicificación en calciesferas.

NBF/C3/162,3 (Anexo 26) es *grainstone* (Figura 4.8 g, h), con contenido de calciesferas, ooides, fragmentos de bivalvos, inocerámidos, ostras, e intraclastos. Constituido por 80% de aloquímicos, 15% de esparita, y 5% líticos volcánicos. Silicificación (microcuarzo) en calciesferas y bivalvos, y ópalo en algunos ooides.

La muestra **NBF/C3/163,4** (Anexo 27) corresponde a un *packstone* arenoso (Figura 4.9 a, b). Contiene principalmente calciesferas y ooides, y en menores proporciones fragmentos de bivalvos, ostras e intraclastos. Constituido por 50% de aloquímicos, 35% esparita, y 15% de líticos volcánicos. Alto grado de silicificación (calcedonia y microcuarzo) en calciesferas, y ópalo en ooides.

NBF/C3/188 (Anexo 28) corresponde a *grainstone* (Figura 4.9 c) con presencia de fragmentos de bivalvos, ostras, placas de equinodermos y calciesferas. Constituido por 85% de aloquímicos, 10% esparita y 5% de líticos volcánicos y plagioclasas. Silicificación (ópalo) en algunos bioclastos y cemento.

NBF/C3/192 (Anexo 29) pertenece a una lutita calcárea (Figura 4.9 d), con plagioclasas, líticos volcánicos, y minerales accesorios. Escasos fragmentos de bivalvos y calciesferas. Tiene 5% de matriz arcillosa y 25% de cemento carbonatado. Minerales presentan orientación.

NBF/C3/208 (Anexo 30) corresponde a lutita calcárea (Figura 4.9e, f), con cuarzo, plagioclasas, líticos volcánicos, y minerales accesorios. Tiene 10% de cemento calcáreo y ferruginoso.

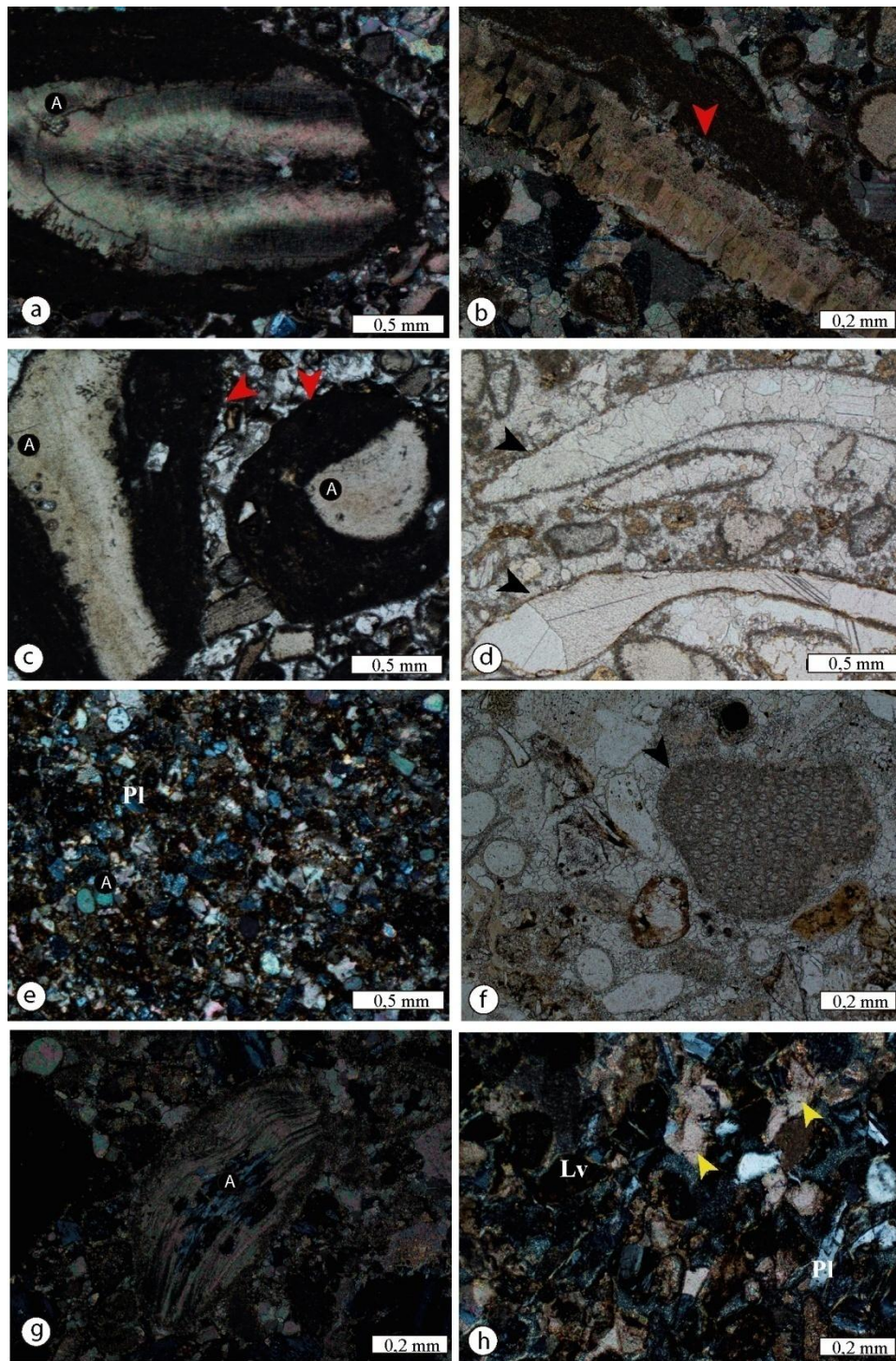


Figura 4.7 a: NBF/C3/129,6. Pisoide en *grainstone*. A: alga. b: NBF/C3/129,6. Inocerámido (flecha roja). c: NBF/C3/129,6. Pisoides (flecha roja). A: alga. d: NBF/C3/136. Bivalvos (flecha negra) en *grainstone*. e: NBF/C3/140. Arenita feldespática calcárea. f: NBF/C3/148. Briozoo (flecha negra) en *grainstone* arenoso. g: NBF/C3/148. A: silicificación en ostra. h: NBF/C3/149. Cemento carbonatado (flecha amarilla) en arenita feldespática calcárea.

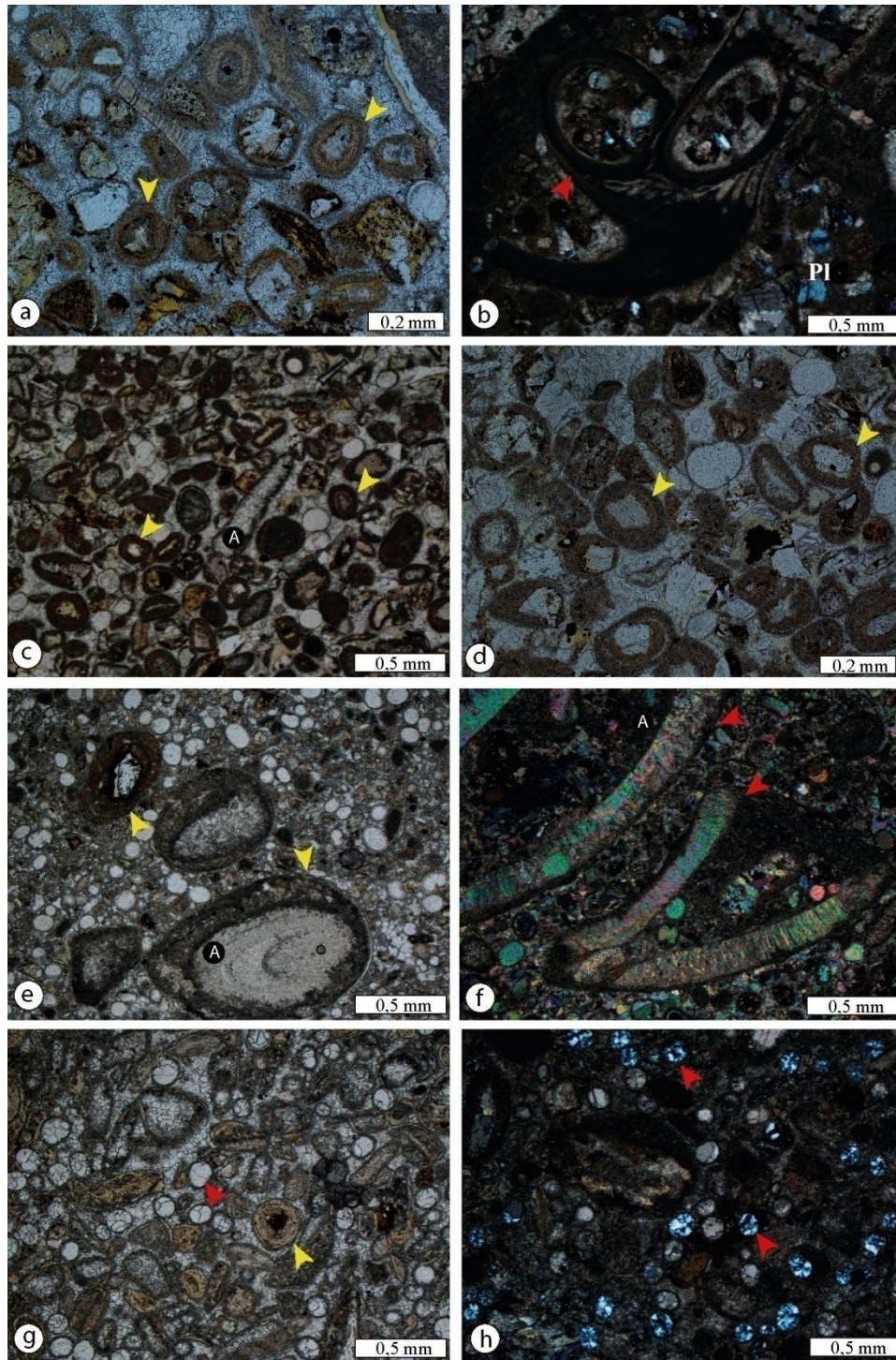


Figura 4.8 a: NBF/C3/151. Ooides (flecha amarilla) en *grainstone*. **b: NBF/C3/151.** Serpúlidos (flecha roja) en *grainstone*. **c: NBF/C3/154.** Ooides (flecha amarilla) en *grainstone* lutítico. A: bivalvo. **d: NBF/C3/154.** Ooides (flecha amarilla) en *grainstone* lutítico. **e: NBF/C3/157.** Ooides (flecha amarilla) en *grainstone*. A: alga. **f: NBF/C3/157.** Serpúlidos *Carpathiella* (flecha roja) en *grainstone*. **g: NBF/C3/162,3.** Ooides (flecha amarilla) y calciesferas (flecha roja) en *grainstone*. **h: NBF/C3/162,3.** Silicificación en calciesferas (flecha roja).

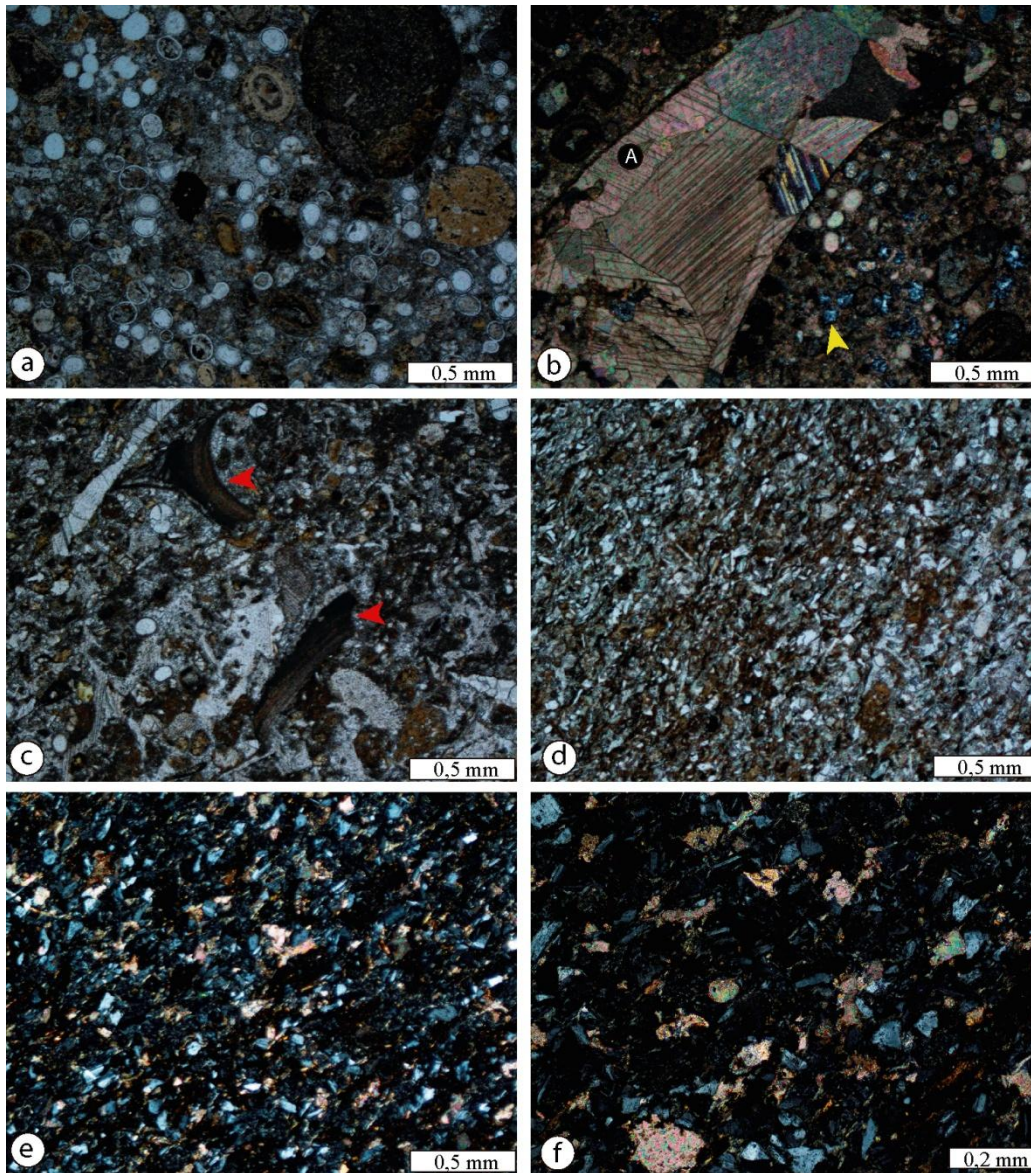


Figura 4.9 a: NBF/C3/163.4. *Packstone* arenoso. **b:** NBF/C3/163.4. Silicificación en calciesferas (flecha amarilla). A: bivalvo. **c:** NBF/C3/188. Ostras (flecha roja) en *grainstone*. **d:** NBF/C3/192. Lutita calcárea. **e-f:** NBF/C3/208. Lutita calcárea.

4.4 SECCIÓN 4

Contiene dos secciones delgadas distribuidas en diferentes niveles de la columna 4 de la Formación Baños del Flaco (Figura 4.10).

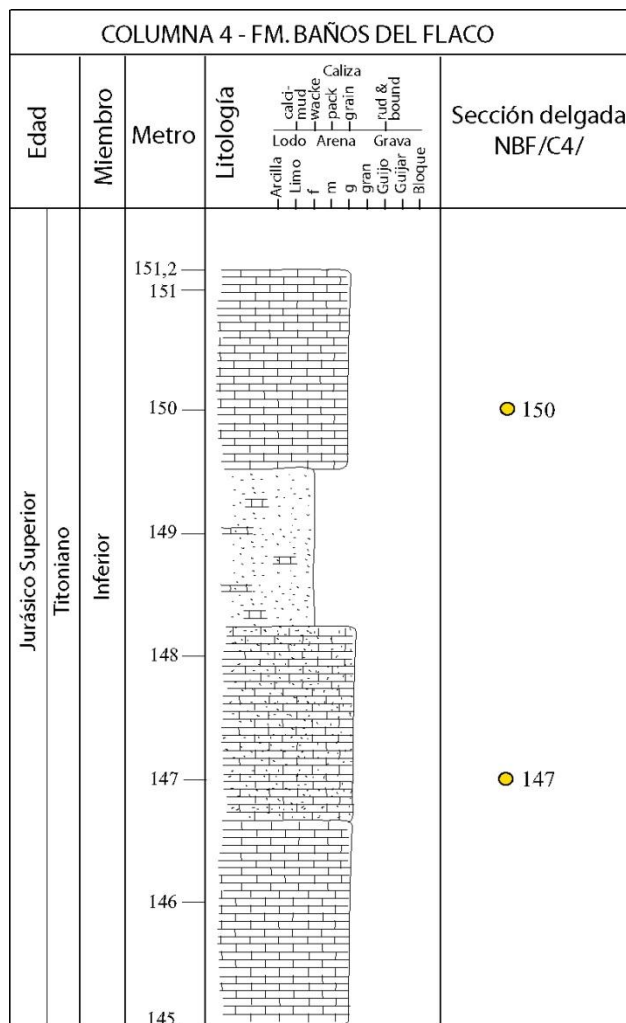


Figura 4.10 Ubicación de secciones delgadas en la columna 4 de la Formación Baños del Flaco.

NBF/C4/147 (Anexo 31) corresponde a *grainstone* arenoso (Figura 4.11 a, b). Contiene fragmentos de algas, ostras e inocerámidos, placas de equinodermos, espículas y calciesferas. Constituido por 67% de aloquímicos, 8% de esparita, y 25% de líticos volcánicos y plagioclasas.

NBF/C4/150 (Anexo 32) pertenece a un *grainstone* (Figura 4.11 c, d) con presencia de ooides con núcleos de líticos volcánicos y briozoos, fragmentos de bivalvos, briozoos, calciesferas y pellets. Está constituido por 85% de aloquímicos, 10% de esparita, y 5% de plagioclasas y líticos volcánicos. Ocasionalmente ópalo cementado porosidad secundaria.

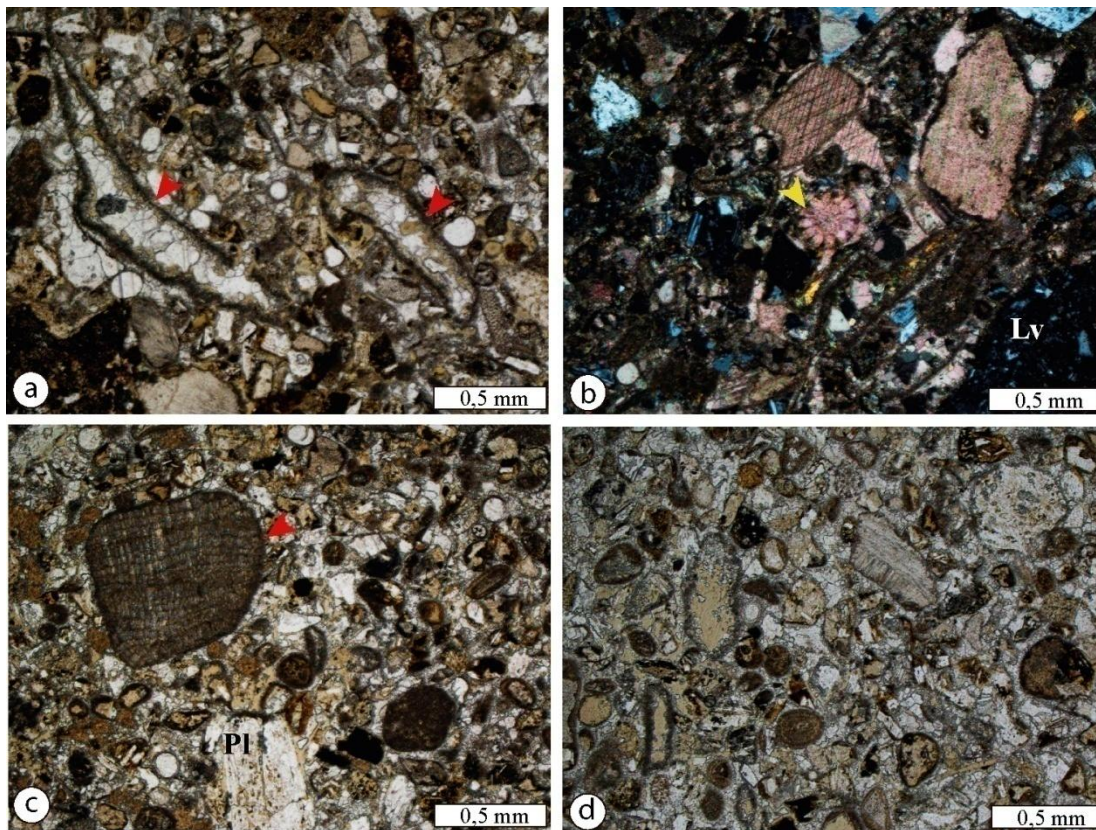


Figura 4.11 a: NBF/C4/147. Bivalvos (flecha roja) en *grainstone* arenoso. **b:** NBF/C4/147. Espícula calcárea (flecha amarilla) en *grainstone* arenoso. **c:** NBF/C4/150. Briozoo (flecha roja) en *grainstone*. **d:** NBF/C4/150. Vista general de *grainstone*.

4.5 SECCIÓN 5

Contiene 14 secciones delgadas distribuidas en diferentes niveles de la columna 5 de la Formación Baños del Flaco (Figura 4.12).

NBF/C5/228 (Anexo 33) corresponde a *grainstone* lutítico (Figura 4.13 a), con presencia de calciesferas, fragmentos de bivalvos y ostras. Está constituido por 50% de aloquímicos, 20% de esparita, y 30% de arcilla y materia orgánica, plagioclasas, cuarzo y opacos. Leve silicificación (ópalo y microcuarzo) en algunas calciesferas.

NBF/C5/232 (Anexo 34) es un *grainstone* lutítico (Figura 4.13 b, c), con calciesferas, fragmentos de bivalvos, y foraminíferos miliólidos (bentónicos). Hay 50% de aloquímicos, 35% esparita y 20% arcilla, materia orgánica, plagioclasa, líticos volcánicos y opacos.

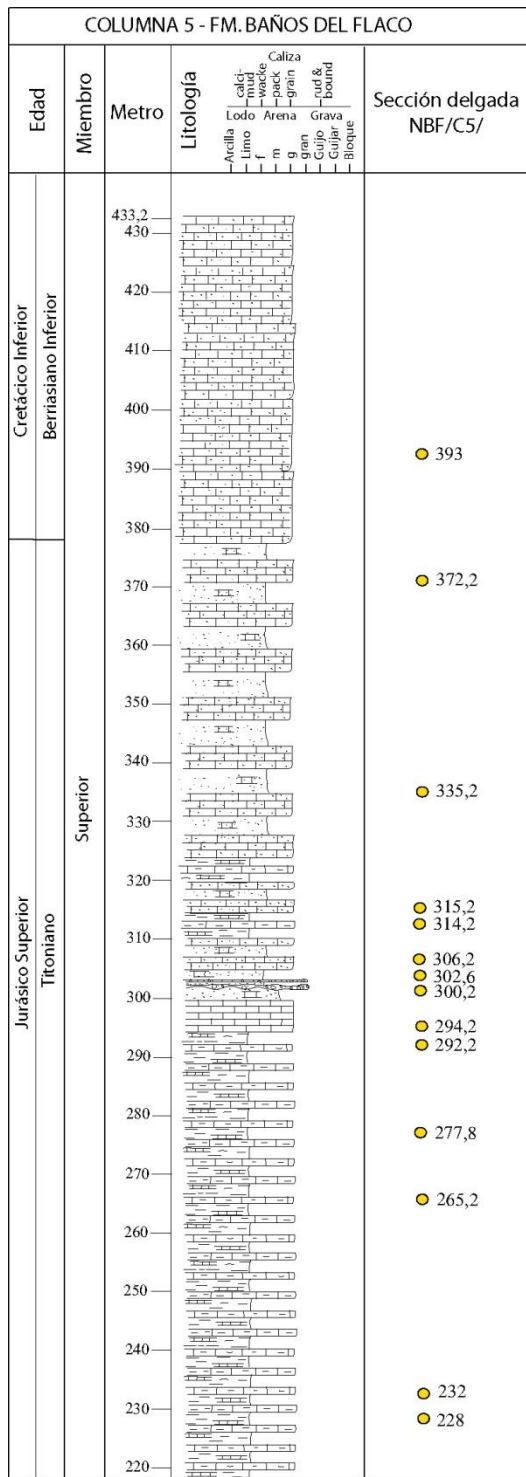


Figura 4.12 Ubicación de secciones delgadas en la columna 5 de la Formación Baños del Flaco.

Presenta laminación paralela. Silicificación (ópalo) en algunos bioclastos.

NBF/C5/265,2 (Anexo 35) pertenece a una lutita calcárea (Figura 4.13 d), con cuarzo, plagioclasas, líticos volcánicos, glauconita y otros minerales accesorios. Presenta fragmentos de bivalvos, calciesferas y espículas de hialoesponjas (hexactinellida?). Un 50% es matriz arcillosa. Laminación paralela.

El *grainstone* lutítico **NBF/C5/277,8** (Figura 4.13 e) (Anexo 36) contiene fragmentos de braquiópodos, briozoos, calciesferas y foraminíferos bentónicos. Constituido por 50% de aloquímicos, 15% de esparita y 35% de arcilla, materia orgánica, glauconita, plagioclasas, líticos volcánicos y opacos.

NBF/C5/292,2 (Anexo 37) corresponde a un *grainstone* (Figura 4.13 f), con espículas de hialoesponjas, fragmentos de braquiópodos, ostras, algas, briozoos y calciesferas. Está constituida por 51% de aloquímicos, 40% de esparita, y 9% de materia orgánica, plagioclasa y opacos.

NBF/C5/294,2 (Anexo 38) corresponde a un *grainstone* (Figura 4.13 g, h) con fragmentos de braquiópodos, inocerámidos, ostras, briozoos, algas, espículas de hialoesponjas, calciesferas, y foraminíferos bentónicos. Constituido por 70% de aloquímicos, 25 de esparita y 5% de glauconita, plagioclasas, opacos y arcillas.

NBF/C5/300,2 (Anexo 39) pertenece a un *grainstone* (Figura 4.14 a, b, c) con presencia de braquiópodos y ostras desarticuladas, otros bivalvos, briozoos, algas, serpúlidos, y espículas de hialoesponjas. Constituido por 67% de aloquímicos, 25% de esparita y 8% de glauconita, plagioclasas, líticos volcánicos, opacos, y materia orgánica.

NBF/C5/302,6 (Anexo 40) corresponde a arenita lítica lutítica de grano grueso (Figura 4.14 d), con cuarzo, plagioclasa, líticos volcánicos, glauconita y opacos. Presenta 20% de matriz limosa y arcillosa, y 10% de cemento ferruginoso, carbonatado, y silíceo.

El *grainstone* arenoso **NBF/C5/306,2** (Figura 4.14 e, f) (Anexo 41) contiene fragmentos de braquiópodos, ostras, briozoos, algas, calciesferas y espículas de hialoesponjas. Constituido

por 60% de aloquímicos, 28% de cemento poikilotópico de esparita y 12% de plagioclasas, volcánicos, glauconita. Aloquímicos y clastos alterando a glauconita. Se presenta cemento de calcedonia.

NBF/C5/314,2 (Anexo 42) corresponde a lutita calcárea (Figura 4.14 g) con cuarzo, plagioclasa, volcánicos, y glauconita. Contiene fragmentos de ostras, espículas calcáreas y de hialoesponjas, y calciesferas. Presenta 60% de matriz de arcilla. Laminación plana paralela marcada por materia orgánica.

NBF/C5/315,2 (Anexo 43) corresponde a *grainstone* arenoso (Figura 4.14 h), con presencia de fragmentos de bivalvos, ostras, braquiópodos, calciesferas y espículas de hialoesponjas. Constituido por 65% de aloquímicos, 20% de esparita, y 15% de plagioclasas, líticos volcánicos, y glauconita.

NBF/C5/335,2 (Anexo 44) pertenece a *grainstone* arenoso (Figura 4.15 a, b), con contenido de fragmentos de bivalvos, calciesferas y espículas de hialoesponjas. Está constituido por 25% de aloquímicos, 30% esparita tipo poikilotópico y mosaico, y 45% de plagioclasas, líticos volcánicos, glauconita y materia orgánica.

El *grainstone* arenoso **NBF/C5/372,2** (Figura 4.15 c) (Anexo 45) contiene fragmentos de bivalvos, ostras, algas, calciesferas y espículas de hialoesponjas. Constituido por 60% de aloquímicos, 20% de esparita, y 20% de plagioclasas y líticos volcánicos.

NBF/C5/393 (Anexo 46) corresponde a *grainstone* arenoso (Figura 4.15 d) con contenido de fragmentos de braquiópodos, calciesferas, espículas calcáreas y de hialoesponjas. Está constituido por 40% de aloquímicos, 20% esparita y 40% de plagioclasas, líticos volcánicos, cuarzo y materia orgánica. Hay orientación de las valvas de los bioclastos.

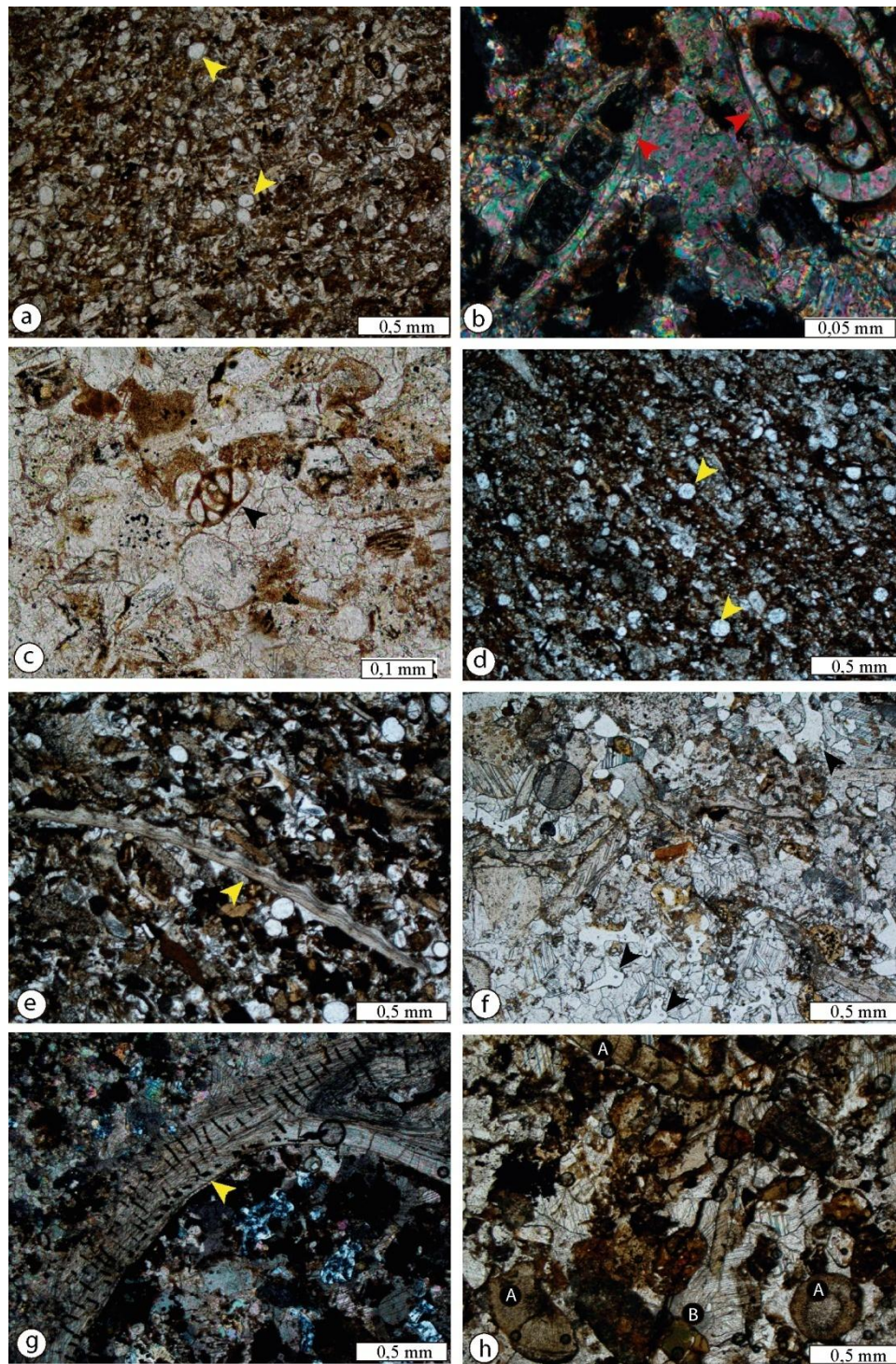


Figura 4.13 a: NBF/C5/228. Calciesferas (flecha amarilla) en *grainstone* lutítico. b-c: NBF/C5/232. Foraminíferos miliólidos (flechas roja y negra) en *grainstone* lutítico. d: NBF/C5/265,2. Calciesferas (flecha amarilla) en lutita calcárea. e: NBF/C5/277,8. Braquiópodo (flecha amarilla) en *grainstone* lutítico. f: NBF/C5/292,2. *Grainstone*. g: NBF/C5/294,2. Braquiópodo (flecha amarilla) en *grainstone*. h: NBF/C5/294,2. A: alga. B: glauconita.

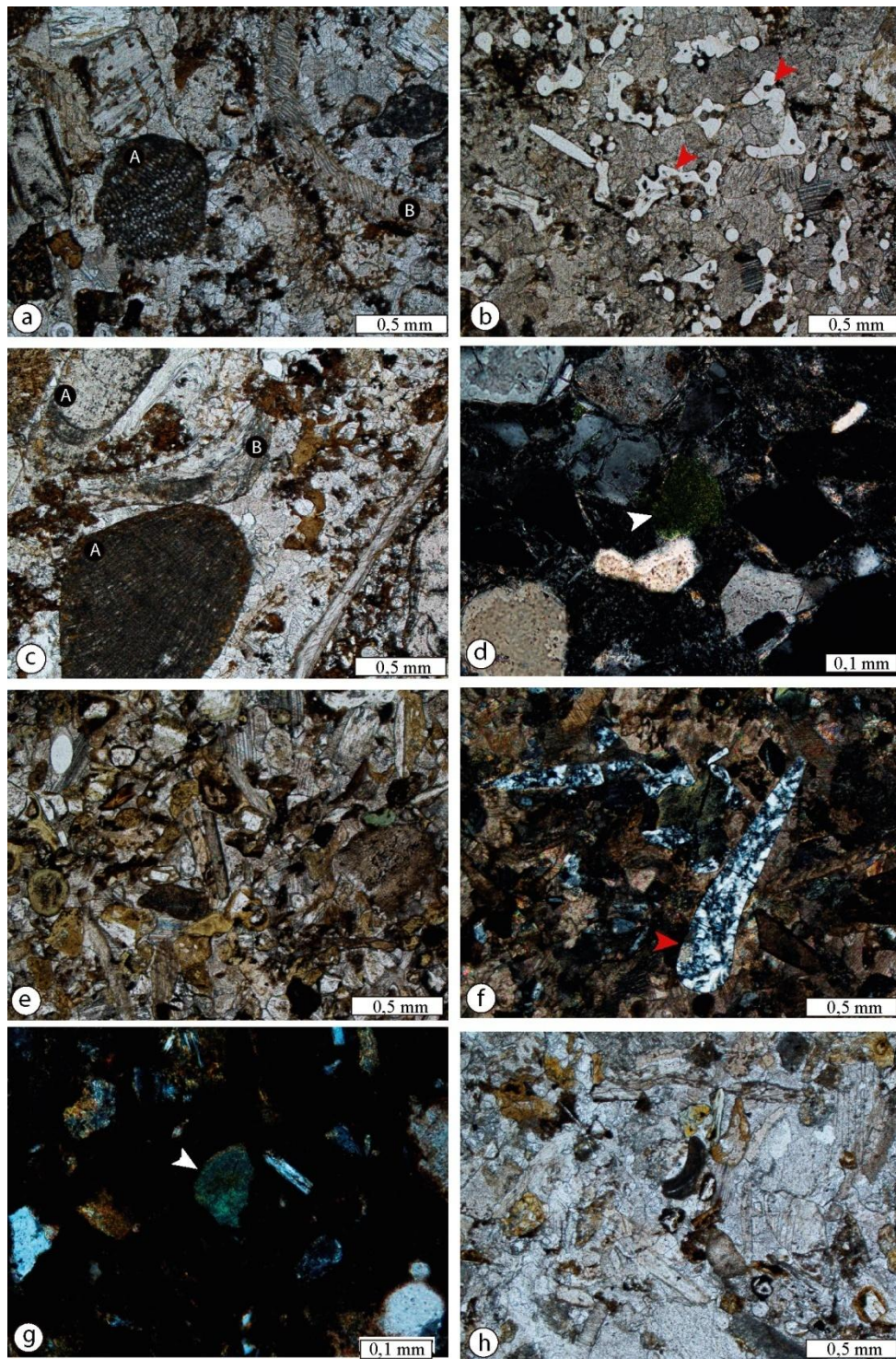


Figura 4.14 a: NBF/C5/300,2. *Grainstone*. A: briozoo. B: braquiópodo. b: NBF/C5/300,2. Espículas de hialoesponja (flecha roja). c: NBF/C5/300,2. A: alga. B: braquiópodo. d: NBF/C5/302,6. Glauconita (flecha blanca) en arenita lítica lutífica. e: NBF/C5/306,2. *Grainstone* arenoso. f: NBF/C5/306,2. Espícula de hialoesponja (flecha roja). g: NBF/C5/314,2. Glauconita (flecha blanca) en lutita calcárea. h: NBF/C5/315,2. *Grainstone* arenoso.

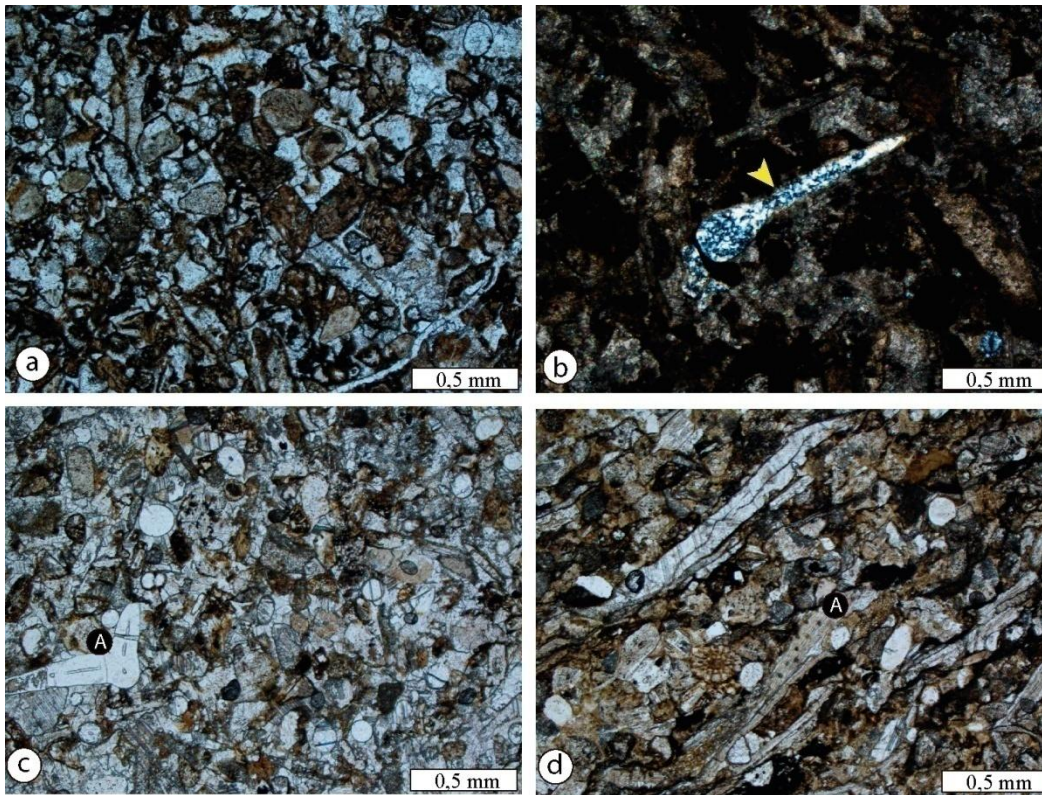


Figura 4.15 a: NBF/C5/335,2. *Grainstone* arenoso. b: NBF/C5/335,2. Espícula de hialoesponja (flecha amarilla). c: NBF/C5/372,2. *Grainstone* arenoso. A: espícula de hialoesponja. d: NBF/C5/393. *Grainstone* arenoso. A: braquiópodo.

4.6 SECCIÓN 6

Contiene cuatro secciones delgadas distribuidas en diferentes niveles de la columna 6 de la Formación Baños del Flaco (Figura 4.16).

NBF/C6/303,9 (Anexo 47) corresponde a *grainstone* (Figura 4.17 a). Contiene fragmentos de ostras, braquiópodos, calciesferas y espículas. Constituido por 82% de aloquímicos, 10% de esparita y 8% de plagioclasa, cuarzo, líticos volcánicos, y materia orgánica. Espículas elongadas por deformación. Silicificación (calcedonia) en aloquímicos.

NBF/C6/304,2 (Anexo 48) pertenece a un *grainstone* arenoso (Figura 4.17 b) con fragmentos de algas (2,5 mm de tamaño), briozoos y ostras. Contiene 63% de aloquímicos, 12% de esparita y 25% de líticos volcánicos y plagioclasas. Algunos bioclastos silicificados.

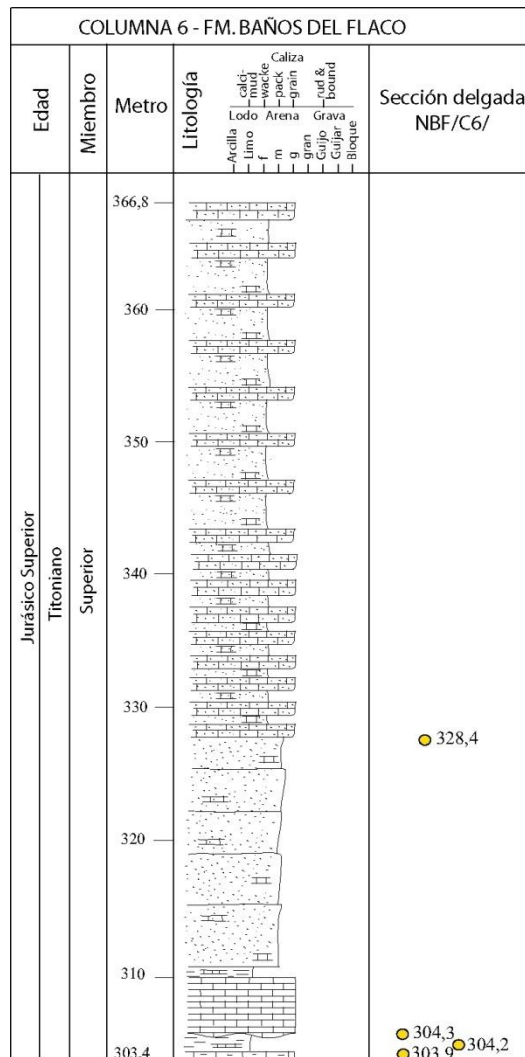


Figura 4.16 Ubicación de secciones delgadas en la columna 6 de la Formación Baños del Flaco.

La muestra **NBF/C6/304,3** (Anexo 49) corresponde al “*dropstone*”. Éste es una andesita (Figura 4.17 c). La masa fundamental es muy fina (vidrio volcánico). Presenta leve silicificación a calcedonia.

NBF/C6/328,4 (Anexo 50) corresponde a una arenita feldespática de grano fino (Figura 4.17 d), con plagioclasa, líticos volcánicos, cuarzo y glauconita. Contiene serpúlidos, fragmentos de braquiópodos, ostras y foraminíferos rotálidos (bentónicos). 20% es cemento silíceo, ferruginoso y en menor proporción glauconítico.

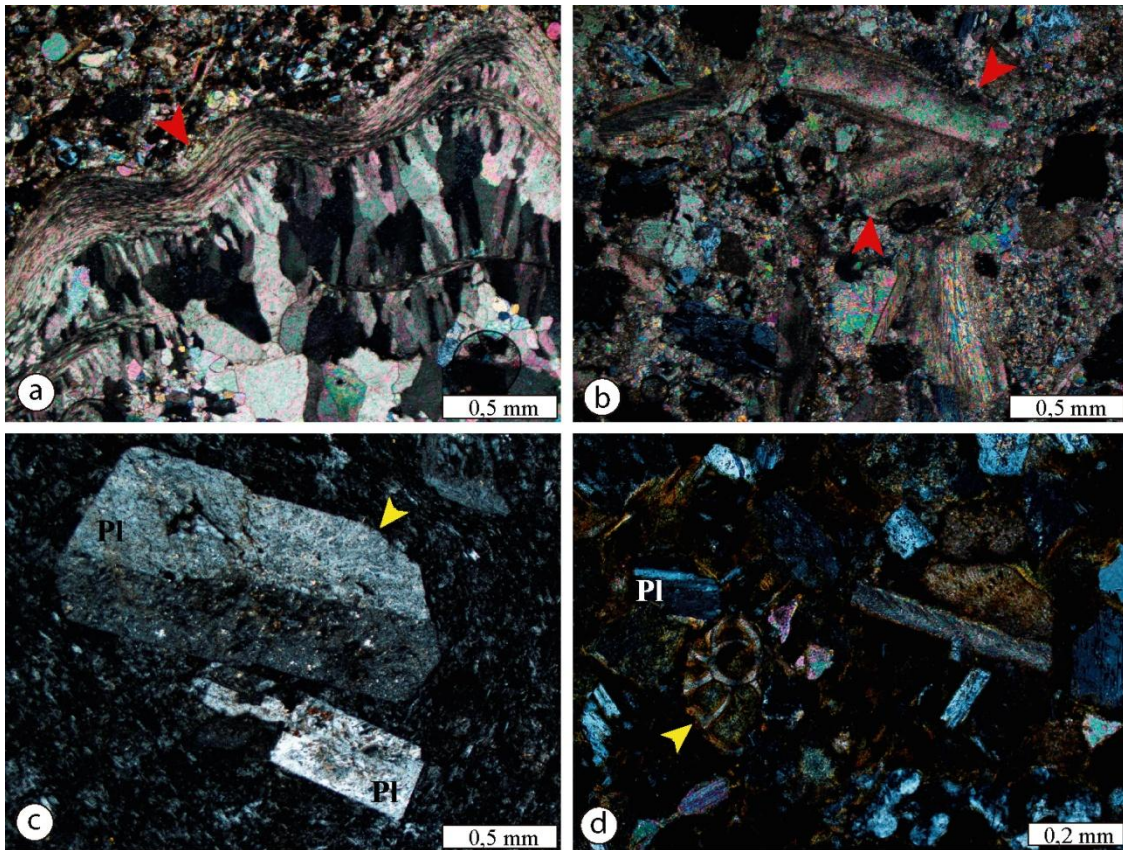


Figura 4.17 a: NBF/C6/303,9. Braquiópodo (flecha roja) en *grainstone*. b: NBF/C6/304,2. Algas (flecha roja) en *grainstone* arenoso. c: NBF/C6/304,3. Andesita. Flecha amarilla indica plagioclasa. d: NBF/C6/328,4. Foraminífero rotáldo (flecha amarilla) en arenita feldespática.

4.7 SECCIÓN 7

Contiene 10 secciones delgadas distribuidas en diferentes niveles de la columna 7 de la Formación Baños del Flaco (Figura 4.18).

NBF/C7/0 (Anexo 51) corresponde a arenita feldespática lutítica de grano fino, con plagioclasas, cuarzo, líticos volcánicos, además glauconita y opacos. Contiene fragmentos de braquiópodos, bivalvos y espículas. Posee 35% de matriz arcillosa y 2% de cemento ferruginoso y carbonatado. Se presenta laminación paralela.

NBF/C7/1 (Anexo 52) pertenece a *grainstone* arenoso, con contenido de fragmentos de bivalvos, braquiópodos, algas, serpúlidos, espículas de hialoesponjas y calciesferas. Constituido por 48% aloquímicos, 40% esparita y 12% de plagioclasas y líticos volcánicos.

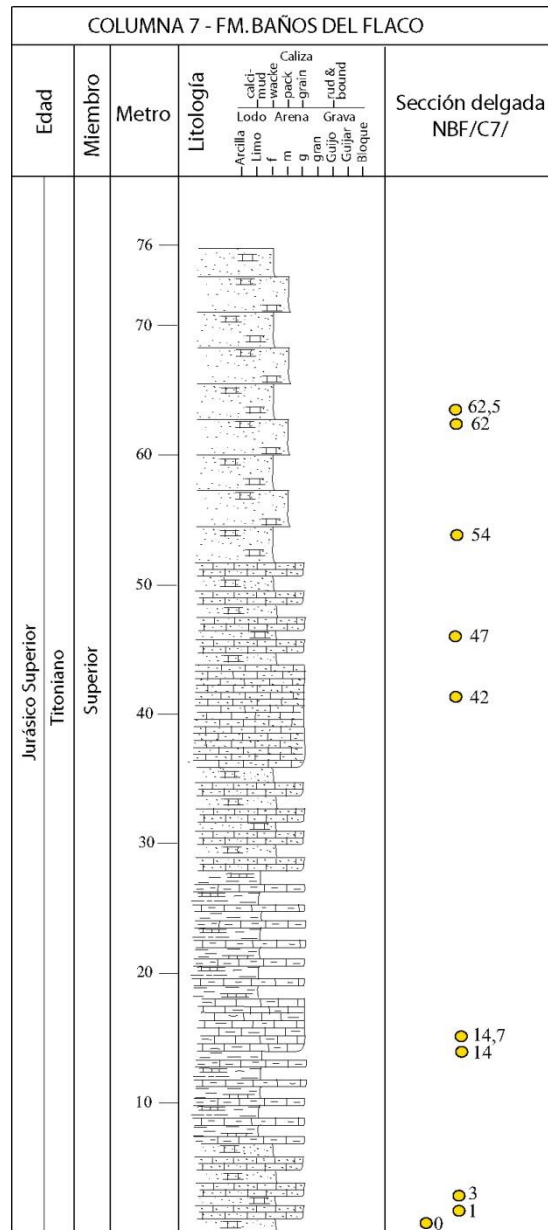


Figura 4.18 Ubicación de secciones delgadas en la columna 7 de la Formación Baños del Flaco.

NBF/C7/3 (Anexo 53) corresponde a un *grainstone* arenoso, que contiene fragmentos de bivalvos, braquiópodos, espículas de hialoesponjas y calciesferas. Está constituido por 68% de aloquímicos, 20% de esparita y 12% de plagioclasas, líticos volcánicos, glauconita y materia orgánica.

NBF/C7/14 (Anexo 54) es una arenita feldespática lutítica calcárea (Figura 4.19 a, b) con plagioclasas, líticos volcánicos, cuarzo y opacos. Presenta fragmentos de bivalvos, ostras,

braquiópodos, foraminíferos bentónicos y calciesferas. 20% es matriz arcillosa, y 2% cemento carbonatado.

NBF/C7/14,7 (Anexo 55) se determina como *grainstone* lutítico, con presencia de fragmentos de bivalvos, braquiópodos, espículas calcáreas y de hialoesponjas, y calciesferas. Constituido por 71% de aloquímicos, 17% de esparita y 12% de plagioclasas, líticos volcánicos y materia orgánica. Leve silicificación.

NBF/C7/42 (Anexo 56) corresponde a una caliza cristalina (Figura 4.19 c), conformada por 2% de aloquímicos como fragmentos de braquiópodos y ostras, y 98% de esparita.

NBF/C7/47 (Anexo 57) corresponde a *grainstone* arenoso (Figura 4.19 d), con presencia de fragmentos de ostras y braquiópodos. Lo constituyen 45% de aloquímicos, 30% de esparita y 25% de cuarzo, plagioclasas y glauconita. Se registra silicificación.

NBF/C7/54 (Anexo 58) pertenece a una arenita lítica calcárea (Figura 4.19 e), con contenido de cuarzo, fragmentos líticos y plagioclasas, y en menor proporción glauconita, opacos y óxidos. Contiene fragmentos de braquiópodos. Un 35% es cemento carbonatado poikilotópico y en menor cantidad ferruginoso. Presenta un 2% de poros por disolución.

La arenita lítica calcárea **NBF/C7/62** (Figura 4.19f, g) (Anexo 59) contiene cuarzo, líticos volcánicos y plagioclasas, y en menor proporción granos de glauconita bien redondeados. Presenta fragmentos de ostras. Un 35% es cemento carbonatado de tipo poikilotópico y mosaico.

NBF/C7/62,5 (Anexo 60) corresponde a una arenita feldespática (Figura 4.19 h), con contenido de plagioclasa, cuarzo y líticos volcánicos, y en menor cantidad glauconita, opacos y óxidos de hierro. Presenta fragmentos de briozoos, bivalvos, ostras, braquiópodos y algas. Contiene por 10% de matriz arcillosa, y 10% de cemento silíceo (calcedonia), ferruginoso y en menor proporción carbonatado.

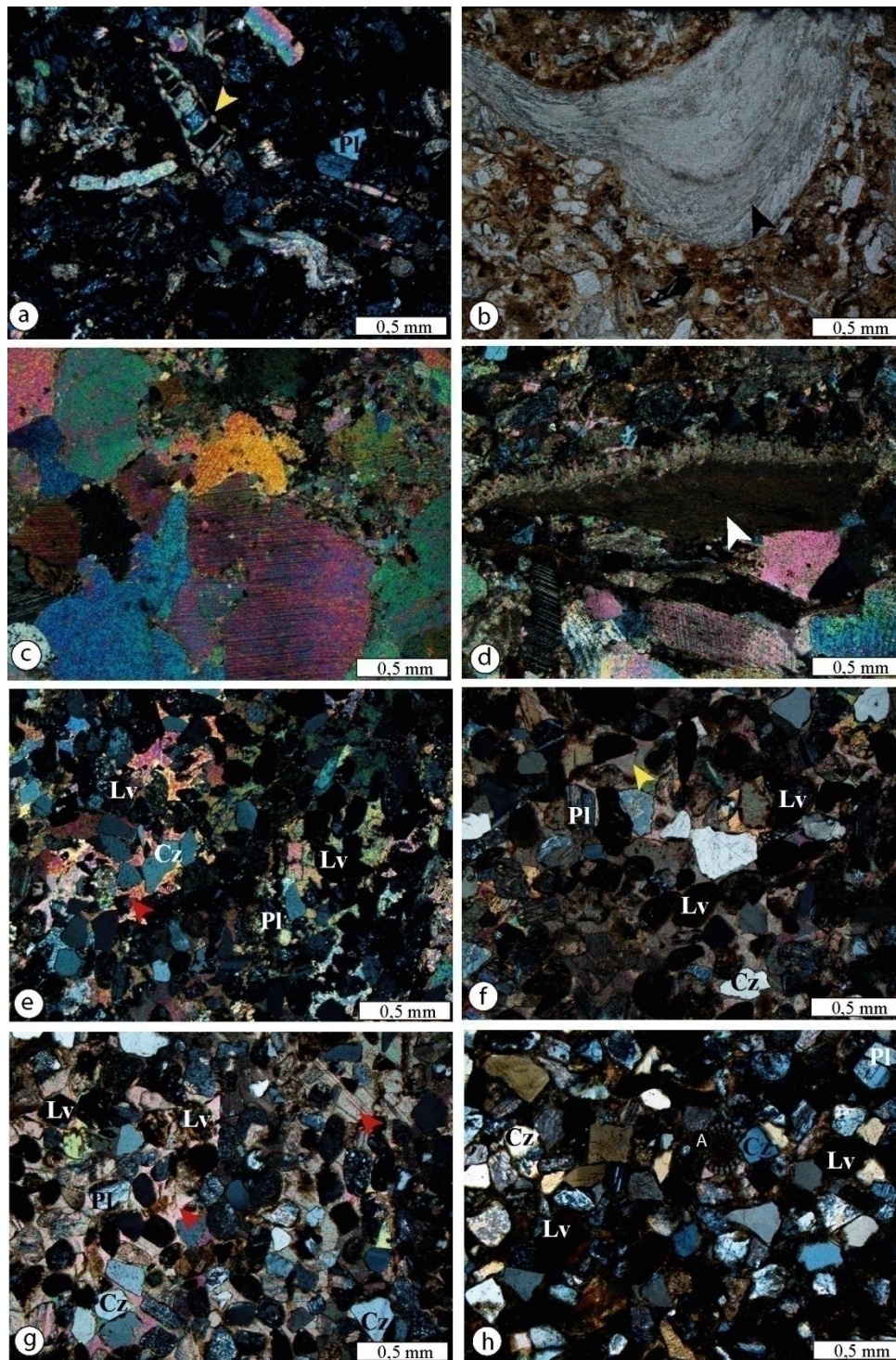


Figura 4.19 a: NBF/C7/14. Foraminífero bentónico (flecha amarilla) en arenita feldespática lutítica calcárea. **b:** NBF/C7/14. Braquiópodo (flecha negra). **c:** NBF/C7/42. Caliza cristalina. **d:** NBF/C7/47. Ostra (flecha blanca) en *grainstone* arenoso. **e:** NBF/C7/54. Cemento carbonatado (flecha roja) en arenita lítica calcárea. **f-g:** NBF/C7/62. Cemento carbonatado poikilotópico (flechas amarilla y roja) en arenita lítica calcárea. **h:** NBF/C7/62,5. Arenita feldespática. A: espícula calcárea.

5. PALEONTOLOGÍA

Se determinó un total de 137 fósiles de invertebrados de la Formación Baños del Flaco al norte del río Tinguiririca. Principalmente se registran moldes externos, y fueron recolectados in situ. La distribución de los especímenes se muestra en la Figura 5.1.

En el registro fósil de la Formación Baños del Flaco en la zona de estudio predominan los ammonites y bivalvos. Dentro de éstos últimos se reportan inocerámidos, trigonias, pectínidos, pholadomyas, ostras y cárdidos. Los belemnites, escafópodos y braquiópodos también abundan en el registro fósil, sin embargo éstos son dominantes hacia el techo de la sección. Por otro lado, en menor cantidad se registran gasterópodos y serpulidos; y, la presencia de corales y equinoideos se restringe a niveles específicos.

5.1 CEFALÓPODOS

5.1.1 Ammonites

Se identificaron 42 ammonites de los cuales uno corresponde a *Aulacosphinctes* cf. *proximus* (Figura 5.2 A), uno asignado a *Corongoceras* sp. (Figura 5.2 B), dos atribuidos a *Corongoceras* cf. *evolutum* (Figura 5.2 C), uno determinado como *Lythohoplites* sp. (Figura 5.2 D), nueve son *Lythohoplites varelae* (Figura 5.2 E), cinco corresponden a *Micracanthoceras* sp. (Figura 5.2 F, G), tres asignados a *Micracanthoceras* cf. *microcanthum* (Figura 5.2 H, I), uno registrado como *Micracanthoceras* cf. *spinulosum* (Figura 5.2 J), dos atribuidos a *Substeueroceras* sp. (Figura 5.2 K), y uno asignado a *Windhauseniceras* sp. (Figura 5.2 L). Por el mal estado de preservación 16 ammonites registran ineterminados.

5.1.2 Belemnites

Nueve especímenes de este orden han sido asignados como *Cylindrotheutis* sp. (Figura 5.3).

5.2 BIVALVOS

Se registraron 46 especímenes, dos determinados como Cardiidae (Figura 5.4 A), cinco determinados como Pectinidae (Figura 5.4 B, C), uno documentado como *Eriphyla* sp. (Figura 5.4 D), cinco asignados como *Eriphyla* cf. *argentina* (Figura 5.4 E), cuatro son *Gryphaea* sp. (Figura 5.4 F), tres registrados como *Inoceramus* sp. (Figura 5.4 G), cuatro atribuidos a *Anopaea* cf. *callistoensis* (Figura 5.4 H), uno atribuido a *Neocomiceramus curacoensis* (Figura 5.4 I), cuatro atribuidos a *Pholadomya gigantea* (Figura 5.4 J) y cinco asignados como *Steinmanella* cf. *transitoria* (Figura 5.4 K). 12 bivalvos registran indeterminados.

5.3 ESCAFÓPODOS

De esta clase se reconocen cinco especímenes correspondientes al Orden Gadilida (Figura 5.5).

5.4 BRAQUIÓPODOS

17 especímenes asignados a la Familia Rhynchonellidae (Figura 5.6).

5.5 GASTERÓPODOS

Un solo espécimen atribuido a la Familia Turritellidae (Figura 5.7 A).

5.6 SERPÚLIDOS

Se reporta un espécimen perteneciente a *Rotularia* sp. (Figura 5.7 B).

5.7 CORALES

Se determinaron 14 especímenes asignados a *Stelidioseris* sp. (Figura 5.8, Figura 5.9). Este género está restringido en un nivel de arrecife fósil, y se encuentran en posición de vida (entre 145 y 146,68 m de la columna general) (Figura 3.19).

5.8 EQUINOIDEOS

Se reportan dos especímenes de la subclase Euechinoidea (Figura 5.10).

5.9 EDAD

Para la Formación Baños del Flaco en la zona de estudio la presencia de los ammonites *Windhausenicerias* sp. y *Micracanthoceras microcanthum* indican una edad Titoniano, y *Substeueroceras* sp. es un indicador del Berriasiano inferior (Salazar & Stinnesbeck, 2015).

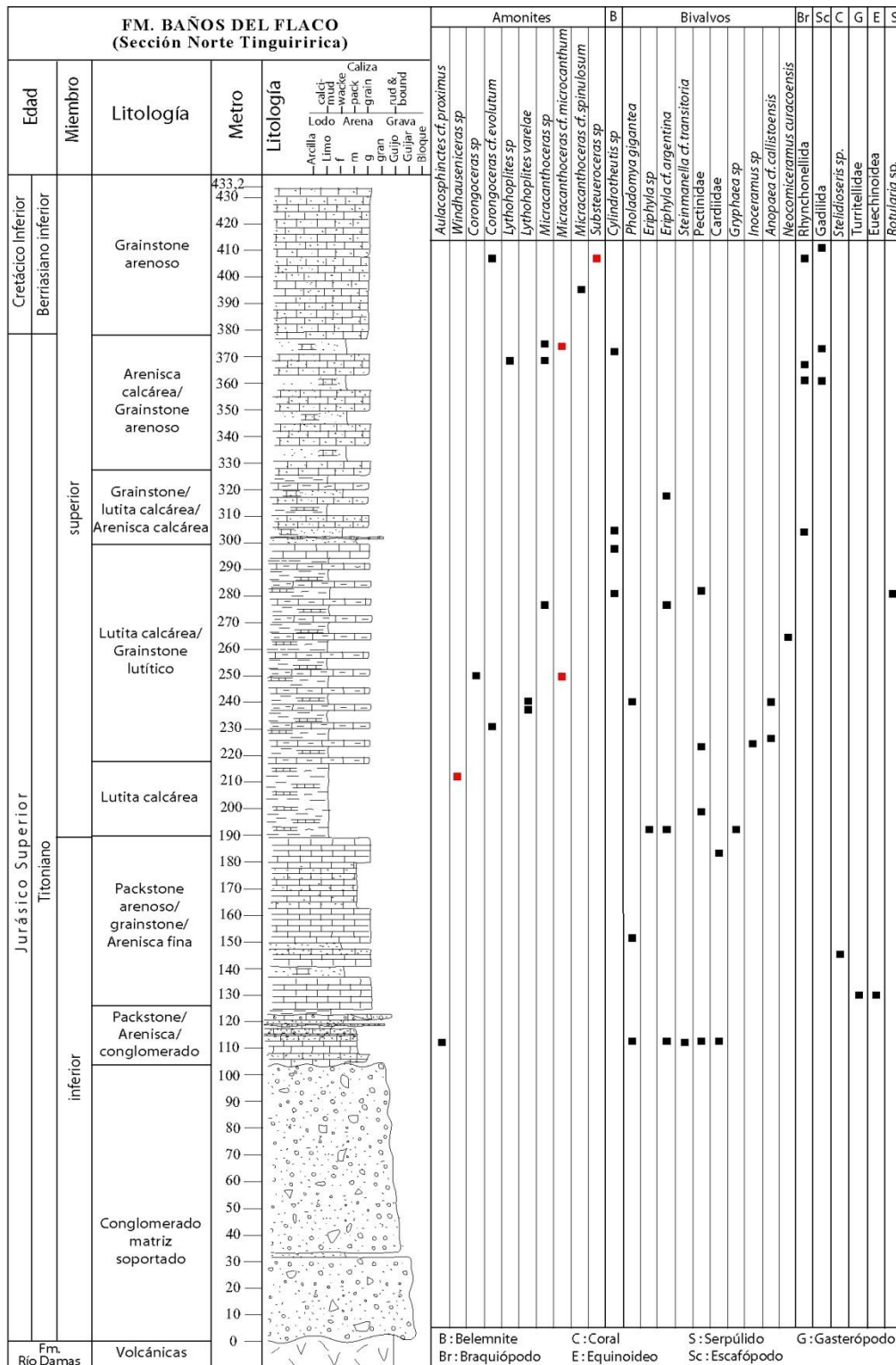


Figura 5.1 Distribución de los especímenes fósiles invertebrados en la columna estratigráfica de la Formación Baños del Flaco al norte del río Tinguiririca. Los puntos rojos indican los fósiles guía.

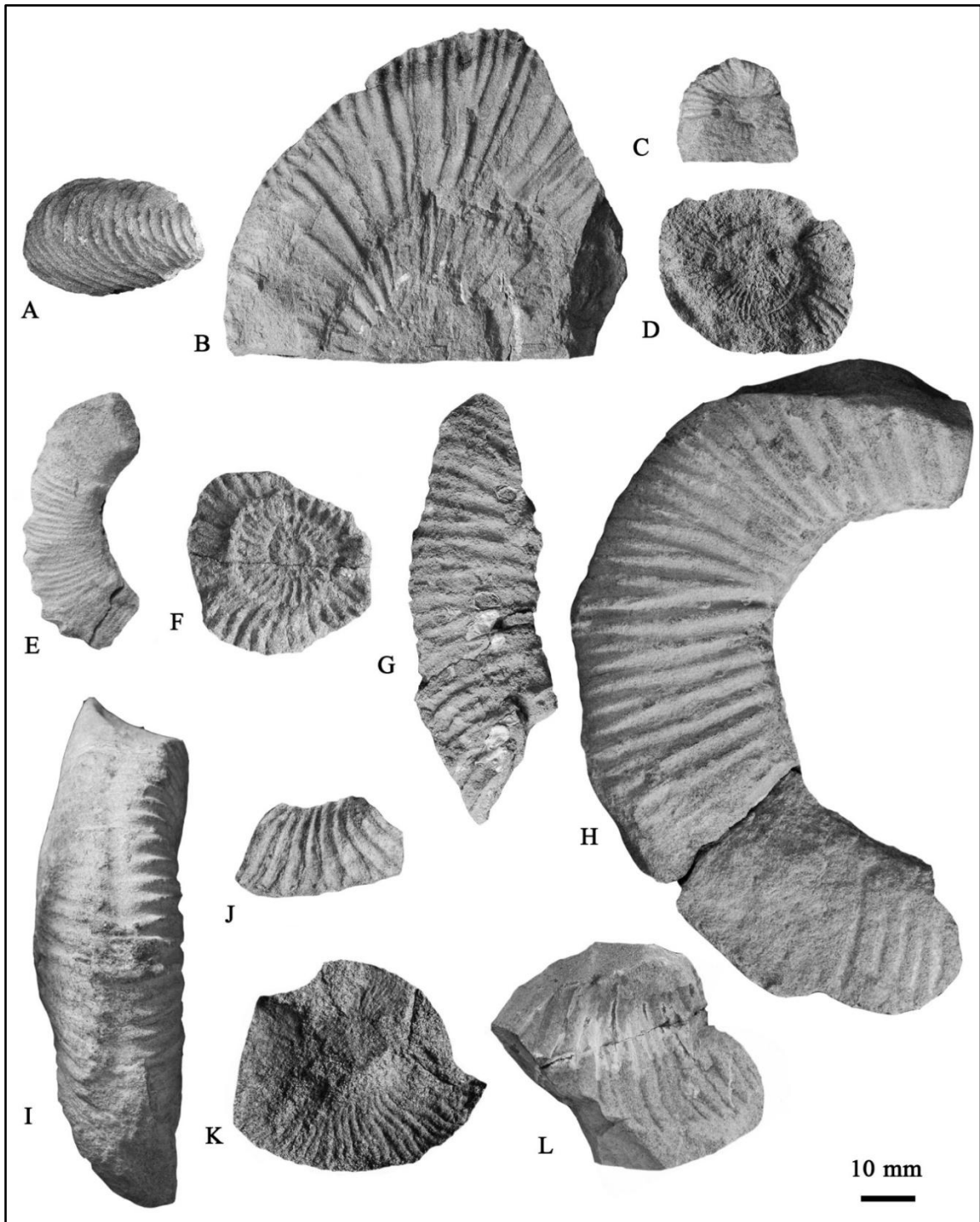


Figura 5.2 Ammonites de la Formación Baños del Flaco. A: *Aulacosphinctes* cf. *proximus*. **B:** *Corongoceras* sp. **C:** *Corongoceras* cf. *evolutum*. **D:** *Lythohoplites* sp. **E:** *Lythohoplites varelae*. **F, G:** *Micracanthoceras* sp. **H, I:** *Micracanthoceras* cf. *microcanthum*. **J:** *Micracanthoceras* cf. *spinulosum*. **K:** *Substeueroceras* sp. **L:** *Windhausenicerias* sp.

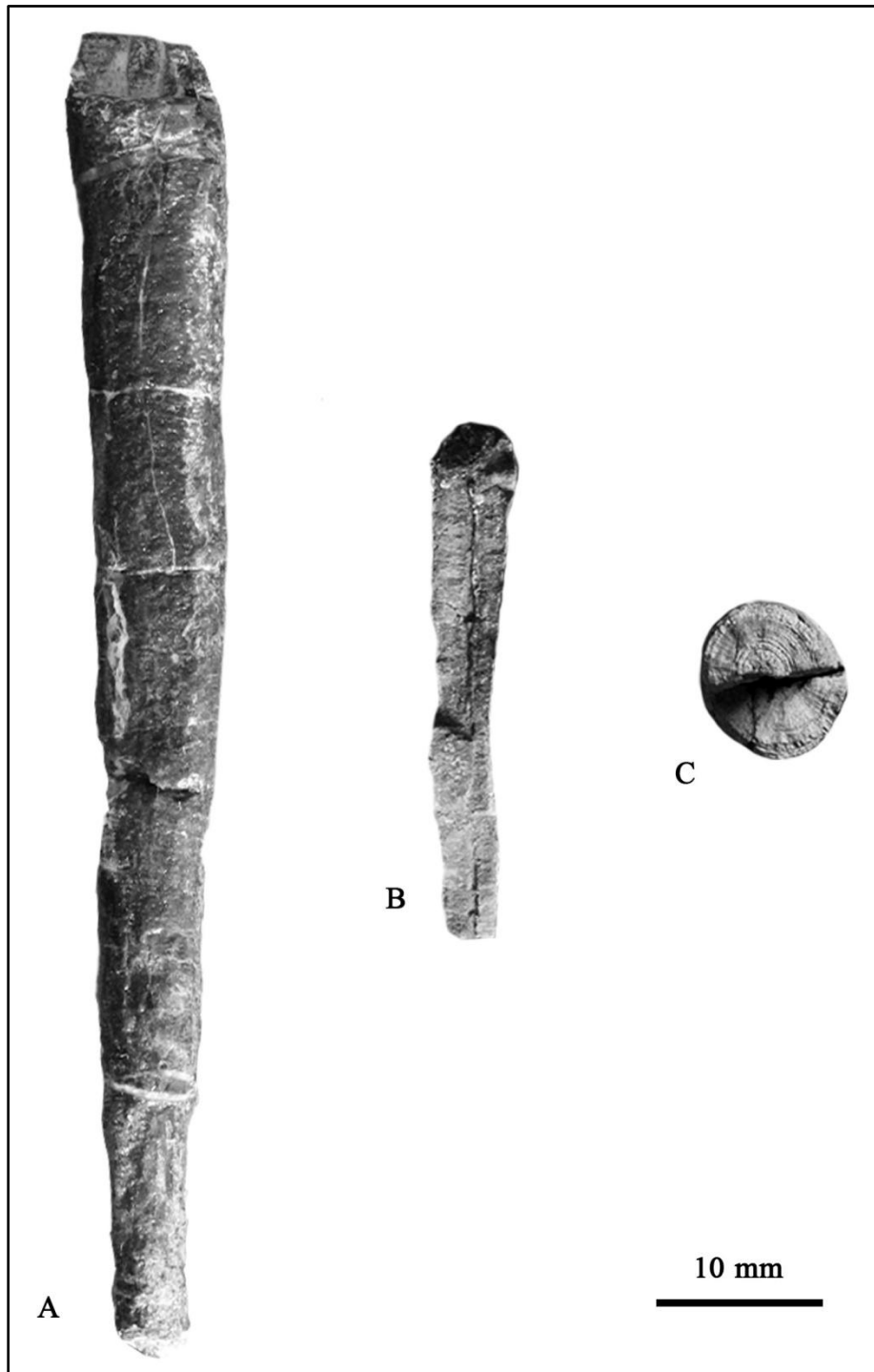


Figura 5.3 Belemnites de la Formación Baños del Flaco. Se reporta *Cylindrotheutis*. **A:** Espécimen bien preservado. **B:** Corte longitudinal. **C:** Corte transversal.

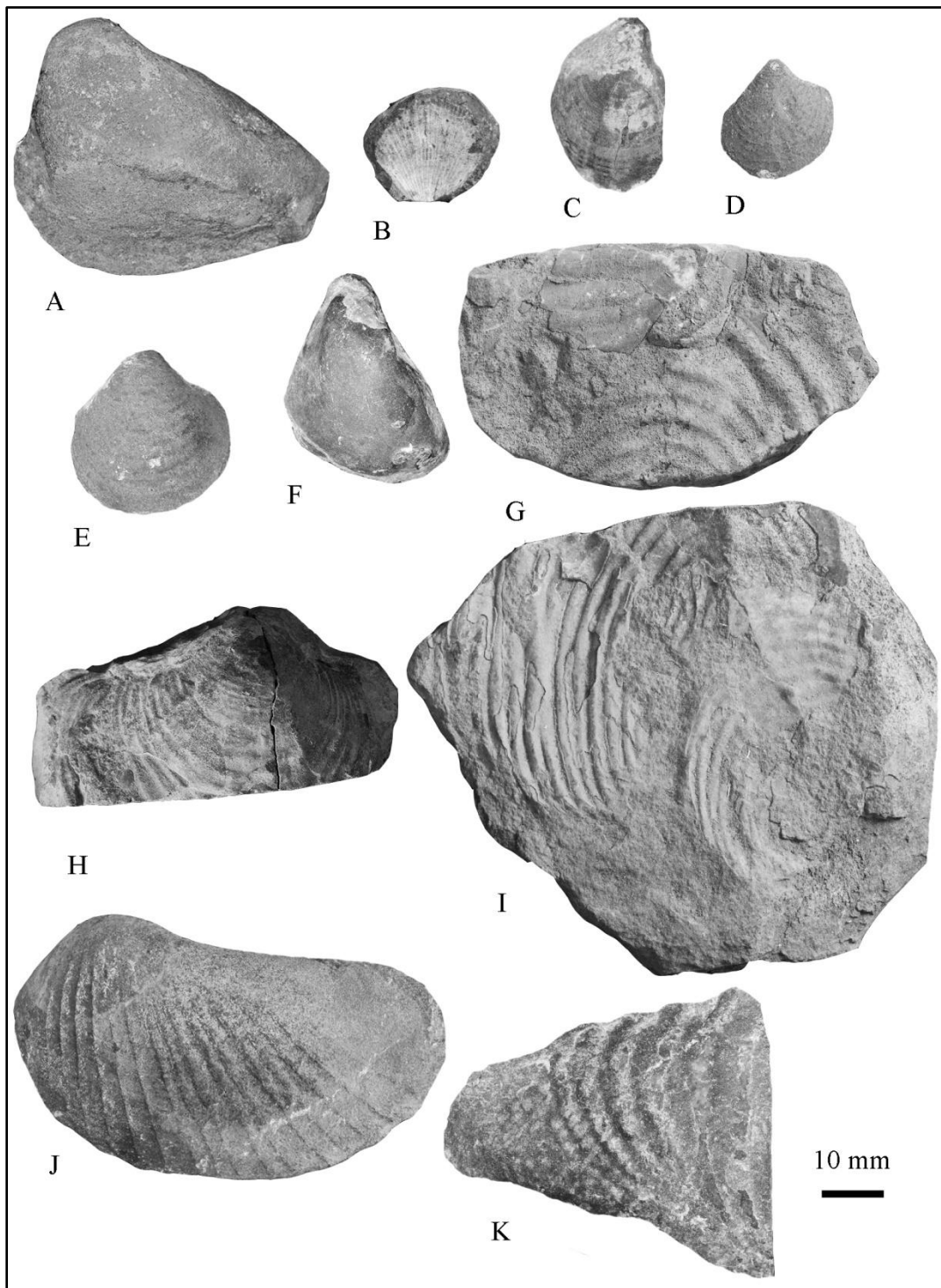


Figura 5.4 Bivalvos de la formación Baños del flaco. A: Cardiidae. **B, C:** Pectinidae. **D:** *Eriphyla* sp. **E:** *Eriphyla* cf. *argentina*. **F:** *Gryphaea* sp. **G:** *Inoceramus* sp. **H:** *Anopaea* cf. *callistoensis*. **I:** *Neocomiceramus* *curacoensis* **J:** *Pholadomya* *gigantea*. **K:** *Steinmanella* cf. *transitoria*.

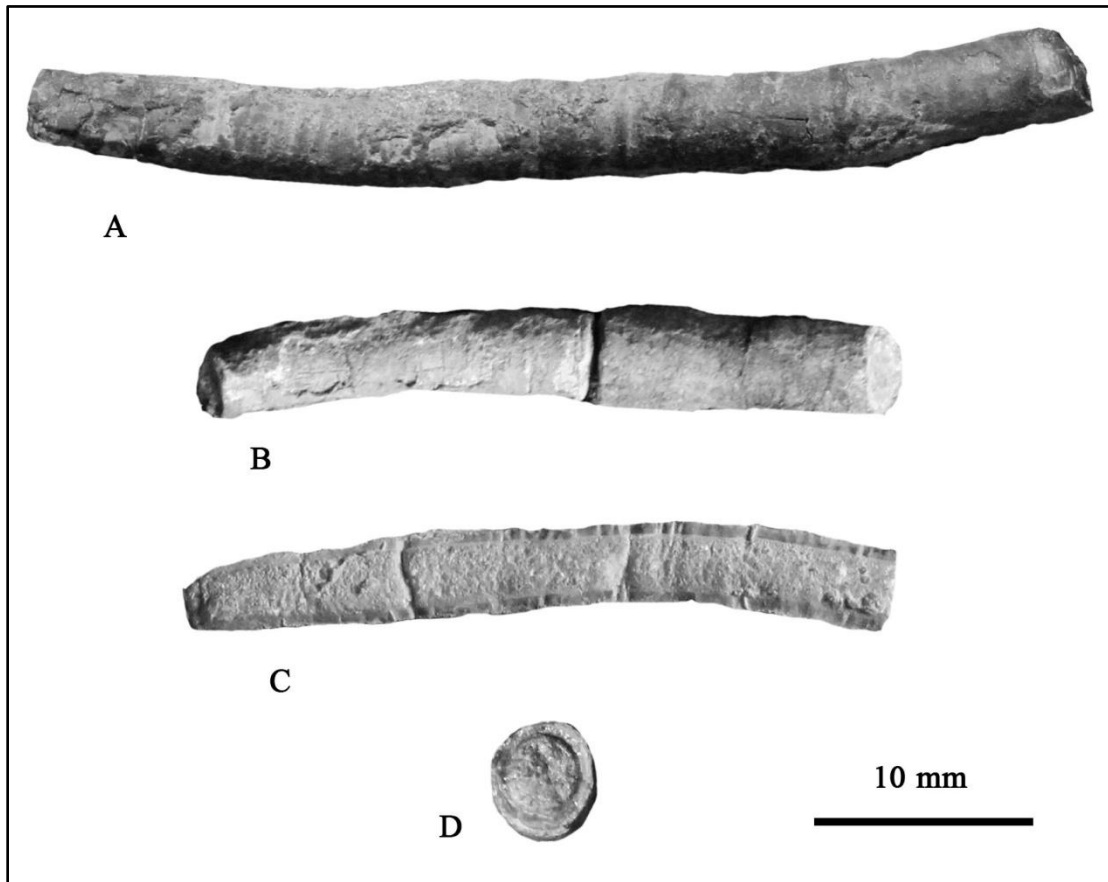


Figura 5.5 Escafópodos de la Formación Baños del Flaco. Corresponden al orden Gadilida. **A, B:** Especímenes bien preservados. **C:** Corte longitudinal. **D:** Corte transversal.

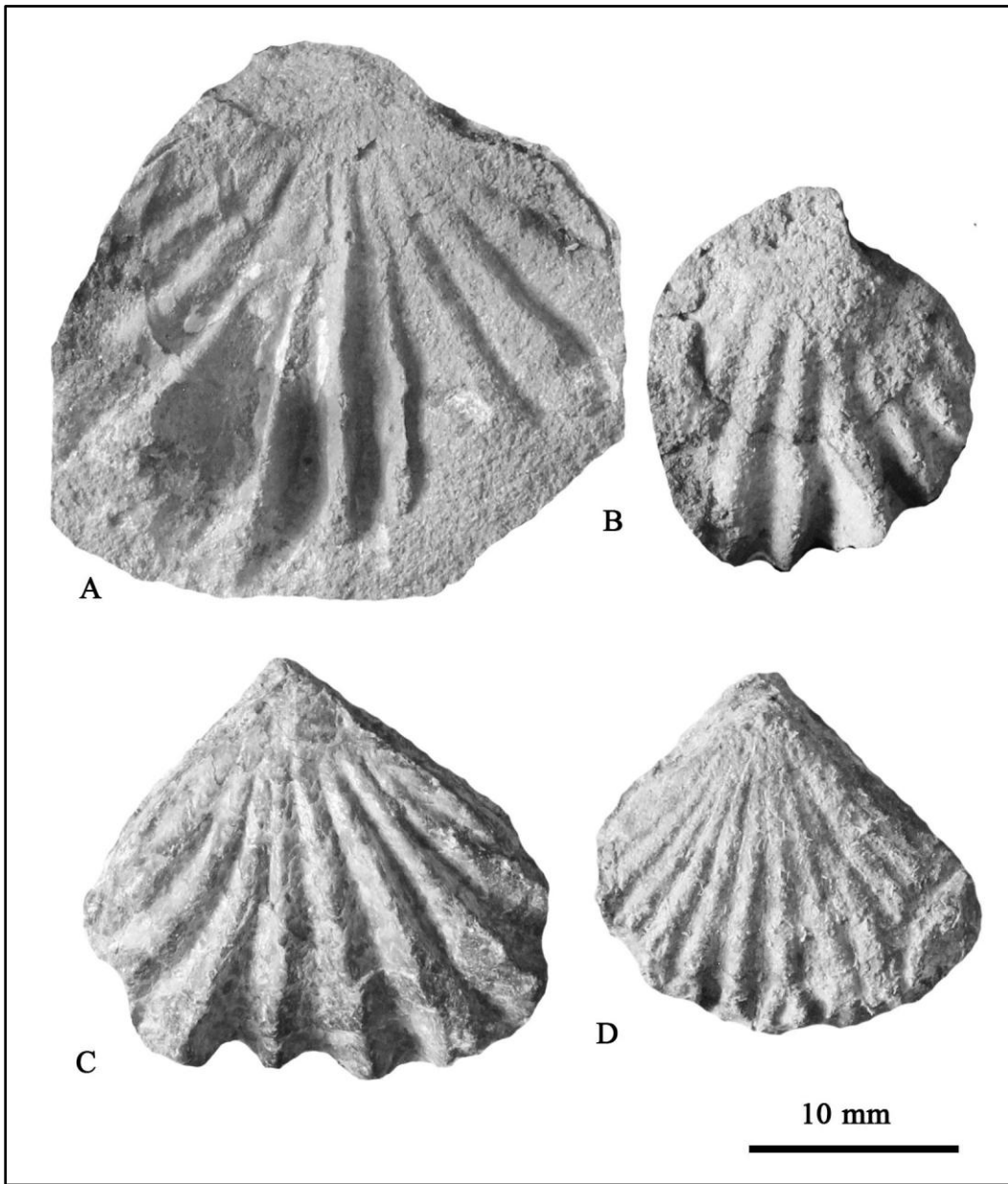


Figura 5.6 Braquiópodos de la Formación Baños del Flaco. A-D: Rhynchonellidae.

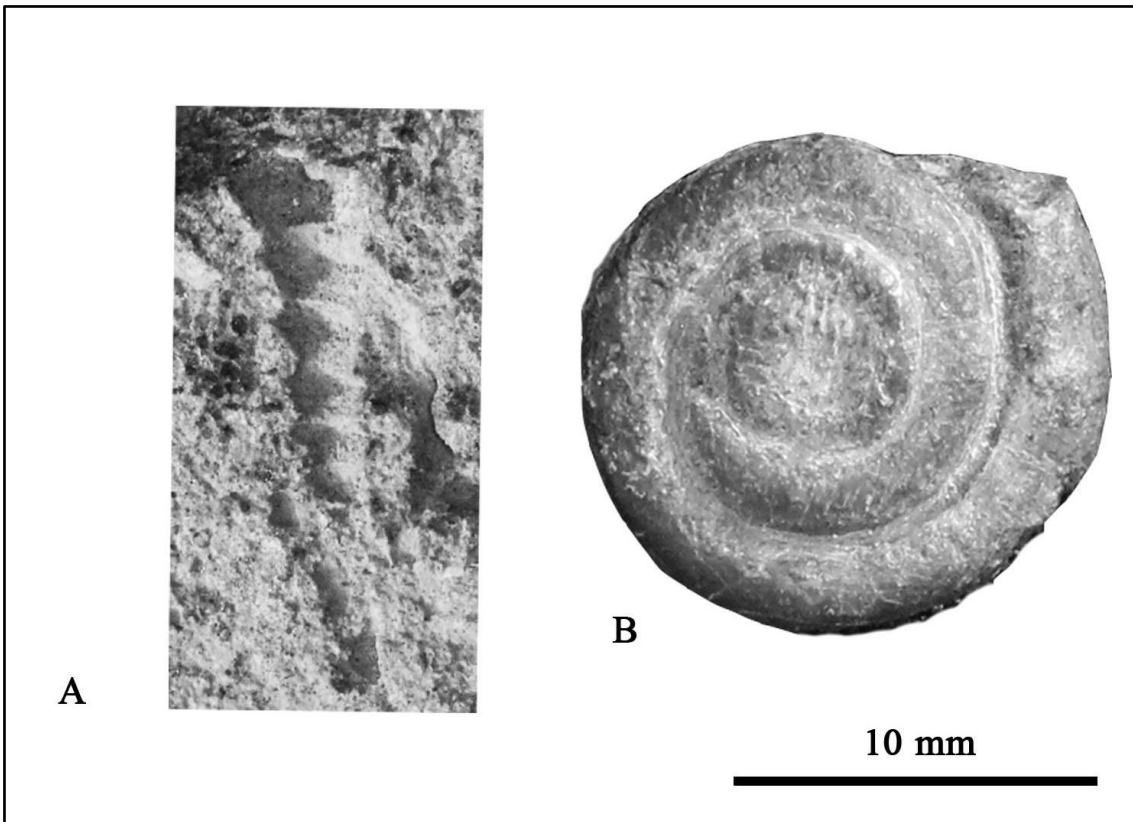


Figura 5.7 Gasterópodo y serpúlido de la Formación Baños del Flaco. A: Turritellidae. B: *Rotularia*.sp.

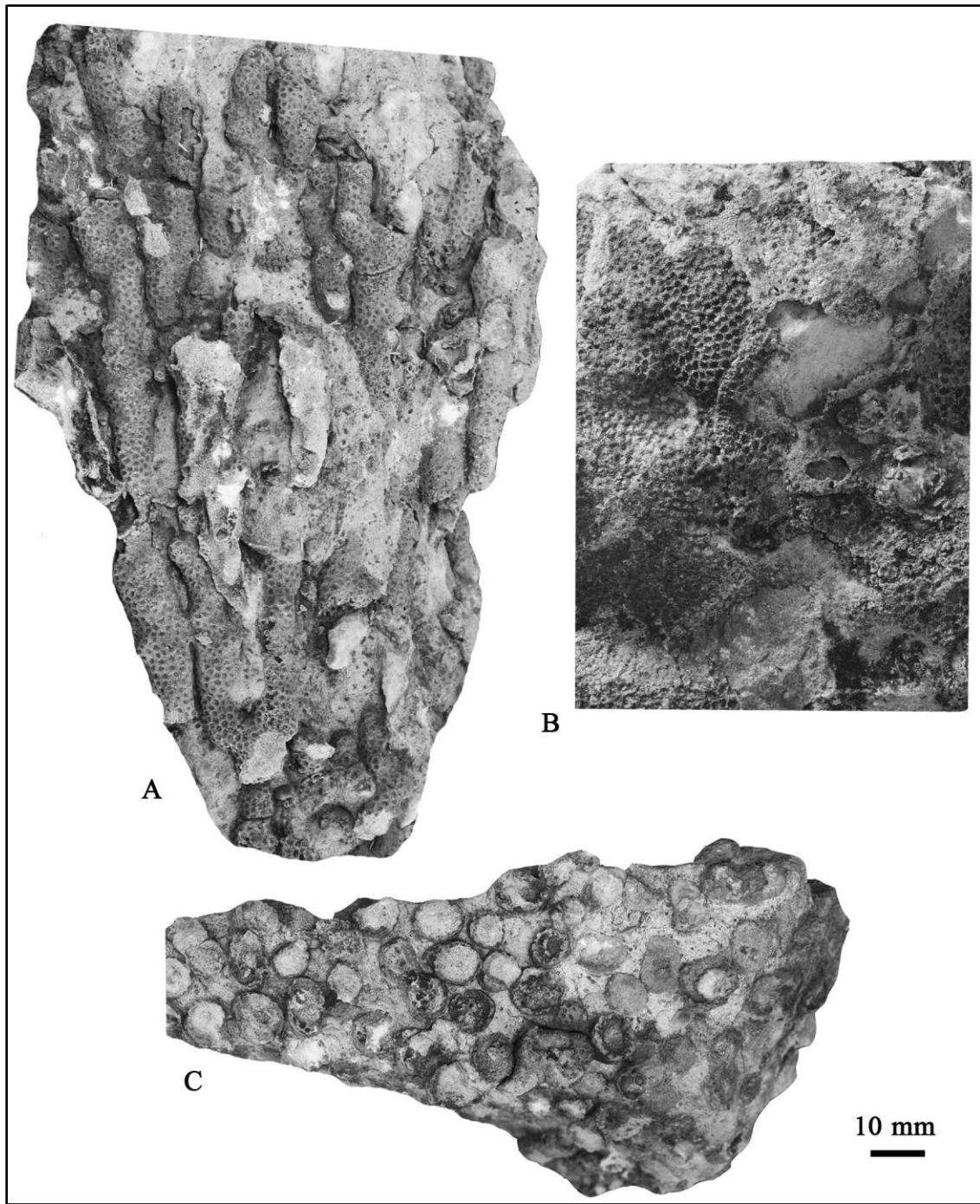


Figura 5.8 Corales de la Formación Baños del Flaco. Pertenecen a *Stelidioseris* sp. **A, B:** Vista lateral. **C:** Vista superior.

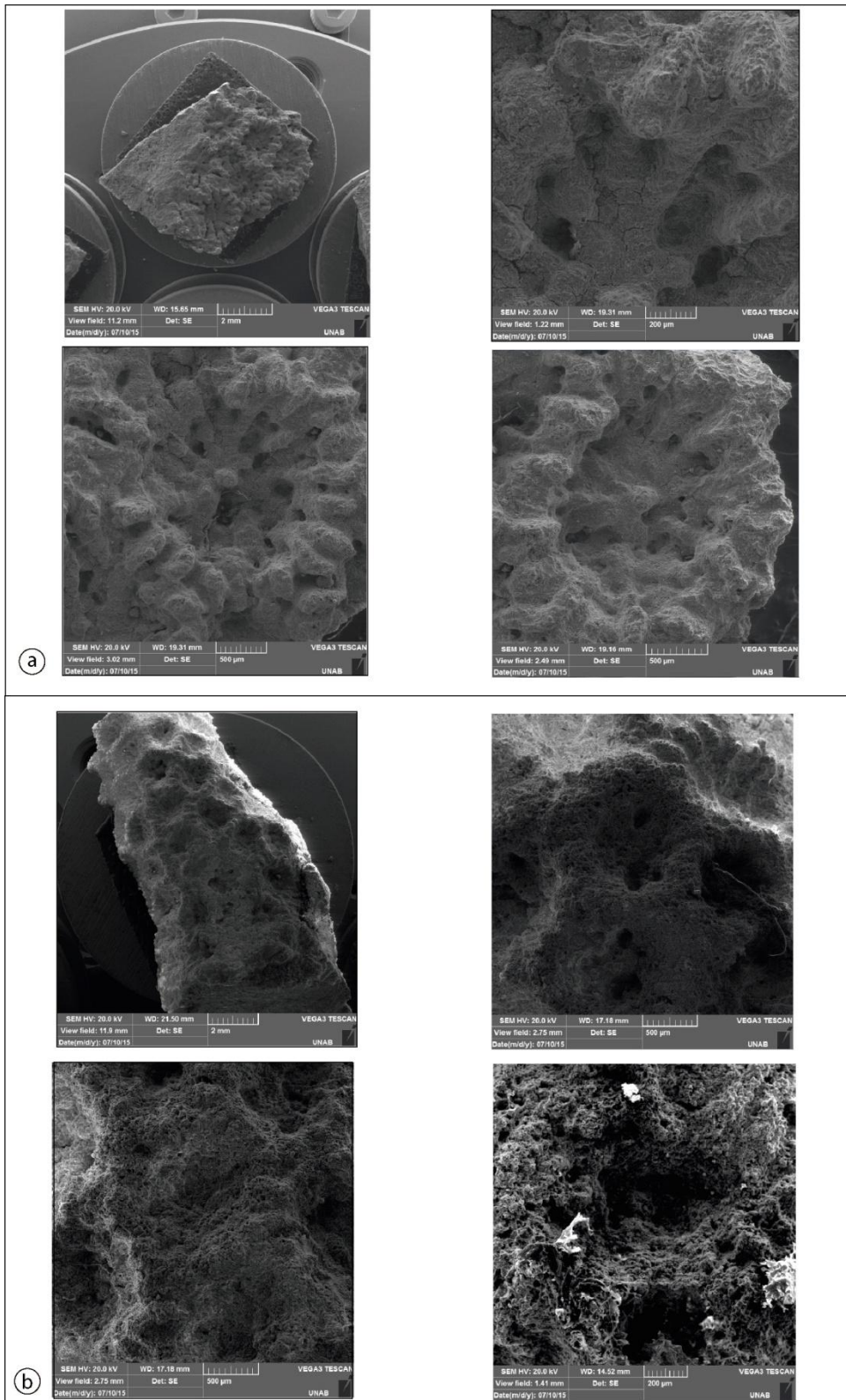


Figura 5.9 Imágenes SEM de los corales de la zona de estudio. a, b: Corales *Stelidioseris* sp.

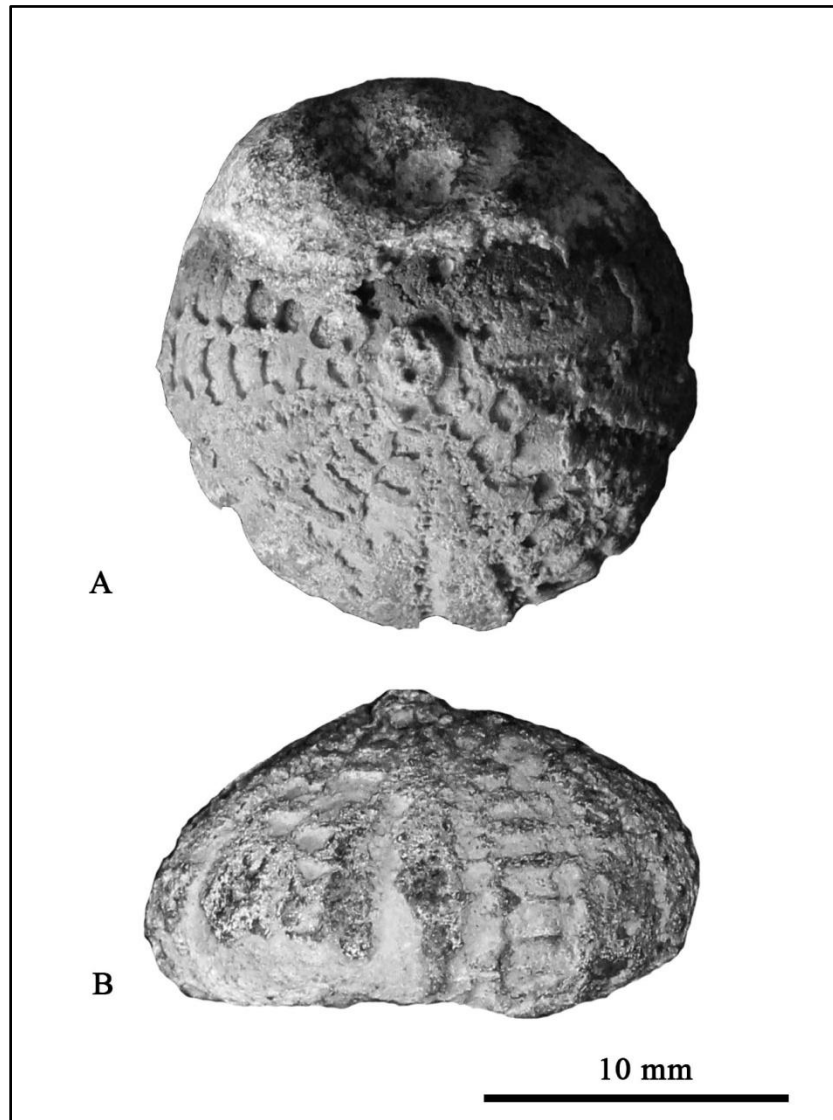


Figura 5.10 Equinoideo de la Formación Baños del Flaco. Erizo de mar Euechinoidea. **A:** Vista lateral. **B:** Vista superior.

6. AMBIENTES SEDIMENTARIOS

La Formación Baños del Flaco en la zona de estudio está constituida por calizas arenosas y lutíticas, lutitas calcáreas, areniscas, areniscas calcáreas, conglomerados, conglomerados brechosos, e intercalaciones de caliza y lutita calcárea, y de caliza y arenisca calcárea. Se determinan litofacies, biofacies y microfacies las cuales se agrupan en cuatro asociaciones de facies: (1) playa frontal (foreshore), (2) frente de playa superior (upper shoreface), (3) frente de playa inferior (lower shoreface), y (4) transición de costa afuera (offshore transition). La Figura 6.1 ilustra un modelo de perfil de línea de costa con sus respectivos sub-ambientes, procesos y facies asociados.

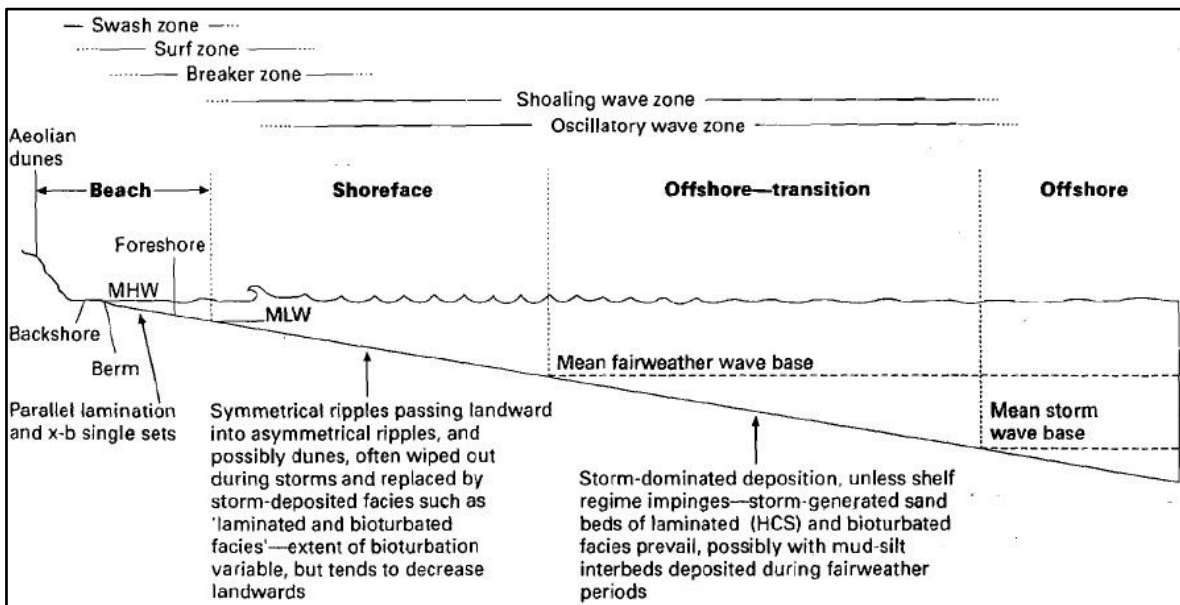


Figura 6.1 Modelo de perfil generalizado de la línea de costa. Subambientes, procesos y facies asociados. (Reading, 1996).

6.1 FACIES SEDIMENTARIAS

En la Formación Baños del Flaco en la zona de estudio se reconocen cuatro asociaciones de facies sedimentarias. Estas asociaciones de facies son típicas de cuatro ambientes deposicionales desde playa frontal hasta transición de costa afuera. La descripción de cada una se detalla en la Tabla 6.1.

Las cuatro asociaciones de facies representan los siguientes ambientes sedimentarios: **(F1) playa frontal (foreshore)**, para las facies depositadas en la zona de playa e intermareal (Reading, 1996), **(F2) frente de playa superior (upper shoreface)** para las facies de la zona submareal depositadas en zona de alta energía con influencia de oleaje, **(F3) frente de playa inferior (lower shoreface)** para facies depositadas por encima del nivel de oleaje diario normal (fairweather wave base) (Reading, 1996) y **(F4) transición de costa afuera (offshore transition)** para las facies depositadas por encima de la base de oleaje de tormentas (storm wave base) y por debajo del nivel de oleaje diario normal (Reading, 1996).

6.1.1 Asociación de facies F1: Playa frontal (foreshore)

Esta asociación de facies contiene las nueve facies siguientes: (F1a) conglomerados brechosos con alternancias de arenisca con glauconita, (F1b) Wackestone, packstone, y grainstone arenosos con trazas fósiles, (F1c) Grainstone arenoso con algas azul-verde estromatolíticas, (F1d) glossifungites en packstone arenoso, (F1e) packstone gravoso con fragmentos de algas y ostras bien redondeados, (F1f) arenisca calcárea con estratificación cruzada, (F1g) Calci-lutita (F1h) areniscas y conglomerados finos con estratificación paralela, y (F1i) Grainstone gravoso con icnitas de dinosaurio.

Se presentan ostras, inocerámidos, pectínidos, cárdidos, *Eriphyla argentina*, *Steinmanella transitoria*, *Pholadomya gigantea*, gasterópodos, algas rojas, briozoos, equinodermos, espículas de equinodermo, escasos ammonites, foraminíferos miliólidos y calciesferas. También contienen, pellets, ooides y escasa glauconita, icnofósiles *Thalassinoides* isp. y *Skolitos* isp. de la icnofacies Glossifungites, perpendiculares y paralelos al plano de estratificación, icnitas de dinosaurio, estratificación plana paralela, un set de 30 cm de estratificación cruzada, y leve imbricación en los clastos del conglomerado brechoso. Predominan las facies de energía alta a media, pero también se registra una facies de muy baja energía.

6.1.2 Asociación de facies F2: Frente de playa superior (upper shoreface)

Esta asociación de facies contiene las cinco facies siguientes: (F2a) Limolita con piritita, (F2b) Grainstone con turrítelas y nivel clasto soportado de fragmentos de bivalvos, y grainstone pisolítico, (F2c) arenisca fosilífera, (F2d) framestone de corales *Stelidioseris* sp., y (F2e) grainstone oolítico con nivel clasto soportado de fragmentos de bivalvos.

Las facies contienen algas, briozoos, turrítelas, corales *Stelidioseris*, inocerámidos, equinodermos, equinoideos, espículas de equinodermos, serpúlidos *Carpathiella* sp., braquiópodos, ostras, *Pholadomya gigantea*, escafópodos, escasos ammonites y calciesferas. También presentan pisoides, ooides, pellets, niveles clasto soportados de ostras y otros bivalvos, y escasa piritita diseminada.

Se le atribuye un ambiente de alta energía, con lagoon asociado de muy baja energía.

6.1.3 Asociación de facies F3: Frente de playa inferior (lower shoreface)

Esta asociación de facies contiene cuatro facies que son: (F3a) packstone arenoso y grainstone con materia orgánica, (F3b) intercalación entre grainstone arenoso y arenisca calcárea, y entre grainstone arenoso y lutita calcárea, (F3c) intercalación entre grainstone arenoso y arenisca calcárea de grano fino, y (F3d) grainstone arenoso.

Estas facies registran ostras, cárdidos, gasterópodos, ammonites, inocerámidos, *Eriphyla argentina*, Rhyconellida, *Cylindrotheutis* sp., Gadilida, fragmentos de briozoos, algas, serpúlidos, equinodermos, espículas calcáreas y de hialoesponjas, además de foraminíferos rotálidos y calciesferas.

Hay presencia de ooides, glauconita y materia orgánica. También contiene concreciones calcáreas, trazas fósiles de tipo madriguera paralelas al plano de estratificación, laminación plana paralela, laminación ondulada paralela y un set de 10 cm de estratificación curva cruzada. A esta asociación de facies se le asigna un ambiente de media.

6.1.4 Asociación de facies F4: Transición de costa afuera (offshore transition)

Esta asociación de facies contiene dos facies: (F4a) lutita calcárea, y (F4b) intercalación de lutita calcárea y grainstone lutítico.

Esta asociación de facies de transición de costa afuera presenta estructuras de carga, concreciones calcáreas, y dropstones, además de glauconita y alto contenido de materia orgánica. Contiene cárdidos, *Gryphaea*, *Eriphyla argentina*, pectínidos, ammonites, *Inoceramus* sp., *Anopaea callistoensis*, *Neocomiceramus curacoensis*, *Pholadomya gigantea*, pectínidos, braquiópodos, belemnites *Cylindrotheutis* sp., serpúlidos *Rotularia* sp., fragmentos de ostras, briozoos y algas, espículas de hialoesponjas, foraminíferos miliólidos y calciesferas. Se asigna un ambiente de baja energía.

6.2 INTERPRETACIÓN DE AMBIENTES SEDIMENTARIOS

La asociación de las facies sedimentarias de la Formación Baños del Flaco señala cuatro paleoambientes, los cuales a lo largo de la sección estratigráfica se tornan más profundos o más someros dentro de la cuenca de sedimentación. Es por esto que para la interpretación de los ambientes sedimentarios se identifican cinco tramos (Figura 6.2): el **tramo 1** presentan facies de ambiente de playa frontal (foreshore) (F1) entre los 0 y 124,2 m, el **tramo 2** presentan facies de ambiente de frente de playa superior (upper shoreface) (F2) hasta los 163 m se, el **tramo 3** corresponde a ambiente de frente de playa inferior (lower shoreface) (F3) hasta los 190 m. Seguidamente se dispone el **tramo 4** con facies de transición de costa afuera (offshore transition) (F4) hasta los 294,2 m, y el **tramo 5** se sitúa sobre los 294,2 m hasta el techo de la formación (433,2 m) y corresponde a facies de ambiente de frente de playa inferior (lower shoreface) (F3). En la Figura 6.3 se ilustra el modelo de la reconstrucción de los ambientes de depositación.

6.2.1 Tramo 1: Playa frontal (foreshore) (F1)

Estas facies se asocian a un ambiente de playa frontal (foreshore), donde la llanura mareal es predominantemente carbonatada. Este tipo de llanuras ocurren en playas que son sumergidas por las fluctuaciones mareales diarias y por tormentas ocasionales, las cuales

Asociación de facies	Metraje (m)	Litofacies, biofacies, y microfacies	Componentes bioclásticos	Compon. no bioclásticos	Estructuras sedimentarias y biogénicas	Energía	Ambiente deposicional
F1: Playa frontal (foreshore)	0-104	F1a: Conglomerados brechosos con alternancias de arenisca con glauconita.	-	Glauconita en poca cantidad	Leve imbricación de clastos	Alta	Playa frontal
	104-114,4	F1b: Wackestone, packstone y grainstone arenosos con trazas fósiles.	Ostras, inocerámidos, pectínidos, pholadomya, cárdidos, gasterópodos, algas rojas, briozoo, equinodermos, <i>Steinmanella transitoria</i> , <i>Pholadomya gigantea</i> , <i>Eriphyla argentina</i> , escasos amonites.	Pellets, escasos ooides	Madrigueras perpendiculares a estratificación	Media a alta	Playa frontal
	105,3-107	F1c: Grainstone arenoso con clastos de algas azul-verde estromatolíticas.	Bivalvos, inocerámidos, briozoos, calciesferas.	Pellets	-	Alta	Playa frontal
	110,5-114,4	F1d: Glossifungites en packstone arenoso.	Equinodermos, ostras, inocerámidos, algas rojas, briozoo, gasterópodos, calciesferas.	Pellets, escasos ooides	Trazas fósiles: Thalassinoides y <i>Cheloniceras</i>	Alta	Playa frontal
	114,4-115, 116-118,3	F1e: Packstone gravoso con fragmentos de algas y ostras bien redondeados.	Fragmentos bien redondeados de algas rojas, y ostras.	Pellets	-	Alta	Playa frontal
	115-116	F1f: Arenisca calcárea con estratificación cruzada.	-	-	Set de estratificación cruzada de 30 cm.	Media	Duna costera en playa frontal
	118,3-119,2	F1g: Calci-lutita.	Gasterópodo, foraminíferos miliólidos.	-	-	Muy baja	Playa frontal
	119,2-124	F1h: Areniscas y conglomerados finos con estratificación paralela.	Fragmentos algas, briozoos, ostras, espículas de equinodermo.	Pellets	Estratificación plana paralela.	Alta	Playa frontal
	124-124,2	F1i: Grainstone gravoso con icnitas de dinosaurio.	Algas, briozoos, equinodermos, bivalvos, calciesferas.	Pellets	Icnitas de dinosaurio.	Alta	Playa frontal
F2: Frente de playa superior (upper shoreface)	124,2-124,8	F2a: Limolita con piritita	-	Piritita diseminada	-	Muy baja	Lagoon
	124,8-137	F2b: Grainstone con turrítelas y nivel clasto soportado de fragmentos de bivalvos, grainstone pisolítico.	Inocerámidos, ostras, algas, equinodermos, espículas de equinodermos, serpúlidos <i>Carpathiella</i> , calciesferas, equinoideos, turrítelas.	Pisoides, ooides, pellets	Nivel clasto soportado de fragmentos de ostras y bivalvos.	Alta	Frente de playa superior
	137-141, 148,3-150	F2c: Arenisca fosilífera.	Ostras, inocerámidos, algas, calciesferas.	-	-	Alta	Frente de playa superior
	145-146,68	F2d: Framestone de corales <i>Stelidioseris</i> .	<i>Stelidioseris</i> , ostras, bivalvos, inocerámidos, algas, briozoos, equinodermos, esclafópodos, espículas de equinodermos, calciesferas.	-	-	Alta	Barrera de arrecife de coral en frente de playa superior
	141-148,3, 150-163	F2e: Grainstone oolítico con nivel clasto soportado de fragmentos de bivalvos.	Braquiópodos, bivalvos, ostras, inocerámidos, <i>Pholadomya gigantea</i> , alga, briozoo, equinodermos, espículas de equinodermo, serpúlido <i>Carpathiella</i> , calciesferas, escasos amonites.	Ooides, pellets	Niveles clasto soportados de fragmentos de ostras y bivalvos.	Alta	Frente de playa superior
F3: Frente de playa inferior (lower shoreface)	163-190	F3a: Packstone arenoso y grainstone con materia orgánica	Ostras, cárdidos, gasterópodos, equinodermos, calciesferas.	Ooides, materia orgánica	-	Media	Frente de playa inferior
	294,2-324,2	F3b: (1) Intercalación grainstone arenoso/arenisca calcárea. (2) Intercalación grainstone arenoso/lutita calcárea.	Amonites, inocerámidos, ostras, <i>Eriphyla argentina</i> , Rhynchonellida, belemnites, fragmentos de briozoos y algas, serpúlidos, espículas calcáreas y de hialoesponjas, foraminíferos rotálidos, calciesferas.	Glauconita, materia orgánica	Concreciones, laminación plana paralela, Sets de 10 cm estratificación curva cruzada, trazas fósiles.	Media	Frente de playa inferior
	324,2-379,2	F3c: Intercalación grainstone arenoso/arenisca calcárea de grano fino.	Bivalvos, amonites, <i>Cylindrotheutis</i> , <i>Gadilida</i> , Rhynchonellida, fragmentos de algas y ostras, espículas de hialoesponjas, calciesferas.	Escasa glauconita	Laminación plana y ondulada paralela, concreciones.	Media	Frente de playa inferior
	379,2-433,2	F3d: Grainstone arenoso	Amonites, Rhynchonellida, belemnites, <i>Gadilida</i> , espículas calcáreas y de hialoesponjas, calciesferas.	Alto contenido de siliciclastos	Trazas fósiles tipo madriguera paralelas a la estratificación.	Media	Frente de playa inferior
F4: Transición de costa afuera	190-218	F4a: Lutita calcárea	Escasos cárdidos, <i>Gryphaea</i> , <i>Eriphyla argentina</i> , pectínidos, amonites, belemnites, calciesferas.	Materia orgánica	-	baja	Transición de costa afuera
	218-294,2	F4b: Intercalación lutita calcárea/grainstone lutítico	Amonites, <i>Inoceramus</i> , <i>Anopaea callistoensis</i> , <i>Neocomiceramus curacoensis</i> , <i>Pholadomya gigantea</i> , <i>Eriphyla argentina</i> , pectínidos, braquiópodos, <i>Cylindrotheutis</i> , <i>Rotularia</i> , fragmentos de ostras, briozoos y algas, espículas de hialoesponjas, miliólidos.	Glauconita, materia orgánica	Estructura de carga, concreciones, "Dropstone".	baja	Transición de costa afuera

Tabla 6.1 Tabla de descripción de las asociaciones de facies de la Formación Baños del Flaco. Asociaciones de facies, facies, componentes bioclásticos, componentes no bioclásticos, estructuras sedimentarias y biogénicas, energía del ambiente, y ambientes deposicionales.

pueden llegar a generar una importante erosión a nivel local (Prothero y Schwab, 2004; Reading, 1996), además de ser sometidas diariamente a la acción de las olas (Reading, 1996).

Este tramo contiene ostras, inocerámidos, pectínidos, cárdidos, *Eriphyla argentina*, *Steinmanella transitoria*, *Pholadomya gigantea*, gasterópodos, algas rojas, briozoos, equinodermos, espículas de equinodermo, escasos ammonites, foraminíferos miliólidos y calciesferas. También contienen pellets y escasos ooides.

Sobre un basamento de rocas volcánicas de la Formación Río damas, cuyo contacto al techo es irregular, yace la Formación Baños del Flaco. Entre los 0 y 124,2 m corresponde a un ambiente de playa frontal (F1), iniciando con la deposición de 104 metros de espesor de conglomerados brechosos con alternancias de areniscas con glauconita (F1a). La glauconita que se presenta como cemento principalmente se determinó por medio de la petrografía de las arenitas feldespáticas lutíticas, y estaría señalando influencia de ambientes marinos. Los conglomerados brechosos matriz soportados, presentan una leve gradación normal con clastos de tamaño bloque a guijarro en la base y gránulo en el techo, indicando una disminución de la energía de transporte hacia el techo. Son inmaduros texturalmente por contener más del 5% de matriz, y presentar clastos mal seleccionados y subangulares a subredondeados (Folk, 1974). Localmente se registran clastos de baja esfericidad con leve imbricación, la cual puede atribuirse a la presencia de un flujo unidireccional como el medio de transporte de estos sedimentos (Nichols, 2009). Por las características de este conglomerado, su gran espesor (104 m), la mala selección y el gran tamaño de sus gravas (bloque y guijarro principalmente), su origen podría atribuirse a un ambiente de abanico. Debido a que los clastos presentan hacia el techo una gradación normal, se infiere que estos depósitos podrían haberse formado durante el decaimiento del abanico (Prothero y Schwab, 2004), es decir, sus últimos estadios en donde la energía comienza a disminuir, y por ende disminuye la capacidad para transportar clastos de mayor tamaño. El contacto al techo de los conglomerados brechosos es irregular, lo cual evidencia un periodo de erosión.

Desde los 104 a los 114,4 m las calizas arenosas de tipo wackestone, packstone y grainstone, y packstone gravoso (F1b-F1d) presentan un alto contenido de bioclastos de bivalvos, gasterópodos, algas, briozoos, equinodermos, calciesferas y escasos ammonites fragmentados, y madrigueras principalmente perpendiculares (en menor cantidad se encuentran paralelas) al plano de estratificación, que señala una alta energía del ambiente. También se presentan abundantes pellets micríticos, cuyo origen puede asociarse a la micritización de granos esqueléticos por acción microbiana y a heces fecales de organismos (Scholle y Ulmer-Scholle, 2003; Tucker, 2003; Schlager, 2005).

La presencia de la facies F1c, fragmentos de algas azul-verde con estructura estromatolítica (cianobacterias), es característica de ambientes tanto submareales a intermareales (Scholle y Ulmer-Scholle, 2003). Sin embargo, las cianobacterias se determinaron por medio de la petrografía como fragmentos redondeados, mas no se encontraron in situ. Por lo tanto se infiere que estos bioclastos fueron transportados desde su área fuente hasta el lugar de depositación. La laminación que genera la estructura estromatolítica indica episodios alternados de crecimiento microbiano y retención o atrapamiento de sedimento micrítico (Scholle y Ulmer-Scholle, 2003).

En un packstone arenoso la facies F1d contiene las trazas fósiles “Thalassinoides” que se disponen paralela y perpendicularmente al plano de estratificación, y “Skolitos” perpendiculares al plano de estratificación. Éstas pertenecen a la icnofacies sustrato-controlada “Glossifungites”, la cual sugiere el desarrollo de un sustrato firme, semi-consolidado, pero no litificado, generado a partir de lodos que son deshidratados durante el enterramiento, y que posteriormente son exhumados por la erosión, para luego ser colonizados por los organismos (MacEachern et al., 1992). Glossifungites señala un ambiente marino marginal, de playa frontal (foreshore) (Catuneanu, 2006), de alta energía donde los sustratos semiconsolidados generan resistencia a la erosión permitiendo la colonización de organismos que perforan preferencialmente de manera perpendicular para no ser arrastrados por el oleaje. Estas trazas fósiles se registran hasta los 114,4 m, cuyo contacto al techo es irregular, superficie que puede ser interpretada como un hiato

estratigráfico, probablemente erosional, con base en la presencia del sustrato firme con presencia de glossifungites (Catuneanu, 2006).

Entre los 114,4 m y los 124 m se disponen facies de alta energía (F1e, F1f, F1h), con menor cantidad de facies de baja energía (F1g). Sobre la superficie irregular de erosión del nivel 114,4 m se depositó un packstone gravoso con fragmentos de algas, ostras y siliciclastos bien redondeados (F1e) indicando una alta energía de transporte, y sobre éste la facies F1f, la cual es una arenisca calcárea, presenta un set de estratificación cruzada de 30 cm lo cual señala el desarrollo de una duna costera. La facies F1g, calci-lutita, indica un periodo de calma, durante el cual la baja energía permitió la depositación de las partículas finas en suspensión. El contacto al techo de esta facies es irregular (119,2 m). Ésta irregularidad indica la erosión del estrato infrayacente, sobre el cual se depositó la facies F1h, que corresponde a areniscas y conglomerados finos con estratificación plana paralela y bioclastos muy fragmentados principalmente bivalvos, los cuales presentan un subredondeamiento de los clastos y una selección moderada, asociados a un ambiente de alta energía lo suficiente como para re trabajar las gravas.

La facies F1i de grainstone gravoso con icnitas de dinosaurio evidencia un ambiente subaéreo, de playa con influencia mareal, en el que el sustrato se encontraba húmedo permitiendo la impresión y conservación de las huellas que dejaban los dinosaurios a su paso. Basándose en la buena preservación de las icnitas, se infiere para este momento periodos calmos, sin cabida a agentes erosivos que pudieran destruir las impresiones, por lo tanto se confirma la existencia de llanura mareal, con inundaciones ocasionales por fluctuaciones mareales con baja energía. Teniendo en cuenta que la mayoría de los animales se desplazan de manera paralela a los márgenes de los cuerpos de agua (Cohen et al., 1993), Moreno y Pino (2002) determinan una orientación preferencial N40W de las pistas de dinosaurio para indicar la posición de un borde del paleocuerpo de agua, el cual sería aproximadamente en dirección NW-SE.

6.2.2 Tramo 2: Frente de playa superior (upper shoreface) (F2)

El contenido fósil de este tramo consiste en algas, briozoos, turrítelas, corales *Stelidioseris*, inocerámidos, equinodermos, equinoideos, espículas de equinodermos, serpúlidos *Carpathiella* sp., braquiópodos, ostras, *Pholadomya gigantea*, escafópodos, escasos ammonites y calciesferas. También presentan pisoides, ooides, y pellets.

La presencia de la facies F2a, una limolita color verde con pirita diseminada se asocia al desarrollo de un lagoon, cuya baja energía permitió la depositación de los sedimentos finos en suspensión. La pirita diseminada indicaría un ambiente reductor (Reading, 1996). La depositación de esta facies cubrió las huellas de dinosaurio facilitando su preservación.

En la facies F2b, el grainstone con turrítelas y un nivel clasto soportado de fragmentos de bivalvos y la presencia de grainstone pisolítico corresponden a ambientes de alta energía.

La capa de acumulación de fósiles (bivalvos principalmente) podría atribuirse a dos situaciones: (1) depósitos de tempestitas, los cuales se generan durante periodos de tormenta en los que las corrientes transportan los clastos esqueléticos, y durante los tiempos de quietud se generan depósitos en los que los fósiles presentan gradación normal y buena selección, o (2) superficies transgresivas en plataformas someras (Tucker, 2003). La tendencia granodecreciente de los pisoides en el grainstone pisolítico indica una disminución abrupta de la energía del medio, lo cual permitió la depositación de los pisoides generando una gradación normal. Por las características anteriores, esta capa podría asociarse a tempestitas generadas durante tormentas, y que en tiempos de quietud se genera la depositación granodecreciente de pisoides.

La facies F2d corresponde al desarrollo de un arrecife de corales del género *Stelidioseris*. Además de corales, se presentan briozoos en abundancia, así como también bivalvos, equinodermos, y escasos escafópodos y algas. Estos corales coloniales se asocian a un arrecife aislado o “patch reef” con lagoon asociado (Scholle et al., 1983).

El nivel clasto soportado de fragmentos de bivalvos y ostras en la facies F2e, podría señalar eventos de tormenta que generarían depósitos de tipo tempestita, durante los cuales la alta

energía favoreció el transporte masivo de bioclastos, y durante el tiempo de calma se dio la depositación de éstos, o superficies de transgresión (Tucker, 2003). La presencia de ooides, que es significativa en estas dos facies, se asocia a ambientes de alta energía en aguas turbulentas, y estarían indicando una posible sobresaturación de carbonato en el agua de mar (Prothero y Schwab, 2004).

Por otro lado, la presencia de la especie *Pholadomya gigantea* en la facies F2e estaría indicando aguas bien oxigenadas y sustratos tanto suaves como firmes (Lazo, 2007).

6.2.3 Tramo 3: Frente de playa inferior (lower shoreface) (F3)

El tramo tres contiene la facies de packstone arenoso y grainstone con materia orgánica, entre los 163 y 190 m. Esta facies contiene abundante materia orgánica y poca abundancia y diversidad fósil con respecto al tramo dos. Se registran escasas ostras, cárdidos, gasterópodos, equinodermos y calciesferas, así como también ooides los cuales señalan agitación de las aguas. Se le atribuye a un ambiente de energía media o moderada en el frente de playa inferior, es decir, disminuye la energía con respecto al tramo dos.

6.2.4 Tramo 4: Transición de costa afuera (offshore transition) (F4)

Las dos facies de la transición de costa afuera corresponden a lutitas calcáreas (F4a) e intercalación de lutita calcárea y grainstone lutítico (F4b). Ambas facies fueron depositadas en un ambiente de baja energía. Contienen cárdidos, *Gryphaea* sp., fragmentos de ostras, briozoos y algas, *Eriphyla argentina*, pectínidos, ammonites, *Inoceramus* sp., *Anopaea callistoensis*, *Neocomiceramus curacoensis*, *Pholadomya gigantea*, braquiópodos, *Cylindrotheutis* sp., *Rotularia* sp., espículas de hialoesponjas, foraminíferos miliólidos y calciesferas. *Cylindrotheutis* sp. podría estar indicando aguas relativamente frías (Zell et al., 2013). Además, *Anopaea callistoensis* refleja aguas frías de fondo marino, asociadas a intervalos cortos de enfriamiento o surgencias de aguas frías y ricas en nutrientes desde el fondo (Zell et al., 2015).

Este tramo marca una diferencia en cuanto a la litología y el contenido de fauna fósil con respecto a los tramos anteriores: (1) disminuye la depositación de carbonato y prevalece la

deposición de sedimentos pelíticos, (2) disminuye la abundancia fósil pero se registran nuevos taxones como los belemnites y escasas espículas de hialoesponjas, y (3) además hay un mayor registro bien preservado de, ammonites, pectínidos e inocerámidos principalmente, pues en los tramos anteriores la mayoría de estos taxones se encuentran fragmentados, señalando cierto grado de transporte desde otras zonas de la cuenca.

En primera instancia, entre los 190 y 218 m se presenta la facies F4a, la cual consiste en lutitas calcáreas, fisibles, con contenido de materia orgánica y con menor abundancia y diversidad de registro fósil. La baja energía del ambiente permitió la deposición de los sedimentos finos en suspensión.

Posteriormente se dispone la facies F4b, que consiste en una intercalación rítmica de capas centimétricas de lutita calcárea y grainstone lutítico. Se registra glauconita. Como estructuras sedimentarias se presentan estructuras de carga y abundantes concreciones calcáreas. Además contiene dropstone aislado. Un dropstone o bloque errático es un clasto de tamaño o litología anómala que se deposita de manera vertical u oblicua sobre sedimentos de grano fino (Bennett et al., 1996). El dropstone de andesita genera una deformación cóncava hacia arriba en el estrato de lutita calcárea que lo contiene, lo cual señala que el bloque fue depositado sobre el fondo marino de sedimentos pelíticos no consolidados al caer verticalmente. La anterior interpretación también la corrobora la ausencia de estructuras que reflejen un transporte lateral por la corriente de agua. Con base en Bennett et al. (1996), se propone que el clasto fue transportado inicialmente por un cuerpo de hielo flotante, como por ejemplo un iceberg o fragmentos de hielo estacional, que por el derretimiento dejó caer verticalmente el clasto (Frakes et al., 1992). La hipótesis de haber sido transportado por algún tronco de árbol a la deriva se descarta totalmente debido a que no existe ningún registro de tronco en la formación.

6.2.5 Tramo 5: Frente de playa inferior (lower shoreface) (F3)

El tramo cinco contiene ammonites, inocerámidos, Gadilida, *Eriphyla argentina*, Rhynconellidae, *Cylindrotheutis* sp., fragmentos de briozoos, algas, y ostras, serpúlidos,

espículas calcáreas y de hialoesponjas, foraminíferos rotálidos y calciesferas. *Cylindrotheutis* sp. podría estar indicando aguas relativamente frías (Zell et al., 2013).

Sobre los 294,2 m la facies F3b que consiste en intercalaciones entre grainstone arenoso y arenisca calcárea, y grainstone arenoso y lutita calcárea registran alto contenido de fauna fósil, y materia orgánica. Presenta glauconita, lo cual confirma un ambiente marino. Varios sets de estratificación cruzada indicarían un régimen de energía mayor generando megaripples.

Tanto la facies F3b como la F3c contienen abundantes concreciones calcáreas, generadas por procesos diagenéticos. El contenido de glauconita disminuye en la facies F3c, siendo ésta escasa. Aquí la laminación plana y ondulada paralela señalan regímenes de moderada energía.

Las trazas fósiles de tipo madriguera en la facies F3d se encuentran paralelas al plano de estratificación, estarían indicando ambientes con altas tasas de sedimentación, y poca erosión.

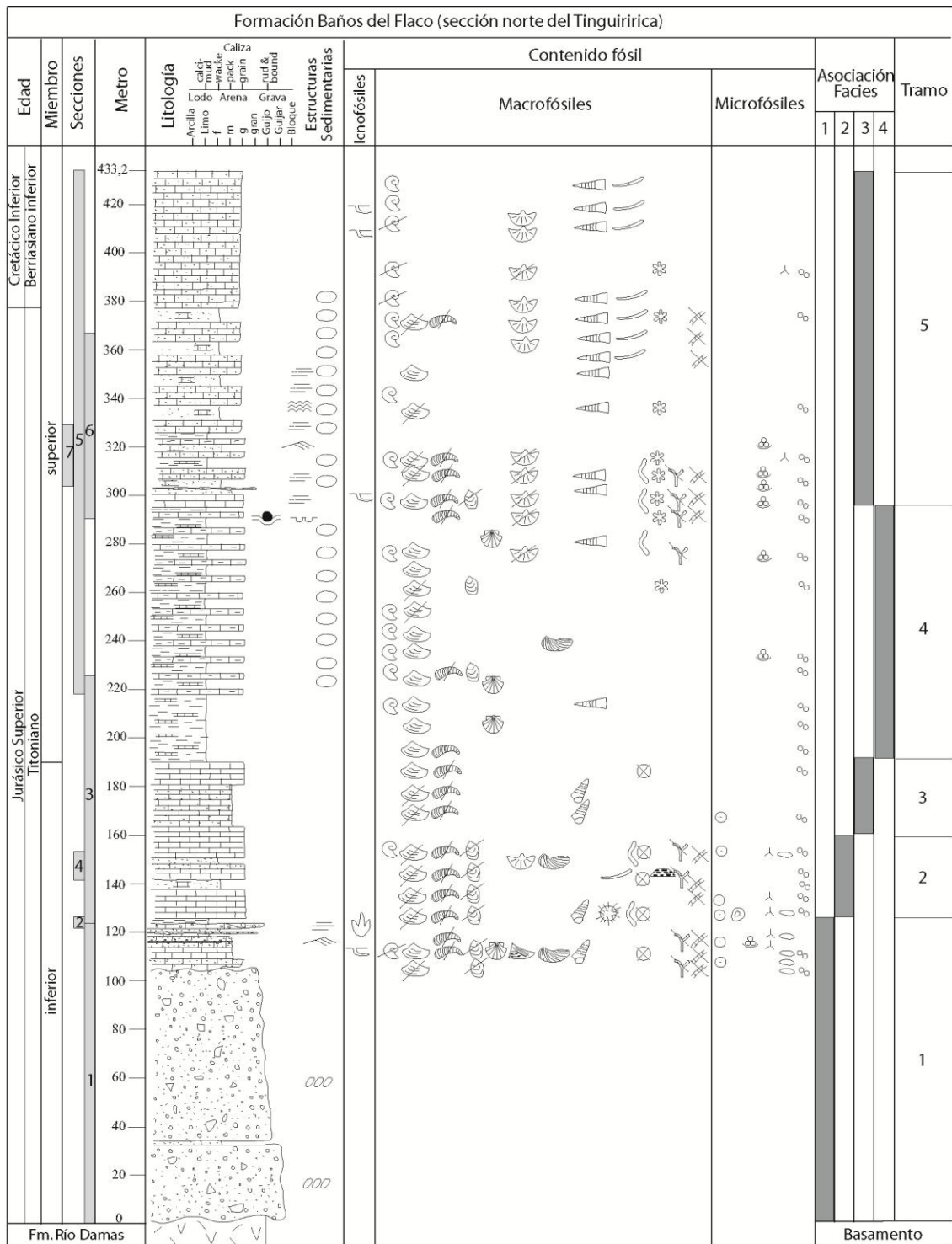


Figura 6.2 Asociaciones de facies en la Formación Baños del Flaco. Columna estratigráfica con las respectivas asociaciones de facies: playa frontal, frente de playa superior, frente de playa inferior, y transición de costa afuera.

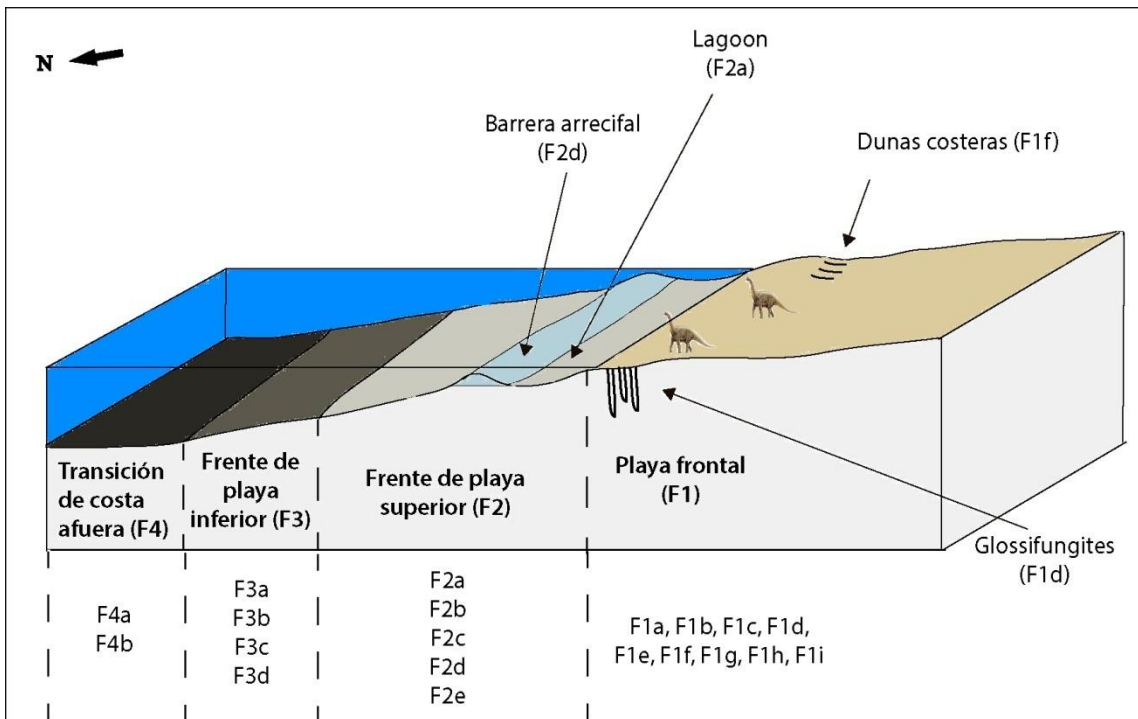


Figura 6.3 Bloque diagrama del modelo de los paleoambientes sedimentarios de la Formación Baños del Flaco, en la sección norte del río Tinguiririca. Se ilustran los ambientes de playa frontal (foreshore) (F1), frente de playa superior (upper shoreface) (F2), frente de playa inferior (lower shoreface) (F3) y transición de costa afuera (offshore transition) (F4). En la parte inferior de la imagen se indican las facies sedimentarias correspondientes a cada ambiente.

7. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las litologías que constituyen la Formación Baños del Flaco en la zona de estudio consiste en conglomerados brechosos inmaduros composicionalmente, calizas y rocas mixtas (rocas carbonatadas con >10% de siliciclastos), wackestone, packstone, grainstone y framestone, areniscas inmaduras textural y composicionalmente, y lutitas calcáreas. Los conglomerados brechosos fueron depositados en zonas cercanas a la fuente de sedimentos, ya que los clastos subangulares a subredondeados, y de tamaño bloque a guijarro principalmente evidencian una corta trayectoria de transporte, sin embargo fueron transportados por un ambiente de una energía muy alta. Las rocas siliciclásticas (areniscas y conglomerados) al ser inmaduras composicionalmente indican también un área fuente cercana de los sedimentos que fueron transportados y depositados en la cuenca. Por otro lado, las rocas mixtas (calizas arenosas y lutíticas) se asocian a la mezcla de sedimentos carbonatados y siliciclásticos en ambientes de plataforma somera, es decir en el frente de playa o “shoreface”. Podría afirmarse que esta mezcla de sedimentos se debe a una alta producción de carbonato en la plataforma marina a la vez que se genera suministro de sedimentos siliciclásticos desde el continente hacia la cuenca, es decir desde el arco volcánico Lo Prado-Pelambres hacia la cuenca de trasarco Mendoza-Neuquén.

A partir de la asociación de facies sedimentarias, se identifican cuatro tipos de ambientes sedimentarios deposicionales:

(1) Playa frontal (Foreshore): pertenece a la zona intermareal, cuyas facies más importantes son conglomerados brechosos, wackestones, packstones y grainstones arenosos, packstone gravosos, areniscas y conglomerados finos. Contiene en la base los conglomerados brechosos originados por un posible abanico en decaimiento, es decir en sus últimos estadios donde la energía comienza a disminuir y su capacidad para transportar clastos de mayor tamaño también disminuye; por la presencia de cemento glauconítico en las delgadas capas de areniscas dentro de los estratos de conglomerados, se sugiere influencia marina que pudo haber favorecido a la neoformación de este mineral, por lo menos en etapas tempranas de diagénesis. Esta interpretación para los conglomerados basales de la

Formación Baños del Flaco es muy importante ya que esta idea se soporta si se tiene en cuenta que durante la primera etapa del primer periodo del ciclo tectónico andino en Chile Central las condiciones tectónicas extensionales que dominaban en la margen continental favorecieron una abundante sedimentación en la cuenca de trasarco (Charrier et al., 2007). Las condiciones extensionales también podrían haber favorecido a la generación de abanicos con depósitos mal seleccionados de gran espesor. Sin embargo, se sugiere realizar un estudio más riguroso a los conglomerados brechosos basales de esta formación. Por otro lado, el ambiente de playa frontal o “foreshore” presenta también el desarrollo de dunas costeras, y colonización de organismos sobre sustratos firmes lodosos semi-consolidados indicados por la presencia de Glossifungites, con trazas fósiles Thalassinoides y Skolitos. En este ambiente se registra un posible hiato estratigráfico. La energía del ambiente es principalmente alta a media, sin embargo se presentan episodios restringidos de quietud.

(2) Frente de playa superior (Upper shoreface): se encuentra ubicado en la plataforma interna, y contiene como sub-ambiente un posible lagoon asociado al desarrollo de un coral aislado o “patch reef”. Las litologías corresponden a grainstone, framestone, areniscas fosilíferas, y grainstone oolítico. Se presentan depósitos asociados a posibles tempestitas, y además algunos niveles concentrados de bivalvos desarticulados que podrían indicar superficies transgresivas en la plataforma somera. Este ambiente corresponde a una alta energía.

(3) Frente de playa inferior (Lower shoreface): ubicado en la plataforma interna, aquí corresponden las facies de packstone arenoso, grainstone arenoso, y las intercalaciones de grainstone arenoso/arenisca calcárea, y de grainstone arenoso/lutita calcárea. Contienen abundantes concreciones, cuyo origen es diagenético, estratificación cruzada y laminación plana paralela, trazas fósiles paralelas al plano de estratificación, y contenido de glauconita y materia orgánica. Este ambiente es de energía moderada.

(4) Transición de costa afuera (Offshore transition): ubicado en la plataforma media, contienen lutitas calcáreas e intercalaciones rítmicas de lutita calcárea/grainstone lutítico.

Se presentan estructuras de carga, concreciones, y un dropstone. Este ambiente es de energía baja.

Es posible identificar fluctuaciones en el nivel del mar en distintos puntos de la Formación Baños del Flaco, las cuales generaron cambios de ambientes deposicionales como consecuencia de profundización o somerización de la plataforma marina. De esta manera se determina que (1) entre los 0 y 124,2 m el ambiente corresponde a playa frontal. (2) A los 124,2 m el ambiente se torna a frente de paya superior hasta los 163 m. El aumento del nivel del mar permitió el desarrollo de arrecife de coral, y por ende del lagoon asociado. (3) A los 163 m el ambiente pasa a ser frente de playa inferior hasta los 190 m, pues (4) sobre éste el nivel del mar aumenta aún mas, y el ambiente cambia a transición de costa afuera hasta los 294,2 m. (5) a partir de los 294,2 m el nivel del mar desciende y el ambiente se torna a frente de playa inferior.

Debido a que el estudio de este proyecto se enfoca en la sedimentología y estratigrafía, se generan muchas especulaciones con respecto a la paleoclimatología de la época. Sin embargo, podrían hacerse pequeñas inferencias con base en los datos litológicos y paleontológicos. Primero, el alto contenido de feldespatos tanto en rocas siliciclásticas como mixtas, y su relativo buen estado de conservación por lo menos en los primeros 190 m, permite descartar la presencia de climas húmedos, ya que de lo contrario los feldespatos sufrirían una rápida alteración principalmente a arcillas, y por lo tanto serían un menor componente en estas rocas. Por consiguiente, podrían indicarse climas secos. Segundo, la presencia del dropstone podría sugerir climas fríos, por lo menos estacionarios, lo suficientemente fríos como para generar hielo, el cual se sugiere fue el medio de transporte del clasto errático. Y tercero, la presencia de belemnites *Cylindrotheutis* y *Anopaea callistoensis* indicarían aguas relativamente frías en el fondo marino.

Los corales *Stelidioseris* sp., escafópodos Gadilida, Belemnites *Cylindrotheutis* sp., inocerámidos *Anopaea callistoensis*, y serpúlidos *Rotularia* sp. son nuevos reportes paleontológico para la Formación Baños del Flaco.

Se asigna una edad de Titoniano a Berriasiano inferior para la Formación Baños del Flaco en esta sección, con base en las biozonas de ammonites *Windhausenicerias* sp., *Micracanthoceras microcanthum*, y *Substeueroceras* sp. de acuerdo con Salazar & Stinnesbeck (2015). El límite Jurásico – Cretácico se localiza aproximadamente a los 380 m, en el contacto base de grainstones arenosos de ambiente de frente de playa inferior (Figura 3.44, Figura 6.2).

8. REFERENCIAS

- Aguirre, L.** 1960. Geología de los Andes de Chile Central, provincia de Aconcagua. Instituto de Investigaciones Geológicas, Santiago, Boletín 9, 70 pp.
- Arcos, R.** 1987. Geología del Cuadrángulo Termas del Flaco, provincia de Colchagua, VI Región, Chile. Memoria de título. Universidad de Chile, Departamento de Geología, Santiago, 279 pp.
- Bennett, M. R., Doyle, P., Mather, A. E.** 1996. Dropstones: their origin and significance. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 121, 331-339.
- Bravo, P.** 2001. Geología del borde oriental de la Cordillera de la Costa entre los ríos Mataquito y Maule, VII Región. Memoria de título. (Inédito), Universidad de Chile, Departamento de Geología, 113 pp.
- Catuneanu, Q.** 2006. Principles of Sequence Stratigraphy. Amsterdam, Holanda, Elsevier, 375 pp.
- Charrier, R.** 1981. Geologie der chilenischen Hauptkordillere zwischen 34° und 34°30' südlicher Breite und ihre tektonische, magmatische un paläogeographische Entwicklung. *Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen, A*, 36: 266 pp.
- Charrier, R., Pinto, L., & Rodríguez, M. P.** 2007. Tectonostratigraphic evolution of the Andean Orogen in Chile. En: Moreno, T. & Gibbons, W. (eds), *The Geology of Chile*. The Geological Society of London: 21-114.
- Cohen, A. S., Halfpenny, J., Lockley, M. G., Michel, E.** 1993. Modern vertebrate tracks from Lake Manyara, Tanzania and their paleobiological implications. *Paleobiology*, 4 (19), 433-458.
- Covacevich, V., Varela, J., & Vergara, M.** 1976. Estratigrafía y Sedimentación de la Formación Baños del Flaco al sur del Río Tinguiririca, Cordillera de los Andes, Provincia de Curico, Chile. *Actas I Congreso Geológico Chileno, Chile*, 191-211.
- Folk, R. L.** 1974. Petrology of Sedimentary Rocks. Austin, Texas, Hemphill Publishing Company, 182 pp.
- Frakes, L. A., Francis, J. E. y Syktus, J. I.** 1992. Climate Modes of the Phanerozoic. University of Adelaide, Department of Geology and Geophysics. South Australia. Cambridge University Press, 274 pp.

- González, O.** 1963. Observaciones geológicas en el valle del Río Volcán. *Revista Minerale*, Santiago, 17(81), 20–61.
- González, O. y Vergara, M.** 1962. Reconocimiento geológico de la Cordillera de los Andes entre los paralelos 35° y 38° latitud Sur. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Instituto de Geología, Publicación 24, 121 pp.
- Hallam, A.** 1985. A Review of Mesozoic Climates. *The Geological Journey*. Society of London, 142, 435-445.
- Hallam, A., Biro-Bagoczky, L. & Pérez, E.** 1986. Facies analysis of the Lo Valdés Formation of the High Cordillera of central Chile and the paleogeographic evolution of the Andean basin. *Geological Magazine*, 123, 425–435.
- Klohn, C.** 1954. Informe geológico minero regional sobre la Cordillera de los Andes, de las Provincias de O'Higgins, Colchagua y Curicó. Santiago, Corfo. (Informe inédito), 107 pp.
- Klohn, C.** 1960. Geología de la Cordillera de los Andes de Chile Central. Provincias de Santiago, O'Higgins, Colchagua y Curicó. Instituto de Investigaciones Geológicas, Santiago, Chile, Boletín 8. 95 pp.
- Lazo, D. G.** 2007. The bivalve *Pholadomya gigantea* in the Early Cretaceous of Argentina: Taxonomy, taphonomy and paleogeographic implications. *Acta palaeontologica Polonica* 52 (2), 375-390.
- MacEachern, J. A., Raychaudhuri, I., y Pemberton, S. G.** 1992. Stratigraphic applications of the Glossifungites ichnofacies: delineating discontinuities in the rock record. In *Applications of Ichnology to Petroleum Exploration* (S. G. Pemberton, Ed.), 169-198.
- Maldonado, V.** (en prensa). Petrografía, facies, paleontología y patrimonio de la Formación Baños del Flaco, sector Río Maitenes, Región del Maule, Chile. Memoria de título, Universidad de Concepción.
- Martínez-Pardo, R. y Osorio, R.** 1963. Consideraciones preliminares sobre la presencia de Carófitas fósiles en la Formación Colimapu. *Revista Minerale*, 82, 28–43.
- Moreno, K., & Pino, M.** 2002. Huellas de dinosaurios en la Formación Baños del Flaco (Titoniano-Jurásico Superior), VI Región, Chile: Paleontología y paleoambiente. *Revista Geológica de Chile* 29 (2), 191-206.

- Mount, J.** 1985. Mixed siliciclastic and carbonate sediments: a proposed first-order textural and compositional classification. *California. Sedimentology*, 32, 435-442.
- Nichols, G.** 2009. *Sedimentology and stratigraphy* (2 ed.). Wiley-Blackwell. 432 pp.
- Pettijohn, F. J., Potter, P. E., & Siever, R.** 1987. *Sand and Sandstone*. Springer-Verlag. 553 pp.
- Prothero, D. R., y Schwab, F.** 2004. *Sedimentary Geology: An Introduction to Sedimentary Rocks and Stratigraphy* (2 ed). Nueva York, W.H. Freeman and Company, 557 pp.
- Reading, H. C.** 1996. *Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy*. (3 ed). Blackwell Science Ltd. 688 pp.
- Rivano, S.** 1996. *Geología de las Hojas Quillota y Portillo*. Servicio Nacional de Geología y Minería, Santiago, Carta Geológica de Chile, Escala 1:250.000.
- Salazar, C.** 2012. *The Jurassic-Cretaceous Boundary (Tithonian-Hauterivian) in the Andean Basin of Central Chile: Ammonites, Bio- and Sequence Stratigraphy and Palaeobiogeography*. Tesis de doctorado, Universidad Der Rupecht-Karls, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, 389 pp.
- Salazar, C. y Stinnesbeck, W.** 2015. Tithonian–Berriasian ammonites from the Baños del Flaco Formation, Central Chile. *Journal of Systematic Palaeontology*. 14, 149 - 182.
- Schlager, W.** 2005. *Carbonate Sedimentology and Sequence Stratigraphy*. Tulsa, Oklahoma, SEPM (Society for Sedimentary Geology), 200 pp.
- Scholle, P. A., Bebout, D. G., y Moore, C. H.** 1983. *Carbonate Depositional Environments*. Tulsa, Oklahoma, The American Association of Petroleum Geologists, 708 pp.
- Thomas, H.** 1958. *Geología de la Cordillera de la Costa entre el valle de La Ligua y la cuesta Barriga*. Instituto de Investigaciones Geológicas, Santiago, Boletín 2, 86 pp.
- Tucker, M. E.** 2003. *Sedimentary Rocks in the Field* (3 ed). Universidad de Durham, Departamento de Ciencias Geológicas, Uk, John Wiley & Sons, 234 pp.
- Vergara, M.** 1969. *Rocas volcánicas y sedimentario-volcánicas, Mesozoico y Cenozoico, en la latitud de 34°30pS*. Universidad de Chile, Departamento de Geología, Publicación 32, 36 pp.

- Wentworth, C.** 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *The Journal of Geology*, 30, 377-392.
- Wright, V. P.** 1992. A revised classification of limestones. *Sedimentary Geology*, 76: 177-185.
- Zell, P., Beckmann, S., y Stinnesbeck, W.** 2013. Late Jurassic-earliest Cretaceous belemnites (Cephalopoda: Coleoidea) from northeastern Mexico and their palaeobiogeographic implications. *N. Jb. Geol. Palaont. Abh*, 270 (3), 325-341.
- Zell, P., Crame, J. A., Stinnesbeck, W., y Beckmann, S.** 2015. The bivalve *Anopaea* (Inoceramidae) from the Upper Jurassic-lowermost Cretaceous of Mexico. *Journal of South American Earth Sciences*, 60, 92-103.

ANEXOS

Anexo 1 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C1/25.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA				
ROCAS SILICICLÁSTICAS				
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco				
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo				
CÓDIGO: NBF/C1/25				
ARENITA LUTÍTICA FELDESPÁTICA				
Tamaño de grano: Arena media-fina				
TEXTURA				
% MATRIZ	SELECCIÓN	REDONDEZ		
36	Mala	Muy angulares a subangulares		
EMPAQUETAMIENTO				
Contacto entre granos: puntual				
CONSTITUYENTES				
	%	DESCRIPCIÓN		
MATRIZ	36	Tamaño lodo (fango).		
CEMENTO	8	Carbonatado (poikilotópico y mosaico), ferruginoso pelicular		
POROS	0			
CLASTOS	56	COMPOSICIÓN	%	Observaciones
		Cuarzo	0	
		Feldespato	52,5	Plagioclasa
		Líticos	40	Volcánicos
		Min. Accesorios	7.5	Clorita, opacos, óxido Fe.
OBSERVACIONES				
Presenta algunas gravas dispersas (<10 %), de máximo 3 mm.				
Plagioclasas y volcánicos ocasionalmente alterados a clorita y sericita.				

Anexo 2 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C1/32,2.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA				
ROCAS SILICICLÁSTICAS				
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco				
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo				
CÓDIGO: NBF/C1/32,2				
ARENITA LUTÍTICA FELDESPÁTICA				
Tamaño de grano: Arena fina				
TEXTURA				
% MATRIZ		SELECCIÓN		REDONDEZ
40		Moderada		Angulares
EMPAQUETAMIENTO				
Contacto entre granos: flotantes, ocasionalmente puntual				
CONSTITUYENTES				
	%	DESCRIPCIÓN		
MATRIZ	40	Arcillosa muy alterada a clorita o Glauconita?		
CEMENTO	20	Glauconita, clorita > carbonato > óxido Fe		
POROS	0			
CLASTOS	40	COMPOSICIÓN	%	Observaciones
		Cuarzo	0	
		Feldespato	55	Plagioclasa
		Líticos	10	Volcánicos
		Min. Accesorios	35	Opacos, óxidos de hierro, glauconita
OBSERVACIONES				
Alto grado de alteración, y oxidación en clastos y matriz.				

Anexo 3 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C1/105.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCAS CARBONATADAS		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C1/105		
WACKESTONE		
Matriz soportado		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
ORTOQUIMICO	65	Micrita (grumosa)
ALOQUÍMICO	30	Fragmento bivalvo, recristalizado a calcita.
		Fragmento Briozoo (Trepostome)
		Calciesferas
		Pellets
OTRO	5	Siliciclastos: plagioclasas
CARACTERÍSTICAS GRANOS ESQUELETALES		
Tamaño moda bioclastos (mm)	0,5	
Granos muy pequeños fragmentados.		
OBSERVACIONES		
Fragmentos de plagioclasas muy angulosos, tamaño arena fina, alterando a calcita.		
Fractura rellena de calcita		

Anexo 4 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C1/105,4.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCAS CARBONATADAS		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C1/105,4		
GRAINSTONE ARENOSO		
Clasto soportado		
COMPONENTES		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
ORTOQUÍMICO	15	Esparita
ALOQUÍMICO	50	Fragmentos alga roja, y azul-verde estromatolítica
		Bivalvos, inocerámido
		Calciesferas
		fragmentos Briozoo
		Pellets, calciesferas
OTRO	35	Fragmentos siliciclásticos: plagioclasa, volcánicos
CARACTERÍSTICAS GRANOS ESQUELETALES		
Tamaño Moda bioclastos	2,5 mm	
Predominan algas frente a otros bioclastos, y alcanzan 1 cm de tamaño. Están bien preservadas.		
OBSERVACIONES		
A veces el tamaño de los granos esqueléticos son >2mm.		

Anexo 5 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C1/107.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCAS CARBONATADAS		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C1/107		
WACKSTONE ARENOSO		
Matriz soportado		
COMPONENTES		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
ORTOQUÍMICO	45	Micrita
ALOQUÍMICO	15	Bivalvos
		Fragmento de alga
		Fragmento Briozoo
OTRO	40	Fragmentos siliciclásticos: plagioclasas y volcánicos
CARACTERÍSTICAS GRANOS ESQUELETALES		
Tamaño moda bioclastos	1 mm	
OBSERVACIONES		
Granos de plagioclasa muy angulosos, alterando a sericita y calcita.		

Anexo 6 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C1/110.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCAS CARBONATADAS		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C1/110		
PACKSTONE		
Clasto soportado		
COMPONENTES		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
ORTOQUÍMICO	25	Micrita grumosa predomina. Esparita en menor proporción como cemento.
ALOQUÍMICO	70	Fragmentos bivalvos
		fragmentos Briozoo
		fragmentos Algas rojas
		Gasterópodo
		Pellets
Oolito		
OTRO	5	Fragmentos siliciclásticos: plagioclasas
CARACTERÍSTICAS GRANOS ESQUELETALES		
Tamaño moda bioclastos (mm)	2 mm	
Predominan valvas de bivalvos desarticuladas		
OBSERVACIONES		
Algunos pellets micríticos están recristalizando a microesparita		
Fracturas rellenas de calcita		

Anexo 7 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C1/112.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCAS CARBONATADAS		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C1/112		
PACKSTONE		
Clasto soportado		
COMPONENTES		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
ORTOQUIMICO	20	Micrita
ALOQUÍMICO	75	Placa equinodermo
		Fragmentos bivalvos, ostras, inocerámido
		Gasterópodos
		Pellets, calciesferas
OTRO	5	Fragmentos siliciclásticos: plagioclasa
CARACTERÍSTICAS GRANOS ESQUELETALES		
Tamaño moda bioclastos:	1 mm	
OBSERVACIONES		
Los bordes de algunos aloquímicos (calciesferas) están micritizados.		

Anexo 8 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C1/114.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCAS CARBONATADAS		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C1/114		
PACKSTONE ARENOSO		
Clasto soportado		
COMPONENTES		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
ORTOQUIMICO	30	Micrita
ALOQUIMICO		Fragmentos de bivalvos, ostras
		Alga, gasterópodo
		Calciesferas y pellets
OTRO	20	Siliciclastos (plagioclasa), opacos y óxidos de Fe.
CARACTERÍSTICAS GRANOS ESQUELETALES		
Tamaño moda bioclastos:	0,7 mm	
OBSERVACIONES		
Predominan calciesferas y pellets		
Óxidos de hierro dan coloración parda-rojiza a la roca.		
Plagioclasas están muy alteradas a calcita, y silicificación en alga.		

Anexo 9 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C1/116.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCAS CARBONATADAS		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C1/116		
PACKSTONE GRAVOSO		
Clasto soportado		
COMPONENTES		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
ORTOQUÍMICO	10	Micrita grumosa
ALOQUÍMICO	50	Fragmentos redondeados de alga
		Fragmento de ostra
		Pellets
OTRO	40	Líticos volcánicos y plagioclasas: Granos flotantes.
OBSERVACIONES		
<p>Fragmentos siliciclásticos: tamaño Grava de máximo 6 mm, mínimo 0.5 mm, moda 2,5 mm. Composición: volcánicos con fenocristales de plagioclasa y masa fundamental fina, y plagioclasas. Subredondeados, pocos son angulares. Alteración: óxidos de hierro en matriz de volcánicos, y calcita en plagioclasas.</p>		
Tamaño de algas y ostras: 1 mm.		

Anexo 10 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C1/117.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCAS CARBONATADAS		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C1/117		
PACKSTONE ARENOSO		
Clasto soportado		
COMPONENTES		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
ORTOQUIMICO	10	Micrita
ALOQUÍMICO	78	Intraclasto de wackestone
		Fragmentos algas rojas
		Fragmento briozoo
		Espículas
		Calciesferas
		Fragmentos: bivalvos, ostras
OTRO	12	Fragmentos siliciclásticos de plagioclasa > volcánicos
CARACTERÍSTICAS GRANOS ESQUELETALES		
Tamaño moda bioclastos:	1 mm	
Fragmento de alga mide 5 mm		
OBSERVACIONES		
Los fragmentos siliciclásticos son de tamaño 0.1 mm (arena fina); son subangulares.		
Óxidos de hierro		
Ocasionalmente bordes micritizados de aloquímicos		

Anexo 11 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C1/119.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCAS CARBONATADAS		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C1/119		
CALCI-MUDSTONE		
Matriz soportado		
COMPONENTES		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
ORTOQUÍMICO	93	Micrita grumosa
ALOQUÍMICO	5	Gasterópodo
		Oolito en grapestone.
		Foraminífero miliólido (bentónico)
OTRO	2	Siliciclastos: plagioclasa
CARACTERÍSTICAS GRANOS ESQUELETALES		
Tamaño moda bioclastos:	2 mm (gasterópodo)	

Anexo 12 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C1/120.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA				
ROCAS SILICICLÁSTICAS				
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco				
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo				
CÓDIGO: NBF/C1/120				
ARENITA FELDESPÁTICA CALCÁREA				
Tamaño de grano: Arena fina				
TEXTURA				
% MATRIZ		SELECCIÓN		REDONDEZ
5		Bien seleccionado		redondeado a subredondeado
EMPAQUETAMIENTO				
Contacto entre granos: tangencial				
CONSTITUYENTES				
	%	DESCRIPCIÓN		
MATRIZ	5	Lodo calcáreo		
CEMENTO	8	Carbonatado > óxido de hierro (pelicular)		
POROS	0			
CLASTOS	50	COMPOSICIÓN	%	Observaciones
		Cuarzo	0	
		Feldespato	60	Plagioclasas
		Líticos	35	Volcánicos
		Min. Accesorios	5	opacos, óxidos hierro
FÓSILES	37	Fragmentos de ostras, algas, briozoo, pellets, espículas		
OBSERVACIONES				
Plagioclasas muy alteradas a calcita.				

Anexo 13 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C2/123,9.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA				
ROCAS SILICICLÁSTICAS				
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco				
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo				
CÓDIGO: NBF/C2/123,9				
ARENITA LÍTICA CALCÁREA				
Tamaño de grano: Arena muy gruesa				
TEXTURA				
% MATRIZ		SELECCIÓN		REDONDEZ
25		Mala		Muy angulosos
EMPAQUETAMIENTO				
Contactos puntuales, y granos flotantes				
CONSTITUYENTES				
	%	DESCRIPCIÓN		
MATRIZ	25	Lodo calcáreo		
CEMENTO	5	Carbonatado		
POROS	0			
CLASTOS	60	COMPOSICIÓN	%	Observaciones
		Cuarzo	0	
		Feldespato	25	Plagioclasas
		Líticos	72	Volcánicos
		Min. Accesorios	3	Opacos
FÓSILES	10	Algas, gasterópodo, fragmentos bivalvos, ostras.		
OBSERVACIONES				
Plagioclasas alterando a calcita				
Aparente pseudoesparita por recristalización de micrita.				

Anexo 14 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C2/124,1.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCAS CARBONATADAS		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C2/124,1		
GRAINSTONE GRAVOSO		
Clasto soportado		
COMPONENTES		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
ORTOQUIMICO	10	Esparita (Pseudoesparita)
ALOQUÍMICO	65	Algas, briozoos
		Placas equinodermos
		Fragmentos de bivalvos
		Calciesferas y pellets
OTRO	25	Gránulos de fragmentos volcánicos
CARACTERÍSTICAS GRANOS ESQUELETALES		
Algas de 1,5 - 2 mm		
OBSERVACIONES		
Predominan calciesferas y pellets.		
Algas de 1,5 - 2 mm predominan dentro de los macrofósiles.		

Anexo 15 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C2/124,2.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA				
ROCAS SILICICLÁSTICAS				
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco				
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo				
CÓDIGO: NBF/C2/124,2				
LIMOLITA				
Tamaño de grano: Limo				
TEXTURA				
% MATRIZ		SELECCIÓN		REDONDEZ
		Buena		Muy angulosos
EMPAQUETAMIENTO				
Contactos puntuales, y granos flotantes.				
CONSTITUYENTES				
	%	DESCRIPCIÓN		
MATRIZ	25	Arcillosa		
CEMENTO	5	Micáceo>> carbonatado (1%)		
POROS	0			
CLASTOS	70	COMPOSICIÓN	%	Observaciones
		Cuarzo	5	
		Feldespato	75	Plagioclasas
		Líticos	5	Volcánicos
		Min. Accesorios	15	Opacos, micas
OBSERVACIONES				
Aprox. 10% de clastos son tamaño gránulo.				
Plagioclasas alterando a calcita y sericita.				

Anexo 16 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C2/124,3.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA				
ROCAS SILICICLÁSTICAS				
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco				
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo				
CÓDIGO: NBF/C2/124,3				
LIMOLITA				
Tamaño de grano: Limo				
TEXTURA				
% MATRIZ		SELECCIÓN		REDONDEZ
30		Muy buena		Angulosos
EMPAQUETAMIENTO				
Contactos puntuales, y granos flotantes				
CONSTITUYENTES				
	%	DESCRIPCIÓN		
MATRIZ	30	Arcillosa		
CEMENTO	0			
POROS	2	De fractura		
CLASTOS	68	COMPOSICIÓN	%	Observaciones
		Cuarzo		
		Feldespato	85	Feldespato
		Líticos	5	Volcánicos
		Min. Accesorios	10	Opacos, glauconita, óxidos hierro, micas
OBSERVACIONES				
Las micas tienden a estar orientadas preferencialmente.				

Anexo 17 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C2/129,5.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCAS CARBONATADAS		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C2/129,5		
GRAINSTONE		
Clasto soportado		
COMPONENTES		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
ORTOQUÍMICO	20	Esparita
ALOQUÍMICO	80	Fragmentos de bivalvos, inocerámido, ostras
		Placa equinodermo
		Calciesferas, pellets
CARACTERÍSTICAS GRANOS ESQUELETALES		
Tamaño moda Aloquímicos:	1 mm (Oolitos)	
OBSERVACIONES		
Oolitos: De 0.5 - 1,25 mm; de micrita sin estructura. Ovalados y esféricos.		
Líticos muy angulosos en el núcleo de oolitos.		

Anexo 18 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C3/129,6.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCAS CARBONATADAS		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C3/129,6		
GRAINSTONE		
Clasto soportado		
COMPONENTES		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
ORTOQUÍMICO	20	Esparita
ALOQUÍMICO	78	Pisolitos con: Algas, bivalvos, gasterópodos
		Oolitos con: fragmentos algas, inocerámidos, bivalvos
		Placas esquinodermos
		Espículas
		Calciesferas
OTRO	2	Plagioclasas y líticos volcánicos
CARACTERÍSTICAS GRANOS ESQUELETALES		
Tamaño moda bioclastos	1 cm (Pisolitos)	
OBSERVACIONES		
Pisolitos irregulares, principalmente con núcleos de algas.		
Esqueleto formado principalmente por oolitos y pisolitos.		

Anexo 19 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C3/136.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCAS CARBONATADAS		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C3/136		
GRAINSTONE		
Clasto soportado		
COMPONENTES		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
ORTOQUIMICO	25	Esparita
ALOQUÍMICO	70	Fragmentos bivalvos, ostras, inocerámidos
		Fragmentos algas
		Espículas
		Calciesferas, oolitos
OTRO	5	Fragmentos volcánicos
CARACTERÍSTICAS GRANOS ESQUELETALES		
Tamaño moda aloquímicos	0,5 mm (Oolitos)	
Bivalvos: 3 mm		
OBSERVACIONES		
Esqueleto formado principalmente por oolitos con núcleo de fósiles.		

Anexo 20 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C3/140.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA				
ROCAS SILICICLÁSTICAS				
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco				
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo				
CÓDIGO: NBF/C3/140				
ARENITA FELDESPÁTICA CALCÁREA				
Tamaño de grano: Arena fina				
TEXTURA				
% MATRIZ		SELECCIÓN		REDONDEZ
0		Moderada		Subangulares
EMPAQUETAMIENTO				
Contactos puntuales				
CONSTITUYENTES				
	%	DESCRIPCIÓN		
MATRIZ	0			
CEMENTO	15	Carbonatado y ferruginoso (pelicular)		
POROS	0			
CLASTOS	50	COMPOSICIÓN	%	Observaciones
		Cuarzo	0	
		Feldespato	60	Plagioclasa
		Líticos	36	Volcánicos
		Min. Accesorios	4	Óxidos de hierro, calcita
FÓSILES	35	Fragmentos ostras, inocerámidos, algas, y calciesferas.		
OBSERVACIONES				
Plagioclasas alterando a calcita, y líticos oxidados.				
Roca fracturada, y relleno de calcita.				

Anexo 21 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C3/148.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCAS CARBONATADAS		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C3/148		
GRAINSTONE ARENOSO		
Clasto soportado		
COMPONENTES		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
ORTOQUIMICO	20	Esparita
ALOQUÍMICO	65	Fragmentos bivalvos, inocerámido, ostras
		Fragmentos briozoo
		Fragmentos equinodermo
		Calciesferas
OTRO	12	Siliciclastos: plagioclasa, volcánicos
CARACTERÍSTICAS GRANOS ESQUELETALES		
Tamaño moda bioclastos:	0,25 mm (calciesferas y pequeños fragmentos bivalvos)	
Máximo tamaño: 2, 5 mm (Bivalvos)		
OBSERVACIONES		
Calcedonia y microcuarzo como cemento en porosidad secundaria.		

Anexo 22 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C3/149.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA				
ROCAS SILICICLÁSTICAS				
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco				
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo				
CÓDIGO: NBF/C3/149				
ARENITA FELDESPÁTICA CALCÁREA				
Tamaño de grano: Arena muy fina				
TEXTURA				
% MATRIZ		SELECCIÓN		REDONDEZ
0		Buena		Subredondeado
EMPAQUETAMIENTO				
Contactos tangenciales y puntuales.				
CONSTITUYENTES				
	%	DESCRIPCIÓN		
MATRIZ	0			
CEMENTO	20	Calcedonia >> carbonatado > clorita-esmectita?		
POROS	0			
CLASTOS	75	COMPOSICIÓN	%	Observaciones
		Cuarzo	10	
		Feldespato	67	Plagioclasa
		Líticos	15	Volcánicos
		Min. Accesorios	8	Óxidos hierro, calcita
FÓSILES	5	Fragmentos alga, calciesferas.		

Anexo 23 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C3/151.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCAS CARBONATADAS		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C3/151		
GRAINSTONE		
Clasto soportado		
COMPONENTES		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
ORTOQUIMICO	20	Esparita
ALOQUÍMICO	65	Fragmentos bivalvos, inocerámido, ostra, braquiópodo
		Fragmentos alga, briozoos
		Serpúlidos
		Espícula, calciesferas
		Oolitos concéntricos
OTRO	15	Plagioclasas y líticos volcánicos
CARACTERÍSTICAS GRANOS ESQUELETALES		
Tamaño moda bioclastos:	0,25 mm (calciesferas)	
Tamaño máximo: 1 cm (bivalvo)		
OBSERVACIONES		
Ópalo reemplazando fósiles		
Microcuarzo y calcedonia rellenando fractura		

Anexo 24 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C3/154.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCAS CARBONATADAS		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C3/154		
GRAINSTONE-OOESPARITA		
Clasto soportado		
COMPONENTES		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
ORTOQUIMICO	25	Esparita
ALOQUÍMICO	70	Oolitos
		Fragmentos bivalvos, inocerámidos, ostra
		Fragmentos briozoo
		Fragmento alga
		Calciesferas
OTRO	5	Plagioclasas
CARACTERÍSTICAS GRANOS ESQUELETALES		
Tamaño moda bioclastos:	0,2 mm (oolitos)	
OBSERVACIONES		
Esqueleto formado principalmente por oolitos.		
Roca de grano fino (0,2 mm), con escasos fragmentos de bivalvos de tamaño <1mm.		

Anexo 25 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C3/157.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCAS CARBONATADAS		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C3/157		
GRAINSTONE		
Clasto soportado		
COMPONENTES		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
ORTOQUÍMICO	30	Esparita
ALOQUÍMICO	67	Calciesferas (predominan)
		Ooides
		Fragmentos alga
		Fragmentos bivalvos, ostras
		Intraclastos de ooesparita
		Fragmentos equinodermos
OTRO	3	Líticos volcánicos,
CARACTERÍSTICAS GRANOS ESQUELETALES		
Tamaño moda bioclastos:	0,1 mm (calciesferas)	
Tamaño moda bioclastos: 5 mm (bivalvo e intraclasto)		
OBSERVACIONES		
Esqueleto principalmente de calciesferas y fragmentos fósiles. Pocos ooides.		
Intraclastos de ooesparita muy redondeados.		
Microcuarzo y calcedonia reemplazando carbonato de calciesferas.		

Anexo 26 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C3/162,3.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCAS CARBONATADAS		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C3/162,3		
GRAINSTONE		
Clasto soportado		
COMPONENTES		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
ORTOQUIMICO	15	Esparita
ALOQUÍMICO	80	Calciesferas, oolitos
		Fragmentos bivalvos, inocerámidos, ostras
		Intraclastos
OTRO	5	Líticos volcánicos
CARACTERÍSTICAS GRANOS ESQUELETALES		
Tamaño moda bioclastos:	0,4 mm	
Tamaño máximo: 0,5 mm (bivalvos)		
OBSERVACIONES		
Microcuarzo reemplaza carbonato de algunas calciesferas y bivalvos.		
Ópalo en algunos oolitos e inocerámidos.		

Anexo 27 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C3/163,4.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCAS CARBONATADAS		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C3/163,4		
PACKSTONE ARENOSO		
Clasto soportado		
COMPONENTES		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
ORTOQUÍMICO	35	Esparita
ALOQUÍMICO	50	Calciesferas y ooides (predominan)
		Fragmentos bivalvos y ostras
		Intraclasto con ooides y calciesferas
OTRO	15	Líticos volcánicos
CARACTERÍSTICAS GRANOS ESQUELETALES		
Tamaño moda bioclastos:	0.1 mm (calciesfera)	
Tamaño máximo: 5 mm (bivalvo)		
OBSERVACIONES		
Alto grado de reemplazo de calciesferas por cuarzo microcristalino		
Crecimiento de ópalo en oolitos y cemento.		
Esqueleto formado por: calciesfera > ooides > bioclastos		

Anexo 28 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C3/188.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCAS CARBONATADAS		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C3/188		
GRAINSTONE		
Clasto soportado		
COMPONENTES		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
ORTOQUÍMICO	10	Esparita
ALOQUÍMICO	85	Fragmento bivalvo, ostra
		Calciesfera
		Placa equinodermo
OTRO	5	Líticos volcánicos y plagioclasas
CARACTERÍSTICAS GRANOS ESQUELETALES		
Tamaño moda bioclastos:	1.5 mm (Bivalvos)	
OBSERVACIONES		
Ópalo reemplazando algunos bioclastos y cemento		

Anexo 29 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C3/192.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA				
ROCAS SILICICLÁSTICAS				
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco				
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo				
CÓDIGO: NBF/C3/192				
LUTITA CALCÁREA				
Tamaño de grano: Limo				
TEXTURA				
% MATRIZ		SELECCIÓN		REDONDEZ
5		Buena		Angulares
EMPAQUETAMIENTO				
Contactos puntuales.				
CONSTITUYENTES				
	%	DESCRIPCIÓN		
MATRIZ	5	Arcillosa		
CEMENTO	25	Carbonatado		
POROS	0			
CLASTOS	60	COMPOSICIÓN	%	Observaciones
		Cuarzo	5	Monocristalino
		Feldespato	55	Plagioclasa
		Líticos	25	Volcánicos
		Min. Accesorios	15	Calcita, opacos
FÓSILES	10	Fragmentos bivalvos (aislados)		
		Calciesferas (aisladas)		
OBSERVACIONES				
Cristales orientados según laminación paralela de la roca.				

Anexo 30 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C3/208.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA				
ROCAS SILICICLÁSTICAS				
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco				
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo				
CÓDIGO: NBF/C3/208				
LUTITA CALCÁREA				
Tamaño de grano: Limo				
TEXTURA				
% MATRIZ		SELECCIÓN		REDONDEZ
0		Buena		Angulares
EMPAQUETAMIENTO				
Contactos tangenciales				
CONSTITUYENTES				
	%	DESCRIPCIÓN		
MATRIZ	0			
CEMENTO	10	Calcáreo, ferruginoso		
POROS	0			
CLASTOS	90	COMPOSICIÓN	%	Observaciones
		Cuarzo	15	Monocristalino
		Feldespato	65	Plagioclasa
		Líticos	12	Volcánicos
		Min. Accesorios	8	Óxidos de hierro, opacos, calcita
OBSERVACIONES				
Clastos con orientación preferencial.				

Anexo 31 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C4/147.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCAS CARBONATADAS		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C4/147		
GRAINSTONE ARENOSO		
Clasto soportado		
COMPONENTES		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
ORTOQUÍMICO	8	Esparita
ALOQUÍMICO	67	Fragmentos alga
		Fragmentos ostras, inocerámido
		Espícula
		Placas de equinodermos
		Calciesferas
OTRO	25	Líticos volcánicos y plagioclasas
CARACTERÍSTICAS GRANOS ESQUELETALES		
Tamaño moda bioclastos:	1 mm	
OBSERVACIONES		
Plagioclasas alterando a calcita		
Siliciclastos muy angulosos y muy mal seleccionado. (Moda: 0,5 mm).		
Bordes de bioclastos redondeados y micritizados		

Anexo 32 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C4/150.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCAS CARBONATADAS		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C4/150		
GRAINSTONE		
Clasto soportado		
COMPONENTES		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
ORTOQUÍMICO	10	Esparita
ALOQUÍMICO	85	Oolitos Con núcleos de: líticos volcánicos, briozoos.
		Fragmentos bivalvo
		Fragmentos briozoo
		Calciesferas
		Pellets
OTRO	5	Plagioclasas y líticos volcánicos
CARACTERÍSTICAS GRANOS ESQUELETALES		
Tamaño moda Aloquímicos:	0,25 mm (oolitos)	
Bivalvo: 1,5 mm		
OBSERVACIONES		
Oolitos de micrita, envolviendo líticos, algunos briozoos. Algunos centros de oolitos con porosidad secundaria están cementados por ópalo.		

Anexo 33 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C5/228.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCAS CARBONATADAS		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C5/228		
GRAINSTONE LUTÍTICO		
Clasto soportado		
COMPONENTES		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
ORTOQUÍMICO	20	Esparita
ALOQUÍMICO	50	Calciesferas
		Pequeños fragmentos de bivalvos, ostras
		Cristales de calcita
OTRO	30	Materia orgánica>Plagioclasas, cuarzo, opacos
CARACTERÍSTICAS GRANOS ESQUELETALES		
Tamaño moda bioclastos:	0,1 mm (calciesferas)	
OBSERVACIONES		
Ópalo y microcuarzo reemplazando ocasionalmente calciesferas.		
Aprox. 25% de materia orgánica.		

Anexo 34 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C5/232.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCAS CARBONATADAS		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C5/232		
GRAINSTONE LUTÍTICO		
Clasto soportado		
COMPONENTES		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
ORTOQUÍMICO	30	Esparita
ALOQUÍMICO	50	Calciesferas
		Fragmentos de bivalvos
		Foraminíferos miliólidos (bentónicos)
OTRO	20	Opacos, Plagioclasas, líticos volcánicos, ópalos
CARACTERÍSTICAS GRANOS ESQUELETALES		
Tamaño moda bioclastos:	0, 1 mm (calciesferas)	
OBSERVACIONES		
Presenta laminación marcada por materia orgánica (20%)		
Ópalo reemplazando parte de esparita, bivalvos y algunas calciesferas		

Anexo 35 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C5/265,2.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA				
ROCAS SILICICLÁSTICAS				
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco				
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo				
CÓDIGO: NBF/C5/265,2				
LUTITA CALCÁREA				
Tamaño de grano: Limo, arcilla				
TEXTURA				
% MATRIZ		SELECCIÓN		REDONDEZ
50		Buena		Angulares
EMPAQUETAMIENTO				
Granos flotantes				
CONSTITUYENTES				
	%	DESCRIPCIÓN		
MATRIZ	50	Arcilla		
CEMENTO	0			
POROS	0			
CLASTOS	35	COMPOSICIÓN	%	Observaciones
		Cuarzo	15	Monocristalino
		Feldespato	40	Plagioclasa
		Líticos	30	Volcánicos
		Min. Accesorios	15	Calcita, glauconita, opacos
FÓSILES	15	Fragmentos bivalvos		
		Espículas de hialoesponja (Hexactinellida), Calciesferas		
OBSERVACIONES				
Laminación paralela marcada por materia orgánica.				

Anexo 36 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C5/277,8.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCAS CARBONATADAS		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C5/277,8		
GRAINSTONE LUTÍTICO		
Clasto soportado		
COMPONENTES		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
ORTOQUIMICO	15	Esparita
		Fragmentos braquiópodos
		Fragmento pequeño briozoo
		Calciesferas, foraminífero bentónico
OTRO	35	Materia orgánica, glauconita, plagioclasa, líticos volcánicos, opacos
CARACTERÍSTICAS GRANOS ESQUELETALES		
Tamaño moda bioclastos:		0,2 mm
OBSERVACIONES		
Materia orgánica aprox. 5%		
Componentes muy sucios (por materia orgánica)		

Anexo 37 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C5/292,2.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCAS CARBONATADAS		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C5/292,2		
GRAINSTONE		
Clasto soportado		
COMPONENTES		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
ORTOQUÍMICO	40	Esparita
ALOQUÍMICO	51	Fragmentos braquiópodos
		Fragmentos ostras
		Fragmentos algas y Briozoo
		Espículas de hialoesponjas
		Calciesferas
OTRO	9	Materia orgánica, plagioclasas, opacos
CARACTERÍSTICAS GRANOS ESQUELETALES		
Tamaño moda bioclastos:		0,3 mm

Anexo 38 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C5/294,2.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCAS CARBONATADAS		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C5/294,2		
GRAINSTONE		
Clasto soportado		
COMPONENTES		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
ORTOQUÍMICO	25	Esparita
ALOQUÍMICO	70	Fragmentos braquiópodos
		Fragmento inocerámido, ostras escasas
		Fragmento briozoo, algas
		Calciesferas, foraminífero bentónico
		Espículas de hialoesponjas
OTRO	5	Glauconita, plagioclasas, opacos, arcillas
CARACTERÍSTICAS GRANOS ESQUELETALES		
Tamaño moda bioclastos:		0,4 mm

Anexo 39 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C5/300,2.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCAS CARBONATADAS		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C5/300,2		
GRAINSTONE		
Clasto soportado		
COMPONENTES		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
ORTOQUÍMICO	25	Esparita
ALOQUÍMICO	67	Fragmentos braquiópodos
		Fragmentos ostras, bivalvos
		Fragmentos briozoo, algas
		Serpúlido
		Espículas de hialoesponjas
OTRO	8	Glauconita, Plagioclasas, líticos volcánicos, opacos.
CARACTERÍSTICAS GRANOS ESQUELETALES		
Tamaño moda bioclastos:		2,5 mm (bivalvos)
OBSERVACIONES		
Abundantes ostras y braquiópodos desarticulados; pocos fragmentados		
Materia orgánica aprox. 3%		

Anexo 40 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C5/302,6.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA				
ROCAS SILICICLÁSTICAS				
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco				
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo				
CÓDIGO: NBF/C5/302,6				
ARENITA LÍTICA LUTÍTICA				
Tamaño de grano: Arena gruesa				
TEXTURA				
% MATRIZ		SELECCIÓN		REDONDEZ
20		Mala		Subangular
EMPAQUETAMIENTO				
Tangenciales, y cóncavo-convexo				
CONSTITUYENTES				
	%	DESCRIPCIÓN		
MATRIZ	20	Limo, arcilla		
CEMENTO	10	Ferruginoso>>carbonatado>siliceo>Glaucónítico		
POROS	0			
CLASTOS	70	COMPOSICIÓN	%	Observaciones
		Cuarzo	67	Monocristalino>>policristalino
		Feldespato	9	Plagioclasa
		Líticos	23	Volcánicos
		Min. Accesorios	1	Glaucónita, opacos
OBSERVACIONES				
Escasos granos angulares de glauconita, y se presenta también como cemento.				
Plagioclasas alteradas a sericita.				

Anexo 41 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C5/306,2.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCAS CARBONATADAS		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C5/306,2		
GRAINSTONE ARENOSO		
Clasto soportado		
COMPONENTES		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
ORTOQUÍMICO	28	Esparita (poikilotópico)
ALOQUÍMICO	60	Fragmentos braquiópodos
		Fragmentos ostras
		Fragmentos briozoo, alga
		Calciesferas
		Espículas hialoesponjas
OTRO	12	Plagioclasas, líticos volcánicos, Glauconita, colofana
CARACTERÍSTICAS GRANOS ESQUELETALES		
Tamaño moda bioclastos:	1 mm (bivalvos y braquiópodos)	
OBSERVACIONES		
Glauconitización de aloquímicos y granos		

Anexo 42 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C5/314,2.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA				
ROCAS SILICICLÁSTICAS				
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco				
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo				
CÓDIGO: NBF/C5/314,2				
LUTITA CALCÁREA				
Tamaño de grano: Limo, arcilla				
TEXTURA				
% MATRIZ		SELECCIÓN		REDONDEZ
65		Buena		Angulares
EMPAQUETAMIENTO				
Granos flotantes				
CONSTITUYENTES				
	%	DESCRIPCIÓN		
MATRIZ	60	Arcilla		
CEMENTO	0			
POROS	0			
CLASTOS	25	COMPOSICIÓN	%	Observaciones
		Cuarzo	5	Monocrsitalino
		Feldespato	55	Plagioclasas
		Líticos	30	Volcánicos
		Min. Accesorios	10	Glauconita
FÓSILES	15	Fragmentos ostras		
		Espículas calcáreas, y de hialoesponjas. Calciesferas		
OBSERVACIONES				
Laminación paralela marcada por arcillas y materia orgánica.				
Minerales orientados siguiendo laminación.				

Anexo 43 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C5/315,2.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCAS CARBONATADAS		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C5/315,2		
GRAINSTONE ARENOSO		
Clasto soportado		
COMPONENTES		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
ORTOQUIMICO	20	Esparita
ALOQUÍMICO	65	Fragmentos bivalvos, ostras, braquiópodo
		Calciesferas
		Espículas de hialoesponjas
OTRO	15	Plagioclasas, líticos volcánicos, glauconita
CARACTERÍSTICAS GRANOS ESQUELETALES		
Tamaño moda bioclastos:		0,5 mm (bivalvos)

Anexo 44 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C5/335,2.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCAS CARBONATADAS		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C5/335,2		
GRAINSTONE ARENOSO		
Clasto soportado		
COMPONENTES		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
ORTOQUIMICO	30	Esparita
ALOQUÍMICO	25	Fragmentos de bivalvos
		Calciesferas
		Espículas de hialoesponjas
OTRO	45	Plagioclasa, volcánicos, glauconita, óxidos de hierro.
OBSERVACIONES		
Componentes "sucios", teñidos de café por óxidos de hierro.		

Anexo 45 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C5/372,2.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCAS CARBONATADAS		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C5/372,2		
GRAINSTONE ARENOSO		
Clasto soportado		
COMPONENTES		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
ORTOQUIMICO	20	Esparita
ALOQUÍMICO	60	Fragmentos bivalvos, ostras
		escasos fragmentos algas
		Espículas de hialoesponjas
		Calciesferas
OTRO	20	Plagioclasas, líticos volcánicos
CARACTERÍSTICAS GRANOS ESQUELETALES		
Tamaño moda bioclastos:		0,5 mm (algunos bivalvos)

Anexo 46 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C5/393.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCAS CARBONATADAS		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C5/393		
GRAINSTONE ARENOSO		
Clasto soportado		
COMPONENTES		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
ORTOQUIMICO	20	Esparita
ALOQUÍMICO	40	Fragmentos braquiópodos.
		Espículas calcáreas y de hialoesponjas.
		Calciesferas.
OTRO	40	Cuarzo, plagioclasas, volcánicos, óxidos hierro, materia orgánica.
OBSERVACIONES		
Fósiles orientados preferencialmente.		

Anexo 47 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C6/303,9.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCAS CARBONATADAS		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C6/303,9		
GRAINSTONE		
Clasto soportado		
COMPONENTES		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
ORTOQUIMICO	10	Esparita
ALOQUÍMICO	82	Fragmentos ostras
		Fragmento Braquiopodo
		Calciesferas
		Espicula
OTRO	8	Plagioclasas, cuarzo, liticos volcánicos, óxidos de Fe
CARACTERÍSTICAS GRANOS ESQUELETALES		
Tamaño moda bioclastos:	1 mm (valvas)	
OBSERVACIONES		
Contiene un 30% de materia orgánica.		
Espiculas deformadas, elongadas.		
Algunos aloquimicos recristalizados a cuarzo y calcedonia		

Anexo 48 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C6/304,2.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCAS CARBONATADAS		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C6/304,2		
GRAINSTONE ARENOSO		
Clasto soportado		
COMPONENTES		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
ORTOQUIMICO	12	Esparita
ALOQUÍMICO	63	Fragmentos de algas bien preservadas
		Fragmento Briozoo
		Fragmento ostras
OTRO	25	Líticos volcánicos > plagioclasas
CARACTERÍSTICAS GRANOS ESQUELETALES		
Tamaño moda bioclastos:	1,25 mm	
OBSERVACIONES		
Silice reemplazando algunos aloquimicos		

Anexo 49 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C6/304,3.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCA ÍGNEA		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C6/304,3		
ANDESITA		
COMPONENTES		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
FENOCRISTALES	35	Plagioclasas.
MASA FUNDAMENTAL	65	Muy fina.
OBSERVACIONES		
Leve silicificación (calcedonia).		

Anexo 50 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C6/328,4.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA				
ROCAS SILICICLÁSTICAS				
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco				
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo				
CÓDIGO: NBF/C6/328,4				
ARENITA FELDESPÁTICA				
Tamaño de grano: Arena fina				
TEXTURA				
% MATRIZ		SELECCIÓN		REDONDEZ
0%		Moderada		Subredondeada
EMPAQUETAMIENTO				
Contactos puntuales y tangenciales				
CONSTITUYENTES				
	%	DESCRIPCIÓN		
MATRIZ	0			
CEMENTO	20	Silicio >> Ferruginoso > Glauconítico		
POROS	0			
CLASTOS	70	COMPOSICIÓN	%	Observaciones
		Cuarzo	3,5	Policristalino
		Feldespato	50	Plagioclasa
		Líticos	43	Volcánicas
		Min. Accesorios	3,5	Glauconita
FÓSILES	10	Serpulidos		
		Fragmentos Braquiópodos, ostras		
		Foraminífero rotárido (bentónico)		
OBSERVACIONES				
Cemento teñido amarillo				
Grauconita como cemento y como granos subredondeados				
Materia orgánica en 10%				

Anexo 51 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C7/0.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA				
ROCAS SILICICLÁSTICAS				
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco				
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo				
CÓDIGO: NBF/C7/0				
ARENITA FELDESPÁTICA LUTÍTICA				
Tamaño de grano: Arena fina				
TEXTURA				
% MATRIZ		SELECCIÓN		REDONDEZ
35		Moderada a buena		Angulares
EMPAQUETAMIENTO				
Contactos puntuales y tangenciales				
CONSTITUYENTES				
	%	DESCRIPCIÓN		
MATRIZ	35	Arcillosa		
CEMENTO	2	Ferruginoso, Glauconítico		
POROS	0			
CLASTOS	55	COMPOSICIÓN	%	Observaciones
		Cuarzo	2	Monocristalino, policristalino
		Feldespato	74	Plagioclasa
		Líticos	21	Volcánicos
		Min. Accesorios	3	Glauconita, opacos
FÓSILES	8	Fragmentos braquiópodos, bivalvos, espículas		
OBSERVACIONES				
Laminación paralela marcada por materia orgánica.				
Valvas con orientación preferencial.				
Plagioclasas alterando a calcita, y glauconita como granos y cemento				

Anexo 52 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C7/1.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCAS CARBONATADAS		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C7/1		
GRAINSTONE ARENOSO		
Clasto soportado		
COMPONENTES		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
ORTOQUÍMICO	40	Esparita
ALOQUÍMICO	48	Fragmentos bivalvos
		Fragmentos braquiópodos
		Fragmentos algas
		Serpúlidos
		Calciesferas, espículas de hialoesponjas.
OTRO	12	Plagioclasas, líticos volcánicos
CARACTERÍSTICAS GRANOS ESQUELETALES		
Tamaño moda bioclastos:		2 mm (bivalvos)

Anexo 53 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C7/3.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCAS CARBONATADAS		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C7/3		
GRAINSTONE ARENOSO		
Clasto soportado		
COMPONENTES		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
ORTOQUÍMICO	20	Esparita
ALOQUÍMICO	68	Fragmentos braquiópodos
		Fragmentos bivalvos
		Espículas hialoesponjas
		Calciesferas
OTRO	12	Plagioclasas, líticos volcánicos, glauconita y materia orgánica
CARACTERÍSTICAS GRANOS ESQUELETALES		
Tamaño moda bioclastos:	3 mm (braquiópodo)	
OBSERVACIONES		
Materia orgánica aprox. 10%		

Anexo 54 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C7/14.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA				
ROCAS SILICICLÁSTICAS				
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco				
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo				
CÓDIGO: NBF/C7/14				
ARENITA FELDESPÁTICA LUTÍTICA CALCÁREA				
Tamaño de grano: Arena fina				
TEXTURA				
% MATRIZ		SELECCIÓN		REDONDEZ
20		Mala		Angulosos
EMPAQUETAMIENTO				
Contactos puntuales y tangenciales				
CONSTITUYENTES				
	%	DESCRIPCIÓN		
MATRIZ	20	Arcilla		
CEMENTO	5	Calcáreo		
POROS	0			
CLASTOS	55	COMPOSICIÓN	%	Observaciones
		Cuarzo	2	Monocristalino
		Feldespato	66	Plagioclasa
		Líticos	30	Volcánicos
		Min. Accesorios	2	Opacos
FÓSILES	20	Fragmentos bivalvos, ostras, bbraquiópodos.		
		Calciesferas, foraminífero bentónico		

Anexo 55 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C7/14,7.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCAS CARBONATADAS		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C7/14,7		
GRAINSTONE LUTÍTICO		
Clasto soportado		
COMPONENTES		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
ORTOQUIMICO	17	Esparita
ALOQUÍMICO	71	Fragmentos bivalvos
		Fragmentos braquiópodos
		Espículas calcareas y de hialoesponjas
		Calciesferas
OTRO	12	Plagioclasas, Líticos volcánicos, materia orgánica.
CARACTERÍSTICAS GRANOS ESQUELETALES		
Tamaño moda bioclastos:	1 mm (conchas)	
OBSERVACIONES		
Sílice reemplazando algunas calciesferas		
Materia orgánica aprox 10%		

Anexo 56 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C7/42.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCAS CARBONATADAS		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C7/42		
CALIZA CRISTALINA		
COMPONENTES		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
ORTOQUÍMICO	98	Esparita
ALOQUÍMICO	2	Fragmentos braquiópodos
		Fragmento ostra
CARACTERÍSTICAS GRANOS ESQUELETALES		
Tamaño moda bioclastos:	2,5 mm (conchas)	
OBSERVACIONES		
Cristales de calcita 1.5-2 mm de tamaño.		

Anexo 57 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C7/47.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA		
ROCAS CARBONATADAS		
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco		
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo		
CÓDIGO: NBF/C7/47		
GRAINSTONE ARENOSO		
Clasto soportado		
COMPONENTES		
TIPO	%	DESCRIPCIÓN
ORTOQUIMICO	30	Esparita
ALOQUÍMICO	45	Fragmentos ostras
		Fragmentos braquiópodos
OTRO	25	Cuarzo mono y policristalino, plagioclasas, glauconita
CARACTERÍSTICAS GRANOS ESQUELETALES		
Tamaño moda bioclastos:	1 mm (valvas)	
OBSERVACIONES		
Sílice reemplazando algunos aloquímicos		

Anexo 58 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C7/54.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA				
ROCAS SILICICLÁSTICAS				
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco				
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo				
CÓDIGO: NBF/C7/54				
ARENITA LÍTICA CALCÁREA				
Tamaño de grano: Arena Media				
TEXTURA				
% MATRIZ		SELECCIÓN		REDONDEZ
0		Buena		Angulares
EMPAQUETAMIENTO				
Granos flotantes, a veces contactos puntuales.				
CONSTITUYENTES				
	%	DESCRIPCIÓN		
MATRIZ	0			
CEMENTO	35	Carbonatado (poikilotópico)>>>ferruginoso		
POROS	2	Por disolución		
CLASTOS	58	COMPOSICIÓN	%	Observaciones
		Cuarzo	36	Monocristalino, policristalino
		Feldespato	28	Plagioclasa
		Líticos	34	Volcánicos
		Min. Accesorios	2	Glauconita, opacos, óxidos hierro.
FÓSILES	5	Fragmentos braquiópodos		
OBSERVACIONES				
Valvas orientadas según laminación de la roca.				

Anexo 59 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C7/62.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA				
ROCAS SILICICLÁSTICAS				
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco				
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo				
CÓDIGO: NBF/C7/62				
ARENITA LÍTICA CALCÁREA				
Tamaño de grano: Arena media				
TEXTURA				
% MATRIZ		SELECCIÓN		REDONDEZ
0		buena selección		Subredondeado
EMPAQUETAMIENTO				
Granos flotantes, y contactos puntuales				
CONSTITUYENTES				
	%	DESCRIPCIÓN		
MATRIZ	0			
CEMENTO	35	Carbonatado (poikilotópico, mosaico)		
POROS	0			
CLASTOS	63	COMPOSICIÓN	%	Observaciones
		Cuarzo	44	Monocristalino, policristalino
		Feldespato	20	Plagioclasa
		Líticos	34	Volcánicos
		Min. Accesorios	2	Glauconita
FÓSILES	2	Fragmento ostra		
OBSERVACIONES				
Glauconita como granos muy redondeados.				

Anexo 60 Tabla de descripción petrográfica de la roca NBF/C7/62,5.

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA				
ROCAS SILICICLÁSTICAS				
Unidad litológica: Formación Baños del Flaco				
Nombre investigador: Linda Vidal Murillo				
CÓDIGO: NBF/C7/62,5				
ARENITA FELDESPÁTICA				
Tamaño de grano: Arena fina				
TEXTURA				
% MATRIZ		SELECCIÓN		REDONDEZ
0		Muy buena		Subangular
EMPAQUETAMIENTO				
Contactos tangenciales				
CONSTITUYENTES				
	%	DESCRIPCIÓN		
MATRIZ	10	Arcilla		
CEMENTO	10	Silíceo (calcedonia)>Ferruginoso>>>carbonatado		
POROS	0			
CLASTOS	75	COMPOSICIÓN	%	Observaciones
		Cuarzo	31,5	Monocristalino>policristalino
		Feldespato	44	Plagioclasa
		Líticos	21	Volcánicos
		Min. Accesorios	3,5	Opacos, Óxidos hierro, glauconita
FÓSILES	5	Fragmento briozoo, alga		
		Fragmento bivalvo, ostra, braquiópodo		
OBSERVACIONES				
Granos de glauconita muy redondeados.				