

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

**FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS**

**ESCUELA CENTROAMERICANA DE GEOLOGÍA**

**TESIS DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIATURA EN GEOLOGÍA**

**ANÁLISIS SEDIMENTOLÓGICO DE LAS FACIES MARINAS Y  
TRANSICIONALES DE UNA PARTE DE LA CUENCA TÉRRABA, DE  
PEJIBAYE A CURRÉ, FILA COSTEÑA, PACÍFICO SUR, COSTA RICA**

**REALIZADA POR:**

**LUIS PABLO GONZÁLEZ VARGAS**

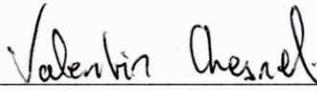
**2022**

Tesis sometida y aceptada por el tribunal examinador del trabajo final de graduación, como requisito parcial para optar por el grado académico de Licenciado en Geología de la Universidad de Costa Rica

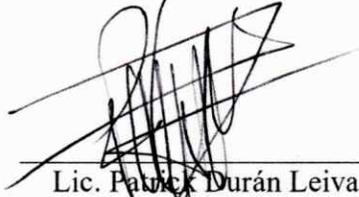
TRIBUNAL EXAMINADOR



M.Sc. Giovanni Peraldo Huertas  
Director



Dr. Valentin Chesnel Zehr  
Lector



Lic. Patrick Durán Leiva  
Lector



Lic. Erick Alonso Rodríguez Hernández  
Miembro del Tribunal



Dra. María Isabel Sandoval Gutiérrez  
Presidente del Tribunal



Luis Pablo González Vargas  
Postulante

A mi burbuja.

*"Mientras los maderos están sujetos por las clavijas, seguiré aquí y sufriré los males que haya de padecer, y luego que las olas deshagan la balsa me pondré a nadar; pues no se me ocurre nada más provechoso."*

*La Odisea*  
Homero

# Índice general

ÍNDICE DE FIGURAS .....	5
ÍNDICE DE TABLAS .....	10
LISTA DE APÉNDICES.....	10
AGRADECIMIENTOS.....	11
RESUMEN .....	12
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>14</b>
1.1. UBICACIÓN .....	14
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	15
1.3. OBJETIVOS.....	16
1.3.1. <i>Objetivo general</i> .....	16
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	16
1.4. TEMA DE INVESTIGACIÓN .....	17
1.5. HIPÓTESIS DEL TRABAJO .....	17
1.6. ANTECEDENTES .....	17
1.6.1. <i>Contexto geotectónico regional</i> .....	17
1.6.2. <i>Contexto geológico regional</i> .....	18
1.6.2.1. Formación Térraba .....	19
1.6.2.2. Formación Curré.....	21
1.6.2.3. Formación Paso Real.....	23
1.7. LIMITACIONES.....	24
<b>2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>26</b>
2.1. DEFINICIONES .....	26
2.1.1. <i>Facies, asociaciones de facies</i> .....	26
2.1.2. <i>Secuencias deposicionales</i> .....	26
2.1.3. <i>Ciclicidad</i> .....	26
2.1.4. <i>Continuidad y discontinuidad</i> .....	26
2.1.5. <i>Concordancia y discordancia</i> .....	27
2.1.6. <i>Ley de Walther</i> .....	27
2.1.7. <i>Estratigrafía de secuencias</i> .....	28
2.1.8. <i>Delta</i> .....	28
<b>3. METODOLOGÍA .....</b>	<b>30</b>
<b>4. COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS.....</b>	<b>33</b>
4.1. TRANSECTO 1: PEJIBAYE .....	33
4.1.1. <i>Río Platanares</i> .....	34
4.1.2. <i>Río Pejibaye</i> .....	40
4.1.1. <i>Carretera Pejibaye-Águila Abajo</i> .....	43
4.1.2. <i>Río Águila-quebrada Veracruz</i> .....	44
4.2. TRANSECTO 2: LAS PILAS.....	50
4.2.1. <i>Ríos Fresco y Pilas</i> .....	51

4.2.2.	<i>Río Concepción</i> .....	54
4.3.	TRANSECTO 3: CURRÉ.....	64
4.3.1.	<i>Lagarto-Changuenita</i> .....	65
4.3.2.	<i>Curré-La Escuadra</i> .....	67
<b>5.</b>	<b>SEDIMENTOLOGÍA</b> .....	<b>73</b>
5.1.	DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DE LAS FACIES.....	73
5.1.1.	<i>Facies de lodolita (F1)</i> .....	73
5.1.2.	<i>Facies de wacke (F2)</i> .....	78
5.1.3.	<i>Facies de wacke-conglomerado (F3)</i> .....	81
5.2.	ASOCIACIÓN DE FACIES DELTAICA.....	85
5.2.1.	<i>Facies de lodolita (F1)</i> .....	85
5.2.2.	<i>Facies de wacke (F2)</i> .....	92
5.2.3.	<i>Facies de wacke-conglomerado (F3)</i> .....	100
5.2.4.	<i>Resumen de la Asociación de facies deltaica</i> .....	103
5.3.	ASOCIACIÓN DE FACIES DE DELTA GRAVOSO.....	104
5.3.1.	<i>Facies de lodolita (F1)</i> .....	104
5.3.2.	<i>Facies de wacke (F2)</i> .....	112
5.3.3.	<i>Facies de wacke-conglomerado (F3)</i> .....	122
5.3.4.	<i>Resumen de la Asociación de facies de delta gravoso</i> .....	129
<b>6.</b>	<b>ESTRATIGRAFÍA DE SECUENCIAS</b> .....	<b>130</b>
6.1.	SUCESIONES SEDIMENTARIAS.....	130
6.1.1.	<i>Sucesión deltaica fina</i> .....	132
6.1.2.	<i>Sucesión deltaica gruesa</i> .....	132
<b>7.</b>	<b>PALEOGEOGRAFÍA</b> .....	<b>137</b>
<b>8.</b>	<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>139</b>
8.1.	MODELO SEDIMENTOLÓGICO.....	139
8.2.	NIVEL DEL MAR, TECTÓNICA Y APORTE SEDIMENTARIO.....	140
8.3.	ESTRATIGRAFÍA.....	144
<b>9.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>146</b>
<b>10.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>148</b>
<b>11.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>149</b>

# Índice de figuras

FIGURA 1.1. A) MAPA DE COSTA RICA MOSTRANDO LA UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO (RECUADRO ROJO). B) MAPA DE UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO (CUADRO ROJO): EL TRANSECTO 1 SE MARCA EN AMARILLO Y SE ENCUENTRA EN LAS CERCANÍAS DE PEJIBAYE, ENTRE SAN ANTONIO Y PARAÍSO. EL TRANSECTO 2 SE MARCA EN AZUL Y SE LOCALIZA EN LAS INMEDIACIONES DE LAS PILAS, ENTRE DIBUJADA Y COLINAS. EL TRANSECTO 3 SE MUESTRA EN VERDE Y SE ENCUENTRA EN LOS ALREDEDORES DE CURRÉ, ENTRE LA ESCUADRA Y LAGARTO. BASE MORFOLÓGICA DE GEOMAPAPP DE RYAN ET AL. (2009). .....	15
FIGURA 1.2. COLUMNA CRONOESTRATIGRÁFICA REGIONAL. MODIFICADA DE MORA (1979), YUAN (1984), ASTORGA ET AL. (1991), SPRECHMANN ET AL. (1994) Y OBANDO (2011). .....	19
FIGURA 1.3. SÍNTESIS DEMOSTRATIVA DE LAS DEFINICIONES DE LAS FORMACIONES TÉRRABA Y CURRÉ MODIFICADO DE LOWERY (1982), PHILLIPS (1983) Y YUAN (1984). .....	22
FIGURA 2.1. IMAGEN REPRESENTATIVA DE UN DELTA, MOSTRANDO PRODELTA, PENDIENTE DELTAICA, BARRAS DE BOCA EN LA DESEMBOCADURA Y PLANICIE DELTAICA. MODIFICADO DE NEMEC & STEEL (1988). .....	29
FIGURA 3.1. ESQUEMA EXPLICATIVO SOBRE LA METODOLOGÍA LLEVADA A CABO EN EL PRESENTE TRABAJO. ....	30
FIGURA 4.1. MAPA DE UBICACIÓN DE LOS LEVANTAMIENTOS EN EL TRANSECTO PEJIBAYE Y DE AFLORAMIENTOS. EN RECUADROS NARANJA: TRAYECTO DE LAS COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS. ....	33
FIGURA 4.2. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE LIMOLITA: DIQUE SEDIMENTARIO (RÍO PLATANARES, PEJIBAYE, PÉREZ ZELEDÓN; 548236 E / 1014070 N). .....	35
FIGURA 4.3. FOTOGRAFÍAS DE AFLORAMIENTO DE LIMOLITA: A) FALLA VERTICAL Y B) SIQUE SEDIMENTARIO (RÍO PLATANARES; 548258 E / 1014443 N). .....	35
FIGURA 4.4. A) EN ROJO: POSIBLE <i>SLUMP</i> Y B) EN RECUADRO: DIQUES HIPOABISALES CENTIMÉTRICOS (RÍO PLATANARES; 548223 E / 1014557 N). .....	36
FIGURA 4.5. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE WACKE Y LIMOLITA: DIACLASAMIENTO DE 15 M DE ALTO (RÍO PLATANARES, PEJIBAYE, PÉREZ ZELEDÓN; 548414 E / 1015056 N). .....	37
FIGURA 4.6. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE WACKE Y LIMOLITA: FALLA NORMAL SIN-SEDIMENTARIA (RÍO PLATANARES, PEJIBAYE, PÉREZ ZELEDÓN; 548311 E / 1015400 N). .....	38
FIGURA 4.7. FRAGMENTO DE MADERA CARBONIZADA (RÍO PEJIBAYE; 546980 E / 1012430 N). .....	41
FIGURA 4.8. EN ROJO: DIQUE GABROIDE (RÍO PEJIBAYE; 546385 E / 1012543 N). .....	41
FIGURA 4.9. FALLA VERTICAL (RÍO PEJIBAYE; 546895 E / 1012415 N). .....	42
FIGURA 4.10. ALTERNANCIAS DE WACKE. EN RECUADRO ROJO: PIQUETA DE ESCALA (CARRETERA PEJIBAYE-ÁGUILA ABAJO; 548561 E / 1010304 N). .....	43
FIGURA 4.11. EN ROJO: DIQUE ANDESÍTICO (QUEBRADA VERACRUZ; 550686 E / 1007704 N). .....	44
FIGURA 4.12. A) INTERCALACIONES DE LODOLITA Y B) <i>RIP-UP CLASTS</i> (QUEBRADA VERACRUZ; 550686 E / 1007704 N). ..	45
FIGURA 4.13. EN NEGRO: SERIE <i>FINING UPWARDS</i> DE CONGLOMERADOS, WACKE MUY GRUESA, MEDIA Y LIMOLITA/LODOLITA. EN ROJO: PERSONA DE ESCALA (RÍO ÁGUILA, ÁGUILA ABAJO; 551420 E / 1007688 N). .....	46
FIGURA 4.14. COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS CORRESPONDIENTES AL TRANSECTO 1. ....	47
FIGURA 4.15. PERFILES CON LOS VACÍOS DE INFORMACIÓN DE LOS RÍOS PEJIBAYE, PLATANARES Y QUEBRADA VERACRUZ-RÍO ÁGUILA. ....	48
FIGURA 4.16. PERFILES DE LOS RÍOS PEJIBAYE, PLATANARES Y QUEBRADA VERACRUZ-RÍO ÁGUILA CON INTERPRETACIÓN. ....	49
FIGURA 4.17. MAPA DE UBICACIÓN DE LOS LEVANTAMIENTOS EN EL TRANSECTO LAS PILAS. EN RECUADROS NARANJA: TRAYECTO DE LAS COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS. ....	50
FIGURA 4.18. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO: ESTRATO O LENTE DE LIMOLITA TOBÁCEA (RÍO FRESCO, PILAS, BUENOS AIRES; 560399 E / 1002384 N). .....	52
FIGURA 4.19. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO: DIQUE DIORÍTICO (RÍO FRESCO, PILAS, BUENOS AIRES; 560309 E / 1002321 N). .....	52

FIGURA 4.20. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO: <i>SLUMP</i> . EN RECUADRO ROJO: PIQUETA DE ESCALA (RÍO PILAS, PILAS, BUENOS AIRES; 560644 E / 1004321 N).....	54
FIGURA 4.21. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO: CANAL SUBACUÁTICO DE CONGLOMERADOS (RÍO CONCEPCIÓN, DIBUJADA, BUENOS AIRES; 565150 E / 1005508 N).....	55
FIGURA 4.22. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO: XILÓPALO EN CANAL DE <i>WACKE</i> GRUESA (RÍO CONCEPCIÓN, DIBUJADA, BUENOS AIRES; 565071 E / 1005632 N).....	55
FIGURA 4.23. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO: FALLA SINISTRAL CON DESPLAZAMIENTO NORMAL (RÍO CONCEPCIÓN, DIBUJADA, BUENOS AIRES; 565109 E / 1005538 N).....	56
FIGURA 4.24. COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS CORRESPONDIENTES AL TRANSECTO 2.....	61
FIGURA 4.25. PERFILES CON LOS VACÍOS DE INFORMACIÓN DE LOS RÍOS FRESCO, PILAS Y CONCEPCIÓN.....	62
FIGURA 4.26. PERFILES DE LOS RÍOS FRESCO-PILAS Y RÍO CONCEPCIÓN CON INTERPRETACIÓN.....	63
FIGURA 4.27. MAPA DE UBICACIÓN DE LOS LEVANTAMIENTOS EN EL TRANSECTO CURRÉ. EN RECUADROS NARANJA: TRAYECTO DE LAS COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS.....	64
FIGURA 4.28. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO: <i>WACKE</i> MEDIA E INTERCALACIONES DE LIMOLITA CON ESTRUCTURAS DE CARGA (CARRETERA INTERAMERICANA SUR, CERCANÍAS DE PUERTO NUEVO; 577554 E / 992441 N).....	65
FIGURA 4.29. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO: LAMINACIONES PLANARES PARALELAS Y CONVOLUTAS. EN RECUADRO AMARILLO: PIQUETA DE ESCALA (CARRETERA INTERAMERICANA SUR, CERCANÍAS DE PUERTO NUEVO; 577875 E / 992423 N).....	66
FIGURA 4.30. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO: ESTRATIFICACIONES PLANARES PARALELAS Y LAMINACIONES CONVOLUTAS EN <i>WACKES</i> (CARRETERA INTERAMERICANA SUR, CERCANÍAS DE CURRÉ; 581030 E / 993134 N).....	67
FIGURA 4.31. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO: CARBÓN (CARRETERA INTERAMERICANA SUR, SECCIÓN CURRÉ-LA ESCUADRA; 583970 E / 992916 N).....	68
FIGURA 4.32. COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS CORRESPONDIENTES AL TRANSECTO 3.....	70
FIGURA 4.33. PERFILES CON LOS VACÍOS DE INFORMACIÓN DE LA SECCIÓN LAGARTO-LA ESCUADRA Y CURRÉ, EN LA CARRETERA INTERAMERICANA SUR.....	71
FIGURA 4.34. PERFILES DE LAS SECCIONES LAGARTO-LA ESCUADRA Y CURRÉ CON INTERPRETACIÓN.....	72
FIGURA 5.1. PROPORCIÓN DE LOS COMPONENTES MINERALES EN SECCIÓN DELGADA DE F1.....	73
FIGURA 5.2. MICROFOTOGRAFÍAS DE F1: A) ARCILLOLITA CON FELDESPATOS Y FORAMINÍFEROS, B) ARCILLOLITA CON FÓSILES Y C) ARCILLOLITA FOSILÍFERA CON FELDESPATOS Y ARENA.....	74
FIGURA 5.3. MICROFOTOGRAFÍAS DE F1: LIMOLITAS GRISES MUY OSCURAS: A Y B) ARCILLOLITA Y LIMO.....	75
FIGURA 5.4. MICROFOTOGRAFÍAS DE F1: A Y B) ARCILLOLITA TOBÁCEA CON ARENA Y LIMO.....	75
FIGURA 5.5. MICROFOTOGRAFÍAS DE F1, DE COMPOSICIONES TOBÁCEAS: A) LIMOLITA ARCILLOSA CON FELDESPATOS, B) Y C) ARCILLOLITA CON FELDESPATOS Y ARENA.....	76
FIGURA 5.6. MICROFOTOGRAFÍA DE F1: LIMOLITA- <i>WACKE</i> FELDESPÁTICA TOBÁCEA CON ESQUIRLAS DE VIDRIO.....	77
FIGURA 5.7. MICROFOTOGRAFÍAS DE F2: A) <i>WACKE</i> FELDESPÁTICA DE GRANO FINO-MEDIO Y B) DOS <i>WACKES</i> FELDESPÁTICAS DE GRANO MUY FINO CON CONTACTO ENTRE SÍ.....	78
FIGURA 5.8. MICROFOTOGRAFÍAS DE F2: <i>WACKE</i> FELDESPÁTICA: A) EN CONTACTO CON F1 (ARCILLOLITA CON ARENA), B) DE GRANO FINO, C) DE GRANO MUY GRUESO, Y D) DE GRANO FINO-MEDIO.....	79
FIGURA 5.9. MICROFOTOGRAFÍAS DE F2: A) ARENISCA LÍTICA DE GRANO MUY FINO-FINO Y B) <i>WACKE</i> LÍTICA DE GRANOS MUY FINOS-GRUESOS.....	80
FIGURA 5.10. PROPORCIÓN DE LOS COMPONENTES MINERALES EN SECCIÓN DELGADA DE F2.....	80
FIGURA 5.11. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE F3 (RÍO PILAS, PILAS, BUENOS AIRES; 560734 E / 1004344 N).....	81
FIGURA 5.12. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE F3: LITOCLASTOS VOLCÁNICOS (RÍO PILAS, PILAS, BUENOS AIRES; 560710 E / 1004342 N).....	82
FIGURA 5.13. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE F3: LITOCLASTO DE ARENISCA MEDIA-FINA LAMINADA (RÍO PILAS, PILAS, BUENOS AIRES; 560650 E / 1004321 N).....	82

FIGURA 5.14. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO EN F3: EN EL RECUADRO: LITOCLASTO DE ARENISCA MEDIA-FINA LAMINADA EN F3 (RÍO PILAS, PILAS, BUENOS AIRES; 560650 E / 1004321 N). .....	83
FIGURA 5.15. PROPORCIÓN DE LOS COMPONENTES MINERALES EN SECCIÓN DELGADA DE F3. ....	83
FIGURA 5.16: MICROFOTOGRAFÍA DE F3: A) Y B) ARENISCA GRUESA GRAVOSA Y C) ARENISCA LÍTICA. ....	84
FIGURA 5.17. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE UNA SECCIÓN DEL RÍO FRESCO, PILAS, BUENOS AIRES (560539 E / 1003800 N). ....	86
FIGURA 5.18. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE F1: LAMINACIONES ONDULADAS PARALELAS Y PLANARES PARALELAS (CARRETERA INTERAMERICANA SUR, CERCANÍAS DE PUERTO NUEVO; 577554 E / 992441 N). ....	87
FIGURA 5.19. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE F1: A) LENTES DE ARENISCA EN LODOLITA (LAMINACIÓN LENTICULAR) Y B) ALTERNANCIAS ENTRE LODOLITA Y ARENISCA CON ESTRUCTURAS DE CARGA (RÍO FRESCO, PILAS, BUENOS AIRES; 560399 E / 1002384 N). ....	87
FIGURA 5.20. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE F1: A) LENTES DE ARENISCA; B) DIQUE SEDIMENTARIO FALLADO (RÍO FRESCO, 560517 E / 1003863 N); C) <i>THALASSINOIDES</i> Y D) <i>CHONDRITES</i> (RÍO PILAS; 560526 E / 1004291 N)..	88
FIGURA 5.21. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE F1: A) NÓDULOS SILÍCEOS CON BIOTURBACIÓN EN VISTA DE PLANTA; B) EN EL RECUADRO: NÓDULOS EN VISTA DE PERFIL (RÍO PILAS; 560498 E / 1002514 N); C) CONCRECIÓN (RÍO FRESCO; 559682 E / 1001070 N) Y D) EN EL RECUADRO: XILÓPALO CENTIMÉTRICO (RÍO PILAS; 560498 E / 1002514 N). ....	89
FIGURA 5.22. MICROFOTOGRAFÍA DE F1: NÓDULOS SILÍCEOS CON BIOCLASTOS SUSTITUIDOS. ....	89
FIGURA 5.23. PROPORCIÓN DE LOS COMPONENTES FÓSILES EN SECCIÓN DELGADA DE LA FACIES DE LODOLITA. ....	90
FIGURA 5.24. MICROFOTOGRAFÍA DE F1: ARCILLOLITA CON FELDEPATOS Y FORAMINÍFEROS. ....	90
FIGURA 5.25. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE F1: BIVALVO EN RÍO FRESCO, PILAS, BUENOS AIRES (559682 E / 1001070 N). ....	91
FIGURA 5.26. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE UNA SECCIÓN DE LA QUEBRADA VERACRUZ, PEJIBAYE, PÉREZ ZELEDÓN (550686 E / 1007704 N). ....	93
FIGURA 5.27. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE F2, ESTRUCTURAS DE CORRIENTE CON: A) ACUMULACIONES DE ARENA GRUESA A GRAVA FINA; B) LAMINACIONES PLANARES PARALELAS Y C) LAMINACIONES ONDULADAS PARALELAS (RÍO FRESCO, PILAS, BUENOS AIRES; 560562 E / 1003459 N). ....	94
FIGURA 5.28. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE F2: A) ACUMULACIONES DE ARENA GRUESA A GRAVA FINA Y LAMINACIONES PLANARES PARALELAS; B) LENTES LIMOSOS (LAMINACIONES <i>FLASER</i> ) Y C) ALTERNANCIAS ENTRE LODOLITA Y ARENISCA CON ESTRUCTURAS DE CARGA (RÍO FRESCO, PILAS, BUENOS AIRES; 560399 E / 1002384 N). ....	94
FIGURA 5.29. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE F2: ESTRUCTURAS DE CARGA Y EN FLAMA (QUEBRADA VERACRUZ, PEJIBAYE, PÉREZ ZELEDÓN; 550686 E / 1007704 N). ....	95
FIGURA 5.30. FOTOGRAFÍAS DE AFLORAMIENTOS DE F2, ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS EN F2: A) <i>RIP-UP CLAST</i> (RÍO PLATANARES; 548243 E / 1014694 N) Y B) LAMINACIONES CONVOLUTAS (RÍO FRESCO; 560598 E / 1003326 N). ....	95
FIGURA 5.31. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE F2: <i>SLUMP</i> (CARRETERA INTERAMERICANA SUR, CERCANÍAS DE PUERTO NUEVO; 577554 E / 992441 N). ....	96
FIGURA 5.32. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE F2: <i>THALASSINOIDES</i> (RÍO FRESCO, PILAS, BUENOS AIRES; 560596 E / 1003143 N). ....	96
FIGURA 5.33. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE F2: EN RECUADROS: <i>SKOLITHOS</i> (RÍO FRESCO, PILAS, BUENOS AIRES; 560583 E / 1003497 N). ....	97
FIGURA 5.34. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE F2: <i>CHONDRITES</i> (RÍO FRESCO, PILAS, BUENOS AIRES; 560598 E / 1003326 N). ....	97
FIGURA 5.35. MICROFOTOGRAFÍAS DE F2: <i>WACKE</i> LÍTICA: A) BIOCLASTOS Y BIODETRITOS CARBONATADOS, B) BIOCLASTO, BIODETRITO CARBONATADO Y FORAMINÍFERO PLANCTÓNICO. C) FORAMINÍFERO BENTÓNICO EN <i>WACKE</i> FELDESPÁTICA. ....	98
FIGURA 5.36. PROPORCIÓN DE LOS COMPONENTES FÓSILES EN SECCIÓN DELGADA DE LA FACIES DE ARENISCA. ....	99

FIGURA 5.37. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA EN UNA SECCIÓN DEL RÍO FRESCO, PILAS, BUENOS AIRES (560572 E / 1003086 N – 560502 E / 1002983 N).....	100
FIGURA 5.38. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE F3: ESTRATIFICACIONES PLANARES PARALELAS Y LAMINACIÓN CONVOLUTA (RÍO PLATANARES, PEJIBAYE, PÉREZ ZELEDÓN; 548308 E / 1014146 N).....	101
FIGURA 5.39. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE F3: A) <i>RIP-UP CLAST</i> Y B) CONCRECIÓN (RÍO FRESCO, PILAS, BUENOS AIRES; 560502 E / 1002983 N). .....	101
FIGURA 5.40. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE F3: EN EL RECUADRO: CARBÓN (RÍO PILAS, PILAS, BUENOS AIRES; 560710 E / 1004342 N). .....	102
FIGURA 5.41. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE UNA SECCIÓN DEL RÍO ÁGUILA, PEJIBAYE, PÉREZ ZELEDÓN (551766 E / 1008447 N – 551426 E / 1007824 N). .....	105
FIGURA 5.42. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE F1: ESTRATO DE LODOLITA DE COMPOSICIÓN TOBÁCEA EN RECUADRO ROJO EN RÍO ÁGUILA, PEJIBAYE, PÉREZ ZELEDÓN (551712 E / 1008417 N). .....	106
FIGURA 5.43. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE F1: ESTRUCTURAS DE CARGA (RÍO PEJIBAYE, PEJIBAYE, PÉREZ ZELEDÓN; 546524 E / 1012491 N) .....	106
FIGURA 5.44. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE F1: ADELGAZAMIENTO/ENGROSAMIENTO DE ESTRATOS (RÍO PLATANARES, PEJIBAYE, PÉREZ ZELEDÓN; 548446 E / 1014880 N). .....	107
FIGURA 5.45. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE F1: DIQUES SEDIMENTARIOS (RÍO PLATANARES, PEJIBAYE, PÉREZ ZELEDÓN; 548475 E / 1014903 N). .....	107
FIGURA 5.46. FOTOGRAFÍAS DE AFLORAMIENTOS DE F1: ESTRUCTURAS BIOGÉNICAS EN FACIES DE FRENTE DELTAICO. A) CONCRECIÓN (RÍO ÁGUILA, PEJIBAYE, PÉREZ ZELEDÓN ,551597 E / 1008393 N). B) DENTRO DEL ENCIERRO: BIOTURBACIÓN (RÍO PEJIBAYE, PEJIBAYE, PÉREZ ZELEDÓN, 549181 E / 1012077 N). .....	108
FIGURA 5.47. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE F1: CARBÓN EN LIMOLITA GRIS MUY OSCURA EN RÍO ÁGUILA, PEJIBAYE, PÉREZ ZELEDÓN (551240 E / 1007752 N).....	108
FIGURA 5.48. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE F1: MOLDE DE BIVALVO EN EL RÍO PEJIBAYE, PEJIBAYE, PÉREZ ZELEDÓN (549181 E / 1012046 N). .....	109
FIGURA 5.49. PROPORCIÓN DE LOS COMPONENTES FÓSILES EN SECCIÓN DELGADA DE F1. ....	109
FIGURA 5.50. MICROFOTOGRAFÍA DE F4: FORAMINÍFEROS: A) BENTÓNICO, B) PLANCTÓNICO Y C) BENTÓNICO Y PLANCTÓNICO. D Y F) FORAMINÍFERO PLANCTÓNICO Y BIOCLASTOS. E) BIODETRITO CARBONATADO. ....	110
FIGURA 5.51. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE UNA SECCIÓN DEL RÍO PLATANARES, PEJIBAYE, PÉREZ ZELEDÓN (548311 E / 1015400 N – 548632 E / 1015569 N). .....	113
FIGURA 5.52. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE UNA SECCIÓN DEL RÍO CONCEPCIÓN, PILAS, BUENOS AIRES (565381 E / 1005969 N – 565217 E / 1005467 N). .....	114
FIGURA 5.53. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE UNA SECCIÓN DE LA CARRETERA INTERAMERICANA SUR, CURRÉ, BUENOS AIRES (579849 E / 992596 N – 579705 E / 992978 N). .....	115
FIGURA 5.54. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE UNA SECCIÓN DE LA CARRETERA INTERAMERICANA SUR, DESDE LAS CERCANÍAS DE CURRÉ Y LA ESCUADRA, BUENOS AIRES (581621 E / 993741 N – 583891 E / 994254 N). .....	116
FIGURA 5.55. FOTOGRAFÍAS DE AFLORAMIENTO DE F2: ADELGAZAMIENTO/ENGROSAMIENTO DE UN MISMO ESTRATO EN RÍO PEJIBAYE ENTRE A) <i>WACKE</i> GRUESA (546524 E / 1012491 N) Y B) CONGLOMERADO MUY FINO (546924 E / 1012416 N). EN LOS RECUADROS: PIQUETA DE ESCALA.....	117
FIGURA 5.56. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE F2: <i>RIP-UP CLASTS</i> (RÍO PLATANARES, PEJIBAYE, PÉREZ ZELEDÓN; 548433 E / 1015557 N). .....	117
FIGURA 5.57. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE F2: <i>SLUMP</i> (RÍO PEJIBAYE, PEJIBAYE, PÉREZ ZELEDÓN; 546924 E / 1012416 N). .....	118
FIGURA 5.58. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE F2: A) Y B) <i>TEREDOLITES</i> (TRONCOS BIOTURBADOS) EN EL RÍO PLATANARES, PEJIBAYE, PÉREZ ZELEDÓN (548353 E / 1014810 N).....	118

FIGURA 5.59. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE F2: A) LAMINACIONES PLANARES PARALELAS, B) LAMINACIONES ONDULADAS PARALELAS Y C) ESTRUCTURAS DE CARGA (RÍO CONCEPCIÓN, DIBUJADA, BUENOS AIRES; 565323 E / 1005722 N). .....	119
FIGURA 5.60. FOTOGRAFÍAS DE AFLORAMIENTO DE F2: A) DIQUE SEDIMENTARIO Y B) <i>SLUMP</i> (RÍO CONCEPCIÓN, DIBUJADA, BUENOS AIRES; 564248 E / 1005587 N).....	119
FIGURA 5.61. BIOCLASTOS DE CONCHAS EN RÍO CONCEPCIÓN, DIBUJADA, BUENOS AIRES A) FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE F2 (565288 E / 1005558 N) Y B) MICROFOTOGRAFÍA DE F2 (564248 E / 1005587 N).....	120
FIGURA 5.62. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE F2: ESTRATIFICACIÓN PLANAR PARALELA EN LA CARRETERA INTERAMERICANA SUR, CURRÉ, BUENOS AIRES (579705 E / 992978 N).....	121
FIGURA 5.63. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE F3: CANAL DE CONGLOMERADOS CON XILÓPALOS (RÍO ÁGUILA, PEJIBAYE, PÉREZ ZELEDÓN; 551646 E / 1008396 N). .....	122
FIGURA 5.64. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE F3: CANAL DE CONGLOMERADO (RÍO CONCEPCIÓN, DIBUJADA, BUENOS AIRES; 565381 E / 1005969 N). .....	123
FIGURA 5.65. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE UNA SECCIÓN DE LA CARRETERA INTERAMERICANA SUR, CURRÉ, BUENOS AIRES (580632 E / 993318 N). .....	123
FIGURA 5.66. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE F3: EN LOS RECUADROS: <i>RIP-UP CLASTS</i> EN DEPÓSITOS DE CONGLOMERADOS (RÍO CONCEPCIÓN, DIBUJADA, BUENOS AIRES; 565288 E / 1005558 N).....	124
FIGURA 5.67. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE F3: <i>TEREDOLITES</i> EN MOLDE DE TRONCO (RÍO CONCEPCIÓN, DIBUJADA, BUENOS AIRES; 565071 E / 1005632 N).....	125
FIGURA 5.68. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE F3: ESTRATIFICACIONES PLANARES PARALELAS (CARRETERA INTERAMERICANA SUR, CURRÉ, BUENOS AIRES; 579633 E / 993271 N).....	126
FIGURA 5.69. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE F3: ESTRATIFICACIONES CRUZADAS PLANARES (CARRETERA INTERAMERICANA SUR, CURRÉ, BUENOS AIRES; 581172 E / 993293 N).....	127
FIGURA 5.70. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE F3: TRONCO CARBONIZADO (CARRETERA INTERAMERICANA SUR, CURRÉ, BUENOS AIRES; 579995 E / 993569 N). .....	128
FIGURA 6.1. MAPA DE ASOCIACIONES DE FACIES Y SUCESIONES SEDIMENTARIAS DE UNA PARTE DE LA CUENCA TÉRRABA. ...	131
FIGURA 6.2. REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE UN ESCENARIO CON LEVANTAMIENTO TECTÓNICO, SUBSIDENCIA Y RELLENO DEL ESPACIO DE ACOMODACIÓN. ....	134
FIGURA 6.3. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE LA DISCORDANCIA ENTRE LA SUCESIÓN DELTAICA GRUESA Y LA FORMACIÓN PASO REAL (RÍO CONCEPCIÓN, DIBUJADA, BUENOS AIRES; 565381 E / 1005969 N). .....	135
FIGURA 6.4. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE LA FORMACIÓN PASO REAL (RÍO CONCEPCIÓN, DIBUJADA, BUENOS AIRES; 565381 E / 1005969 N). .....	136
FIGURA 7.1. MODELO DE LAS ASOCIACIONES DE FACIES Y REPRESENTACIÓN PALEOGEOGRÁFICA DEL MIOCENO INFERIOR-MEDIO AL SUPERIOR DE LA CUENCA TÉRRABA. ....	138
FIGURA 8.1. REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE UN ESCENARIO CON LEVANTAMIENTO TECTÓNICO, SUBSIDENCIA Y RELLENO DEL ESPACIO DE ACOMODACIÓN. ....	140
FIGURA 8.2. REPRESENTACIÓN DE LOS EVENTOS ÍGNEOS, TECTÓNICOS Y ESTRATIGRÁFICOS REGIONALES DURANTE EL MIOCENO. ....	141
FIGURA 8.3. FOTOGRAFÍA DE AFLORAMIENTO DE F1: DIQUE ANDESÍTICO INTRUYENDO LIMOLITA EN ASOCIACIÓN DE FACIES DE DELTA GRAVOSO CON MARGEN ALTERADO EN EL RÍO PLATANARES, PEJIBAYE, PÉREZ ZELEDÓN (548361 E / 1015484 N). .....	142
FIGURA 8.4. FOTOGRAFÍAS DE AFLORAMIENTO DE F2: A) Y B) DIQUE BASÁLTICO (IDENTIFICADO MACROSCÓPICAMENTE) INTRUYENDO <i>WACKES</i> EN ASOCIACIÓN DE FACIES DE DELTA GRAVOSO (MIOCENO SUPERIOR) CON CONTACTO ENFRIADO EN EL RÍO CONCEPCIÓN, DIBUJADA, BUENOS AIRES (565024 E / 1005848 N).....	143
FIGURA 8.5. FOTOGRAFÍA DE DIQUE DE GABRO EN LA CARRETERA INTERAMERICANA SUR, PUERTO NUEVO, BUENOS AIRES (576468 E / 991990 N). .....	143

## Índice de tablas

TABLA 1. DESCRIPCIÓN DE LA COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DEL RÍO PLATANARES.....	39
TABLA 2. CONTINUACIÓN DE LA DESCRIPCIÓN DE LA COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DEL RÍO PLATANARES.....	40
TABLA 3. DESCRIPCIÓN DE LA COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DEL RÍO PEJIBAYE.....	42
TABLA 4. DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA DE PUNTO EN CARRETERA PEJIBAYE-ÁGUILA ABAJO .....	43
TABLA 5. DESCRIPCIÓN DE LA COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DEL RÍO ÁGUILA-QUEBRADA VERACRUZ.....	46
TABLA 6. DESCRIPCIÓN DE LA COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LOS RÍOS FRESCO-PILAS.....	57
TABLA 7. CONTINUACIÓN DE LA DESCRIPCIÓN DE LA COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LOS RÍOS FRESCO-PILAS. ....	58
TABLA 8. CONTINUACIÓN DE LA DESCRIPCIÓN DE LA COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LOS RÍOS FRESCO-PILAS. ....	59
TABLA 9. DESCRIPCIÓN DE LA COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DEL RÍO CONCEPCIÓN .....	60
TABLA 10. DESCRIPCIÓN DE LA COLUMNA ESTRATIGRÁFICA ENTRE LAGARTO-CHANGUENITA.....	66
TABLA 11. DESCRIPCIÓN DE LA COLUMNA ESTRATIGRÁFICA ENTRE CURRÉ Y LA ESCUADRA. ....	69
TABLA 12. ASOCIACIÓN DE FACIES DELTAICA; LODOLITA (F1), WACKE (F2) Y WACKE-CONGLOMERADO (F3).....	103
TABLA 13. ASOCIACIÓN DE FACIES DE DELTA GRAVOSO, CON FACIES DE LODOLITA (F1), FACIES DE WACKE (F2) Y FACIES DE WACKE-CONGLOMERADO (F3).....	129

## Lista de apéndices

### APÉNDICE 1: INFORMES DE ANÁLISIS PETROGRÁFICOS DE MUESTRAS CON SECCIÓN DELGADA.

- A1.1. TRANSECTO 1: PEJIBAYE.
- A1.2. TRANSECTO 2: PILAS.
- A1.3. TRANSECTO 3: CURRÉ.

### APÉNDICE 2: INFORMES MICROPALÉONTOLÓGICOS Y TAXONOMÍA DE FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS.

- A2.1.1. INFORME DE MUESTRA MC-02.
- A2.1.2. MUESTRA MC-02: TAXONOMÍA DE LOS FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS.
- A2.2.1. INFORME DE MUESTRA TP-0202.
- A2.2.2. MUESTRA TP-0202: TAXONOMÍA DE LOS FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS.
- A2.3. INFORMES NEGATIVOS DE MUESTRAS.

### APÉNDICE 3: MAPA DE ASOCIACIONES DE FACIES Y SUCESIONES SEDIMENTARIAS DE UNA PARTE DE LA CUENCA TÉRRABA, PACÍFICO SUR, COSTA RICA.

### APÉNDICE 4: COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS POR TRANSECTOS CON ASOCIACIONES DE FACIES Y SUCESIONES SEDIMENTARIAS.

- A4.1. COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS DEL TRANSECTO 1.
- A4.2. COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS DEL TRANSECTO 2.
- A4.3. COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS DEL TRANSECTO 3.

### APÉNDICE 5: PERFILES GEOLÓGICOS DE ASOCIACIONES DE FACIES Y SUCESIONES SEDIMENTARIAS POR TRANSECTOS.

- A5.1.1. PERFILES RÍO PEJIBAYE Y RÍO PLATANARES.
- A5.1.2. PERFIL QUEBRADA VERACRUZ-RÍO ÁGUILA.
- A5.2.1. PERFIL RÍOS FRESCO-PILAS.
- A5.2.2. PERFIL RÍO CONCEPCIÓN.
- A5.3.1. PERFIL LAGARTO-LA ESCUADRA.
- A5.3.2. PERFIL CURRÉ.

## **Agradecimientos**

Primeramente, debo dar gracias a los miembros del comité asesor, el M.Sc. Giovanni Peraldo, Dr. Valentin Chesnel y Lic. Patrick Durán, por su apoyo y haber aceptado ser parte de este trabajo cuando los miembros originales tuvieron que renunciar. Pero en especial a Patrick, por haber permanecido desde un inicio y haber hecho posible la colaboración mediante el proyecto 113-B6-135.

Le quiero agradecer también a la Escuela Centroamericana de Geología y a la Dra. Guaria Cárdenes por la ayuda brindada en cuanto a la selección de los miembros reemplazantes del comité asesor.

Agradezco, además, a los funcionarios de la Escuela Centroamericana de Geología que de alguna manera hicieron posible la elaboración de este proyecto, en especial a Ramiro García, al Geol. Sergio Hernández y a los encargados del laboratorio de petrografía.

Estoy agradecido con la Universidad de Costa Rica por la oportunidad y el apoyo que me brindó para la realización de este trabajo.

Y a mi familia, por estar siempre a mi lado durante todo este tiempo y, particularmente, a mi padre por acompañarme en algunas de las giras al área de estudio.

## Resumen

Se propuso un modelo sedimentológico de las sucesiones sedimentarias del Mioceno de la cuenca Térraba. Este se llevó a cabo a partir de levantamientos sedimentológicos en tres transectos ubicados en los alrededores de: 1) Pejibaye, siguiendo los cauces de los ríos Platanares, Pejibaye, Águila y quebrada Veracruz; 2) Pilas, en los cauces de los ríos Fresco, Pilas y Concepción y 3) Curré, al lado de la carretera Interamericana Sur entre Lagarto y La Escuadra. Con la información obtenida y los análisis petrográficos se identificaron facies de lodolita (F1), *wacke* (F2) y *wacke*-conglomerado (F3), que fueron agrupadas en asociaciones de facies deltaica y de delta gravoso. La Asociación de facies deltaica se caracterizó por la predominancia de F2 métricas masivas intercaladas por algunas F1 métricas y pocas F3. La Asociación de facies de delta gravoso presentó, igualmente, F2 métricas masivas intercaladas por F1, pero, con mayor proporción de F3, y también, con un aumento en la presencia de granos gruesos en F2. Se interpretó que ambas asociaciones de facies tuvieron influencia volcanoclástica, en ambientes deltaicos (más proximales en la Asociación de facies de delta gravoso) con escasez de oxígeno y hostilidad a trazas fósiles.

Ante la falta de información que permitiera emplear la estratigrafía de secuencias, sin que se interpretaran secuencias deposicionales ni discontinuidades que las delimitaran, se definieron las sucesiones deltaicas fina y gruesa: 1) La Sucesión deltaica fina fue representada por la Asociación de facies deltaica. La recurrencia de paquetes masivos de F2 intercalados por F1 sugirió una construcción del relleno por agradación. El ambiente deltaico indicó la somerización de la cuenca, con una alta subsidencia, según los grandes espesores, y una alta tasa de sedimentación. Fue datada como Mioceno inferior-medio. Se consideró como una unidad inferior de la Formación Curré. 2) La Sucesión deltaica gruesa fue representada por la Asociación de facies de delta gravoso. El orden estratigráfico de las facies, similar al de la Asociación de facies anterior, sugirió una construcción del relleno por agradación, y la mayor proporción en los materiales de grano grueso, y los grandes espesores, indicaron progradación, con un incremento en el aporte sedimentario. Fue datada como Mioceno medio-superior. Se consideró como una unidad superior de la Formación Curré.

El modelo sedimentológico mostró la somerización de la cuenca Térraba en el Mioceno, según las dos asociaciones de facies deltaicas. La cuenca evolucionó desde un período de alta profundidad y tasa de sedimentación en el Mioceno inferior, representado por la Sucesión deltaica fina, a uno de compresión tectónica, con alta tasa de erosión y un incremento del aporte de materiales gruesos, en el Mioceno medio-superior, mostrado en la Sucesión deltaica gruesa. El área fuente se ubicó en el arco

volcánico de Talamanca, y se mostraron evidencias de la influencia del vulcanismo. La distribución sedimentaria se habría dado desde el sureste del área de estudio. En ese sitio se presentó más deformación, y menor al noroeste. Se propuso que se extienda el rango temporal de la Formación Curré a todo el Mioceno.

Cita bibliográfica:

González Vargas, L. P. (2022). *Análisis sedimentológico de las facies marinas y transicionales de una parte de la cuenca Térraba, de Pejibaye a Curré, Fila Costeña, Pacífico Sur, Costa Rica* [Tesis de licenciatura]. Universidad de Costa Rica.

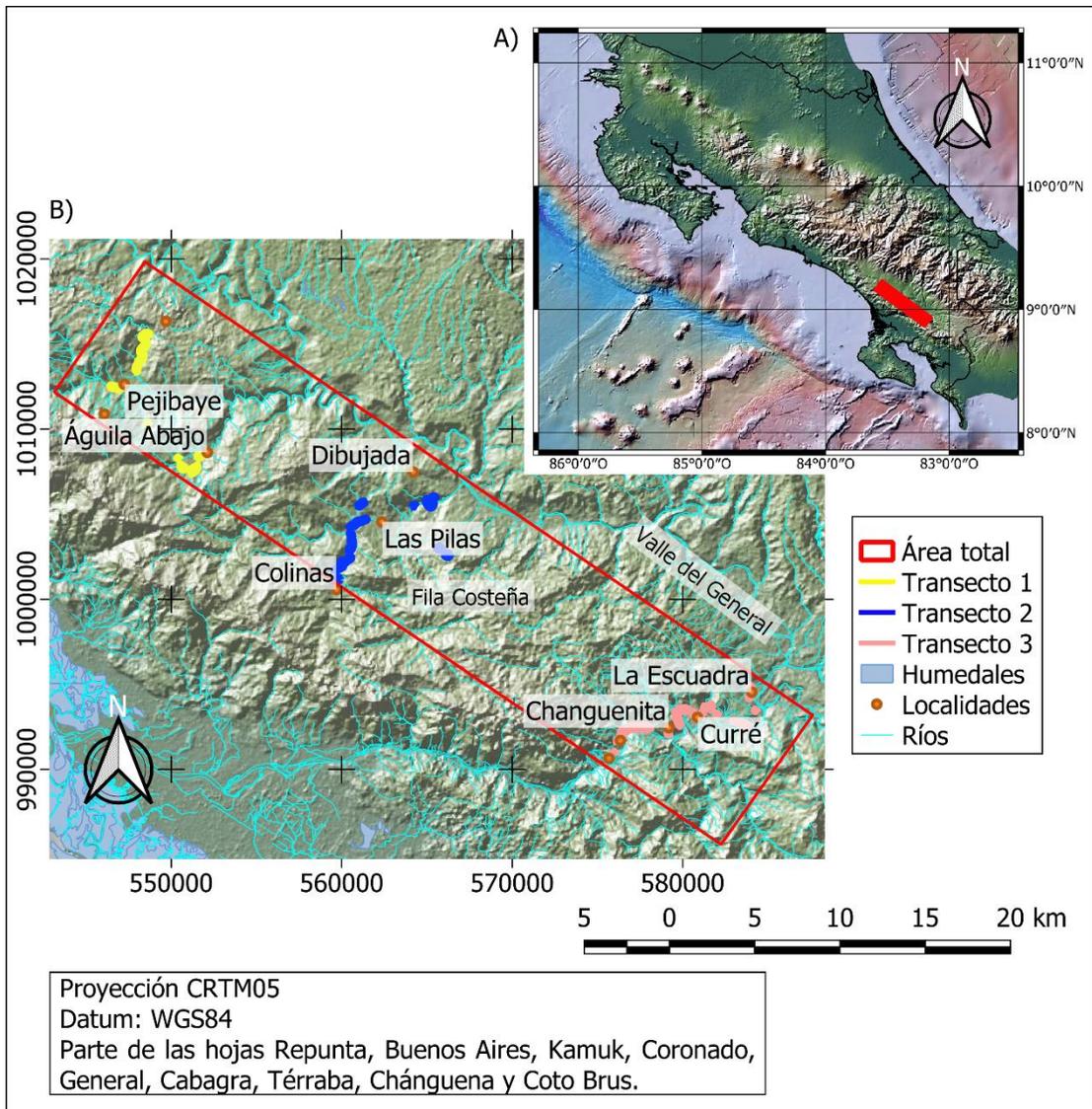
Palabras clave:

Asociación de facies, Ambientes deltaicos, Somerización, Formación Curré, Cuenca Térraba, Mioceno, Fila Costeña, Costa Rica.

# **1. Introducción**

## **1.1.Ubicación**

El área de estudio se localiza en la Fila Costeña, en el Pacífico Sur de Costa Rica, en el cuadro contenido en las siguientes coordenadas (proyección CRTM05): 1020000-985000 norte y 540000-590000 este (Figura 1.1). Esta área es parte de las hojas Repunta, Buenos Aires, Kamuk, Coronado, General, Cabagra, Térraba, Chánguena y Coto Brus del Instituto Geográfico Nacional (IGN, escala 1:50000). Se levantaron columnas estratigráficas/sedimentológicas a lo largo de tres transectos: 1) Pejibaye: alrededores del poblado de Pejibaye, desde San Antonio a Veracruz; 2) Las Pilas: desde Dibujada a Colinas y 3) Curré: al lado del río Grande de Térraba, desde La Escuadra a Lagarto (Figura 1.1). Estas tres localidades fueron escogidas por cuanto constituyen afloramientos del Neógeno de la Cuenca Térraba en la Fila Costeña (Mora, 1979; Alvarado et al., 2015; Argüello et al., 2016).



**Figura 1.1.** A) Mapa de Costa Rica mostrando la ubicación del área de estudio (recuadro rojo). B) Mapa de ubicación del área de estudio (cuadro rojo): El transecto 1 se marca en amarillo y se encuentra en las cercanías de Pejibaye, entre San Antonio y Paraíso. El transecto 2 se marca en azul y se localiza en las inmediaciones de Las Pilas, entre Dibujada y Colinas. El transecto 3 se muestra en verde y se encuentra en los alrededores de Curré, entre La Escuadra y Lagarto. Base morfológica de GeoMapApp de Ryan et al. (2009).

## 1.2. Justificación

La Formación Curré, a pesar de haber sido objeto de estudios litológicos y petrológicos (Mora, 1979; Lowery, 1982; Alvarado et al., 2015; Argüello et al., 2016; Rodríguez, 2021), todavía presenta dudas significativas sobre los detalles de su edad y ambientes de depósito. Además, el contacto inferior con la Formación Térraba ha sido indicado como concordante o por falla (Dengo, 1962a; Mora, 1979; Lowery, 1982), mientras que el contacto superior con las formaciones Paso Real y Valle de El General está descrito como discordante (Alán, 1983).

También, aunque se han hecho campañas geológicas en 1998, 2015 y 2016 en la zona, el enfoque que se le ha dado estuvo principalmente en el cartografiado geológico. Además, por ser trabajos de bachillerato de pocas semanas, no presentan el detalle de información necesaria para poder realizar una interpretación sedimentológica a detalle.

Por otro lado, se han llevado a cabo tesis de posgrado e investigaciones, más allá de la presente área de estudio, principalmente en el sector de Dominical y Punta Uvita. Estas tesis se centran en la evolución general de la cuenca Térraba desde la perspectiva tectónica y de geología estructural (Kolarsky, 1992; Kutterolf, 1996; Krawinkel, 1998); desde el punto de vista sedimentario con propuestas de modelos de facies e interpretaciones de estratigrafía secuencial (Schmidt, 1989; Rudolph, 1996; Schotters, 1996; Mende, 2001) y de análisis de procedencia (Deringer, 1996).

Dada la carencia de interpretaciones sedimentológicas y de estratigrafía secuencial en el área de estudio, se ejecuta el presente trabajo para dar mayor cobertura mediante levantamientos sedimentológicos de detalle y de análisis de las secuencias.

### **1.3.Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Realizar el análisis de sucesiones deposicionales neógenas desarrolladas en la cuenca sedimentaria Térraba durante el Mioceno, por medio de levantamientos sedimentológicos a lo largo de tres transectos en la Fila Costeña, para contribuir al conocimiento de la estratigrafía secuencial y la relación tectono-sedimentaria de la región.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Realizar el levantamiento sedimentológico de las sucesiones miocenas de la cuenca Térraba, mediante el seguimiento de transectos clave, para la obtención de información sedimento-estratigráfica de las mismas.
- Identificar las facies y asociaciones de facies, procesando la información sedimento-estratigráfica obtenida, para su correlación e inclusión en la interpretación de la estratigrafía de secuencias objeto de estudio.
- Proponer un modelo sedimentológico de las sucesiones neógenas aflorantes en un sector de la cuenca Térraba, basado en la identificación y correlación de facies y de asociaciones de facies, para constatar el control tectónico sobre el relleno sedimentario en el área de estudio en la Fila Costeña.

## **1.4. Tema de investigación**

Análisis sedimentológico de las rocas del Mioceno de una parte de la cuenca antearco Térraba, a fin de determinar su ambiente de sedimentación y su evolución tectono-sedimentaria.

## **1.5. Hipótesis del trabajo**

Dado que la sedimentación es controlada por tres variables: la tectónica, el clima y los cambios del nivel del mar, y que el efecto se da a través de dos formas principales: levantamiento de una región y subsidencia de otra, con el presente estudio de las características de la estratificación y de las sucesiones de facies del Mioceno aflorantes en un sector de la Fila Costeña, se pretende establecer los patrones sedimentarios en cuanto a tasa de sedimentación, tipo de construcción del relleno (agradación, progradación y acreción lateral) y evolución de paleoprofundidad del mismo, para dilucidar tendencias de profundización o somerización en la sucesión sedimentaria. De esta forma la relación entre la sedimentación y la tectónica se analiza con el fin de determinar los procesos intrínsecos y extrínsecos que gobiernan una cuenca sedimentaria ya que el estudio de las rocas sedimentarias provee información paleotectónica. Los distintos tipos de rocas (su procedencia), sus datos de paleocorrientes y espesor de las sucesiones depositadas, dan idea del paleorelieve de la cuenca sedimentaria y del posible origen de este.

## **1.6. Antecedentes**

### **1.6.1. Contexto geotectónico regional**

La Cuenca Térraba se ubica en el Pacífico Sur de Costa Rica, al noreste del arco externo parcialmente sumergido Quepos – Península de Osa – Burica y al suroeste de la Cordillera de Talamanca (arco interno). Se clasifica como una cuenca de antearco (Lowery, 1982; Phillips, 1983; Yuan, 1984).

El basamento de edad Cretácico Superior está compuesto por ofiolitas, y representado por varios terrenos exóticos que incluyen una cubierta de calizas pelágicas y depósitos de *mélange* (Astorga et al., 1991; Sprechmann et al., 1994; Buchs et al., 2009). El relleno de la cuenca data del Paleógeno-Holoceno (Figura 1.2) y consiste en: 1) Margas, areniscas y lutitas calcáreas de la Formación Descartes (antiguamente Formación Brito), que datan del Paleoceno-Eoceno inferior; 2) Calizas de la Formación Fila de Cal (antes Unidad Cajón, parte de la antigua Formación Brito), del Eoceno medio-superior; 3) Depósitos siliciclásticos de la Formación Térraba, del Oligoceno-Mioceno inferior; 4) Depósitos siliciclásticos de la Formación Curré, del Mioceno medio-superior; 5) Depósitos siliciclásticos de la Formación Paso Real, del Plioceno; 6) Depósitos siliciclásticos de la Formación El General, del Pleistoceno y 7) Aluviones del Holoceno

(Henningsen, 1965; Mora, 1979; de Boer et al., 1995; Obando, 2011; Campos et al., 2012).

De esta manera, la evidencia sedimentaria indica que la cuenca se originó en el Paleoceno hacia el noroeste (Obando, 2011; Campos et al., 2012) y en el Eoceno medio hacia el resto de su territorio actual. Alcanzó su máxima profundidad probablemente durante el Mioceno inferior, debido a una fuerte subsidencia producto de erosión tectónica, por la subducción de alguna dorsal asísmica, o por un posible retroceso de la trinchera (de Boer et al., 1995; Hoernle et al., 2008; Buchs et al., 2011; Brandes & Winsemann, 2018). Según Mescua et al. (2017), hacia los 15 Ma, una compresión originada por el cambio en la convergencia de la placa del Coco provocó una generalizada deformación contraccional que se mantuvo hasta el tiempo entre los 8 y 5 Ma. Esta contracción probablemente estuvo asociada con un cambio geodinámico producido por el desarrollo de la zona de fractura de Panamá y la influencia de la placa Nazca.

Así, posteriormente al Mioceno inferior, la cuenca se rellenó gradualmente, alcanzando niveles de erosión superficial al final del Mioceno (de Boer et al., 1995). Un cinturón plegado y de fallas de sobrecorrimientos se desarrolló, formando la actual Fila Costeña. Simultáneamente, diques y sills de gabros, basaltos y andesitas de la Formación Puerto Nuevo (18,3 a 11,1 Ma) y plutones con granitoides, monzonitas, dioritas y gabros del Grupo Intrusivo Talamanca (12,4 a 7,8 Ma) cortaron los depósitos de la cuenca (Henningsen, 1965; Mora, 1979; de Boer et al., 1991, 1995; Kolarsky et al., 1995; Kutterolf, 1996; Abratis & Wörner, 2001; Gazel et al., 2011; Alvarado & Gans, 2012; Mescua et al., 2017). En un contexto más regional, durante el Mioceno superior y el Plioceno inferior la colisión del Bloque Panamá contra Colombia resultó en plegamientos noroeste-sureste. El ascenso del arco de islas y la exhumación de la Cordillera de Talamanca empezó hacia 3,5 Ma (Mann & Burke, 1984; Eva et al., 1989; Astorga et al., 1991; Gräfe, 1998).

Por otra parte, de Boer et al. (1995) explican que la misma deformación tectónica que provocó el levantamiento de la Fila Costeña originó también una región de cuenca activa en el Valle del General. Ésta la clasifica como tipo antearco, e indica que se compone por depósitos marinos del Eoceno medio al Mioceno, y marino-continentales del Plioceno-Holoceno.

### **1.6.2. Contexto geológico regional**

Las formaciones Térraba, Curré y Paso Real constituyen una parte del relleno sedimentario de la Cuenca Térraba (Figura 1.2), durante un período de tiempo que inicia en el Oligoceno inferior y culmina en el Plioceno.

Edad (Ma)	Era	Período	Época	Litología
0,0117	Cuaternario		Holoceno	Aluvi3n
			Pleistoceno	Fm. El General
2,58	Ne3geno		Plioceno	Fm. Paso Real
5,33		Mioceno	S	Formaci3n Curr3
11,63			M	?
15,97			I	?
23,03		Oligoceno	S	?
27,82			I	?
33,9	Pale3geno	Eoceno	S	?
37,8			M	?
47,8		I	?	
56,0		Paleoceno	S	?
61,6	I		?	
66,0	Mesozoico	Cret3cico Superior	Maastrichtiano	?
72,1±0,2			Campaniano	?
83,6±0,2				?
				?

**Figura 1.2.** Columna cronoestratigr3fica regional. Modificada de Mora (1979), Yuan (1984), Astorga et al. (1991), Sprechmann et al. (1994) y Obando (2011).

### 1.6.2.1. Formaci3n T3rraba

Fue mencionada por primera vez por Dengo (1962a) para designar una secuencia de estratos delgados de lutitas y limolitas oscuras, calc3reas o con capas de caliza, aflorantes en el r3o T3rraba entre El Caj3n y la boca del r3o Ch3ngüena. Por su parte, Henningsen (1965) hace una divisi3n con base en la granulometr3a con estratos oligocenos de grano fino en la base y estratos del Mioceno inferior de grano grueso al techo.

Por otro lado, Mora (1979) divide la Formaci3n T3rraba en dos unidades, Zapote y Lagarto. La Unidad Zapote consiste en turbiditas compuestas por alternancias de areniscas, limolitas y arcillolitas, intercaladas por productos de vulcanismo submarino. La Unidad Lagarto consiste en turbiditas m3s proximales, con predominio de estratos de conglomerados y areniscas, adem3s de dep3sitos de canales turbid3ticos. Por otra parte, Phillips (1983) hace una separaci3n de la Formaci3n en seis litofacies (Figura 1.3), enumer3ndolas y describi3ndolas de la siguiente manera:

- LitoF1: Margas en estratificaci3n fina, limolita y arenisca muy fina a media.

- LitoF2: Areniscas de estratos delgados.
- LitoF3: Conglomerados de estrato grueso.
- LitoF4: Areniscas de estrato grueso gradada y con estratificación cruzada.
- LitoF5: Lodolitas negras bioturbadas.
- LitoF6: Areniscas de estrato medio con *ripples*.

Luego, Yuan (1984), de manera similar, divide la Formación en seis litofacies (Figura 1.3). Las litofacies A y B forman el Miembro Río Claro, y consisten en rocas carbonatadas, donde la B sobreyace a la A. Las litofacies C, D, E y F se componen de rocas siliciclásticas.

- Litofacies A: *Grainstone* rodolítico y *packstone*.
- Litofacies B: *Grainstone* de algas y foraminíferos en estratos cruzados.
- Litofacies C: Lodolitas y arenisca en estratos finos.
- Litofacies D: Areniscas en estratos medios a muy gruesos.
- Litofacies E: Areniscas con estratificación cruzada.
- Litofacies F: Conglomerados.

En cuanto al espesor, Dengo (1962a) establece que es de al menos 1300 m, Henningsen (1965) por su parte sugiere que al noroeste de la Fila Costeña podría extenderse hasta 2000 m. Mora (1979) asigna un espesor de 1200 m a la Unidad Zapote y de 1200-1500 m la Unidad Lagarto.

La Formación Térraba data del Oligoceno inferior hasta el Mioceno inferior-medio (Henningsen, 1965; Mora, 1979; Phillips, 1983; Yuan, 1984).

La Unidad Zapote sobreyace de manera concordante y transicional a la Formación Fila de Cal (Unidad Cajón de la Formación Brito según Dengo, 1962a) y a su vez es sobreyacida concordantemente por la Unidad Lagarto. Esta última es sobreyacida de forma concordante por la Formación Curré (Mora, 1979).

Mora (1979) indica para la Unidad Zapote una profundidad intermedia en la zona nerítica con intervalos B, C y D de la serie de Bouma, mientras que, para la Unidad Lagarto, moderada con los intervalos A, B y C de Bouma. Phillips (1983) interpreta la existencia de dos tipos de secuencias volcaniclásticas, una que representa la progradación de un abanico submarino o una llanura aluvial (litoF2, 3 y 4) y la otra, una sedimentación marina hemipelágica (litoF1, 5 y 6) (Figura 1.3).

Yuan (1984) interpreta ambientes de plataforma carbonatada de profundidad somera para las litofacies A y B y ambientes marinos profundos de condiciones batiales para las litofacies C, D, E y F (Figura 1.3). Finalmente, en las campañas geológicas de 2015

y 2016 se definen asociaciones de facies de turbiditas distales y proximales (Alvarado et al., 2015) y asociaciones de facies de abanico medio submarino y de lóbulos (Argüello et al., 2016) que fueron correlacionadas con la Formación Térraba, indicando ambientes marinos profundos de talud y planos abisales.

#### 1.6.2.2. **Formación Curré**

Fue nombrada por primera vez por Dengo (1962a) para distinguir un grupo de rocas que afloran en el río Térraba, entre las localidades de Curré y La Escuadra. Consiste en areniscas medias pardas en estratos de mediano espesor, con intercalaciones menores de conglomerados y lutitas y materiales tobáceos o detritos producto de rocas volcánicas, presentes en toda la secuencia.

Henningsen (1965) la establece como una sucesión estratigráfica utilizando para ella el nombre de Formación Gatún de Panamá, sin estratificación bien definida. Mora (1979) coincide con Henningsen (1965) y la divide en dos subunidades estratigráficas genéticas, la de conglomerados y la de lutitas. Luego, Lowery (1982) y Phillips (1983) la vuelven a denominar Formación Curré. Lowery (1982) la divide en cuatro miembros (Figura 1.3), cada uno de ellos subdividido en litofacies.

- Miembro A: Brechas y conglomerados.
- Miembro B: Areniscas, conglomerados y lodolitas.
- Miembro C: Areniscas y limos marinos y areniscas, lodolitas y conglomerados fluviales.
- Miembro D: Depósitos volcaniclásticos.

		Lowery (1982)	Phillips (1983)	Yuan (1984)
Mioceno	Superior	Miembro D -? -? -?	Formación Curré	Formación Curré
	Medio	Miembro C Miembro B Miembro A		
Oligoceno	Inferior	Formación Térraba	Litofacies 6 Litofacies 4 Litofacies 5	Litofacies C/D/E/F Formación Térraba
	Superior		Litofacies 3 Litofacies 2	Litofacies B Miembro Río Claro Litofacies A
	Inferior		Litofacies 1	X
<b>Simbología</b>  Intercalaciones entre litofacias      -?- Límite no definido  Límite intraformacional/litofacias/miembro  Hiato				

**Figura 1.3.** Síntesis demostrativa de las definiciones de las formaciones Térraba y Curré modificado de Lowery (1982), Phillips (1983) y Yuan (1984).

El espesor total según Dengo (1962a) es de 830 m. Mora (1979) establece espesores de 1000-1400 m para la subunidad de conglomerados y 150-300 m para la subunidad de lutitas. Lowery (1982) brinda un espesor total de 425 m para la sección descrita de la Formación Curré, en la cual el Miembro A consiste en 150 m de espesor, el B varía de 15 m a 250 m, el C cuenta con alrededor de 85 m y el D es de al menos 20 m.

La Formación Curré ha sido datada del Mioceno medio-superior por Henningsen (1965) y Mora (1979). Numerosos fósiles de vertebrados hallados en los alrededores de San Gerardo de Limoncito y Coto Brus, los cuales son asociados con la misma Formación, fueron datados del Mioceno superior (Laurito et al., 2005; Laurito & Valerio, 2005; Valerio, 2010; Valerio & Laurito, 2008). Aguilar et al. (2010) y Rodríguez (2021) han

propuesto una edad desde Mioceno inferior, para la presente formación, basado en depósitos aflorantes en el extremo sureste de la Cuenca Térraba.

Según Mora (1979), la subunidad de conglomerados de la Formación Curré, sobreyace mediante contacto concordante a la Unidad Lagarto de la Formación Térraba (Mora, 1979). Henningsen (1965) resalta que la extensión de las formaciones Térraba y Gatún (Curré) sólo se puede indicar de forma aproximada, especialmente porque es muy difícil hacer una diferenciación litológica entre ellas. Agrega, además, que la sección superior de la Formación Gatún (Curré) desaparece bajo las gravas de la Formación Paso Real hacia el flanco Este de la Fila Costeña. Mora (1979) indica que la subunidad de lutitas de la Formación Curré subyace de forma aparentemente concordante a la Formación Paso Real. Lowery (1982) establece que el Miembro A de la Formación Curré sobreyace concordantemente o por contacto de falla a la Formación Térraba. Dengo (1962a) coincide en que la Formación Curré subyace a la Formación Paso Real en un tipo de contacto no especificado. No obstante, Alán (1983) establece que la Formación Curré es sobreyacida discordantemente por las formaciones Paso Real y Valle de El General.

El ambiente de depósito es transicional entre facies deltaicas y de playa para la subunidad de conglomerados y facies parálicas (estero, pantano) para la subunidad de lutitas (Mora, 1979). Lowery (1982) establece cambios ambientales que van desde depósitos de canales profundos y depósitos de laderas volcánicas en el Miembro A, a depósitos costeros insulares del Miembro B, sedimentos de origen marino y fluvial en el C y finalmente, depósitos fluviales y lacustrinos en el D. En las campañas geológicas de 2015 y 2016 se definieron asociaciones de facies de prodelta, de frente deltaico, de llanura de marea (marino somero) y de plano deltaico con influencia de mareas (Alvarado et al., 2015; Argüello et al., 2016) que fueron correlacionadas con la Formación Curré.

#### 1.6.2.3. Formación Paso Real

Nombrada por Dengo (1953, 1962b) para designar una secuencia de rocas piroclásticas asociadas con aglomerados o brechas y flujos de lava expuestas desde la unión entre la quebrada Cuán y el río Térraba y sobre el mismo río hasta La Escuadra. Henningsen (1965) explica que se caracteriza por clastos de tamaño guijarro y bloque (hasta 1 m de diámetro), principalmente andesíticos y basálticos, con algunos dioríticos, arenosos tobáceos (o tufáceas), lutitosos (algunos silíceos) y de cornubianitas, contenidos en una masa arenosa.

Mora (1979) señala que en la Formación Paso Real predominan los sedimentos continentales y que no es mayoritariamente volcánica. La divide en dos unidades, El

Brujo y Mano de Tigre. En la Unidad El Brujo predominan los materiales sedimentarios (conglomerados y areniscas). En la Unidad Mano de Tigre predominan los productos volcánicos (tobas, aglomerados o brechas, restos de coladas de lava y bloques andesíticos y basálticos) junto con los relictos de un antiguo volcán (cerro Mano de Tigre). Alvarado et al. (2009) renombran la Formación Paso Real como Formación Grifo Alto, relacionándola con la actividad volcánica del Grupo Aguacate. Le asocian lavas y volcaniclastos (respectivamente llamados Unidades Lávicas y Unidades Volcaniclasticas).

El espesor según Dengo (1962b) es de 800-900 m, Mora (1979) define un espesor de 300-500 m para la Unidad El Brujo, no obstante, para la Unidad Mano de Tigre su espesor no es definido. Alvarado et al. (2009) indican que estimaciones recientes asumen un espesor total extrapolado superior a 350 m e inferior a 600 m.

La Formación Paso Real ha sido datada como Plioceno en rocas volcánicas mediante K/Ar y Ar<sup>40</sup>/Ar<sup>39</sup>. Las edades obtenidas varían desde 5,0 ± 0,4 Ma hasta 3,59 ± 0,06 Ma (Plioceno inferior-superior: Kesel, 1983; de Boer et al., 1995; Drummond et al., 1995; MacMillan, Gans & Alvarado, 2004; Gazel et al., 2011).

Según Henningsen (1965), Alán (1983) y Alvarado et al. (2009), la Formación Paso Real (o Grifo Alto) sobreyace discordantemente a la Formación Curré. Mora (1979) indica que el contacto es aparentemente concordante entre la Unidad El Brujo y la Formación Curré. Adicionalmente, Mora (1979) ha señalado que la Formación Paso Real en algunas zonas es sobreyacida de forma discordante por abanicos aluviales de la Formación El General y por depósitos cuaternarios como aluviones fluvio-marinos, depósitos de ladera, abanicos aluviales, aluvión y depósitos de tufa calcárea, producto de la destrucción de los macizos ígneos exhumados.

Esta unidad ha sido considerada como de origen continental, ya que representa el depósito de los productos de la erosión de la Cordillera de Talamanca, unido con materiales aportados por corrientes de lodo y erupciones volcánicas (Henningsen, 1965; Mora, 1979). Para Alvarado et al. (2009) el origen es dual, primeramente, volcánico con diques, sills y autobrechas, y después volcánico retrabajado.

### **1.7.Limitaciones**

La implementación de la estratigrafía de secuencias requiere de afloramientos continuos y en relativo buen estado, por lo que, la presencia de espacios con cobertura vegetal y depósitos holocenos en los levantamientos sedimentológicos propició la presencia de vacíos de información en las columnas estratigráficas. También, algunos de los afloramientos en carreteras tuvieron altos niveles de meteorización, lo que limitó la obtención de datos en algunos puntos.

En general, la dificultad de acceso a algunos de los ríos visitados fue una condicionante para realizar giras, especialmente por la alta pluviosidad y complejidad geográfica de la zona, junto con la tendencia de los ríos a acarrear mucho caudal en temporada de lluvias. Esto se debe asociar con la falta de apoyo económico, y resultando en una dificultad para organizar giras, dependiendo, en parte, del apoyo del Lic. Patrick Durán Leiva, miembro del comité asesor, y coordinador del proyecto 113-B6-135.

Cabe destacar que el comité asesor tuvo una serie de variaciones en sus integrantes, teniendo 3 directores diferentes y dos modificaciones en los lectores. Esto implicó cambios de criterio en cuanto al desarrollo del proyecto y sus resultados.

Igualmente, la pandemia por el COVID-19 dificultó el uso de los laboratorios petrográficos, limitando la captura de fotografías a algunas de las secciones delgadas, e imposibilitando el acceso para realizar más cantidad de secciones delgadas a las muestras recolectadas.

## **2. Marco Teórico**

### **2.1. Definiciones**

Para la realización de este trabajo ha sido necesaria la comprensión y asimilación de conceptos fundamentales como facies y asociaciones de facies, secuencias deposicionales, ciclicidad, continuidad y discontinuidad, concordancia y discordancia, ley de Walther, estratigrafía de secuencias y los modelos de facies de los ambientes sedimentarios de deltas. Estos se definen a continuación.

#### **2.1.1. Facies, asociaciones de facies**

Vera (1994) define facies como un cuerpo de roca caracterizado por una combinación particular de litología, texturas, estructuras sedimentarias (físicas y biológicas), geometría, distribución de paleocorrientes, contenido fosilífero y color. Reading (1996) explica de forma similar que una facies es un cuerpo rocoso con características específicas, puede ser una o más capas e, idealmente, debe haberse formado bajo ciertas condiciones o sedimentación, reflejando un proceso, un grupo de condiciones o ambiente particular, lo que brinda características genéticas. Arche (2010) indica que las facies son los productos resultantes de procesos sedimentarios y varían de acuerdo con parámetros fundamentales (velocidad de las corrientes, sentido de estas, salinidad del agua, etc.). Las asociaciones de facies son facies genéticamente relacionadas que permiten realizar interpretaciones ambientales con mayor facilidad y certidumbre (Reading, 1996).

#### **2.1.2. Secuencias deposicionales**

Mitchum (1977) las define como una parte de una sucesión estratigráfica relativamente concordante, de estratos genéticamente relacionados y delimitada por discontinuidades en el techo y el piso.

#### **2.1.3. Ciclicidad**

Vera (1994) explica que es la repetición sistemática y ordenada de términos litológicos (por ejemplo estratos) en una sección estratigráfica, en intervalos de tiempo periódicos o aleatorios.

#### **2.1.4. Continuidad y discontinuidad**

Vera (1994) define continuidad como una relación genética entre dos materiales sin que haya una interrupción sedimentaria medible. Por el contrario, una discontinuidad es una interrupción sedimentaria medible, ya sea entre dos unidades litoestratigráficas superpuestas o entre miembros de la misma unidad. En ese sentido, al tiempo de separación en una discontinuidad le llama laguna estratigráfica. También utiliza el término hiato como sinónimo, aunque lo divide en hiato no deposicional, que es el

tiempo sin depósito, y en hiato erosional, el período de tiempo no representado debido a la erosión.

### **2.1.5. Concordancia y discordancia**

Vera (1994) explica que el término concordancia (*conformity*) es la relación vertical entre dos unidades litoestratigráficas superpuestas, entre las cuales, las superficies de estratificación son paralelas a la superficie de separación existente entre ambas. Por otro lado, describe la discordancia (*unconformity*) como la relación entre dos unidades litoestratigráficas superpuestas, donde la superficie de separación corta las superficies de estratificación de la unidad infrayacente, la cual muestra deformación y erosión, entre ambas.

El mismo autor indica que puede haber relaciones de concordancia o discordancia con las discontinuidades. Las discontinuidades con concordancia suceden cuando entre dos unidades se presenta una interrupción sedimentaria en la que pudo haber erosión. Estas las divide en:

- Paraconformidad (*Paraconformity*): la superficie de separación entre ambas unidades es plana y paralela a la estratificación entre ellas.
- Disconformidad (*Disconformity*): entre dos unidades existe una superficie irregular de marcada erosión, con cavidades mayores a 1 m de profundidad. Las menores se pueden considerar paraconformidades.

Además, Vera (1994) propone que las discontinuidades con discordancia ocurren cuando además de interrupción sedimentaria y erosión entre ambas unidades, ha habido deformación en los materiales infrayacentes. Estas pueden ser:

- Discordancia angular o planiangular (*angular unconformity*): la superficie de separación es plana, cortando los estratos de la unidad subyacente.
- Discordancia angular erosiva: La superficie entre las unidades tiene marcada irregularidad y erosión.
- Discordancias progresivas: discordancias angulares que lateralmente pasan a superficies de concordancia (discordancia sintectónica).
- Inconformidad (*Nonconformity*): También llamada como discordancia basal (*basal unconformity*) por Doglioni et al. (1989), se da cuando una unidad litoestratigráfica se superpone a un basamento cristalino.

### **2.1.6. Ley de Walther**

Dice que las facies que se presentan en contacto vertical se acumularon en ambientes contiguos, con facies que ocurren en una secuencia, formándose en ambientes adyacentes laterales (Reading, 1996). El uso de la Ley de Walther permite

predecir la ciclicidad vertical observable en las sucesiones sedimentarias reales, su extensión lateral, los cambios laterales posibles y la naturaleza de las superficies limitantes de los ciclos (Arche, 2010). Leeder (1994) indica que solamente los sistemas progradacionales o retrogradacionales más simples obedecen la regla.

### **2.1.7. Estratigrafía de secuencias**

Es un estudio de las relaciones entre los cambios del nivel del mar relativo y la tasa de sedimentación, diferenciando el relleno de una cuenca en volúmenes de materiales (unidades estratigráficas / secuencias deposicionales) divididos por superficies (discontinuidades). Estas superficies se pueden asociar a eventos tectónicos de levantamiento / subsidencia, eustáticos de aumento / caída del nivel del mar y sedimentarios de alta o baja tasa de aporte clástico. Estos eventos influyen sobre la arquitectura del relleno del espacio de acomodación. El propósito de la estratigrafía de secuencias es que, mediante la interpretación y el modelamiento estratigráfico de asociaciones de facies, se identifiquen superficies (discontinuidades, discordancias y máxima de inundación) que representan líneas de tiempo que permitan ubicar las secuencias deposicionales en un marco cronoestratigráfico (Vera, 1994; Nichols, 2009).

### **2.1.8. Delta**

Son sistemas sedimentarios generalmente con geometría convexa que se forman en una costa frente a la desembocadura de un río en un *lagoon*, lago o en mar abierto, con un aporte de sedimento que supera la redistribución de éste por parte de procesos marinos como olas, corrientes y mareas (Arche, 2010). En el caso de los deltas marinos formándose a la desembocadura de ríos grandes, al componerse de materiales acarreados a través de múltiples planicies aluviales, consisten principalmente de limos y arcillas con proporciones menores de arena; las gravas suelen estar ausentes o en muy pocas cantidades (Einsele, 1992).

Los deltas marinos se subdividen en dos partes principales (Figura 2.1), una subaérea (llanura deltaica) y una subacuática (proximal de frente deltaico y distal de prodelta) (Arche, 2010).

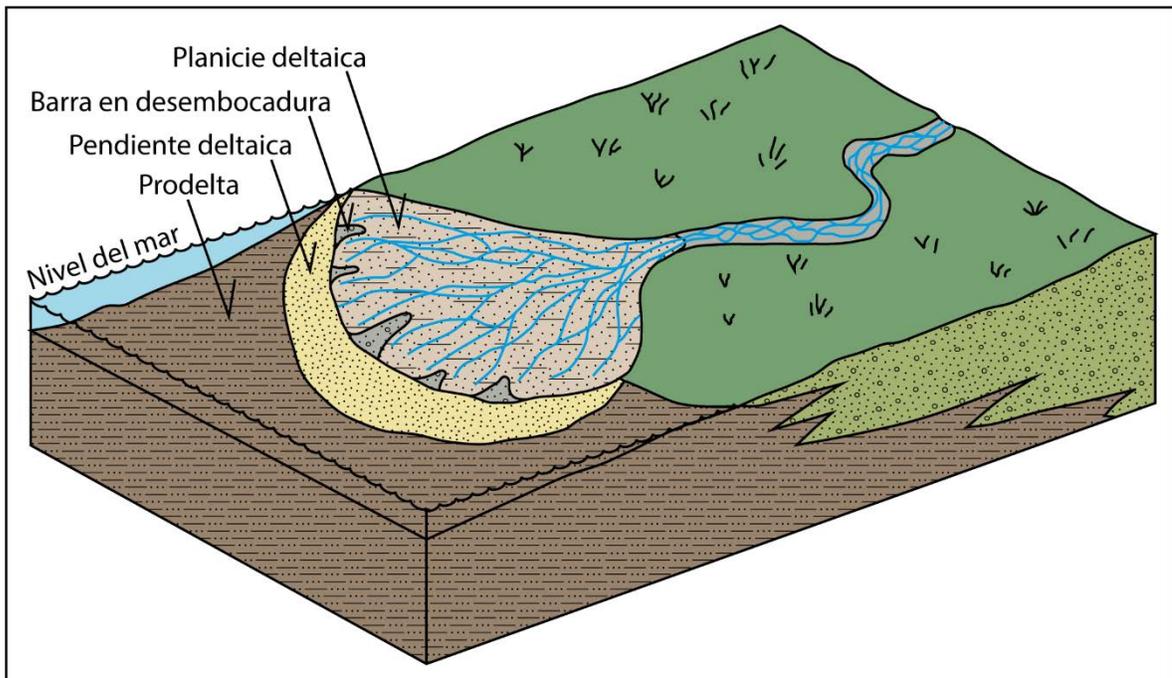
La llanura o planicie deltaica se compone de:

1. Canales distribuidores, activos o abandonados, con sus respectivos *levées*, compuestos de los granos más gruesos;
2. Depósitos de llanura aluvial tipo pantanos, lagos y otros medios acuosos someros, por lo que es usual que haya arcillas y limos con arenas y materia orgánica; y

3. Canales de inter-distribución tipo marismas, con depósitos principalmente finos y posibles organismos marinos.

El frente deltaico se compone de:

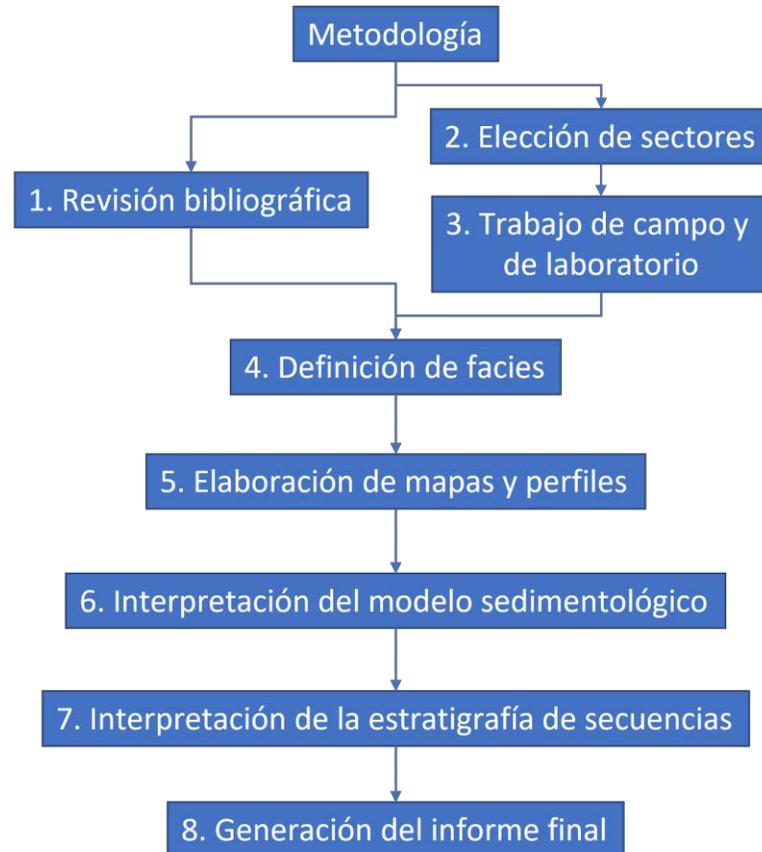
1. Barras de boca a la desembocadura de los canales, con depósitos de grano más gruesos parecidos a los de canales. Es común identificar estructuras sedimentarias como estratificación cruzada con materia orgánica y cantos rodados lodosos (*rip-up clasts/mud pebbles*), laminaciones onduladas (*ripple* y *climbing ripple lamination*), laminación planar paralela (*planar lamination*), y fragmentos de plantas;
2. Pendiente deltaica, con alto ángulo de los estratos y una cierta granoclasificación normal horizontal en sentido proximal-distal. Es común observar estructuras tipo estratificación planar paralela y deformaciones sindeposicionales (ej.: *slumps*);
3. El prodelta, más profundo, con baja inclinación de los estratos, y deposición de granos más finos producto de la decantación. Presenta laminaciones planares paralelas (*planar lamination*) con materia orgánica en zonas anaeróbicas y bioturbación en aeróbicas (Reineck & Singh, 1980; Einsele, 1992; Reading, 1996; Arche, 2010).



**Figura 2.1.** Imagen representativa de un delta, mostrando prodelta, pendiente deltaica, barras de boca en la desembocadura y planicie deltaica. Modificado de Nemec & Steel (1988).

### 3. Metodología

La metodología empleada en el presente estudio implica una serie de procesos que pueden ser visualizados en la Figura 3.1:



**Figura 3.1.** Esquema explicativo sobre la metodología llevada a cabo en el presente trabajo.

**1. Revisión bibliográfica:**

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica de la información relacionada con las formaciones Térraba, Curré y Paso Real.

**2. Elección de sectores:**

Se eligieron los sectores de los transectos en los que se llevarían a cabo los levantamientos sedimentológicos. Para ello, previamente, como parte de la campaña geológica 2015, junto con otros estudiantes, se visitaron sitios en los alrededores del transecto 1 (Pejibaye) y, posteriormente, se realizó una gira exploratoria hacia el resto de los transectos (Las Pilas y Curré).

En el transecto 1 se escogieron los ríos Platanares, Pejibaye y Águila, con la quebrada Veracruz y un punto en la carretera entre los poblados de Pejibaye y Águila Abajo. En el transecto 2, los ríos Fresco, Pilas y Concepción. En el transecto 3, a lo largo de la carretera Interamericana Sur entre Lagarto y La Escuadra. Estos ríos, quebradas y carreteras fueron escogidos porque cortan la secuencia sedimentaria perpendicularmente a la dirección estratigráfica. Esto con el fin de levantar columnas estratigráficas a escala decimétrica manteniendo un control estratigráfico y estructural de los cortes.

### 3. Trabajo de campo y de laboratorio:

En 35 días se realizaron levantamientos a lo largo de los sectores escogidos en los tres transectos. Estos se repartieron en 14 giras: 1) ocho con el proyecto 113-B6-135, 2) cuatro llevadas a cabo independientemente y 3) dos con la campaña geológica 2016. En cada uno de los levantamientos se presentaron espacios no observados por cobertura vegetal, acumulación de sedimentos holocenos y, en algunas secciones, afloramientos con alto nivel de meteorización.

En las columnas obtenidas se describieron y analizaron características tales como litología, composición de los granos, granulometría, color, estructuras sedimentarias, contenido fosilífero, cambios horizontales y verticales de las características, forma, espesor y tipo de contacto de los estratos, existencia o no de ciclicidad, patrones de engrosamiento o adelgazamiento, gradación o acreción lateral.

Se tomaron 80 muestras representativas de la litología del área de estudio. Las muestras de mayor tamaño y en un mejor estado de preservación fueron escogidas para confección de secciones delgadas y análisis petrográficos, estas fueron 36 (Apéndice 1). Para la descripción de las muestras sedimentarias en sección delgada, se emplearon las clasificaciones de Pettijohn et al. (1973) para las areniscas y *wackes*, Piper y Rogers (1980) para los conglomerados y Dean et al. (1985) para las limolitas y arcillolitas.

Se extrajeron 6 muestras de arcillolitas negras que tuvieran reacción positiva al ácido clorhídrico (HCl) y mostraran bajo grado de meteorización o alteración, para dataciones micropaleontológicas.

Las muestras para dataciones micropaleontológicas fueron procesadas y determinadas por el Geol. Sergio Hernández Villalobos, de la sección de Paleontología de la Escuela Centroamericana de Geología. El proceso que se llevó a cabo fue: 1) se quebró la muestra, 2) se trató con agua oxigenada (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) al 10%, 3) aproximadamente catorce horas después, se tamizó, y las diferentes fracciones fueron secadas en

recipientes separados, finalmente, 4) se analizaron en el microscopio. De esas, 2 tuvieron resultados positivos y 4 negativos (Apéndice 2).

4. Definición de facies:

Se analizó toda la información obtenida mediante el trabajo de campo y las observaciones petrográficas con el fin de proceder a la interpretación sedimentológica de las facies y asociaciones de facies registradas y descritas a lo largo de los tres transectos anteriormente mencionados. También, se interpretaron ambientes de depósito.

5. Elaboración de mapas y perfiles:

Se creó un mapa a escala 1:50000 que representa la distribución de las asociaciones de facies y sucesiones sedimentarias en el área de estudio (Apéndice 3) y que es complementario con las columnas estratigráficas (Apéndice 4), generadas con datos de espesores, dataciones bioestratigráficas y de interpretación de facies. Se realizaron perfiles sedimentológicos esquemáticos, para representar el ambiente de las asociaciones de facies. Se hicieron perfiles geológicos a escala 1:25000, para mostrar la relación entre la estratigrafía, los buzamientos y la geología estructural, con las asociaciones de facies y sucesiones sedimentarias (Apéndice 5).

6. Propuesta de un modelo sedimentológico:

A partir del análisis de facies y asociaciones de facies se interpretó un modelo sedimentológico. Se hizo una comparación con lo establecido por otros autores.

7. Interpretación de la estratigrafía de secuencias:

Se correlacionaron las facies y asociaciones de facies con la interpretación de la estratigrafía de secuencias según las limitaciones explicadas, identificando sucesiones sedimentarias, espesores y la construcción del relleno.

8. Generación del documento final:

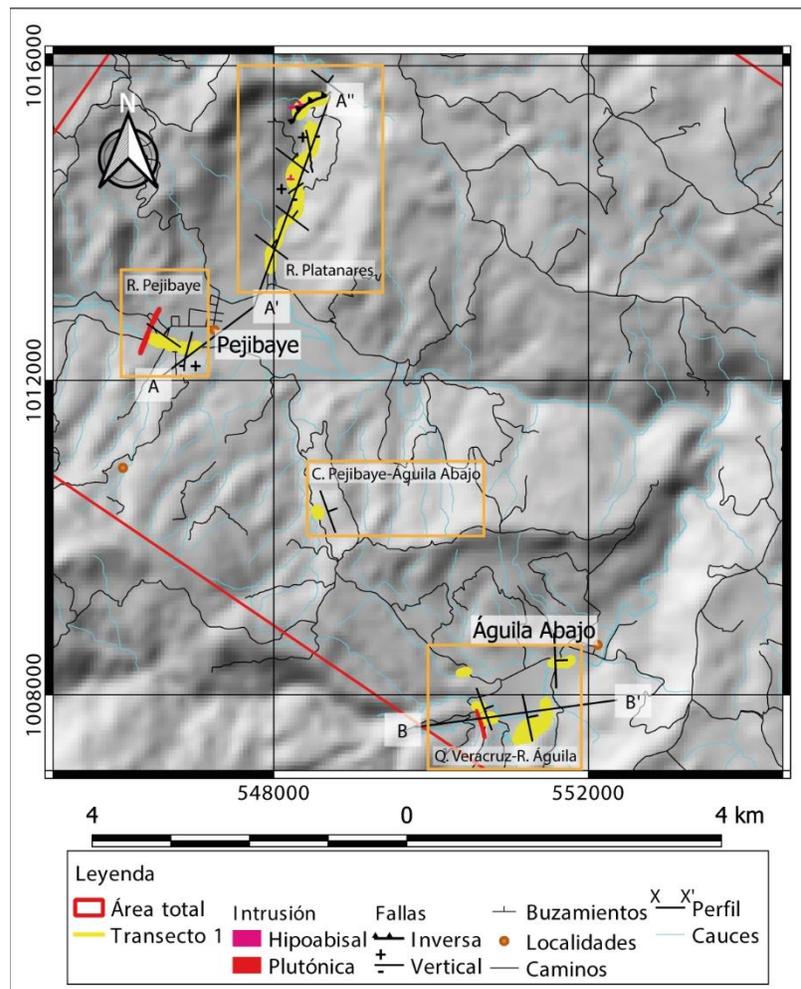
Se llevó a cabo la escritura del documento final y las conclusiones respectivas del trabajo.

## 4. Columnas estratigráficas

En el proceso de levantamiento sedimentológico se elaboraron columnas estratigráficas siguiendo afloramientos orientados perpendicularmente a la tendencia general de la dirección de buzamiento regional noreste-suroeste. Esos afloramientos se encuentran en cauces de ríos, principalmente en los transectos de Pejibaye y Pilas, y en carretera, primariamente en el transecto de Curré.

### 4.1. Transecto 1: Pejibaye

Las columnas estratigráficas se llevaron a cabo siguiendo el cauce de los ríos Platanares, Pejibaye y Águila, además de la quebrada Veracruz, afluente de este último. También, se incorporó un afloramiento sobre la carretera entre Pejibaye y Águila Abajo (Figura 4.1 y Figura 4.14). La Figura 4.15 y Figura 4.16 muestran la relación estratigráfica y los buzamientos en los perfiles.



**Figura 4.1.** Mapa de ubicación de los levantamientos en el transecto Pejibaye y de afloramientos. En recuadros naranja: trayecto de las columnas estratigráficas.

#### 4.1.1. Río Platanares

El levantamiento se extendió horizontalmente por 3 km sobre el cauce del río Platanares (547959 E / 1013447 N-548700 E /1015650 N). Predominan ángulos de buzamiento de bajo grado (5°-19°; promedio de 9,6°) con direcciones de buzamiento predominantemente hacia el noreste (4°-86°). También se registraron algunos datos hacia el sureste (95°-132°), suroeste (196°; 217°) y noroeste (282°).

La columna (Tabla 1) muestra desde la base y hasta los 121 m, la predominancia de paquetes masivos métricos de *wacke* fina a media con niveles centimétricos de lodolita con estructuras de carga y laminaciones onduladas. Se observan clastos y bloques lodosos redondeados (*rip-up clasts*), concreciones, moldes fósiles (conchas), carbón de forma ocasional y xilópalos. En la base se presenta un anticlinal (flancos de 28/6; 103/8) y sinclinal, ambos amplios (flancos de 103/8; 62/8). Se presenta un estrato de 1,5 m con gradación normal de conglomerado muy fino a *wacke* fina, y variaciones laterales a *wacke* gruesa y muy gruesa. Tiene laminaciones planares paralelas, convueltas y *flaser*, niveles milimétricos de conglomerados y estructuras de carga al piso.

En los 80 m un dique sedimentario (Figura 4.2), con un grosor de 10 cm, se emplazó por medio de una diaclasa con 223/55. Entre 87 y 98 m se presenta una serie de *Fining Upwards* con intercalaciones de conglomerado muy fino-fino, *wacke* media y limolita. El estrato de conglomerado presenta adelgazamiento y es cortado por un dique sedimentario de 2 m de ancho. Con laminaciones planares paralelas, convolutas, estructuras de carga, *rip-up clasts* y moldes fósiles. A los 89 m se presenta una falla (rumbo 58°) con un movimiento vertical de 50 cm (Figura 4.3.A), un dique sedimentario de 10 cm paralelo a la falla (Figura 4.3.B) y un anticlinal amplio (flancos de 4/8; 111/10; 122/17; 99/12, eje inclinado de 84/9).



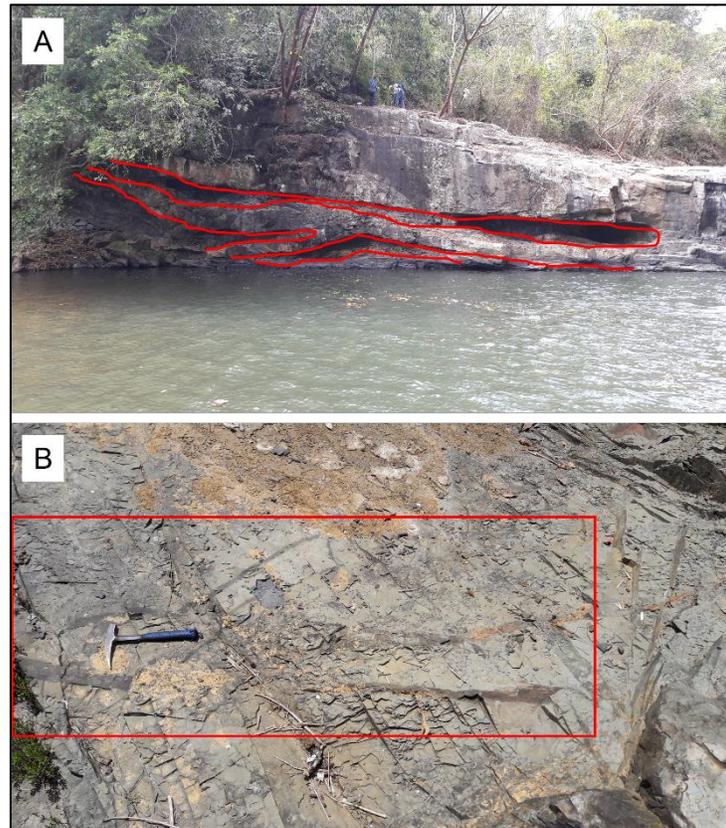
**Figura 4.2.** Fotografía de afloramiento de limolita: Dique sedimentario (río Platanares, Pejibaye, Pérez Zeledón; 548236 E / 1014070 N).



**Figura 4.3.** Fotografías de afloramiento de limolita: A) Falla vertical y B) Sique sedimentario (río Platanares; 548258 E / 1014443 N).

A los 90 m se encuentra un posible *slump* de 1,6 m de alto (Figura 4.4.A) por el cual se da un estrato de limolita dislocado en asociación con un plegamiento y la aparente unión de dos estratos de *wacke*. Alrededor de los 95 m se presentan una serie de pequeños diques hipoabisales centimétricos ( $\leq 10$  cm) entrelazados (Figura 4.4.B), con

textura afanítica, y cortan depósitos de limolita. A los 97 m se encuentra otro anticlinal amplio (flancos de 42/6; 196/9, eje inclinado de 75/7). A 120 m se muestra un estrato con gradación normal de *wacke* media a limolita, con *rip-up clasts*. Unos estratos decimétricos a métrico de limolita están también intercalados. Estos presentan laminaciones planares y onduladas paralelas, y *rip-up clasts*.



**Figura 4.4.** A) En rojo: posible *slump* y B) en recuadro: diques hipoabisales centimétricos (río Platanares; 548223 E / 1014557 N).

Desde los 145 m (Tabla 2) hasta el techo (236 m), predominan paquetes métricos de limolita con concreciones y laminaciones onduladas paralelas. Estos paquetes están intercalados con estratos decimétricos a métricos de *wacke* fina-media y laminaciones onduladas paralelas de lodolitas. Estos estratos presentan *rip-up clasts*, *Thalassinoides*, bioturbación, carbón ocasional, algunos troncos con *Teredolites* (bioturbación en madera), pocos *Chondrites* y concreciones.

Entre los 171-177 m una falla con movimiento normal en la vertical (81/75), pero sin una cantidad de desplazamiento identificado, corta un paquete de limolita. A los 185 m se presenta un posible *slump* por 100 m horizontalmente, nuevamente en un paquete de limolita. Entre 191-197 m una *wacke* media masiva se intercala con un grosor que se adelgaza de 6-2,5 m y se presenta en el río en una pared de 20 m de alto, en una distancia

horizontal de casi 400 m. Se presenta también un diaclasamiento (270/70) de al menos 15 m de alto (Figura 4.5). Podría tratarse de una falla, pero no se logró determinar un movimiento.



**Figura 4.5.** Fotografía de afloramiento de *wacke* y limolita: Diaclasamiento de 15 m de alto (río Platanares, Pejibaye, Pérez Zeledón; 548414 E / 1015056 N).

A los 196 m se presenta una falla normal (rumbo aparente 304/30 SW) que causa un movimiento vertical sin-sedimentario de 50 cm en un estrato de *wacke* media (Figura 4.6), una inversa (315/66) con un corte con desplazamiento de 50 cm, y otras verticales paralelas entre sí (rumbo aparente 278°) con saltos verticales de 5-15 cm. Entre 195-200 m de la columna, un dique hipoabisal (261/55 NW) de 3 m de ancho, de andesita augítica, intruye con contacto enfriado en la roca caja. Otro dique hipoabisal (324° rumbo) de 60 cm de ancho aflora en 205-208 m, con contacto neto, sin alteración visible.



**Figura 4.6.** Fotografía de afloramiento de wacke y limolita: Falla normal sin-sedimentaria (río Platanares, Pejibaye, Pérez Zeledón; 548311 E / 1015400 N).

**Tabla 1.** Descripción de la columna estratigráfica del río Platanares.

Altura en la columna (m)	Descripción	Estructuras tectónicas / inclinación	Estructuras sedimentarias	Estructuras biogénicas / fósiles
0-1,5	Gradación normal de 1,5 m con <i>wacke</i> gruesa gravosa-muy fina.		Laminaciones planares paralelas y convolutas, estructuras de carga y <i>rip-up clasts</i> .	Moldes fósiles (conchas)
25-44	<i>Wackes</i> métricas masivas con niveles milimétricos y centimétricos de lodolita.	Anticlinal y sinclinal ambos amplios (flancos: 28/6; 103/8; 62/8).	Estructuras de carga, laminaciones onduladas, <i>rip-up clasts</i> .	Concreciones, moldes de conchas, carbón y xilópalos.
71-87	Paquetes de limolita/lodolita intercalados.	Diaclasa (223/55).	Dique sedimentario (ancho 10 cm).	
87-98	<i>Fining Upwards</i> con conglomerado muy fino-fino, <i>wacke</i> media y limolita.		Laminaciones planares paralelas, convolutas y adelgazamiento. Dique sedimentario (ancho 2m)	
0-121		Falla (rumbo 58°) movimiento vertical de 50 cm. Anticlinal amplio (flancos: 4/8; 111/10).	Posible <i>slump</i> de 1,6 m de alto.	
89-90	Estrato de limolita truncado y dos de <i>wacke</i> unidos.			
95-97	Diques hipoabisales centimétricos (ancho ≤10 cm) entrelazados.	Anticlinal amplio (flancos: 42/6; 196/9).	Laminaciones planares y onduladas paralelas, y <i>rip-up clasts</i> .	
120	Gradación normal de <i>wacke</i> media a limolita.		<i>Rip-up clasts</i> .	

**Tabla 2.** Continuación de la descripción de la columna estratigráfica del río Platanares.

Altura en la columna (m)	Descripción	Estructuras tectónicas / inclinación	Estructuras sedimentarias	Estructuras biogénicas / fósiles
	Paquetes métricos de limolita/lodolita.		Laminaciones onduladas paralelas.	Concreciones.
	Intercalaciones de <i>wacke</i> .		Laminaciones onduladas paralelas, <i>rip-up clasts</i> y niveles lodosos ondulados.	<i>Thalassinoides</i> , bioturbación, carbón ocasional, <i>Teredolites</i> , pocos <i>Chondrites</i> y concreciones.
145-236	171-177 Limolita con intercalaciones de <i>wacke</i>	Falla (81/75) movimiento vertical, desplazamiento indefinido.	Adelgazamiento de estratos y <i>rip-up clasts</i> .	
180-185	Limolita		Posible <i>slump</i> (100 m horizontales). Diques sedimentarios de 10 cm.	
191-208	Diques (ancho 60 cm-3 m) hipoabisal de andesita augítica con contacto enfriado en la roca caja.	Pared de 20 m de largo y 400 m horizontales.  Zona de fallamiento.	Adelgazamiento de <i>wacke</i> masiva (6-2,5 m).	

#### 4.1.2. Río Pejibaye

Se realizó un levantamiento siguiendo el cauce por una distancia aproximada de 500 m horizontalmente (546358 E / 1012543 N-546980 E / 1012430 N), en donde se registraron direcciones de buzamientos al noreste (32°-55°) e inclinaciones de bajo grado (15°-23°).

La secuencia (Tabla 3) presenta una serie *Coarsening Upwards* desde la base hasta 11 m, de estratos decimétricos a métricos con alternancias de *wacke* muy fina a finas, media y conglomerado fino, y desde 11 m hasta el techo (31 m) dos series continuas de *Fining Upwards*, con alternancias de *wacke* gruesa, fina y limolita hasta 15 m, y de conglomerado muy fino, *wacke* media y limolita hasta el techo. Se observa

gradación normal dentro de varios estratos y gradación inversa en uno. Contienen trazas fósiles tipo madriguera, fragmentos de madera carbonizada (Figura 4.7), estructuras en flama, laminaciones planares y onduladas paralelas, *rip-up clasts*, y diques sedimentarios limosos. También se pueden observar intercalaciones centimétricas, decimétricas y métricas de limolita y lodolita, tanto como decimétricas a métricas de *wacke* media-gruesa a gravosa, con *rip-up clasts*, laminaciones planares paralelas, carbón y, entre 17-20 m, un *slump* de 3 m de alto.

Se presentan estratos con variaciones laterales de granulometría. Entre 11-16 m muestran simultáneamente adelgazamiento o engrosamiento en el espesor, con una mayor proporción de granos gruesos en estratos de menor grosor y, a 500 m horizontalmente, más cantidad de granos finos en estratos de mayor espesor. Ocasionalmente se presentaron troncos y *rip-up clasts*. En otros casos la variación se observó a menor escala, en un mismo sitio y, en una ocasión, con gradación normal.

Un dique gabroide (Figura 4.8) de 9 m de ancho intruye a las rocas sedimentarias hasta 16 m, con contacto neto, sin alteración visible. A los 11 m se presentó una falla (rumbo de 16°; Figura 4.9) con movimiento vertical de 30 cm.



**Figura 4.7.** Fragmento de madera carbonizada (río Pejibaye; 546980 E / 1012430 N).



**Figura 4.8.** En rojo: Dique gabroide (río Pejibaye; 546385 E / 1012543 N).



Figura 4.9. Falla vertical (río Pejibaye; 546895 E / 1012415 N).

Tabla 3. Descripción de la columna estratigráfica del río Pejibaye.

Altura en la columna (m)	Descripción	Estructuras tectónicas / inclinación	Estructuras sedimentarias	Estructuras biogénicas / fósiles
0-11	<i>Coarsening Upwards</i> de wacke muy fina, media y conglomerado fino. Estratos de wacke con gradación normal e inversa.	Falla (rumbo 16°) movimiento vertical de 30 cm. Buzamiento: 48/17	Estructuras en flama, laminaciones planares y onduladas paralelas, <i>rip-up clasts</i> y diques clásticos limosos.	Trazas fósiles de madrigueras y carbón.
0-16	Dique gabroide (ancho 9 m) intruye con contacto neto.	Buzamiento: 32/21		
0-31				
11-15	<i>Fining Upwards</i> de wacke gruesa, fina y limolita. Estratos de wacke con gradación normal.	Buzamiento: 55/23	Adelgazamiento y engrosamiento con variación lateral de granos (entre 500 m horizontales).	
15-31	<i>Fining Upwards</i> de conglomerado muy fino, wacke media y limolita. Estratos de wacke con gradación normal.	Buzamiento: 40/15	Laminaciones planares paralelas, <i>rip-up clasts</i> y <i>slump</i> (3 m alto).	Carbón.

#### 4.1.1. Carretera Pejibaye-Águila Abajo

En la carretera entre Pejibaye y Águila Abajo se presentó un afloramiento (Figura 4.10; Tabla 4) de 6,5 m de alto (70/20) con un estrato de lodolita en la base y alternancias centimétricas y decimétricas de *wacke* media y muy fina que se observan hasta el techo. Entre los estratos se encontraron estructuras de carga. Muy raramente se encontraron *rip-up clasts*. Esta columna se consideró como un enlace para disminuir los espacios sin información entre los levantamientos de los ríos Platanares y Pejibaye, con el de la quebrada Veracruz-río Águila.



**Figura 4.10.** Alternancias de *wacke*. En recuadro rojo: Piqueta de escala (carretera Pejibaye-Águila Abajo; 548561 E / 1010304 N).

**Tabla 4.** Descripción estratigráfica de punto en carretera Pejibaye-Águila Abajo

Altura en la columna (m)	Descripción	Estructuras tectónicas / inclinación	Estructuras sedimentarias
0-0,5	Lodolita.		
0,5-6,5	Alternancias centimétricas y decimétricas de <i>wacke</i> media y muy fina.	Buzamiento: 70/20	Estructuras de carga. <i>Rip-up clasts</i> raramente.

#### 4.1.2. Río Águila-quebrada Veracruz

El levantamiento (Tabla 5) se extendió sobre el cauce por 2 km horizontalmente, y comienza en la quebrada Veracruz (550686 E / 1007704 N) buzando al noreste (75°; 77°) y continúa en el río Águila (551766 E / 1008447 N) entre el noreste (78°-88°) y el sureste (95°-140°), y bajos ángulos de buzamiento (12°-17°).

Desde la base (quebrada Veracruz) se presentan paquetes masivos métricos de *wacke* fina/media que son intruidos hasta 32 m por un dique andesítico hipoabisal con contacto neto (Figura 4.11), sin alteración visible. Estos paquetes presentan niveles lodosos centimétricos (Figura 4.12.A) con ondulaciones y estructuras de carga, en flama, *rip-up clasts* (Figura 4.12.B), y bioturbación. Continúan las *wackes* hasta 65 m, con intercalaciones centimétricas y decimétricas de limolita/lodolita.

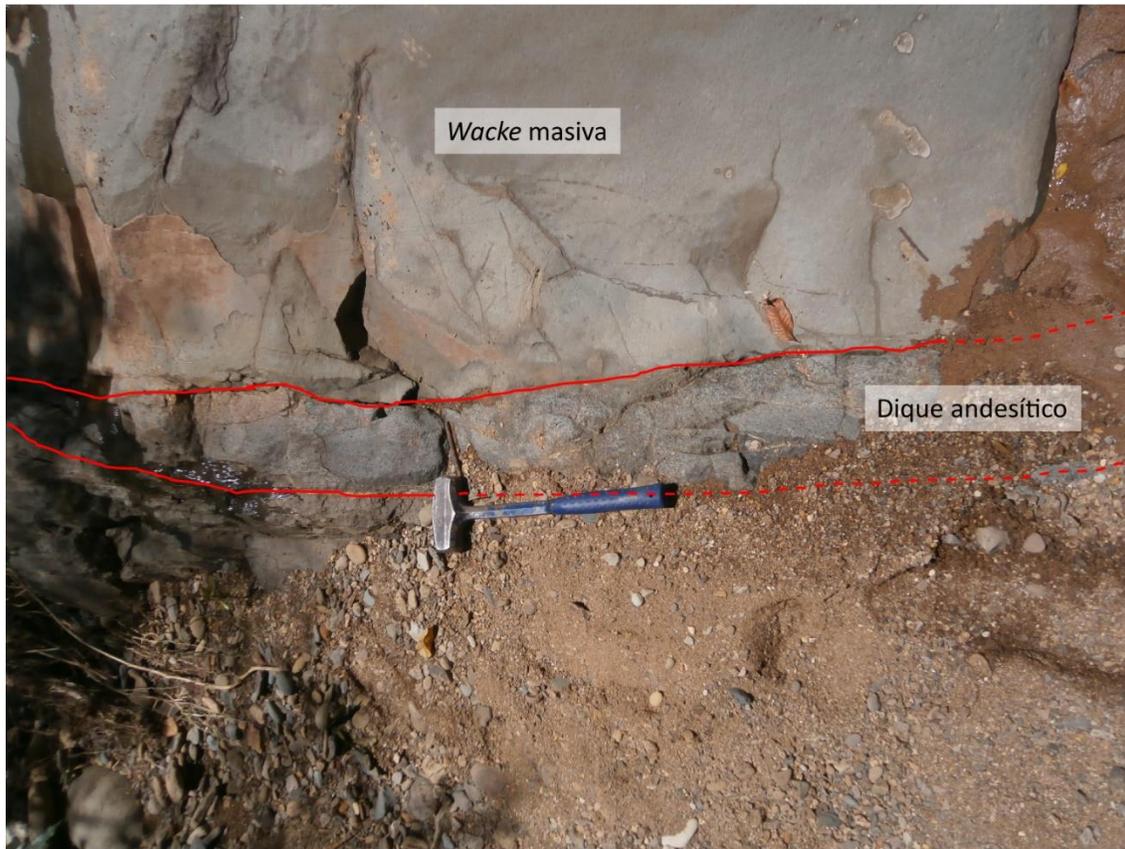


Figura 4.11. En rojo: Dique andesítico (quebrada Veracruz; 550686 E / 1007704 N).



**Figura 4.12.** A) Intercalaciones de lodolita y B) *Rip-up clasts* (quebrada Veracruz; 550686 E / 1007704 N).

La secuencia continúa en el río Águila desde los 96 m y hasta el techo de la columna (273 m). Presenta ritmitas decimétricas a métricas de limolita/lodolita, con moldes fósiles, concreciones y ocasionalmente carbón. También hay escasos estratos centimétricos de *wacke* media con gradación normal, y de *wacke* gruesa con laminaciones planares y onduladas paralelas, estructuras de carga, concreciones, *rip-up clasts*, gasterópodos, *Thalassinoides* y con ocasionales composiciones tobáceas. Además, se observan intercalaciones en forma de canales masivos de 3 m compuestos de conglomerados finos y de *wacke* muy gruesa-conglomerados muy finos, con carbón, xilópalos, y estructuras de carga. Estos depósitos de canal masivos se encuentran entre 244-273 m, y conforman una serie de *Fining Upwards* (Figura 4.13) con la limolita/lodolita intercalada por estratos de *wacke* media y gruesa, algunos acuñados.



**Figura 4.13.** En negro: Serie *Fining Upwards* de conglomerados, *wacke* muy gruesa, media y limolita/lodolita. En rojo: Persona de escala (río Águila, Águila Abajo; 551420 E / 1007688 N).

**Tabla 5.** Descripción de la columna estratigráfica del río Águila-quebrada Veracruz.

Altura en la columna (m)	Descripción	Estructuras tectónicas / inclinación	Estructuras sedimentarias	Estructuras biogénicas / fósiles
0-32	<i>Wacke</i> masiva métrica. Dique hipoabisal andesítico (ancho 32 cm) con contacto neto.	Buzamiento: 75/15	<i>Rip-up clasts</i> , niveles lodosos ondulados y con estructuras de carga.	Bioturbación.
32-65	<i>Wacke</i> masiva métrica con intercalaciones de limolita/lodolita.	Buzamiento: 75/15		
96-273 (río Águila)	Ritmitas de limolita/lodolita y <i>wacke</i> media, con ocasionales gradación normal y composiciones tobáceas.	Buzamiento: 85/12 88/13 102/18	Laminación plana y ondulada paralela, <i>rip-up clasts</i> y estructuras de carga.	Moldes de bivalvos, concreciones, carbón, gasterópodos y <i>Thalassinoides</i> .
244-273	Serie <i>Fining Upwards</i> de conglomerados, <i>wacke</i> muy gruesa (en forma de acanalamiento), media y limolita/lodolita.	Buzamiento: 140/13 116/18 95/12	Estructuras de carga y dique sedimentario.	Carbón y xilópalos.

En ambas columnas del río Platanares y río Águila-quebrada Veracruz, se presentaron espacios vacíos entre estratos debido a escasez de información, por la cobertura vegetal, acumulación de sedimentos cuaternarios o la ausencia de afloramientos.

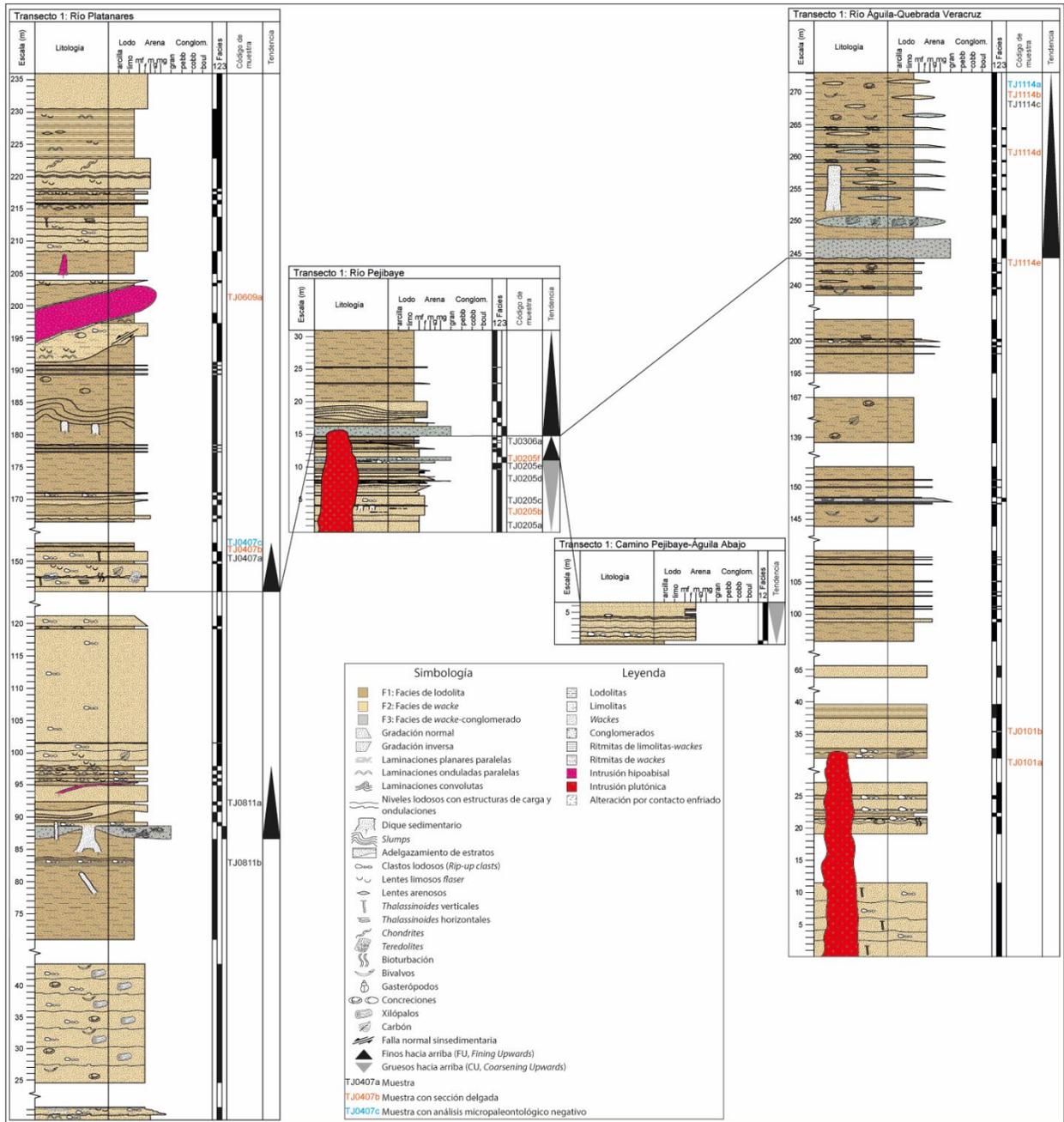
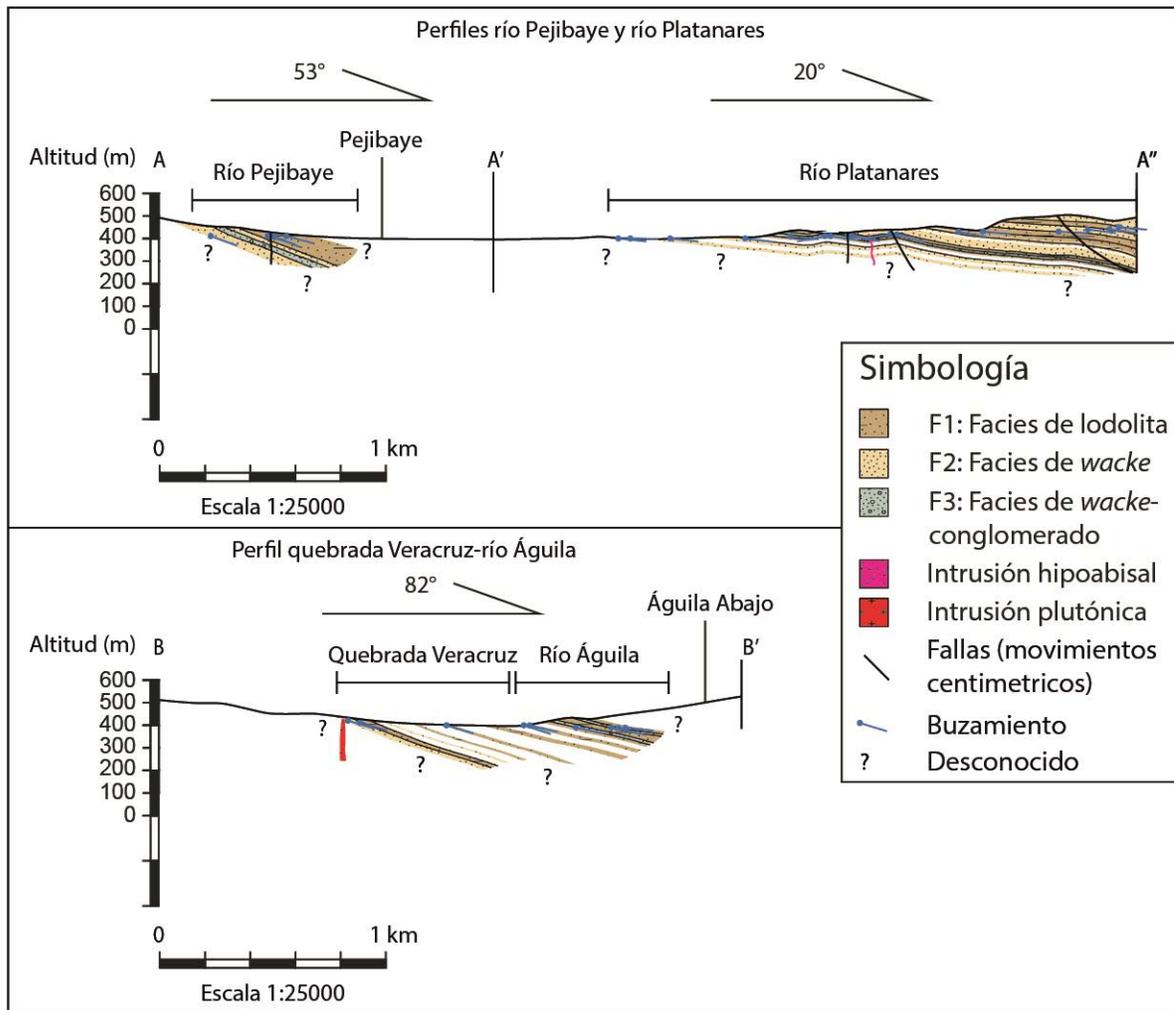
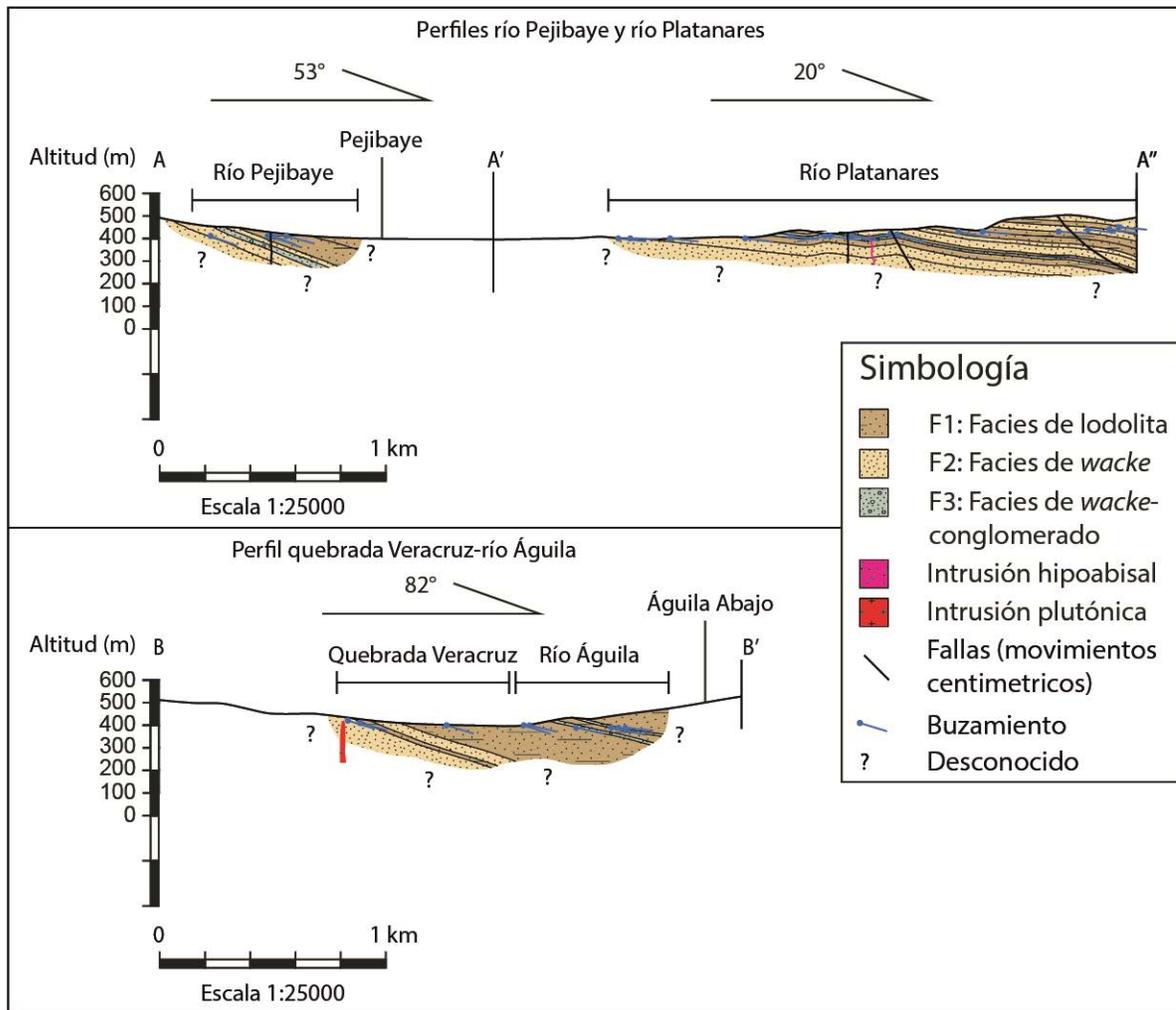


Figura 4.14. Columnas estratigráficas correspondientes al Transecto 1.



**Figura 4.15.** Perfiles con los vacíos de información de los ríos Pejibaye, Platanares y quebrada Veracruz-río Águila.



**Figura 4.16.** Perfiles de los ríos Pejibaye, Platanares y quebrada Veracruz-río Águila con interpretación.

## 4.2. Transecto 2: Las Pilas

Las columnas estratigráficas se basaron siguiendo el cauce de los ríos Fresco (orden 1), Pilas (orden 2) y Concepción (orden 3) (Figura 4.17 y Figura 4.24). La Figura 4.25 y Figura 4.26 muestran la relación entre la estratigrafía y los buzamientos en los perfiles.

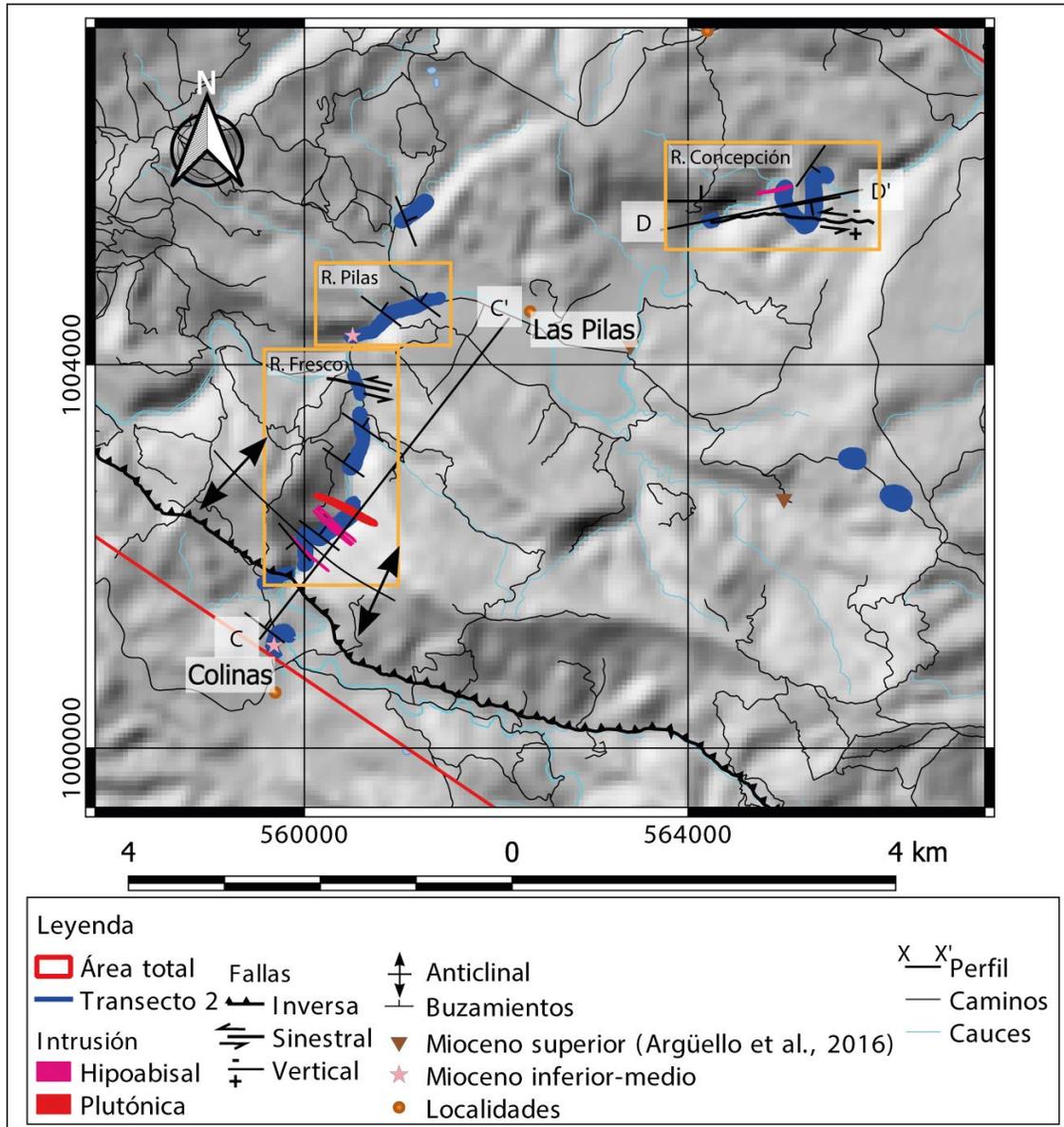


Figura 4.17. Mapa de ubicación de los levantamientos en el transecto Las Pilas. En recuadros naranja: trayecto de las columnas estratigráficas.

#### 4.2.1. Ríos Fresco y Pilas

Al norte de Colinas, en el cauce del río Fresco (entre 559853 E / 1001832 N-560201 E / 1002213 N) se presenta un anticlinal con eje alineado NW-SE (flancos de 235/25; 216/40; 50/70; 13/25) asociado a una falla inversa (12/42, estrías: 186/60), el desplazamiento de esta no fue visualizado. La base de la columna se ubicó en el flanco noreste del plegamiento (560022 E / 1002095 N), continuando sobre el mismo río, y extendiéndose horizontalmente por 2,75 km. Continuó por 1 km en el cauce del río Pilas (560503 E / 1004302 N-561382 E / 1004683 N). Presentó una predominancia de direcciones de buzamientos hacia el noreste ( $6^{\circ}$ - $86^{\circ}$ ), y principalmente ángulos de baja a media inclinación ( $13^{\circ}$ - $40^{\circ}$ ).

Desde la base de la columna y extendiéndose aproximadamente por 600 m verticalmente (Tabla 6), se presentan paquetes métricos masivos de *wacke* fina/media, en los cuales se observan *rip-up clasts*, niveles lodosos centimétricos con ondulaciones y estructuras de carga, laminaciones planares paralelas, convolutas, *Thalassinoides*, *Chondrites*, *Skolithos* (a los 600 m), carbón y troncos fósiles. Se observan algunas intercalaciones de limolita con laminaciones planares y onduladas paralelas, nódulos silíceos y algunos bivalvos, además de paquetes de gravas con *rip-up clasts* y concreciones. Se presentan pocos estratos o lentes de limolita de composición tobácea (Figura 4.18).

Se presentaron varias series de *Fining Upwards*. 1) Entre 100-200 m, de *wacke* masiva, alternancias de *wacke* y limolita-lodolita y estratos métricos de limolita-lodolita; 2) entre 370-425 m, de *wacke* muy gruesa-gravosa, una *wacke* masiva media-fina y limolita; y 3) a los 500 m, de *wacke* y limolita.

En esta sección intruyen varios diques hipoabisales de 1 m y 2-4 m de espesor, con contacto neto (a los 15 y 100 m, respectivamente), un dique diorítico de 3 m (Figura 4.19), con contacto enfriado (a los 150 m) y un sill gabroide de 27 m (a los 200 m) sin alteración visible en el contacto.



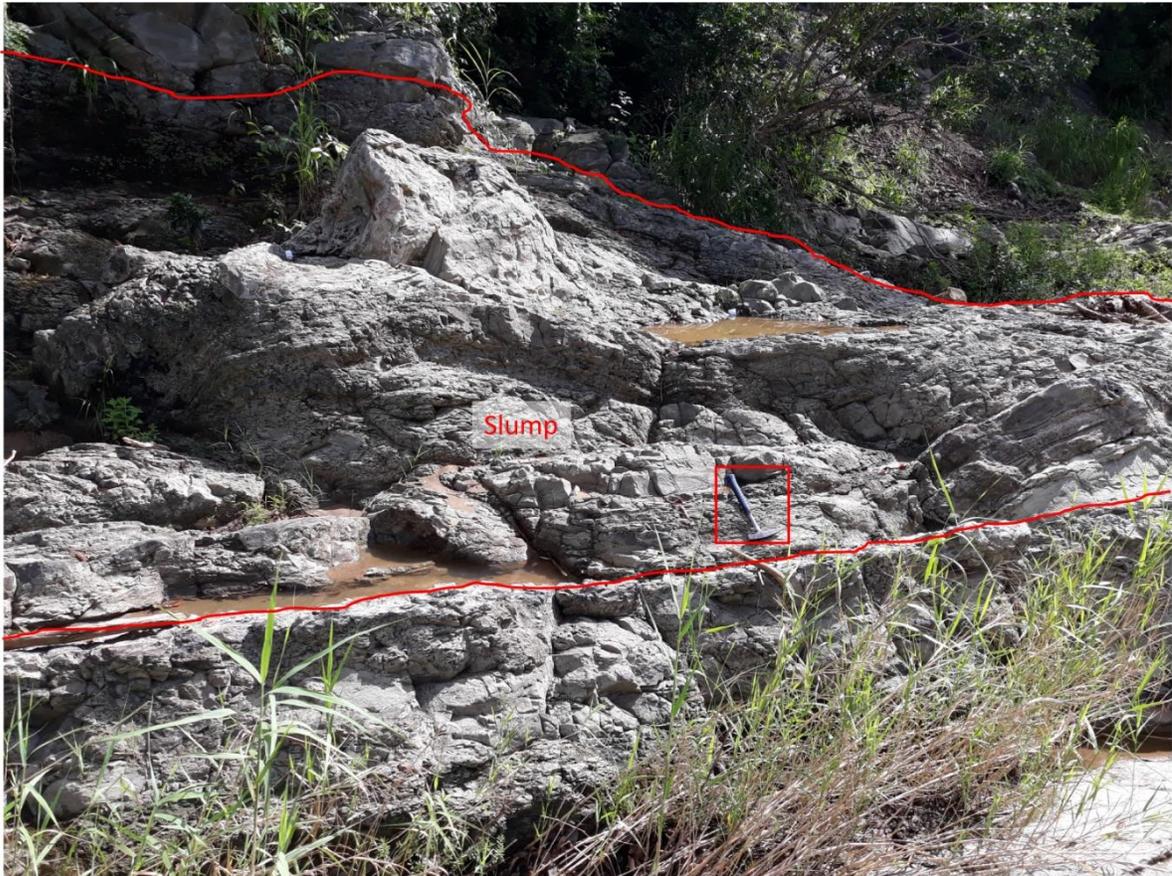
**Figura 4.18.** Fotografía de afloramiento: Estrato o lente de limolita tobácea (río Fresco, Pilas, Buenos Aires; 560399 E / 1002384 N).



**Figura 4.19.** Fotografía de afloramiento: Dique diorítico (río Fresco, Pilas, Buenos Aires; 560309 E / 1002321 N).

Luego, desde los 650 m y hasta los 950 m (Tabla 7), se encuentra una sección caracterizada por una secuencia discontinua de lodolitas con fragmentos de conchas, *boudinage* y estructuras de carga. Presenta alternancias de *wacke* fina y limolita con laminaciones planares paralelas, onduladas paralelas, convolutas, estructuras de carga, bioturbación, *Thalassinoides*, *Chondrites*, fragmentos de conchas, bivalvos en buen estado, pero desarticuladas, carbón y troncos fósiles. A los 700 m se observan diques sedimentarios de 10 cm (rumbo 13°) que cortan los depósitos, y estos son desplazados lateralmente por 10 cm a través de una falla sinistral (rumbo 103°). A los 890 m las lodolitas fueron datadas en Mioceno inferior-medio (Apéndice 2). Alrededor de los 900 m se presentó un *slump* de 5 m de alto (Figura 4.20), con *wacke* y limolita, y otro de 1,5 m a los 925 m, con *wacke*, limolita y arcillolita tobácea.

Se presentaron varias series de *Fining Upwards* (FU) y *Coarsening Upwards* (CU). 1) Entre 660-680 m, FU de *wacke* muy fina, limolita, lodolita, con intercalaciones de *wacke* media y conglomerado; 2) a los 700 m, CU de *wacke* fina, muy fina y limolita; 3) a los 890 m, FU de *wacke* media, fina y limolita; 4) entre 890-910 m, CU de limolita, *wacke* muy fina, fina y media; 5) a los 925 m, FU con dos estratos continuos con gradación normal, de conglomerado-*wacke* media y *wacke* media-fina, un estrato de *wacke* muy gruesa y otro de gradación normal de *wacke* gruesa-media; 6) debajo de los 950 m, CU de *wacke* media y media-gruesa.



**Figura 4.20.** Fotografía de afloramiento: *Slump*. En recuadro rojo: piqueta de escala (río Pilas, Pilas, Buenos Aires; 560644 E / 1004321 N).

Desde los 950 m (Tabla 8) y hasta el techo (1200 m) continúa una *wacke* masiva de granulometría fina a media, con *rip-up clasts*, laminaciones onduladas paralelas, convolutas, *Thalassinoides* y *Chondrites*. A los 960 m, un CU de limolita, *wacke* media y media-gruesa y un FU de conglomerado, *wacke* media-gruesa, media y limolita.

#### **4.2.2. Río Concepción**

El levantamiento en el cauce del río Concepción (564248 E / 1005587 N-565381 E / 1005969 N), tuvo un recorrido de 2 km. Presentó direcciones de buzamiento principalmente hacia el noreste (44°-86°) y sureste (122°-135°). El ángulo de inclinación oscila entre 10°-38°.

Se observa una sección (Tabla 9) que en la base presenta ritmitas de *wacke* y limolita con un *slump* de 3,5 m de alto y un dique sedimentario de 6 m de alto. Continúa (200-325 m) con una serie de paquetes masivos de *wacke* fina-media. En estos se pueden encontrar *rip-up clasts*, laminaciones planares paralelas, onduladas paralelas, convolutas, fragmentos de conchas y troncos fósiles. Se presentan, también,

intercalaciones de canales métricos de conglomerados (Figura 4.21) y *wackes* gruesas con xilópalos (Figura 4.22) y *Teredolites*.



**Figura 4.21.** Fotografía de afloramiento: Canal subacuático de conglomerados (río Concepción, Dibujada, Buenos Aires; 565150 E / 1005508 N).



**Figura 4.22.** Fotografía de afloramiento: Xilópalos en canal de *wacke* gruesa (río Concepción, Dibujada, Buenos Aires; 565071 E / 1005632 N).

Entre 150-200 m una serie de 4 diques basálticos, con contacto enfriado, intruyen a las *wackes*. Estos se muestran paralelos entre sí (255/80 N), con un grosor de 1-2 m cada uno y separados entre sí por 1-2 m de *wacke* fina-media. El buzamiento de esta *wacke* es de 44/15. Paralelas a los diques basálticos se presentaron diaclasas. A los 200 m verticalmente se presentaron dos fallas paralelas (250/65 S; rumbo 245/90) con movimiento vertical de 50 cm. En el mismo punto se observa un anticlinal amplio (flancos de 86/10; 122/9). A los 250 m se encuentra una falla sinistral (274/65 N; Figura 4.23) con 2,5 m de separación lateral y 1,6 m de desplazamiento normal, esta se encuentra rellena de calcita (1 cm de grosor). En el techo se presenta un contacto discordante con conglomerados guijarrosos.



**Figura 4.23.** Fotografía de afloramiento: Falla sinistral con desplazamiento normal (río Concepción, Dibujada, Buenos Aires; 565109 E / 1005538 N).

A lo largo de los levantamientos sobre los ríos de este transecto se presentaron espacios sin información debido a cobertura vegetal, acumulación de sedimentos cuaternarios o ausencia de afloramientos.

**Tabla 6.** Descripción de la columna estratigráfica de los ríos Fresco-Pilas.

Altura en la columna (m)	Descripción	Estructuras tectónicas / inclinación	Estructuras sedimentarias	Estructuras biogénicas / fósiles
15	Hipoabisal (ancho 1 m)			
	<i>Wacke</i> masiva métrica.	Buzamiento: 25/17; 35/21	<i>Rip-up clasts</i> , niveles lodosos ondulados y con estructuras de carga, laminación paralela y convoluta.	<i>Thalassinoides</i> , <i>Chondrites</i> , <i>Cruziana</i> , carbón y troncos fósiles.
	Intercalaciones de limolita/lodolita.	Buzamiento: 30/18	Laminación plana y ondulada paralela, nódulos silíceos.	Algunos bivalvos.
0-600	<i>Fining Upwards</i> (FU) de <i>wacke</i> masiva, alternancias de <i>wacke</i> y limolita-lodolita, y limolita-lodolita métrica. Pocos estratos tobáceos.			
100-200	- Hipoabisal (ancho 2-4 m) - Dique diorítico (ancho 3 m) con contacto enfriado. - Sill gabroide (ancho 27 m) en contacto neto sin alteración visible.			
370-425	FU de <i>wacke</i> muy gruesa-gravosa, <i>wacke</i> media-fina en gradación normal y limolita.	Buzamiento: 35/26; 28/26	<i>Rip-up clasts</i> .	Concreciones.
500	FU de <i>wacke</i> media y limolita.	Buzamiento: 40/26		

**Tabla 7.** Continuación de la descripción de la columna estratigráfica de los ríos Fresco-Pilas.

Altura en la columna (m)	Descripción	Estructuras tectónicas / inclinación	Estructuras sedimentarias	Estructuras biogénicas / fósiles
	Lodolitas		Estratos rotos y estructuras de carga.	Fragmentos de conchas
	Alternancias de <i>wacke</i> y limolita/lodolita, con dos estratos de <i>wacke</i> gruesa/gravosa.	Diques sedimentarios (ancho 10 cm; rumbo 13°) y desplazados lateralmente 10 cm por falla sinistral (rumbo 103°).	Laminación plana y ondulada paralela y convoluta, estructuras de carga y diques clásticos arenosos.	Bioturbación, <i>Thalassinoides</i> , <i>Chondrites</i> , fragmentos de conchas, bivalvos, carbón y xilópalos.
660-680	FU de <i>wacke</i> muy fina, limolita y lodolita. Intercalaciones de <i>wacke</i> media y conglomerado.	Buzamiento: 17/23		
650-950	700 <i>Coarsening Upwards</i> (CU) de <i>wacke</i> fina, muy fina y limolita.	Buzamiento: 35/29; 18/22		
890	FU de <i>wacke</i> media, fina y limolita.			
890-910	CU de limolita, <i>wacke</i> muy fina, fina y media.	Buzamiento: 7/24; 15/28		
900-925	FU con gradación normal, de conglomerado- <i>wacke</i> media, gradación normal de <i>wacke</i> media-fina, <i>wacke</i> muy gruesa y gradación normal de <i>wacke</i> gruesa-media.	Buzamiento: 28/19, 23/17	<i>Slumps</i> de 5 y 1,5 m alto	

**Tabla 8.** Continuación de la descripción de la columna estratigráfica de los ríos Fresco-Pilas.

Altura en la columna (m)	Descripción	Estructuras tectónicas / inclinación	Estructuras sedimentarias	Estructuras biogénicas / fósiles
	Ritmitas de <i>wacke</i> y limolita/lodolita.			
	<i>Wacke</i> masiva métrica.	Buzamiento: 87/39, 30/19, 19/20	<i>Rip-up clasts</i> , laminación plana paralela, ondulada paralela y convoluta (hasta los 1200 m).	<i>Thalassinoides</i> , <i>Chondrites</i> y troncos fósiles.
950-1200	950 CU de <i>wacke</i> media y media-gruesa.	Buzamiento: 32 24, 39/20		
	960 - CU de limolita, <i>wacke</i> media y media-gruesa. - FU de conglomerado, <i>wacke</i> media-gruesa, media y limolita.			

**Tabla 9.** Descripción de la columna estratigráfica del río Concepción

Altura en la columna (m)	Descripción	Estructuras tectónicas / inclinación	Estructuras sedimentarias	Estructuras biogénicas / fósiles
0-16	Ritmitas de <i>wacke</i> y limolita	Buzamiento: 00/20 00/30	Laminaciones planares paralelas, estructuras de carga y <i>rip-up clasts</i> . <i>Slump</i> de 3,5 m de alto. Dique sedimentario de 6 m de alto.	Moldes de conchas, microforaminíferos y carbón rara vez.
150-200	4 diques (ancho 1-2 m) hipoabisales basálticos en contacto enfriado con <i>wacke</i> fina-media.	Diques: 255/80 N. Diaclasas paralelas. Buzamiento ( <i>wackes</i> ): 44/15.		
	<i>Wacke</i> fina-media masiva		Laminaciones planares paralelas, onduladas paralelas, convolutas y <i>rip-up clasts</i> .	Fragmentos de conchas y troncos fósiles
200-325	Intercalaciones métricas de conglomerados en forma de acanalamientos.	Fallas: 250/65 S; rumbo 245/90, movimiento vertical de 50 cm. Anticlinal amplio (flancos de 86/10; 122/9).		Troncos fósiles y <i>Teredolites</i> .
250	Calcita (ancho 1 cm) rellenando falla.	Falla sinistral: 274/65 N; separación lateral: 2,5 m; y movimiento normal: 1,6 m.		
325	Conglomerados guijarrosos	Discordancia Buzamiento (conglomerados): 55/35 90/30		

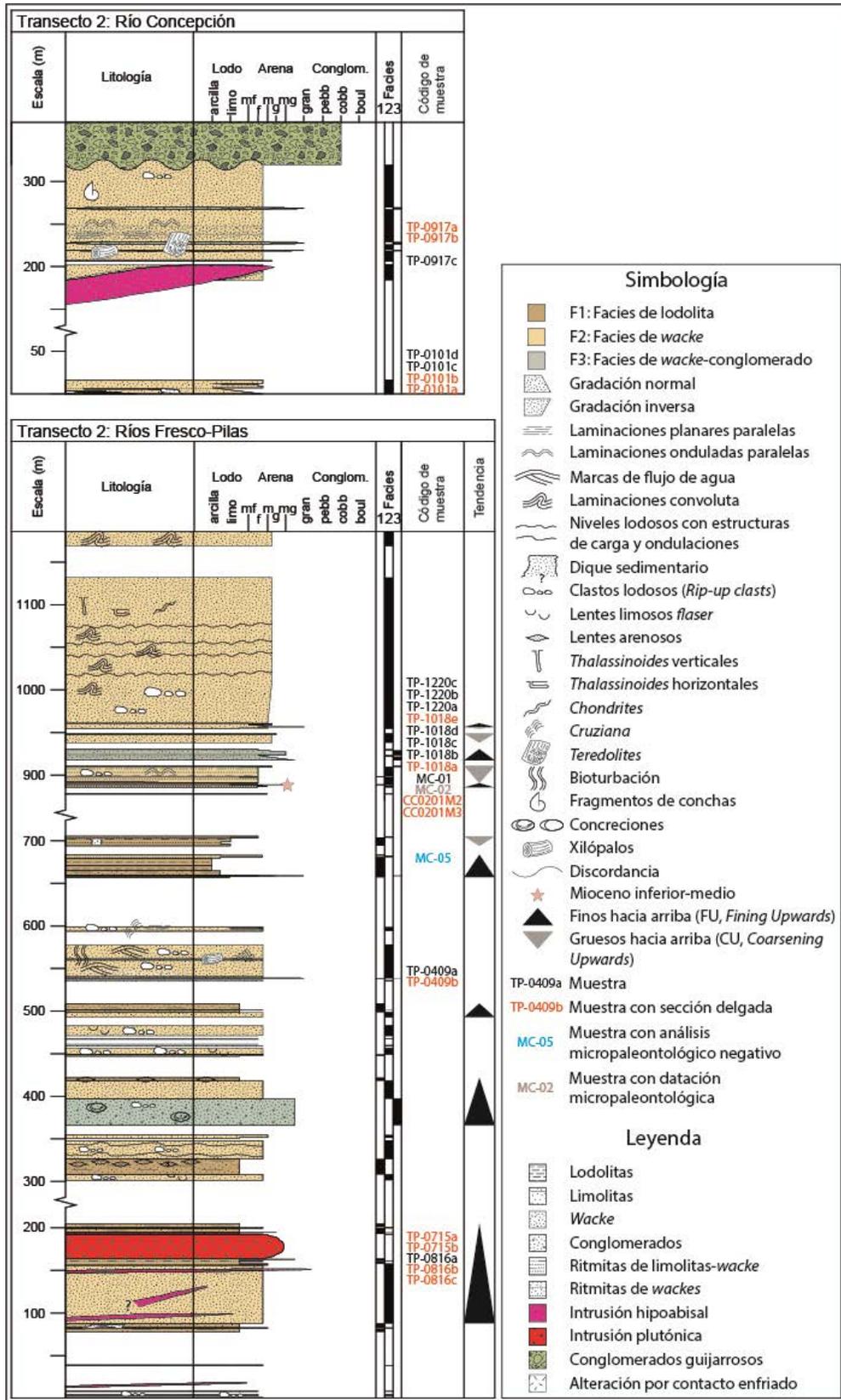


Figura 4.24. Columnas estratigráficas correspondientes al Transecto 2.

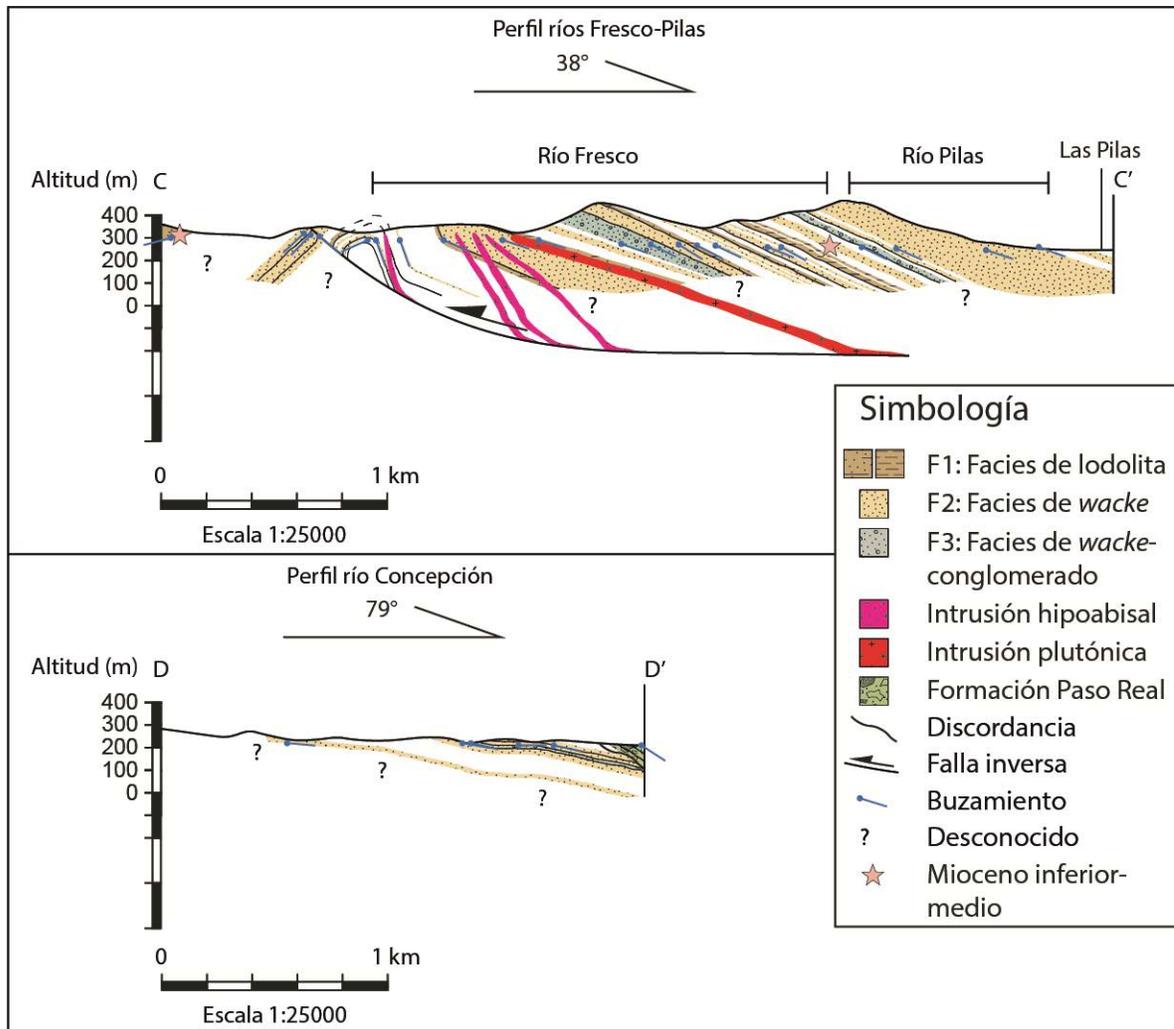


Figura 4.25. Perfiles con los vacíos de información de los ríos Fresco, Pilas y Concepción.

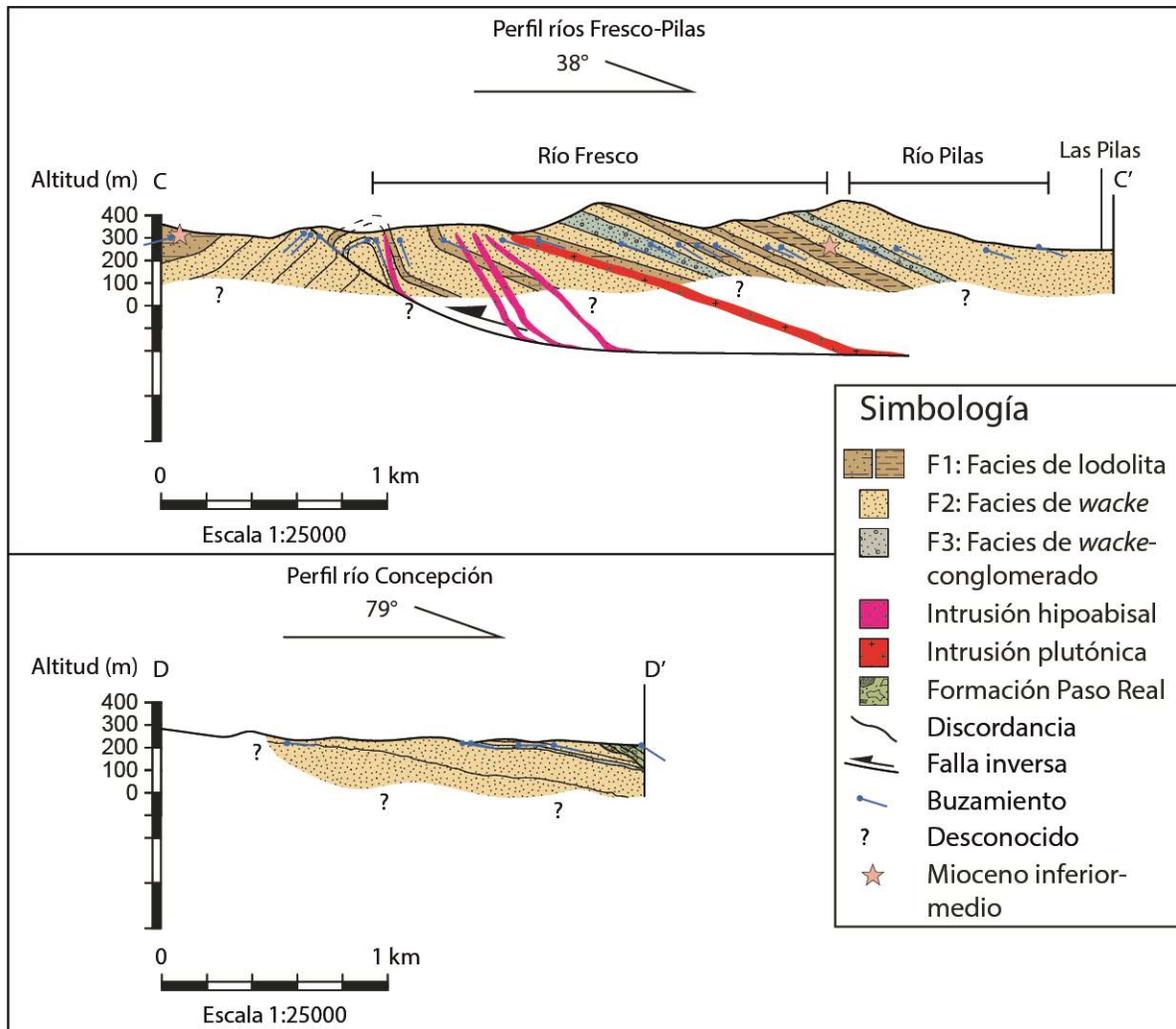
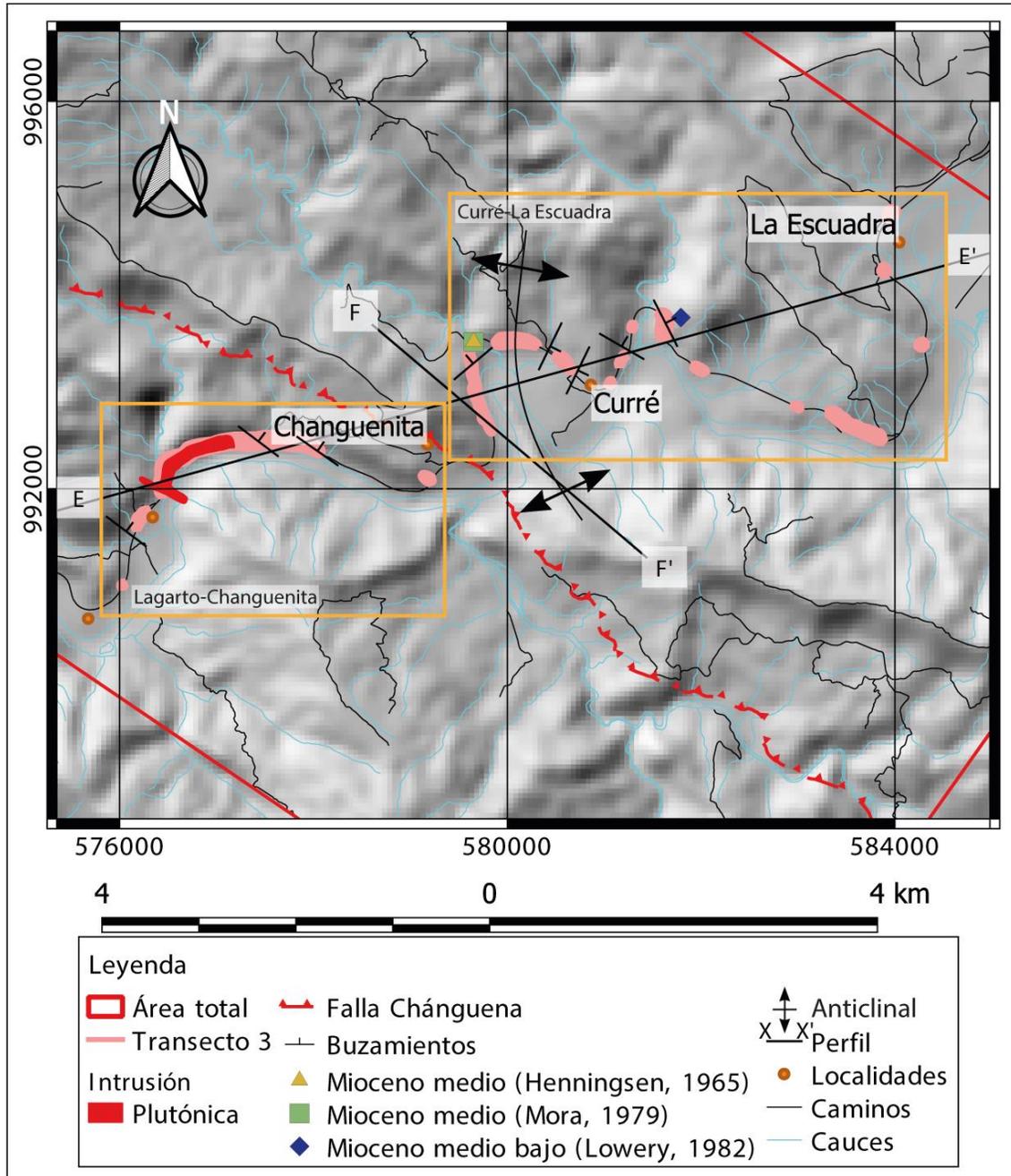


Figura 4.26. Perfiles de los ríos Fresco-Pilas y río Concepción con interpretación.

### 4.3. Transecto 3: Curré

La secuencia estratigráfica (Figura 4.27 y Figura 4.32) se llevó a cabo a lo largo de la carretera Interamericana Sur, entre Lagarto y La Escudra, al lado del río Grande de Térraba. La Figura 4.33 y Figura 4.34 muestran la relación entre la estratigrafía y los buzamientos en los perfiles.



**Figura 4.27.** Mapa de ubicación de los levantamientos en el transecto Curré. En recuadros naranja: trayecto de las columnas estratigráficas.

#### 4.3.1. Lagarto-Changuenita

El levantamiento se extendió desde Lagarto-Puerto Nuevo (576034 E / 991007 N) por 3,5 km hasta Changuenita (579220 E / 992081 N). Con direcciones de buzamiento al noreste (33°-75°) y ángulos de inclinación de 16°-66°.

Desde la base de la columna, entre Lagarto y Puerto Nuevo (Tabla 10), hasta los 630 m se encuentran limolitas con algunos estratos tobáceos decimétricos. Un dique de gabra, de al menos 50 m de ancho y 1 km de extensión a lo largo de la carretera Interamericana Sur (576468 E / 991990 N-577158 E / 992451 N), en Puerto Nuevo, intruye la columna sedimentaria hasta los 1400 m, con un contacto enfriado cuyo margen quemó la roca caja.

A partir de los 1390 m y hasta los 1620 m se presentan dos series de más de 200 m con *Fining Upwards* (FU). 1) Entre 1390-1515 m de *wacke* media a muy fina; 2) entre 1515-1620 m de un estrato métrico de *wacke* gruesa, con laminaciones planares paralelas, convolutas, carbón y concreciones, y *wacke* fina / media a lodolita, con bioturbación y estructuras de carga (Figura 4.28). Esta serie es sobreyacida por 20 m (entre 1620-1640 m) de *wacke* media/gruesa con laminaciones planares paralelas y convolutas (Figura 4.29). Entre 1932-1940 m se presenta una lodolita de 8 m, con bloques tobáceos y laminaciones planares paralelas.



**Figura 4.28.** Fotografía de afloramiento: *Wacke* media e intercalaciones de limolita con estructuras de carga (carretera interamericana Sur, cercanías de Puerto Nuevo; 577554 E / 992441 N).



**Figura 4.29.** Fotografía de afloramiento: Laminaciones planares paralelas y convolutas. En recuadro amarillo: piqueta de escala (carretera interamericana Sur, cercanías de Puerto Nuevo; 577875 E / 992423 N).

**Tabla 10.** Descripción de la columna estratigráfica entre Lagarto-Changuenita.

Altura en la columna (m)	Descripción	Estructuras tectónicas / inclinación	Estructuras sedimentarias	Estructuras biogénicas / fósiles
0-630	Limolita/lodolita con estratos tobáceos decimétricos.	Buzamiento: 33/66		
0-1400	Dique de gabro (ancho $\geq 50$ m) con piroxenos con contacto enfriado.			
1390-1515	<i>Fining Upwards</i> (FU) de <i>wacke</i> muy fina a media.	Buzamiento: 80/13; 70/20		
1390-1620	1515-1620 FU de <i>wacke</i> gruesa, fina y lodolita.	Buzamiento: 34/32	Laminaciones planares paralelas, convolutas y estructuras de carga.	Bioturbación, carbón y concreciones.
1620-1640	<i>Wacke</i> media/gruesa.	Buzamiento: 45/23	Laminaciones planares paralelas y convolutas.	
1932-1940	Lodolita con bloques tobáceos.		Laminaciones planares paralelas.	

### 4.3.2. Curré-La Escuadra

Se extendió por los alrededores de Curré, desde Changuenita (579849 E / 992596 N) hasta la quebrada La Escuadra (583891 E / 994254 N). Se presentaron direcciones de buzamiento hacia el noreste (24°; 67°); sureste (105°; 107°) y noroeste (306°; 319°), con 15°-67° de inclinación.

La Falla Chánguena, aunque su traza no fue visualizada en el campo, se observó la influencia en la configuración de un anticlinal por fallamiento inverso, con flancos al noroeste (319/67; 306/43) y sureste (105/15; 107/20). La descripción estratigráfica sigue en los alrededores de Curré (Tabla 11), con 300 m (0 a 300 m) de *Fining Upwards* (FU) de conglomerados-*wacke* gruesa, con estratificaciones y laminaciones planar paralela y convoluta (Figura 4.30).



**Figura 4.30.** Fotografía de afloramiento: Estratificaciones planares paralelas y laminaciones convolutas en *wackes* (carretera interamericana Sur, cercanías de Curré; 581030 E / 993134 N).

Entre 510-600 m, 1) una serie FU de conglomerado fino-medio, *wacke* gruesa gravosa y fina con estratos tobáceos. Se presentan laminaciones planares paralelas, *pinch and swell*, *boudinage*, bivalvos bien preservados y trozos de conchas; 2) un *Coarsening Upwards* (CU) de *wacke* media-gruesa, gruesa gravosa y conglomerado medio, con laminaciones planares paralelas, trozos de conchas y carbón.

Entre 660-840 m se observa una serie CU con *wacke* gruesa y conglomerado fino. Presenta bivalvos en buen estado, carbón, *Thalassinoides* y fragmentos de conchas.

Entre 1100-2400 m se distribuyen afloramientos principalmente de *wackes* muy finas-medias con laminaciones planares paralelas, conchas, bivalvos, carbón (Figura 4.31) y xilópalos. Algunos estratos de limolitas, entre los que se presentan composiciones tobáceas. Al techo (2400 m) se presenta un incremento en la proporción de granos de arena gruesa-muy gruesa y grava muy fina. Después de 2400 m al noreste de la quebrada La Escuadra, se encuentra una serie de conglomerados guijarrosos.



**Figura 4.31.** Fotografía de afloramiento: Carbón (carretera interamericana Sur, sección Curré-La Escuadra; 583970 E / 992916 N).

**Tabla 11.** Descripción de la columna estratigráfica entre Curré y La Escuadra.

Altura en la columna (m)	Descripción	Estructuras tectónicas / inclinación	Estructuras sedimentarias	Estructuras biogénicas / fósiles
0-300	<i>Finig Upwards</i> (FU) de conglomerado- <i>wacke</i> gruesa.	Falla Chánguena: anticlinal de flancos NW (319/67; 306/43) y SE (105/15; 107/20).	Estratificaciones y laminaciones planares paralelas y convolutas.	
510-600	FU con conglomerado fino-medio, <i>wacke</i> gruesa gravosa y fina con estratos tobáceos.	Flanco SE del anticlinal asociado a la Falla Chánguena. Buzamiento: 67 / 38	Laminaciones planares paralelas, <i>pinch and swell</i> , <i>boudinage</i> .	Bivalvos bien preservados y fragmentos de conchas.
	<i>Coarsening Upwards</i> (CU) de <i>wacke</i> media y conglomerado fino-medio.			Moldes de bivalvos, xilópalos, fragmentos de conchas y carbón.
660-840	CU de <i>wacke</i> gruesa-conglomerado fino.			Moldes de bivalvos, carbón, <i>Thalassinoides</i> y fragmentos de conchas.
1100-2400	<i>Wackes</i> muy finas-medias y limolitas. Algunas tobáceas.		Laminaciones planares paralelas.	Conchas, bivalvos, carbón y troncos fósiles.
	<i>Wacke</i> fina-media con granos de arena gruesa-muy gruesa y grava muy fina.			
2400	Conglomerados guijarrosos.			

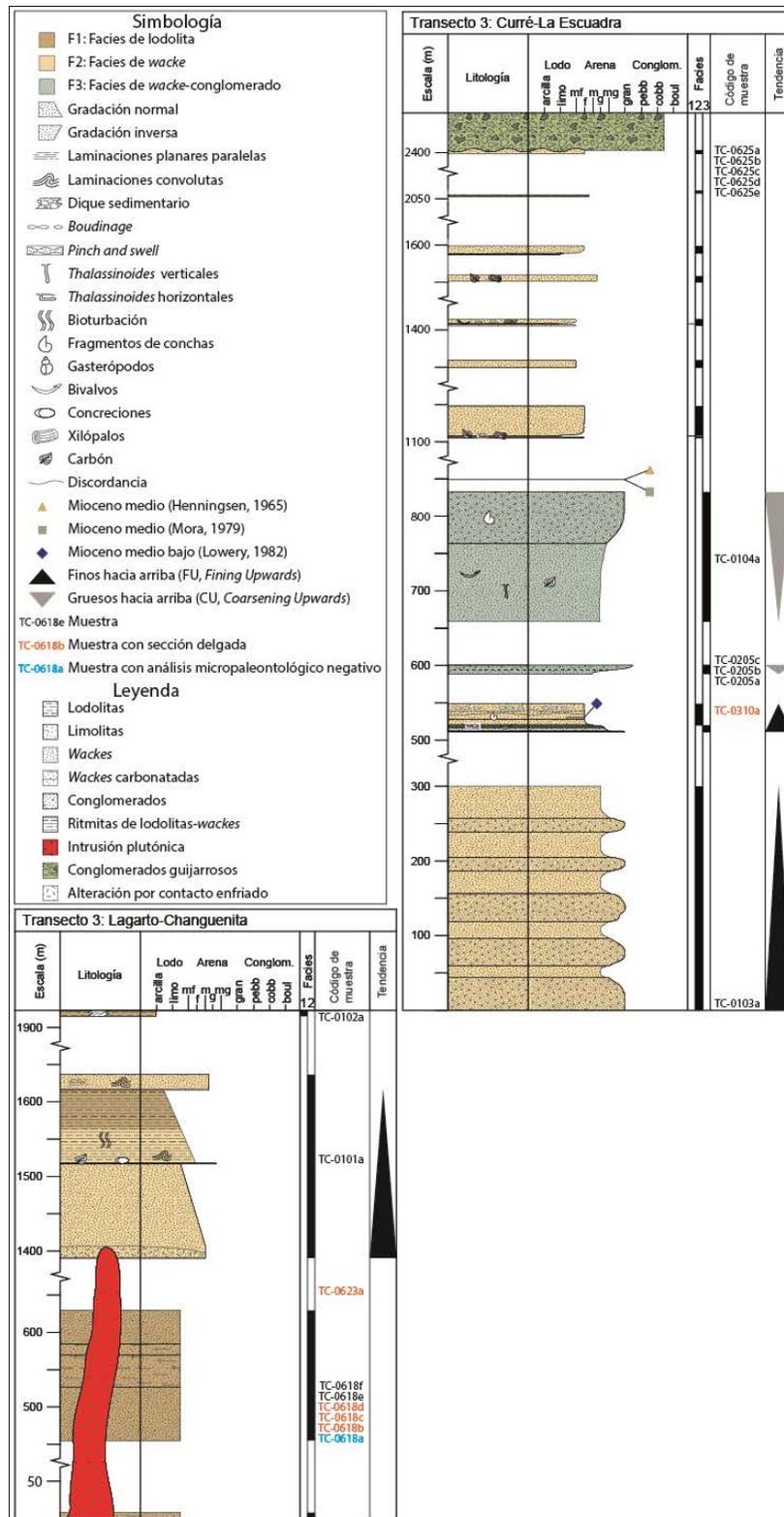
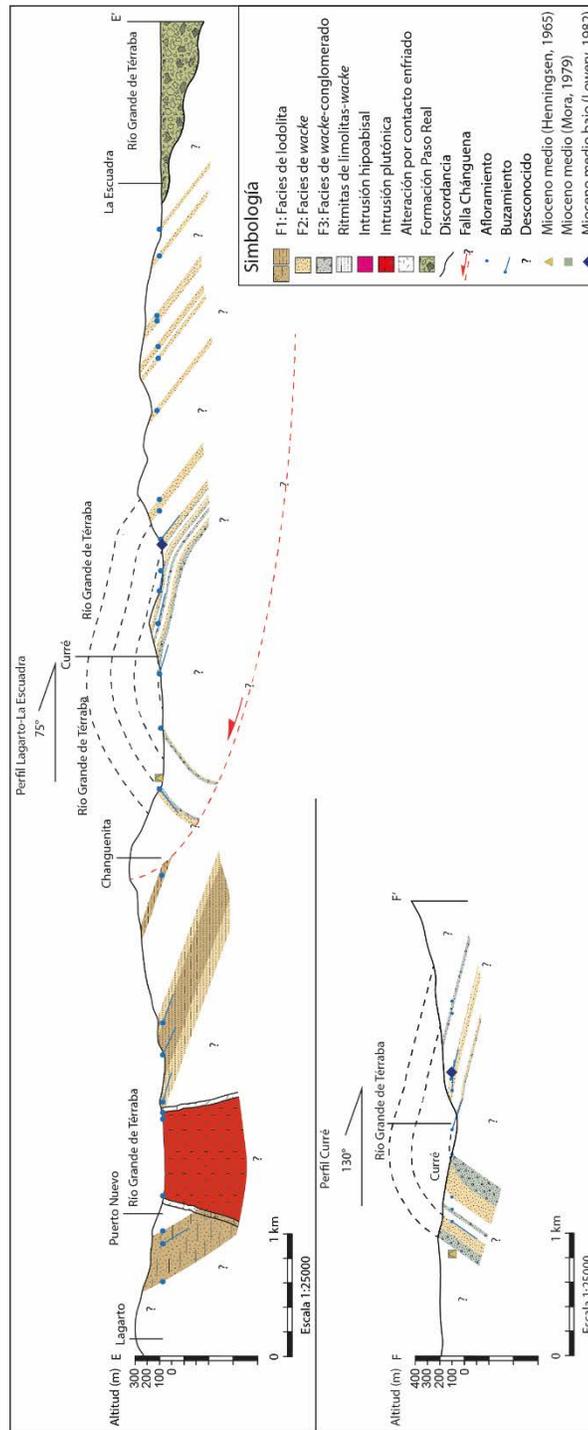


Figura 4.32. Columnas estratigráficas correspondientes al Transecto 3.



**Figura 4.33.** Perfiles con los vacíos de información de la sección Lagarto-La Escuadra y Curré, en la Carretera Interamericana Sur.

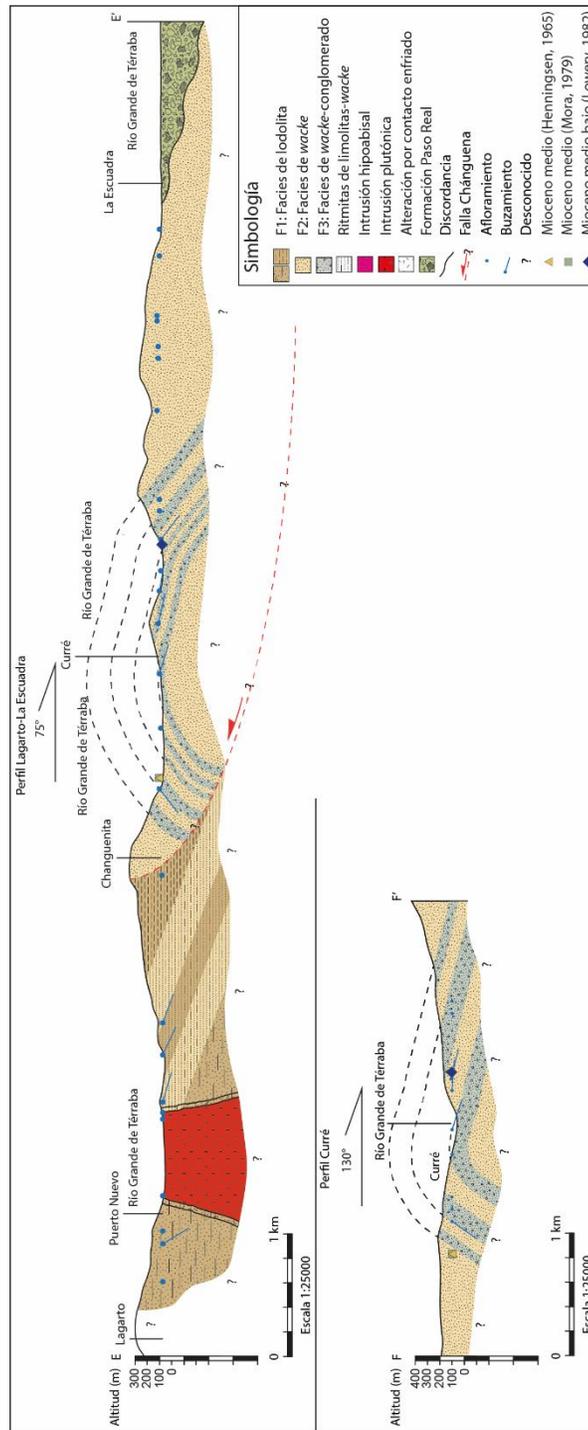


Figura 4.34. Perfiles de las secciones Lagarto-La Escudra y Curré con interpretación.

## 5. Sedimentología

Con las descripciones de roca a macro y microescalas (afloramiento y sección delgada) sobre los colores, granulometrías, composiciones litológicas, estratificaciones, estructuras sedimentarias, biogénicas y contenidos fósiles se determinó la definición de tres facies. Cada facies está interpretada en términos del mecanismo y del ambiente de depósito. Las facies se agrupan en 2 asociaciones principales, depositadas en ambientes deltaicos. Ambas comparten una composición similar y un componente volcanoclástico. De igual manera, es necesario destacar la presencia localizada de estratos y bloques tobáceos distribuidos en ambas asociaciones de facies.

### 5.1.Descripción petrográfica de las facies

#### 5.1.1. Facies de lodolita (F1)

##### *Descripción*

Se observa predominancia de feldespatos (Figura 5.1) con estado de preservación bueno a medio. Se compone por: 1) Lodolitas/arcillolitas negras con feldespatos, foraminíferos y fósiles en general (Figura 5.2); y 2) Limolitas grises muy oscuras (Figura 5.3). Presenta cemento silíceo. Tiene ocasionales composiciones tobáceas en el transecto 1 (Figura 5.4) y el 3 con esquirlas de vidrio en su matriz (Figura 5.5 y Figura 5.6).

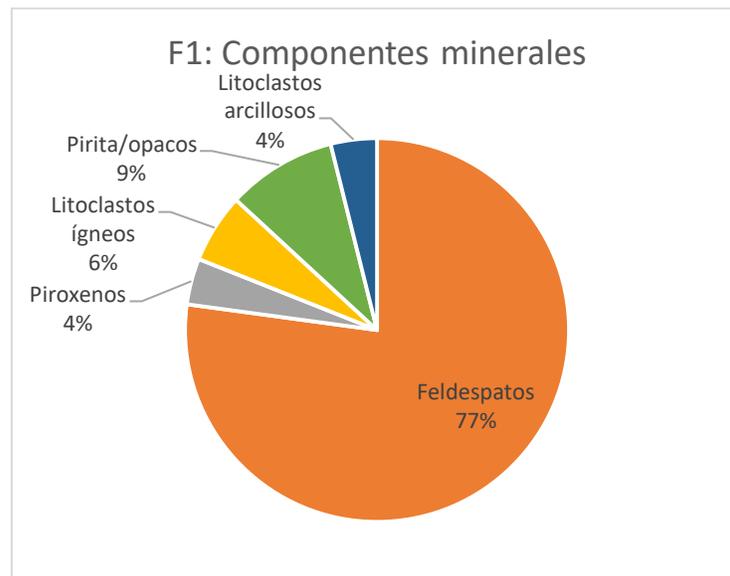
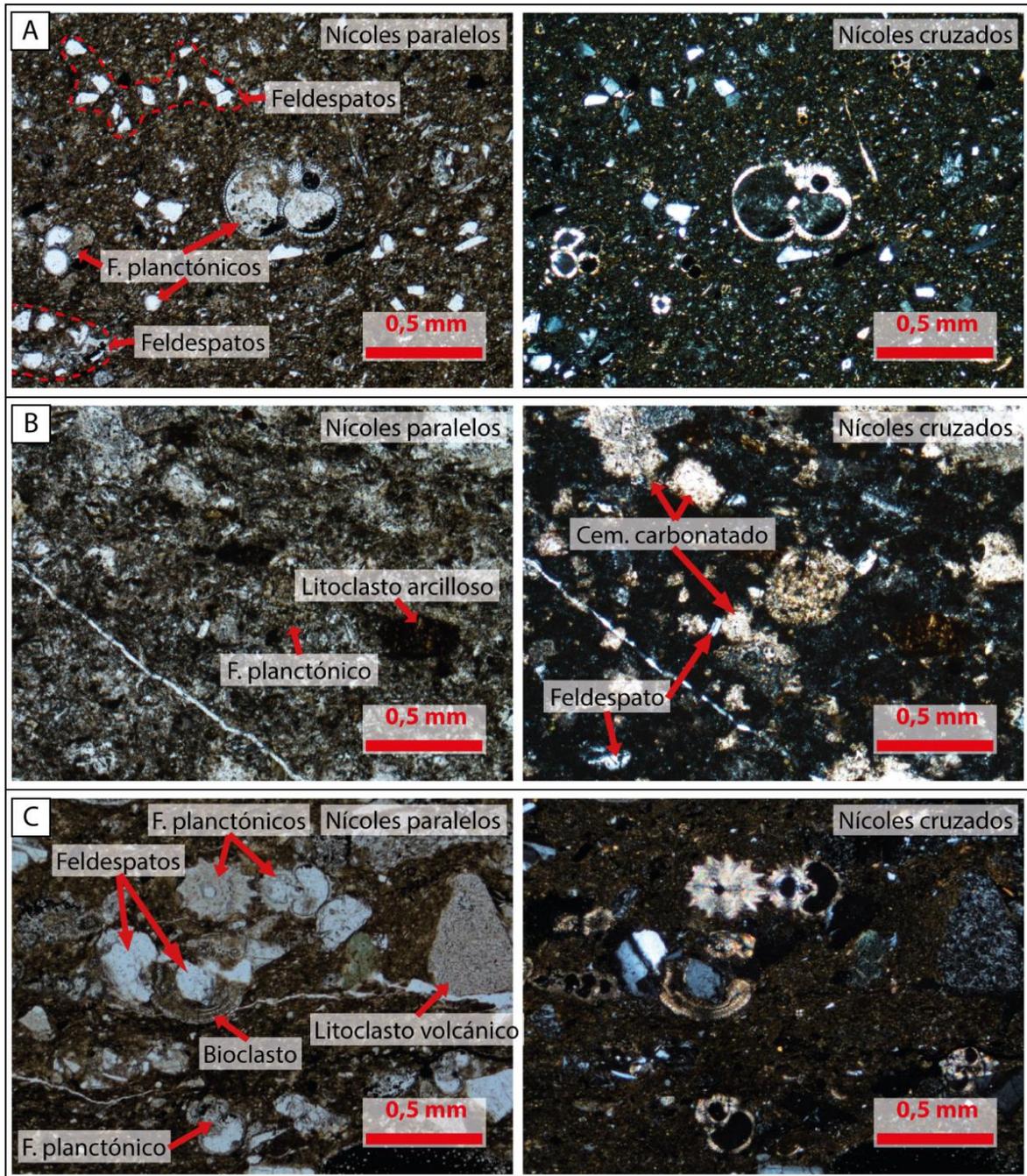


Figura 5.1. Proporción de los componentes minerales en sección delgada de F1.



**Figura 5.2.** Microfotografías de F1: A) Arcillolita con feldespatos y foraminíferos, B) Arcillolita con fósiles y C) Arcillolita fosilífera con feldespatos y arena.

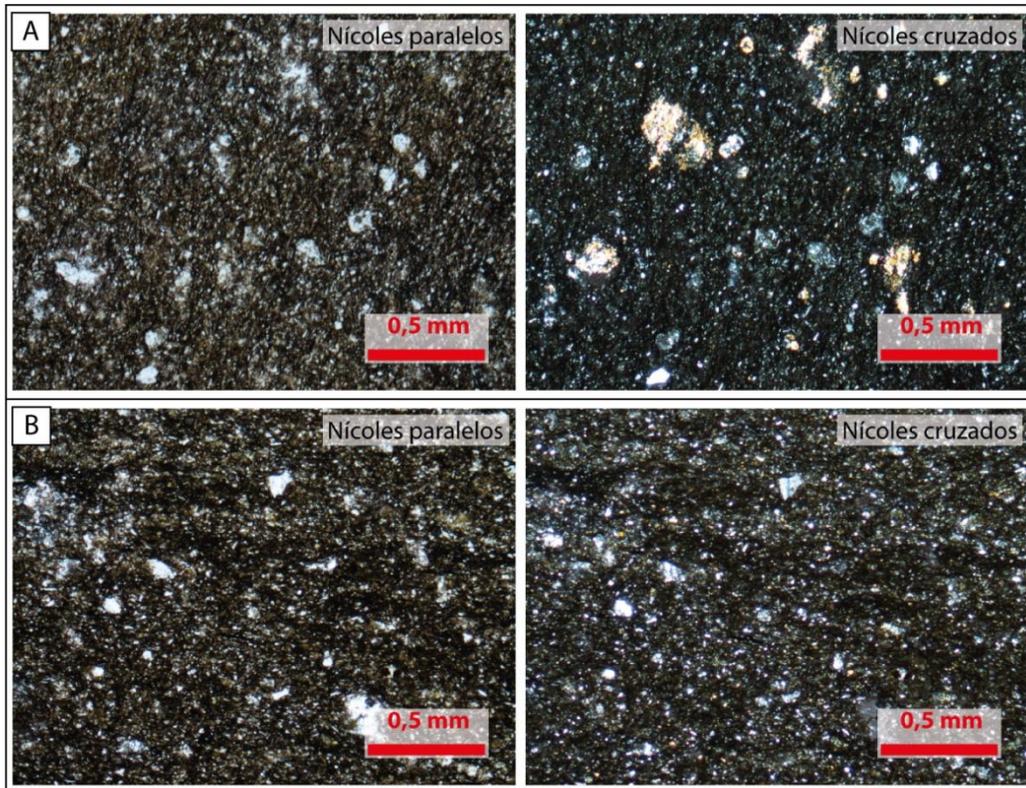


Figura 5.3. Microfotografías de F1: Limolitas grises muy oscuras: A y B) Arcillolita y limo.

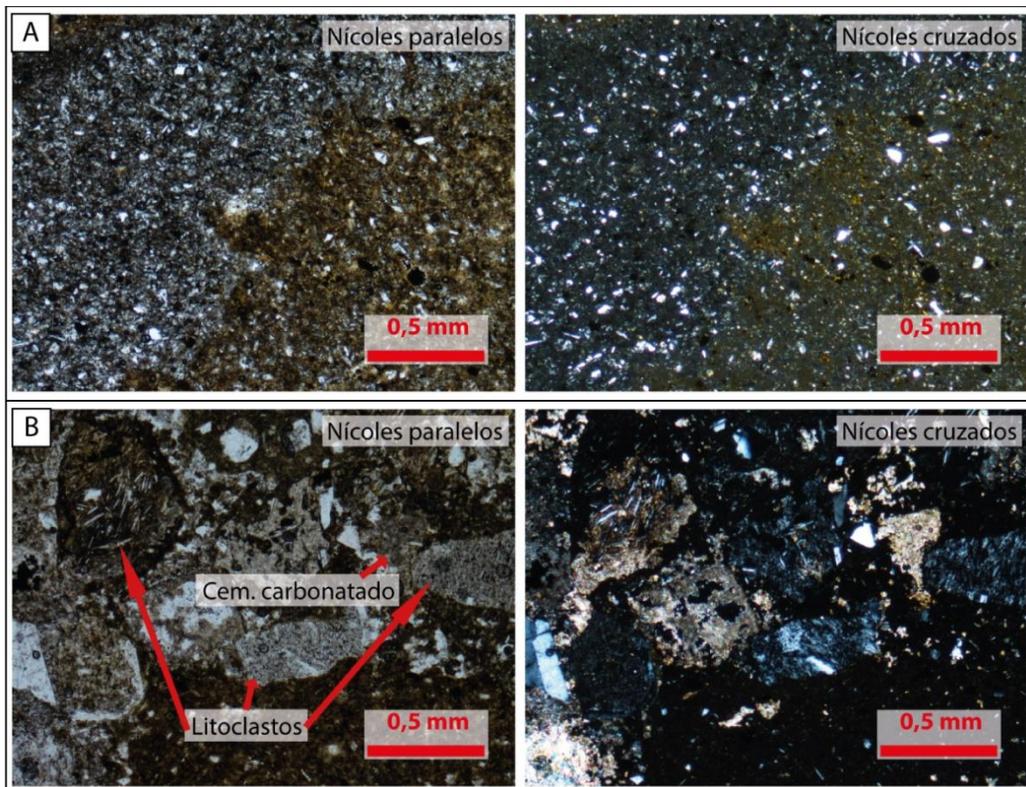
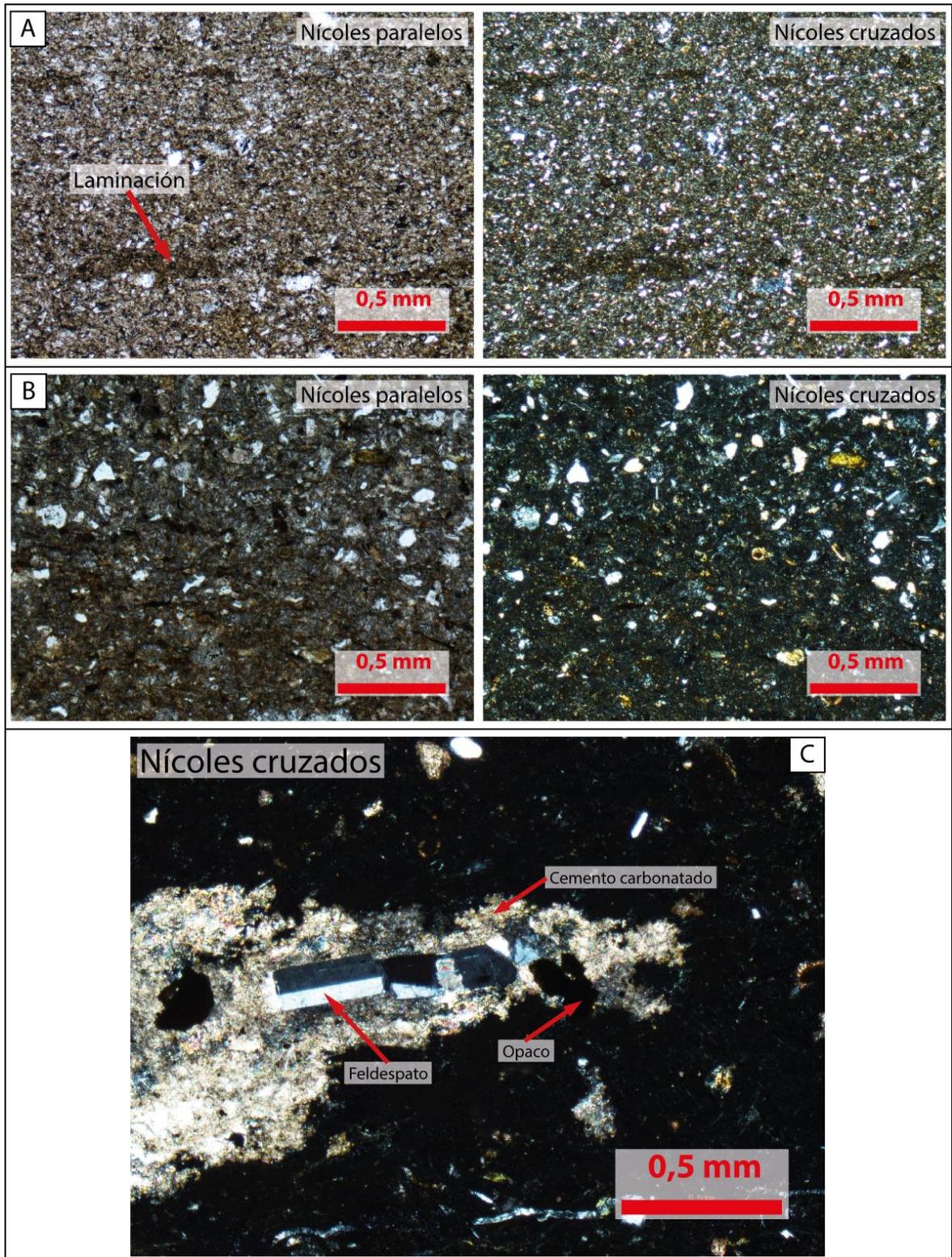


Figura 5.4. Microfotografías de F1: A y B) Arcillolita tobácea con arena y limo.



**Figura 5.5.** Microfotografías de F1, de composiciones tobáceas: A) Limolita arcillosa con feldspatos, B) y C) Arcillolita con feldspatos y arena.

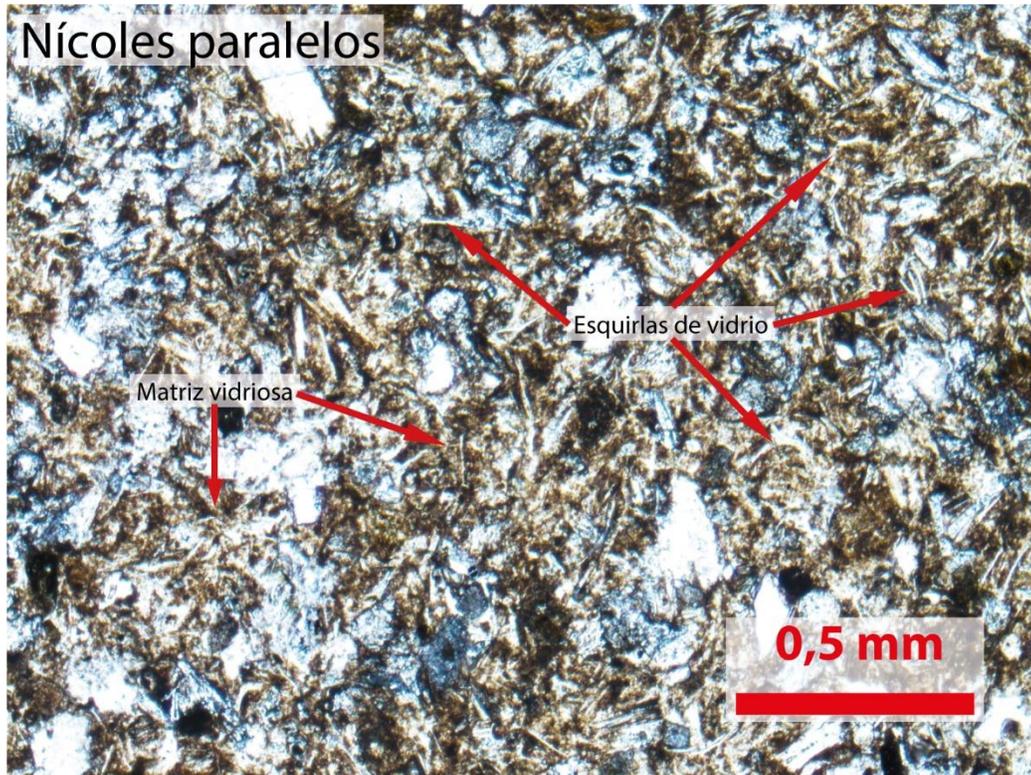


Figura 5.6. Microfotografía de F1: Limolita-wacke feldespática tobácea con esquirlas de vidrio.

### 5.1.2. Facies de *wacke* (F2)

#### Descripción

Consiste principalmente en *wackes* feldespáticas (Figura 5.7 y Figura 5.8) y algunas líticas (Figura 5.9) finas (0,125-0,25 mm), media (0,25-0,5 mm), y gruesas (0,5-1 mm), todas de color gris. Acumulaciones de granos angulares-subangulares, subredondeados y redondeados arenosos medios-grosos, gruesos, muy gruesos (1-2 mm) y de conglomerados muy finos (2-4 mm), finos (4-8 mm) y medios (8-16 mm) ocurren de manera ocasional. Granos de conglomerados gruesos (16-32 mm) se presentan únicamente en el transecto 3. F2 está compuesta predominantemente de feldespatos, litoclastos arcillosos, volcánicos y detritos de cuarzo (Figura 5.10). Presenta cemento silíceo y carbonatado.

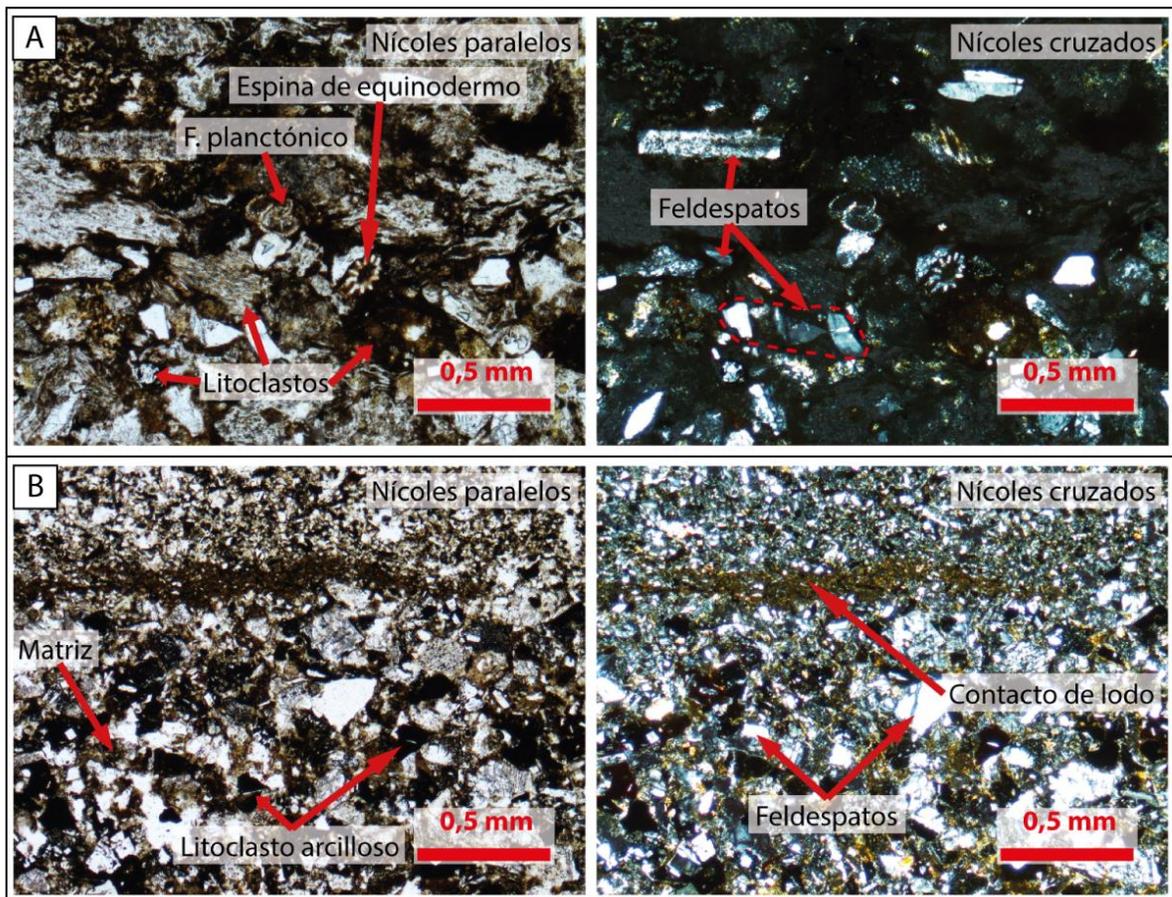


Figura 5.7. Microfotografías de F2: A) *Wacke* feldespática de grano fino-medio y B) Dos *wackes* feldespáticas de grano muy fino con contacto entre sí.

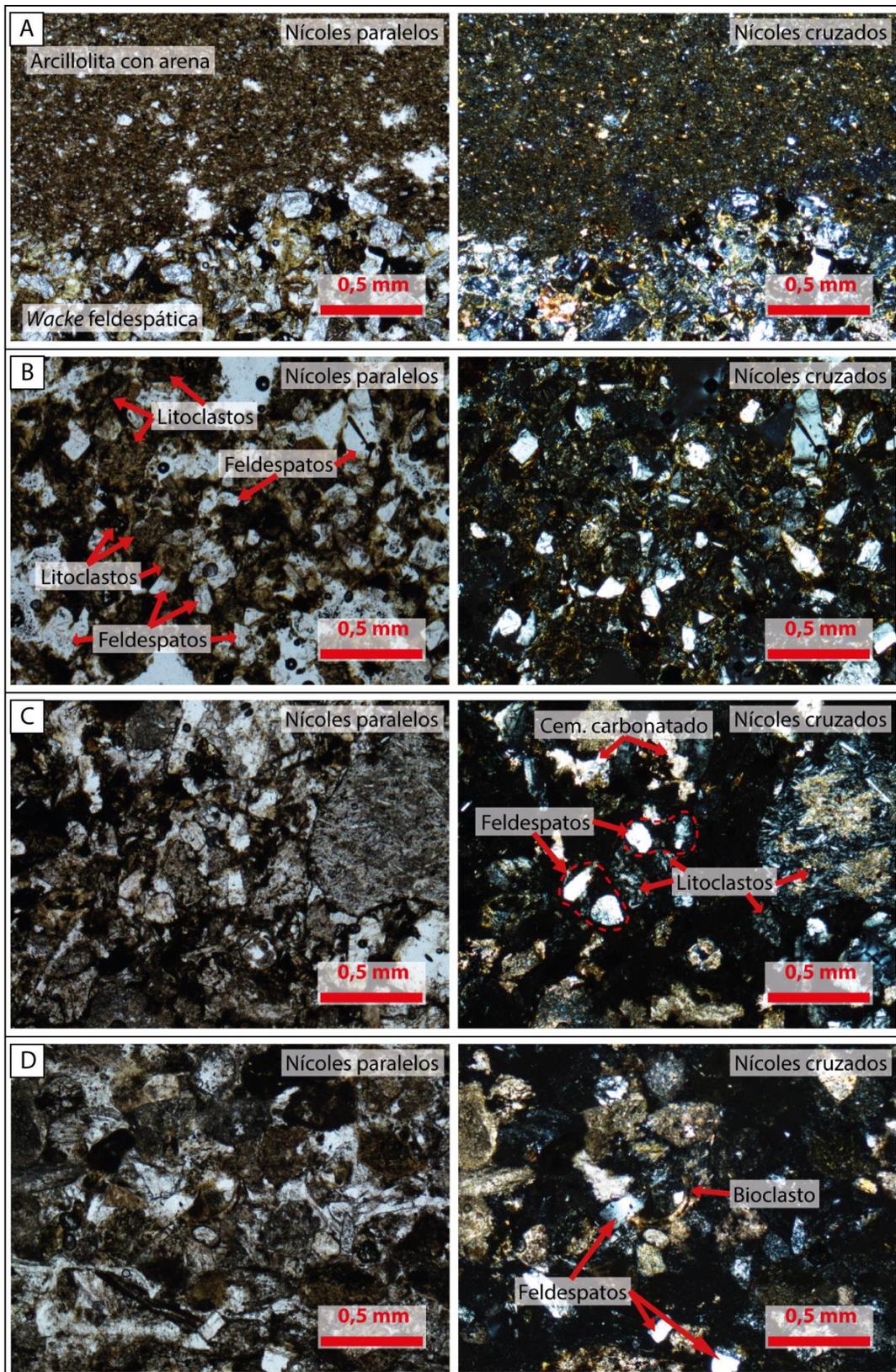


Figura 5.8. Microfotografías de F2: wacke feldespática: A) en contacto con F1 (Arcillolita con arena), B) de grano fino, C) de grano muy grueso, y D) de grano fino-medio.

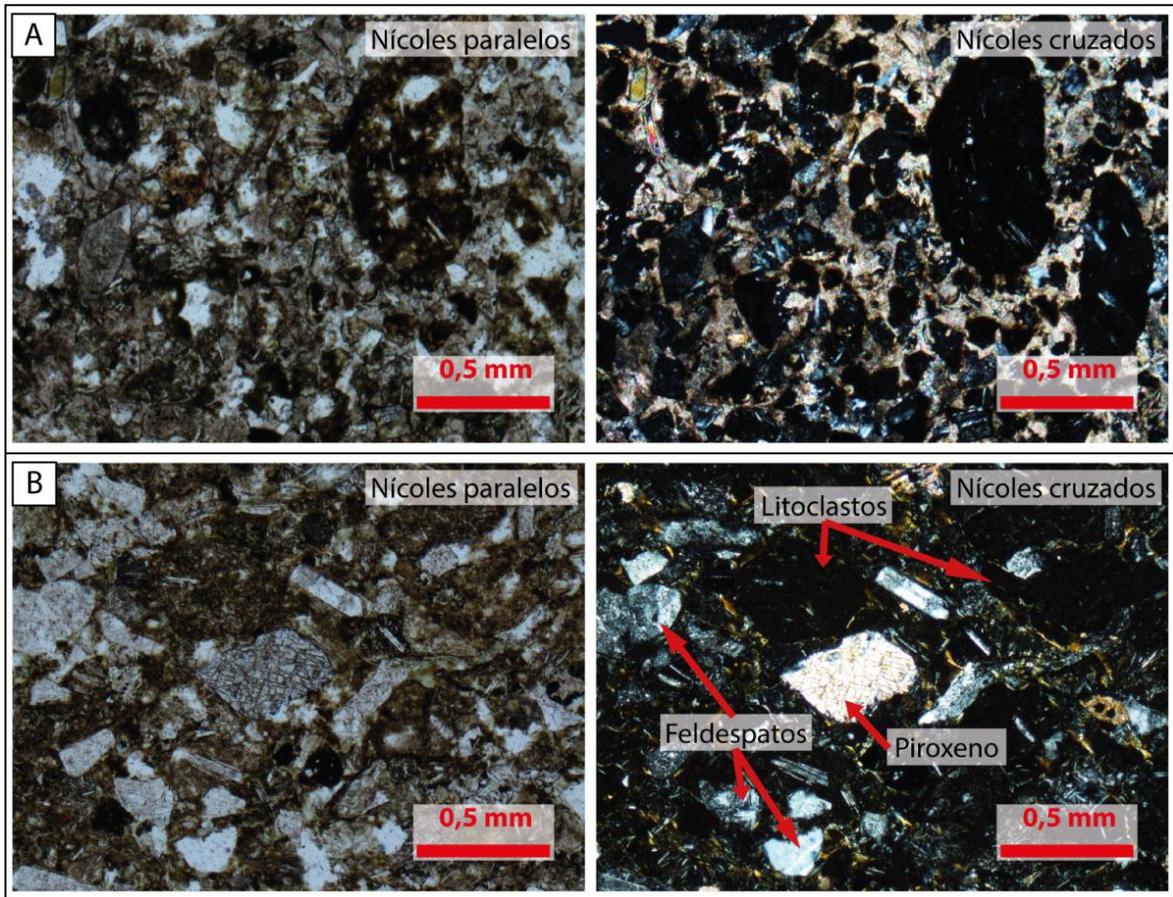


Figura 5.9. Microfotografías de F2: A) Arenisca lítica de grano muy fino-fino y B) wacke lítica de granos muy finos-gruesos.

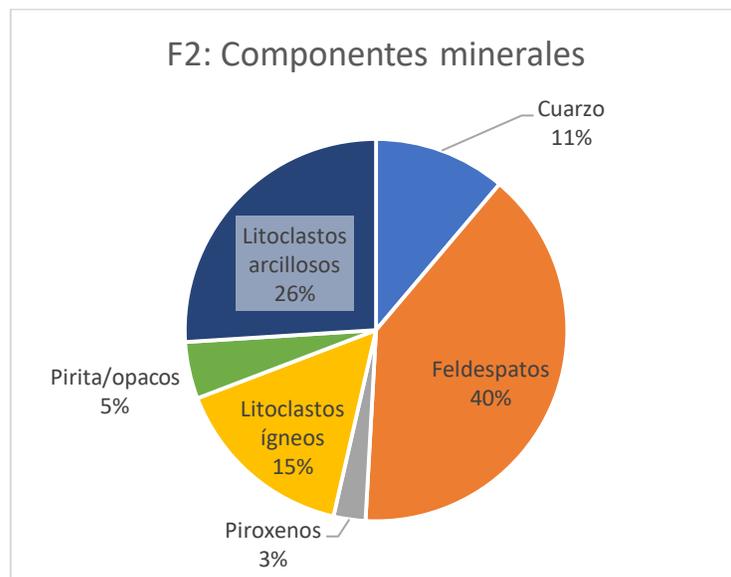


Figura 5.10. Proporción de los componentes minerales en sección delgada de F2.

### 5.1.3. Facies de *wacke*-conglomerado (F3)

#### **Descripción**

Consiste en granulometrías gruesas (Figura 5.11), desde *wacke* y arenisca media-gruesa a muy gruesa gravosa (0,5-10 mm) a grava muy fina a media-gruesa (2-32 mm). Se compone de litoclastos volcánicos subredondeados a subangulares (Figura 5.12), sedimentarios subredondeados a subangulares de areniscas (muy finas laminadas y finas medias laminadas). Algunos clastos alcanzan tamaños decimétricos (67×35 cm, Figura 5.13, y 28×20 cm, Figura 5.14). Microscópicamente, predominan los feldespatos, litoclastos volcánicos, sedimentarios variados y arcillosos (Figura 5.15 y Figura 5.16). El cemento es silíceo y carbonatado secundario.



**Figura 5.11.** Fotografía de afloramiento de F3 (río Pilas, Pilas, Buenos Aires; 560734 E / 1004344 N).



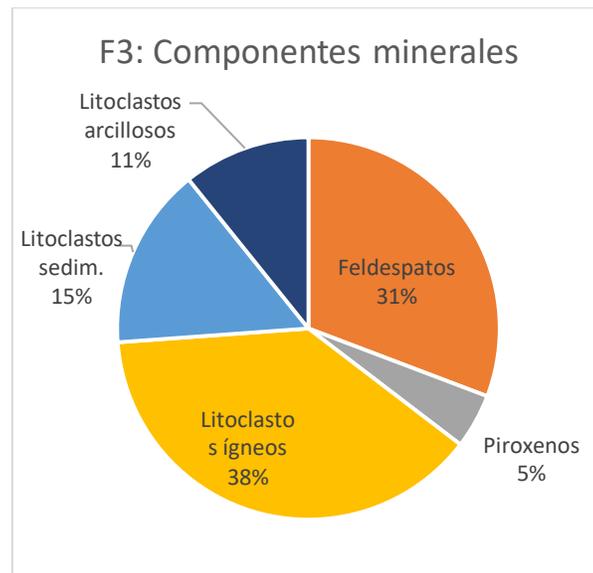
**Figura 5.12.** Fotografía de afloramiento de F3: Litoclastos volcánicos (río Pilas, Pilas, Buenos Aires; 560710 E / 1004342 N).



**Figura 5.13.** Fotografía de afloramiento de F3: Litoclasto de arenisca media-fina laminada (río Pilas, Pilas, Buenos Aires; 560650 E / 1004321 N).



**Figura 5.14.** Fotografía de afloramiento en F3: En el recuadro: litoclasto de arenisca media-fina laminada en F3 (río Pilas, Pilas, Buenos Aires; 560650 E / 1004321 N).



**Figura 5.15.** Proporción de los componentes minerales en sección delgada de F3.

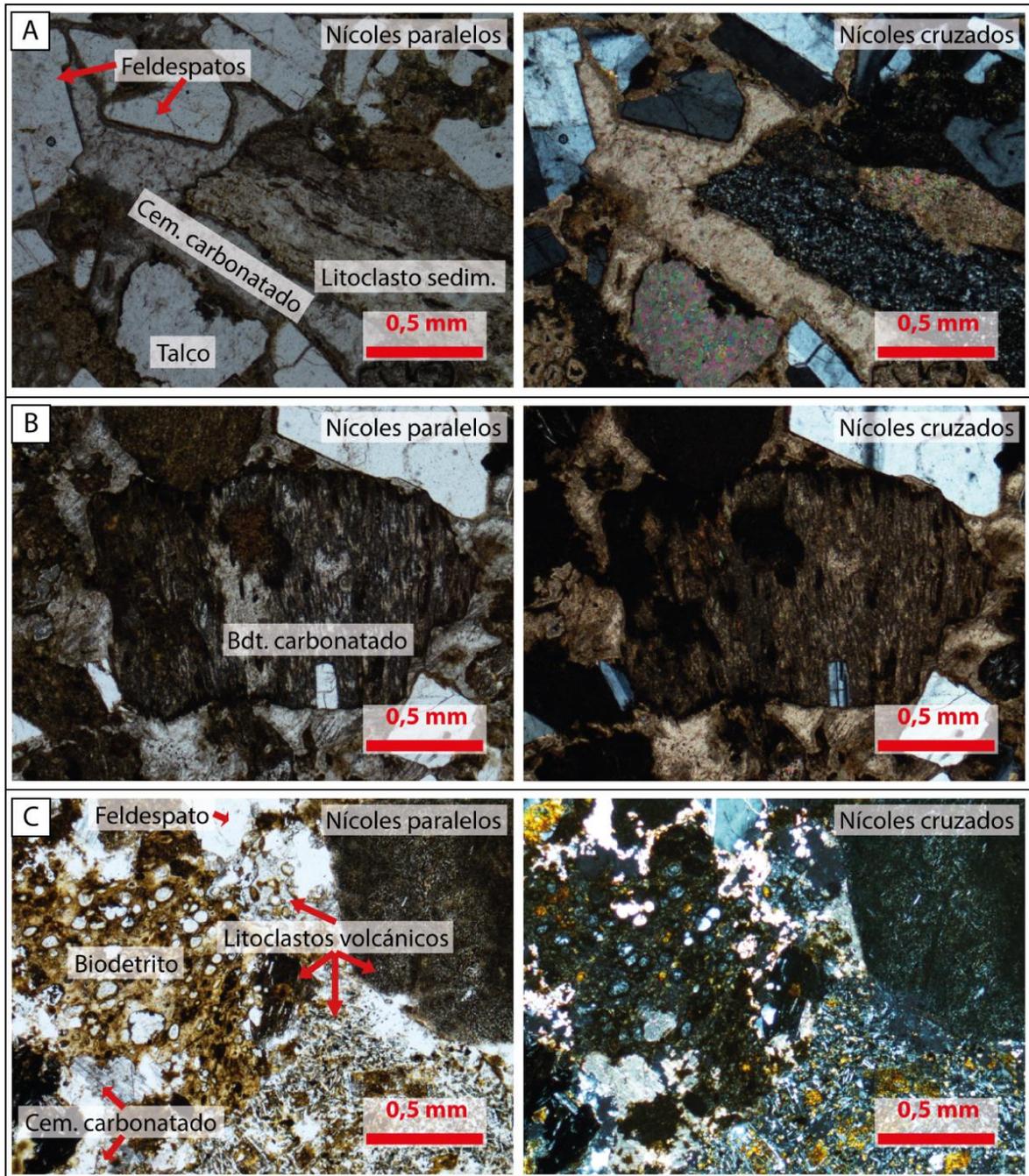


Figura 5.16: Microfotografía de F3: A) y B) Arenisca gruesa gravosa y C) arenisca lítica.

## 5.2. Asociación de facies deltaica

Representa las facies que se depositaron en un ambiente marino somero de prodelta, pendiente y frente deltaico. Esta asociación se observa por toda el área, abarcando parte de los transectos 1, 2 y 3. Como característica general, se ve influenciada por eventos energéticos fuertes que depositaron materiales medios y gruesos en este ambiente. Es cortada por una serie de intrusiones en forma de diques y un sill plutónico, relacionadas a la Formación Puerto Nuevo (Alvarado & Gans, 2012).

A continuación, se presenta la descripción de las facies F1, F2 y F3 como se mostraron en la Asociación de facies deltaica, según su distribución geográfica, estratificación, estructuras sedimentarias, biogénicas, fósiles, su relación entre ellas y su interpretación.

### 5.2.1. Facies de lodolita (F1)

#### **Descripción**

Aflora en los transectos 1 (río Platanares y quebrada Veracruz), 2 (ríos Fresco y Pilas) y 3 (entre Lagarto y Puerto Nuevo).

Los espesores de estratos de <15-30 cm. Puede formar paquetes de 1-8 m (Figura 5.17). Generalmente, se muestra fisible con superficies sanas.

F1 se encuentra intercalada con F2 y, ocasionalmente, con F3.

En estratos de menos de 1 m de espesor se presentan laminaciones onduladas y planares paralelas en alternancias centimétricas con arenisca (Figura 5.18). Se observan lentes de arenisca (laminaciones lenticulares, Figura 5.19.A), *boudinage* (Figura 5.20.A), estructuras de carga en contacto con *wackes* (Figura 5.19.B) y algunos diques sedimentarios (Figura 5.20.B). Se pueden observar trazas fósiles tipo *Thalassinoides* (Figura 5.20.C) y *Chondrites* (Figura 5.20.D) en cantidad moderada, nódulos silíceos con foraminíferos planctónicos sustituidos en su centro (Figura 5.21.A, B y Figura 5.22), concreciones (Figura 5.21.C) y trozos milimétricos de materia orgánica y centimétricos de xilópalos (Figura 5.21.D), ambos en poca cantidad. Predomina la microfauna pelágica, presencia levemente mayor de foraminíferos planctónicos con respecto a bentónicos (Figura 5.23 y Figura 5.24). También, se pueden encontrar microgasterópodos y ostrácodos, además, bivalvos bien preservados (Figura 5.25) y pocos bioclastos como, espinas de equinodermos, gasterópodos y fragmentos indeterminados, especialmente en lentes arenosos.

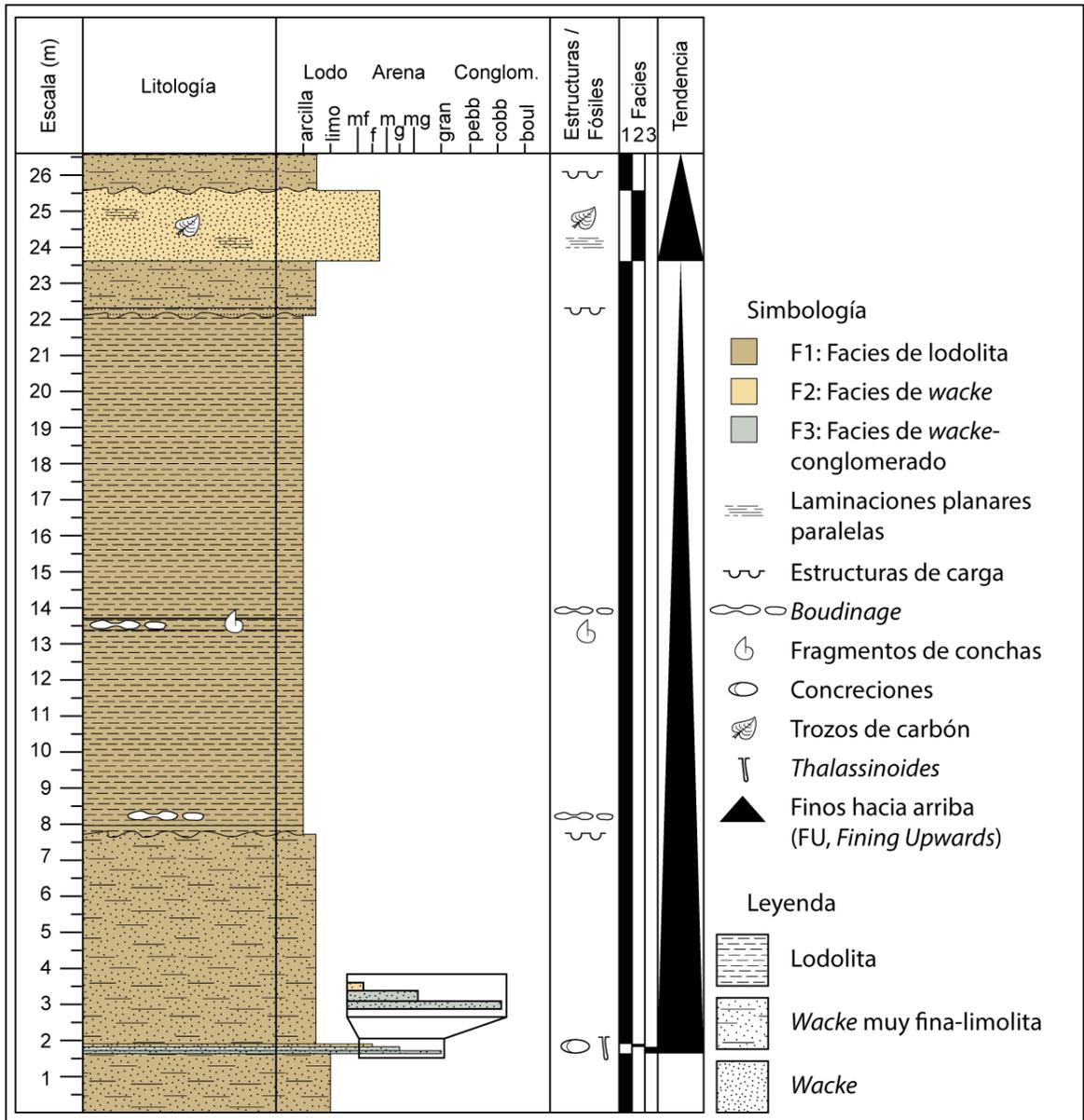
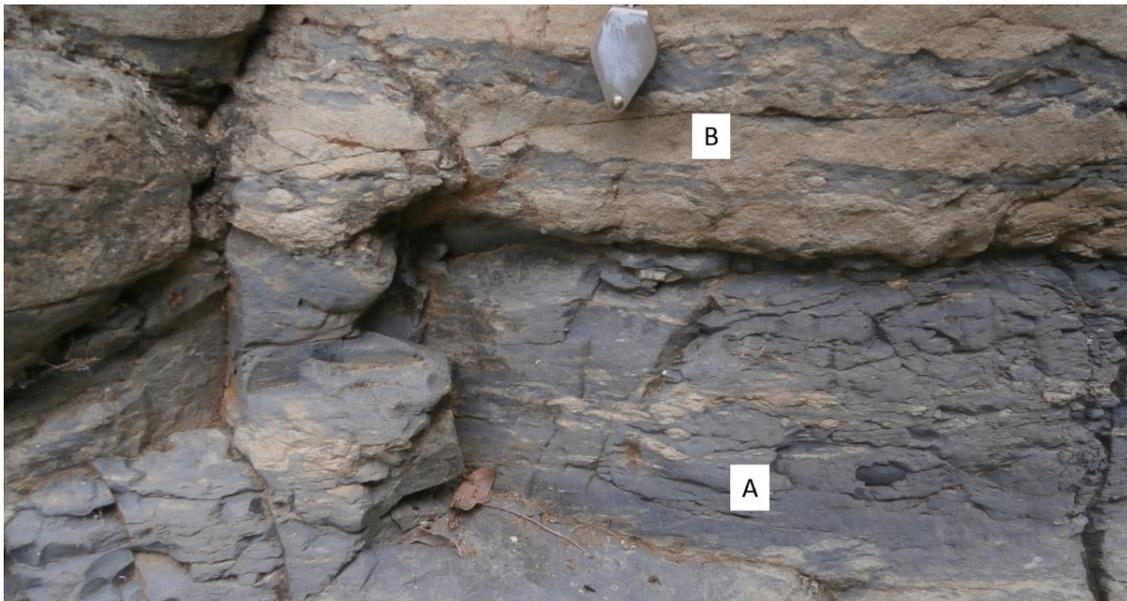


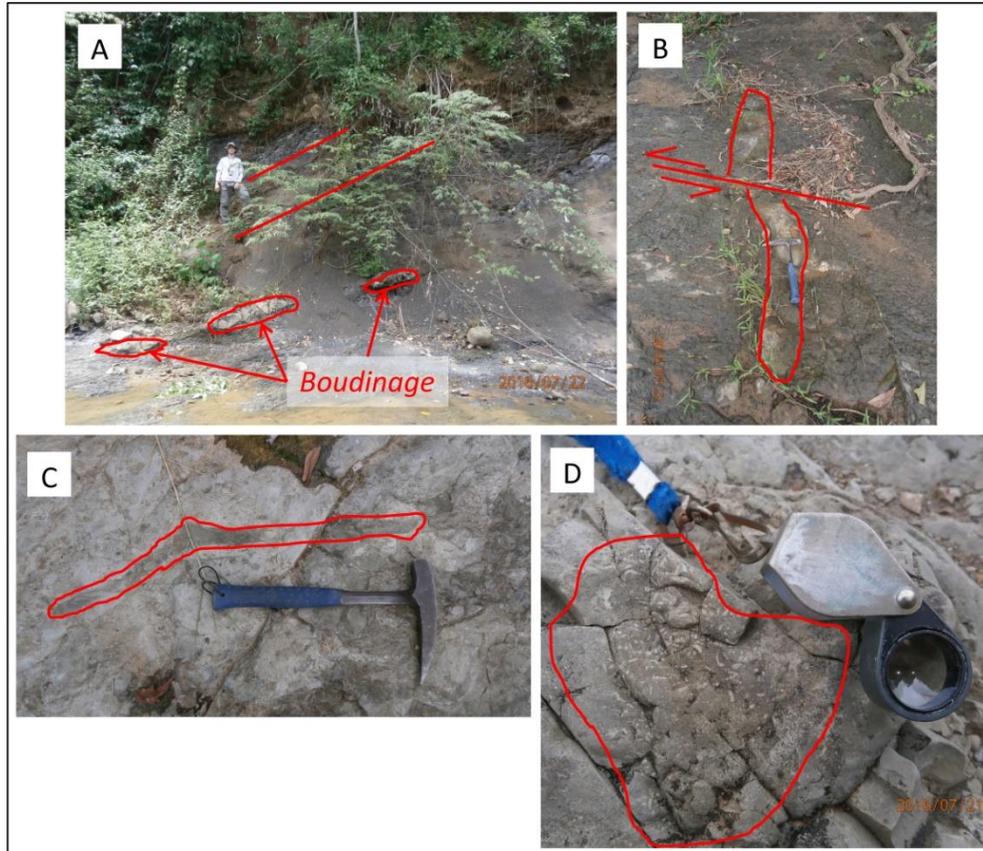
Figura 5.17. Columna estratigráfica de una sección del río Fresco, Pilas, Buenos Aires (560539 E / 1003800 N).



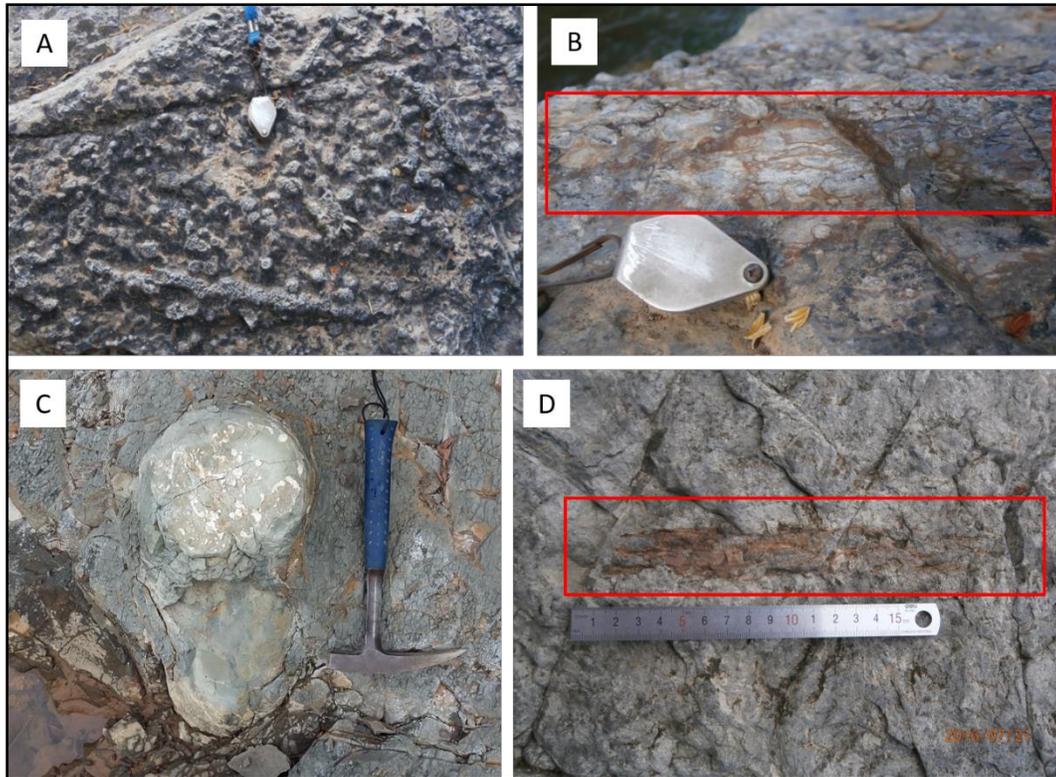
**Figura 5.18.** Fotografía de afloramiento de F1: Laminaciones onduladas paralelas y planares paralelas (carretera interamericana Sur, cercanías de Puerto Nuevo; 577554 E / 992441 N).



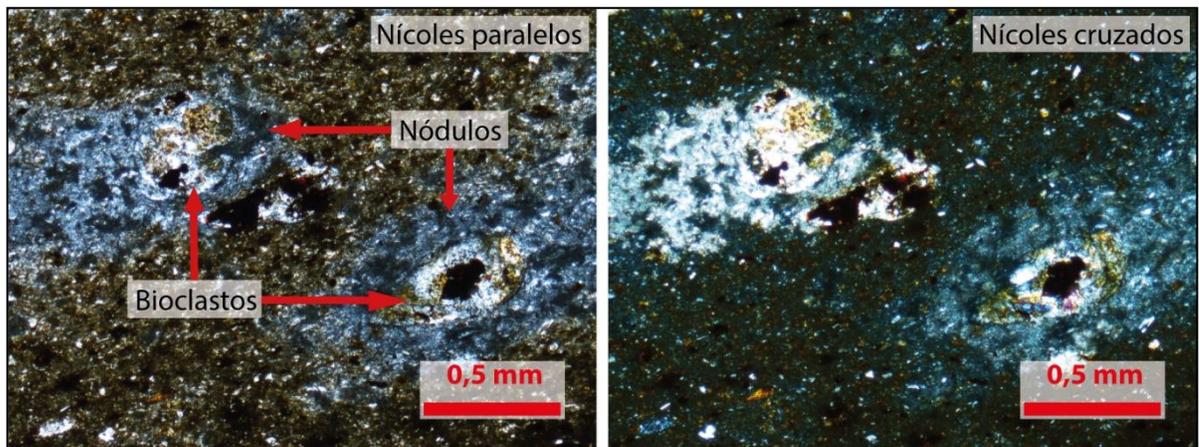
**Figura 5.19.** Fotografía de afloramiento de F1: A) Lentes de arenisca en lodolita (laminación lenticular) y B) alternancias entre lodolita y arenisca con estructuras de carga (río Fresco, Pilas, Buenos Aires; 560399 E / 1002384 N).



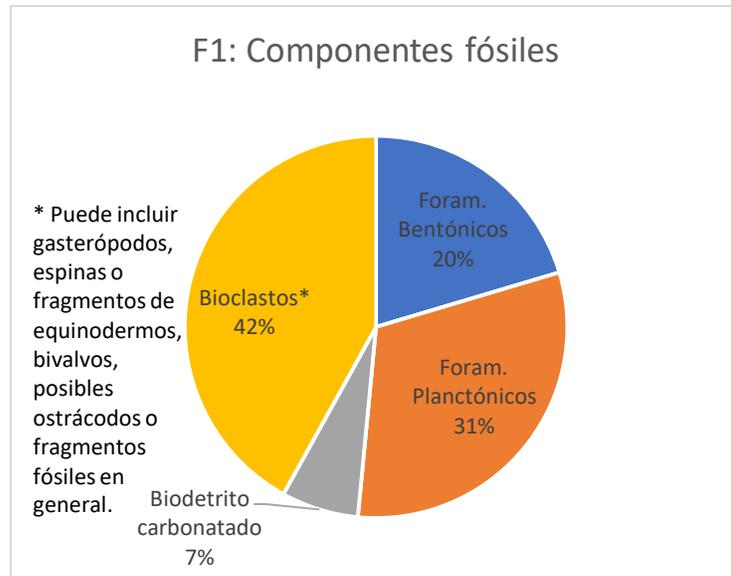
**Figura 5.20.** Fotografía de afloramiento de F1: A) *Boudinage*; B) Dique sedimentario fallado (río Fresco, 560517 E /1003863 N); C) *Thalassinoides* y D) *Chondrites* (río Pilas; 560526 E / 1004291 N).



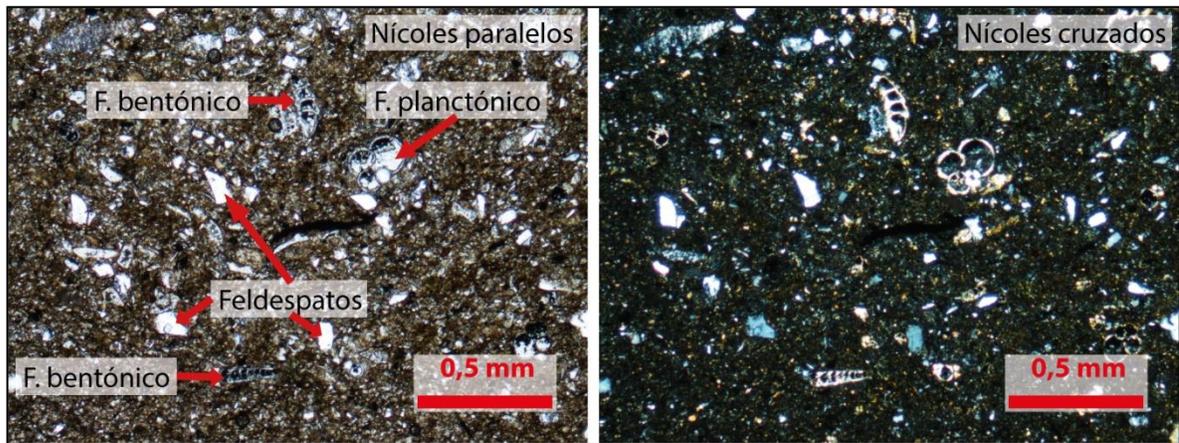
**Figura 5.21.** Fotografía de afloramiento de F1: A) Nódulos silíceos con bioturbación en vista de planta; B) En el recuadro: nódulos en vista de perfil (río Pilas; 560498 E / 1002514 N); C) Concreción (río Fresco; 559682 E / 1001070 N) y D) En el recuadro: xilópalo centimétrico (río Pilas; 560498 E / 1002514 N).



**Figura 5.22.** Microfotografía de F1: Nódulos silíceos con bioclastos sustituidos.



**Figura 5.23.** Proporción de los componentes fósiles en sección delgada de la facies de lodolita.



**Figura 5.24.** Microfotografía de F1: Arcillolita con feldespatos y foraminíferos.



**Figura 5.25.** Fotografía de afloramiento de F1: Bivalvo en río Fresco, Pilas, Buenos Aires (559682 E / 1001070 N).

### ***Interpretación***

F1 representa un ambiente de prodelta y frente deltaico. La granulometría, esencialmente fina, se interpreta como el resultado de la sedimentación de materiales en suspensión, reflejado en laminaciones planares paralelas (Collinson et al., 2006). Presenta *ripples* arenosos aislados (laminaciones lenticulares) en un cuerpo de lodolita, lo que indica períodos de corrientes subacuáticas en medio de períodos de relativa calma. Las ondulaciones presentadas se habrían formado por los efectos de la diagénesis durante la compresión diferencial de los estratos (Collinson et al., 2006). La composición predominantemente feldespática sugiere un origen volcaniclástico. La común ocurrencia de foraminíferos planctónicos asociada a la escasez de bioclastos pequeños de organismos de someros también indica un ambiente tipo *offshore*. La poca diversidad de trazas fósiles puede significar la presencia de un ambiente de oxígeno reducido que favorece el desarrollo de *Chondrites* y *Thalassinoides* (MacEachern et al., 2005).

### 5.2.2. Facies de *wacke* (F2)

#### **Descripción**

Aflora en los transectos 1 (río Platanares y quebrada Veracruz), 2 (ríos Fresco y Pilas) y 3 (entre Lagarto y Puerto Nuevo).

Aflora en estratos de <10-90 cm, y en paquetes masivos de 1-30 m de espesor (Figura 5.26). Se presentan paquetes con *fining upwards* y estratos con gradación normal e inversa.

F2 se encuentra intercalada con F1 y, ocasionalmente, con F3.

F2 muestra estructuras de corriente asociadas a acumulaciones de granos de arena gruesa a grava fina (Figura 5.27.A y Figura 5.28.A), con laminaciones planares paralelas (Figura 5.27.B y Figura 5.28.A) y onduladas paralelas (Figura 5.27.C). Adicionalmente, se pueden observar lentes *flaser* limosos (Figura 5.28.B) relacionados a niveles lodosos y alternancias centimétricas y decimétricas de lodolita. Estructuras de carga, en flama (Figura 5.28.C y Figura 5.29) y laminaciones onduladas marcan el contacto de algunos estratos de F1. Los paquetes métricos masivos se caracterizan por la escasez de estructuras sedimentarias, no obstante, se presentan *rip-up clasts* lodosos redondeados de tamaños centimétricos a decimétricos (Figura 5.30.A). Estos se observan junto con laminaciones convolutas (Figura 5.30.B) y ocasionales *slumps* (Figura 5.31). Se puede presentar adelgazamiento o engrosamiento de estratos.

F2 presenta bioturbaciones, trazas fósiles *Thalassinoidea* (Figura 5.32), *Skolithos* (Figura 5.33) y *Chondrites* (Figura 5.34). Se observan ocasionales xilópalos y poca materia orgánica en forma de carbón (microscópicamente intergranular en algunos contactos *wacke*/lodolita). Raramente se observan bivalvos en buen estado y gasterópodos en paquetes de granos muy finos. También se encuentran bioclastos de conchas, foraminíferos planctónicos, bentónicos y biodetritos carbonatados indeterminados (Figura 5.35 y Figura 5.36), además de cemento carbonatado secundario.

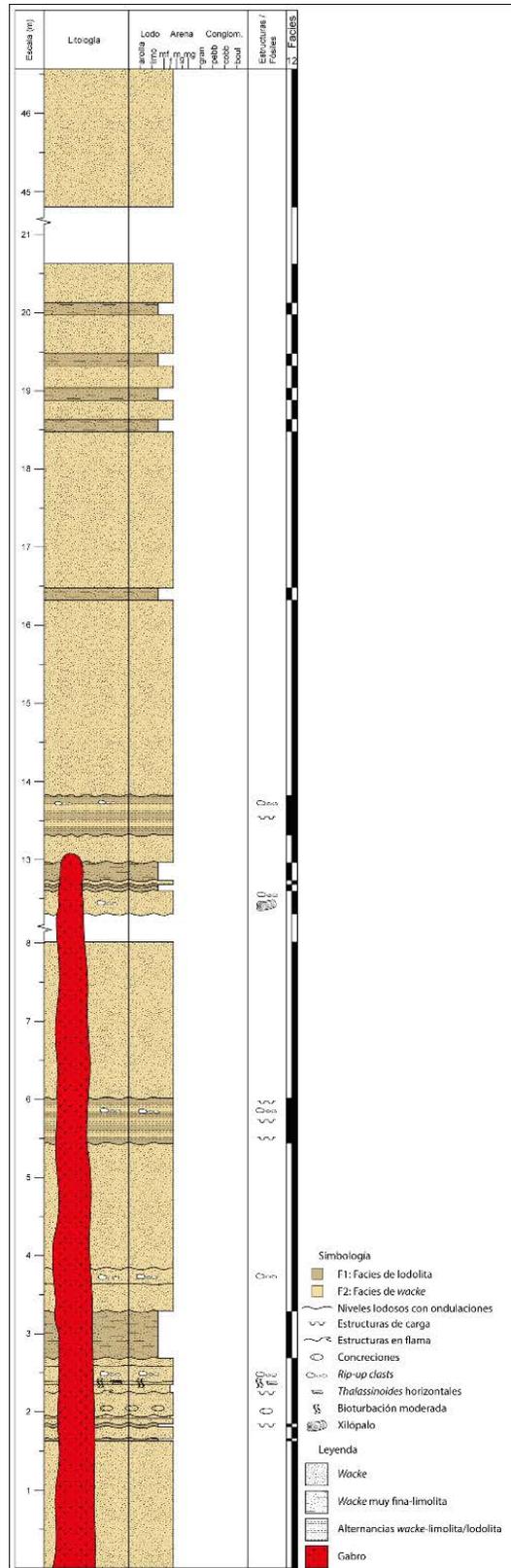
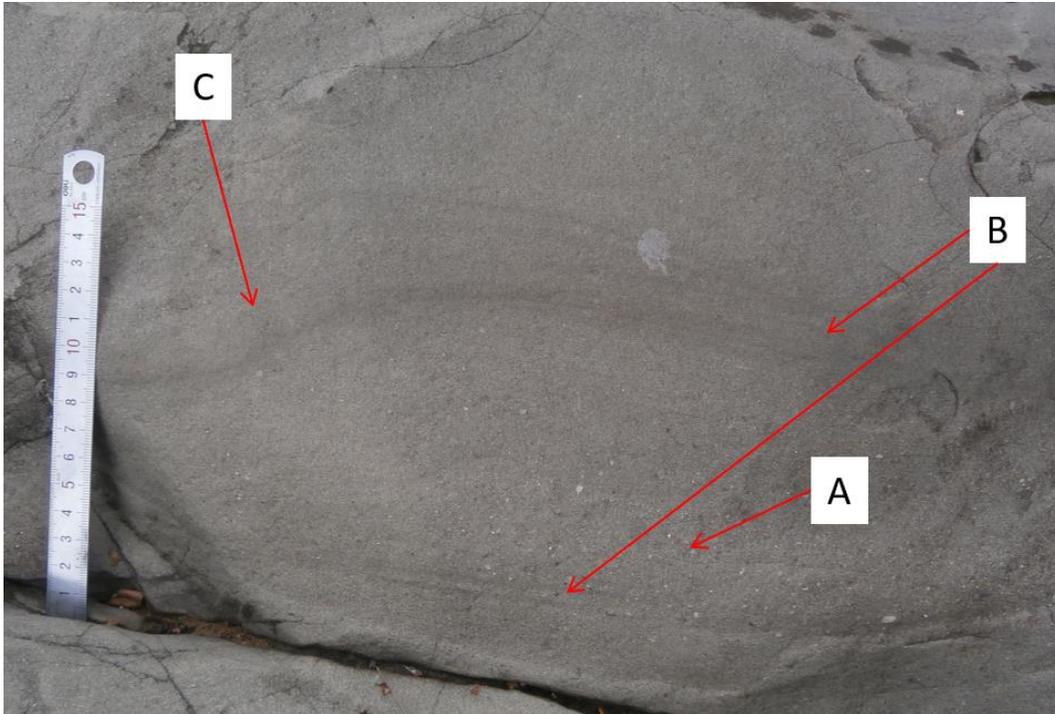
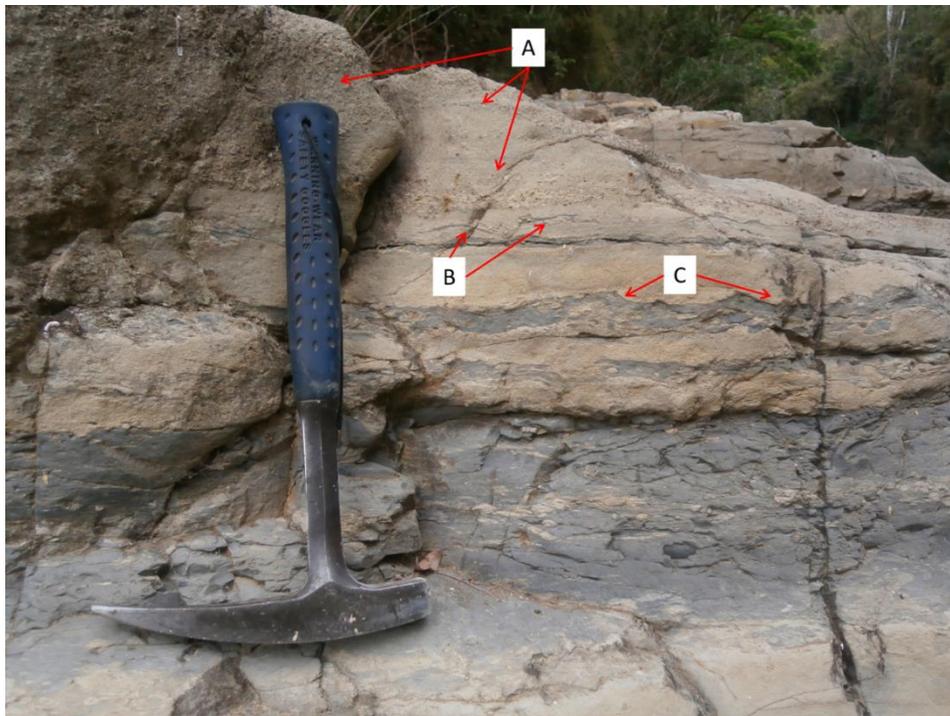


Figura 5.26. Columna estratigráfica de una sección de la quebrada Veracruz, Pejibaye, Pérez Zeledón (550686 E / 1007704 N).



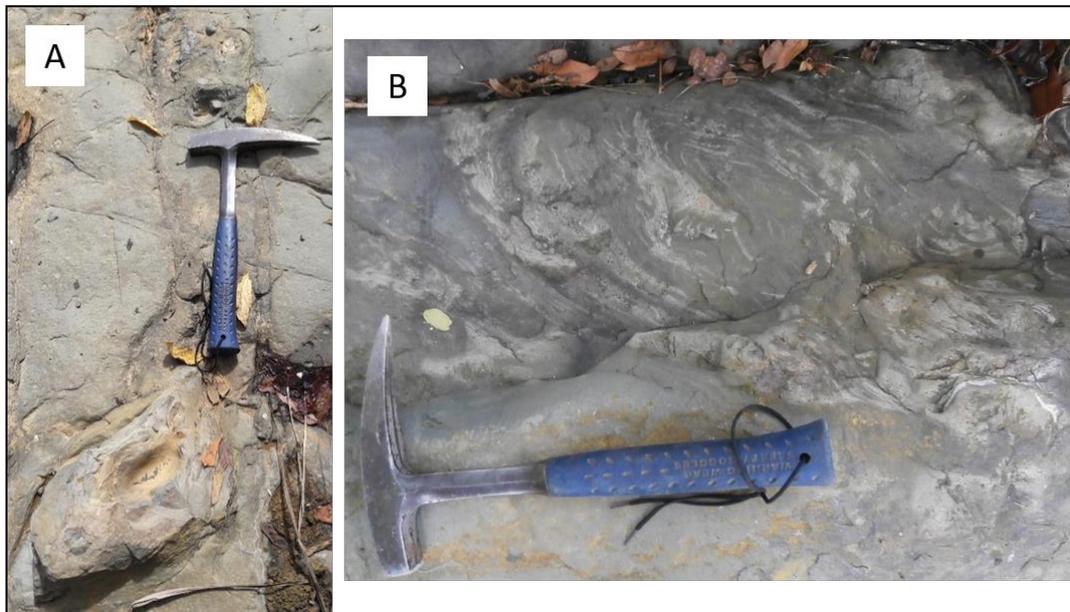
**Figura 5.27.** Fotografía de afloramiento de F2, estructuras de corriente con: A) Acumulaciones de arena gruesa a grava fina; B) Laminaciones planares paralelas y C) Laminaciones onduladas paralelas (río Fresco, Pilas, Buenos Aires; 560562 E / 1003459 N).



**Figura 5.28.** Fotografía de afloramiento de F2: A) Acumulaciones de arena gruesa a grava fina y laminaciones planares paralelas; B) lentes limosos (laminaciones *flaser*) y C) alternancias entre lodolita y arenisca con estructuras de carga (río Fresco, Pilas, Buenos Aires; 560399 E / 1002384 N).



**Figura 5.29.** Fotografía de afloramiento de F2: Estructuras de carga y en flama (quebrada Veracruz, Pejibaye, Pérez Zeledón; 550686 E / 1007704 N).



**Figura 5.30.** Fotografías de afloramientos de F2, estructuras sedimentarias en F2: A) *Rip-up clast* (río Platanares; 548243 E /1014694 N) y B) Laminaciones convolutas (río Fresco; 560598 E /1003326 N).

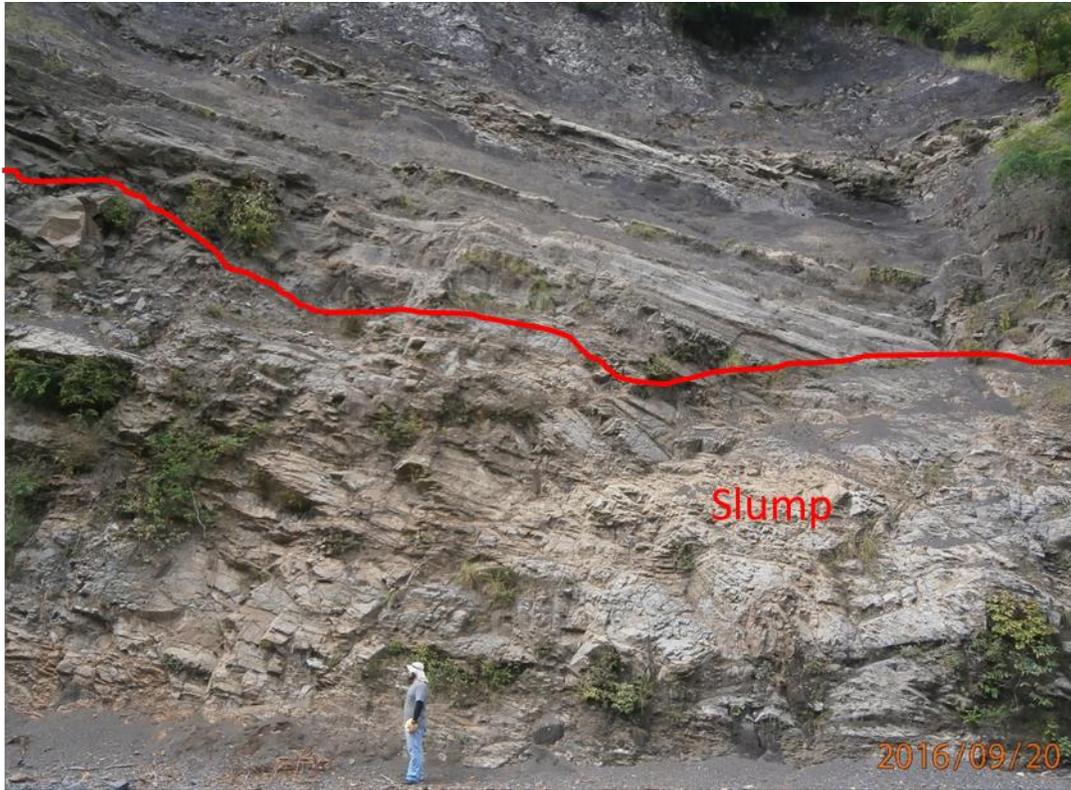


Figura 5.31. Fotografía de afloramiento de F2: *Slump* (carretera interamericana Sur, cercanías de Puerto Nuevo; 577554 E / 992441 N).



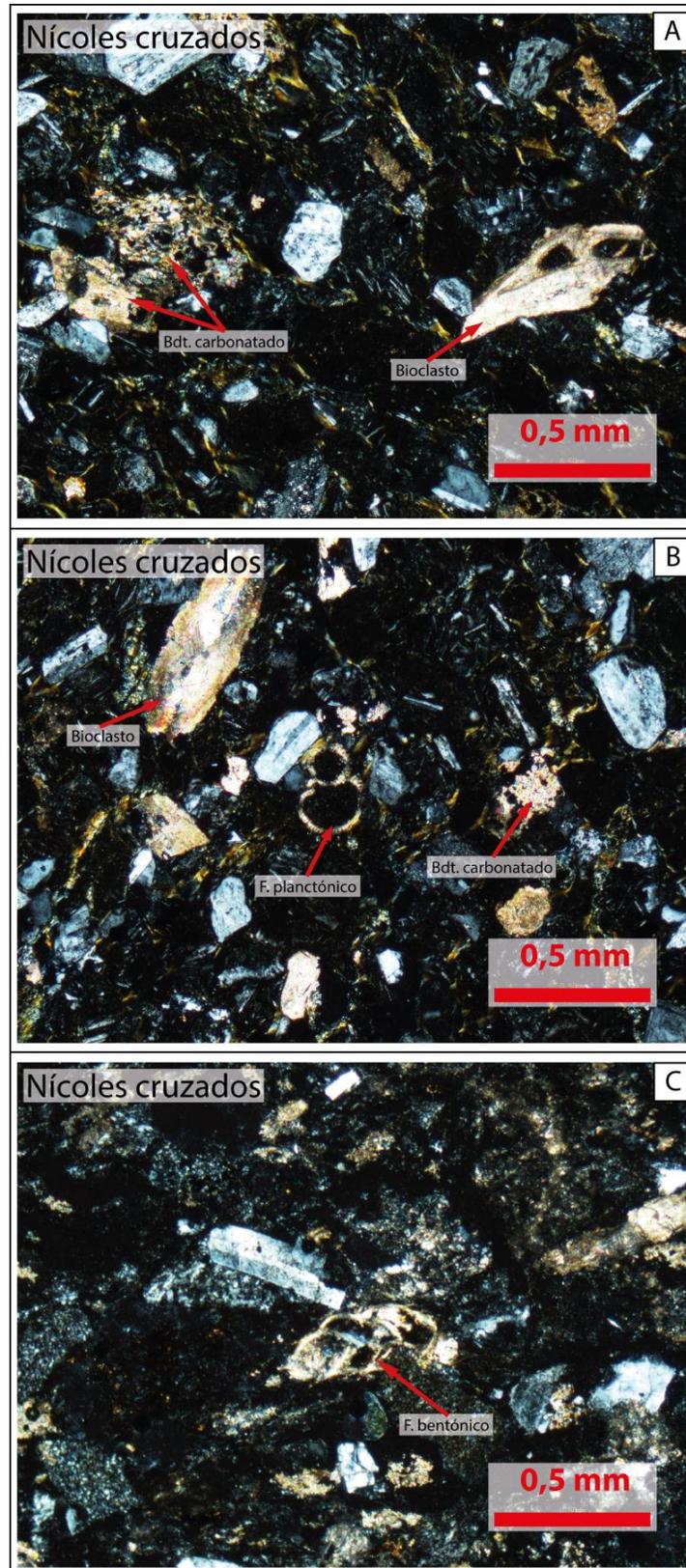
Figura 5.32. Fotografía de afloramiento de F2: *Thalassinoides* (río Fresco, Pilas, Buenos Aires; 560596 E / 1003143 N).



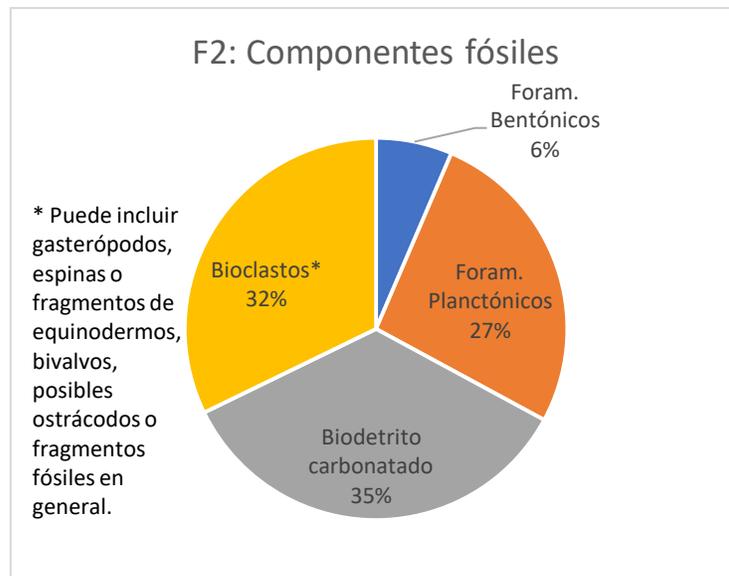
**Figura 5.33.** Fotografía de afloramiento de F2: En recuadros: *Skolithos* (río Fresco, Pilas, Buenos Aires; 560583 E /1003497 N).



**Figura 5.34.** Fotografía de afloramiento de F2: *Chondrites* (río Fresco, Pilas, Buenos Aires; 560598 E/1003326 N).



**Figura 5.35.** Microfotografías de F2: *wacke* lítica: A) Bioclastos y biodetritos carbonatados, B) Bioclasto, biodetrito carbonatado y foraminífero planctónico. C) Foraminífero bentónico en *wacke* feldespática.



**Figura 5.36.** Proporción de los componentes fósiles en sección delgada de la facies de arenisca.

### **Interpretación**

F2 representa un ambiente de frente y pendiente deltaicos. La facies F2 se interpreta como depósitos de corrientes de alta energía que propiciaron la sedimentación de grandes paquetes métricos. Los espesores mayores a 10 m cuentan con estructuras de carga y ocasionales estructuras de corriente indican mecanismos de *debris flow* o turbiditas de alta densidad en un ambiente de depósito de pendiente de delta (*offshore*). Los *rip-up clasts* y las acumulaciones de granos gruesos están de acuerdo con esta interpretación. Las raras laminaciones paralelas podrían haberse formado durante períodos de reducción de velocidad, densidad y corrientes (Collinson et al., 2006). La presencia de *ripples* de arena con lentes de lodolita (laminaciones *flaser*) intercalados, indica la alternancia de períodos de alta y baja energía. La composición principalmente feldespática, con litoclastos volcánicos y matriz arcillosa, indica un origen volcánico-clástico. Mientras que la presencia de carbón y bioclastos carbonatados indica un aporte biológico y erosivo epiclástico. La escasez de diversidad en las trazas fósiles puede sugerir la existencia de un ambiente de oxígeno reducido que favorece el desarrollo de *Thalassinoides*, *Chondrites* y *Skolithos* (MacEachern et al., 2005).

### 5.2.3. Facies de *wacke*-conglomerado (F3)

#### Descripción

Se presenta como un único estrato métrico en el transecto 1 (río Platanares) y como estratos y un paquete métrico en el transecto 2 (ríos Pilas y Fresco).

Se manifiesta como estratos de 10-40 cm de grosor y paquetes métricos de 2-7 m (hasta 31 m; Figura 5.37). Se encuentra intercalada entre F1 y F2. En los transectos 1 y 2, como depósitos de canales.

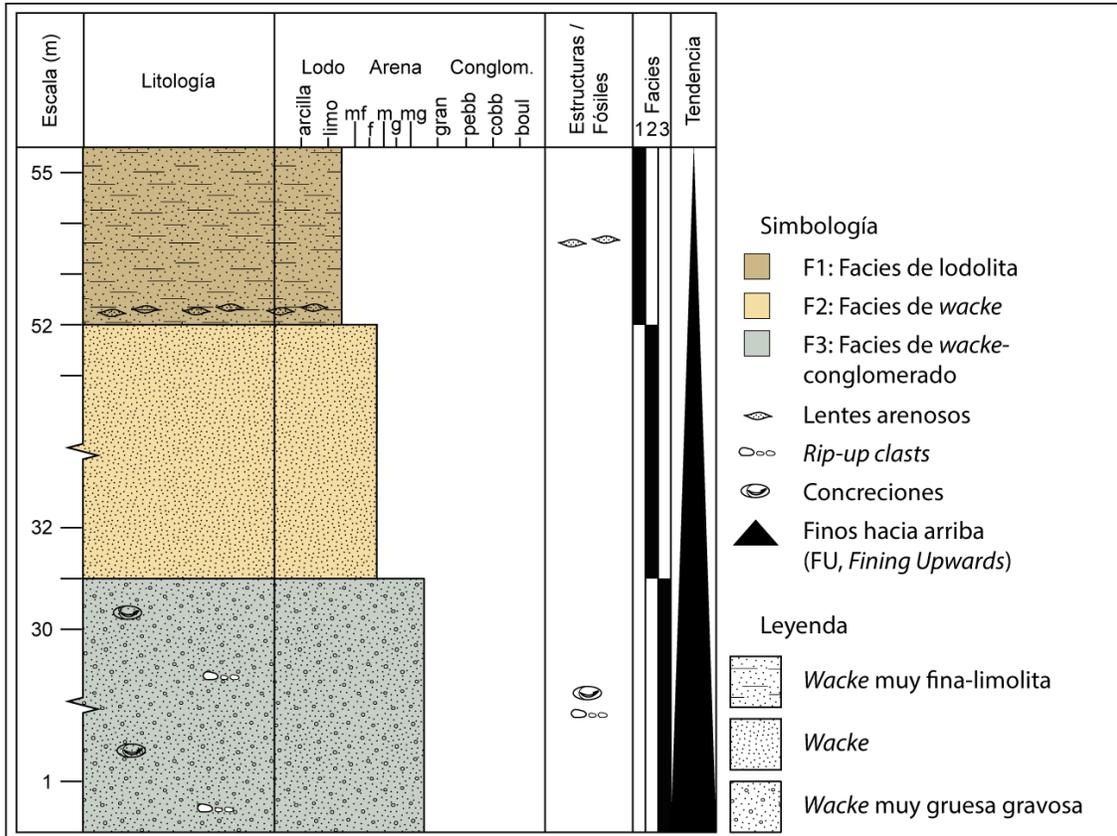


Figura 5.37. Columna estratigráfica en una sección del río Fresco, Pilas, Buenos Aires (560572 E / 1003086 N – 560502 E / 1002983 N).

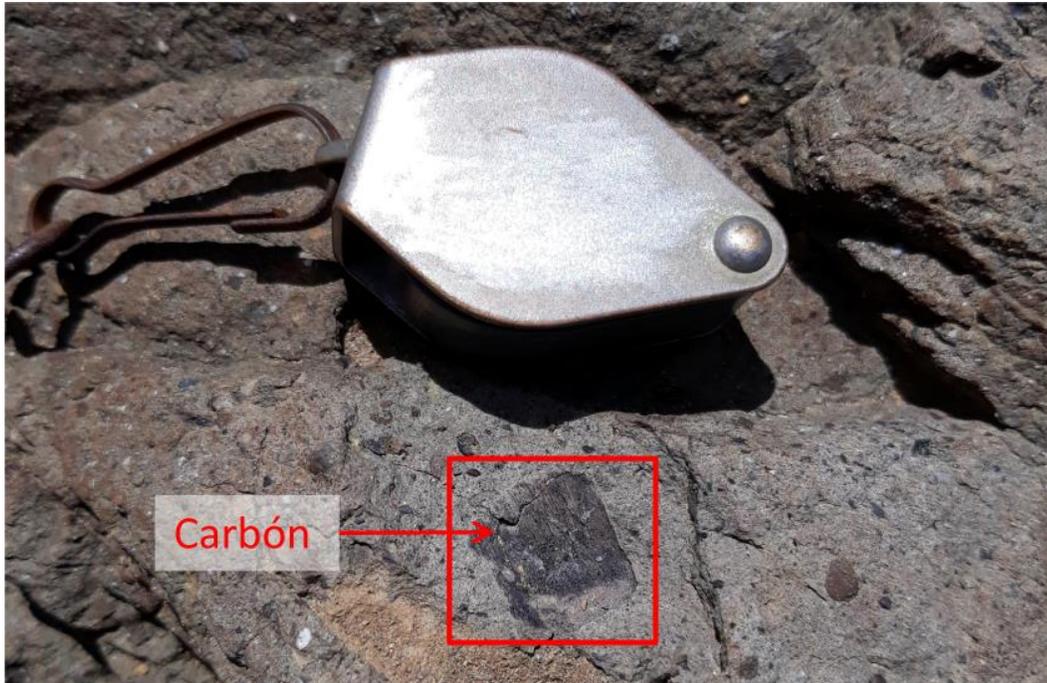
En general F3 cuenta con pocas estructuras sedimentarias, sin embargo, pueden presentarse laminaciones onduladas y planares paralelas, así como convolutas (Figura 5.38), *rip-up clasts* (Figura 5.39.A), y estructuras de carga en los contactos con F1 y F2. Algunos diques sedimentarios arenosos cortan los estratos. Se pueden observar, en *wackes* muy gruesas, concreciones (Figura 5.39.B), *Thalassinoides* y *Chondrites*, gasterópodos y, en conglomerados medios-gruesos, carbón ocasional (Figura 5.40).



**Figura 5.38.** Fotografía de afloramiento de F3: Estratificaciones planares paralelas y laminación convoluta (río Platanares, Pejibaye, Pérez Zeledón; 548308 E / 1014146 N).



**Figura 5.39.** Fotografía de afloramiento de F3: A) *Rip-up clast* y B) Concreción (río Fresco, Pilas, Buenos Aires; 560502 E / 1002983 N).



**Figura 5.40.** Fotografía de afloramiento de F3: En el recuadro: carbón (río Pilas, Pilas, Buenos Aires; 560710 E / 1004342 N).

### **Interpretación**

Representa un ambiente de frente deltaico y prodelta. La granulometría gruesa, junto con la presencia de litoclastos decimétricos angulares, indica una deposición bajo flujo de gravedad (*debris flow*). El transporte de *rip-up clasts* marca la erosión de estratos de lodolitas debido a la energía de los flujos. La ausencia de laminaciones paralelas se puede deber a la alta densidad, energía y velocidad de flujo y a la falta de depósitos finos en suspensión (Collinson et al., 2006). Estos flujos de gravedad podrían originarse de deslizamientos submarinos. Los litoclastos volcánicos y de areniscas, junto con el carbón hallado, indican que parte del material depositado fue producto de la erosión de macizos volcánicos y formaciones de rocas sedimentarias, con aportes de materia orgánica. La presencia de trazas fósiles en *wackes* muy gruesas y su escasez de diversidad puede significar la presencia de un ambiente de oxígeno reducido que favorece el desarrollo de *Chondrites* y *Thalassinoides* (MacEachern et al., 2005).

### 5.2.4. Resumen de la Asociación de facies deltaica

En la Tabla 12 se muestra un resumen de las características de la asociación de facies deltaica.

**Tabla 12.** Asociación de facies deltaica; lodolita (F1), *wacke* (F2) y *wacke*-conglomerado (F3).

<b>Facies</b>	<b>Descripción</b>	<b>Grosor / Geometría</b>	<b>Estructuras Sedimentarias</b>	<b>Contenido Fósil</b>	<b>Interpretación</b>
<b>F1</b>	Arcillolita con feldespatos y limolita cementada silícea y carbonatado secundario. Generalmente fisible. Rara composición tobácea.	Estratos de 15-30 cm y paquetes de 1-8 m, con contactos netos. Intercalada con F2.	Laminaciones onduladas y planares paralelas, lentes de arenisca (lam. lenticular), <i>boudinage</i> , estructuras de carga, diques sedimentarios, nódulos silíceos y concreciones.	<i>Thalassinoides</i> , <i>Chondrites</i> , foraminíferos planctónicos y bentónicos, microgasterópodos, ostrácodos, espinas de equinodermos, gasterópodos, bivalvos, materia orgánica y troncos.	Volcaniclástica. Depósitos de prodelta y frente deltaico de baja energía. Con transporte y redeposición de fauna más somera. Ambiente escaso de oxígeno.
<b>F2</b>	<i>Wacke</i> feldespática muy fina-media, ocasionalmente acumulaciones media-gruesa a conglomerática, con cementación silícea y carbonatada.	Estratos tabulares de 10-90 cm y paquetes masivos de 1-30 m. Contactos netos. Gradación normal e inversa. Series de FU. Intercalada con F1.	<i>Rip-up clasts</i> , <i>slumps</i> , estructuras de carga, laminaciones onduladas, planares paralelas y convolutas, lentes limosos (lam. <i>flaser</i> ), engrosamiento y <i>boudinage</i> . Bioturbación.	<i>Thalassinoides</i> , <i>Chondrites</i> , <i>Skolithos</i> , xilópalos, carbón, bivalvos, gasterópodos, bioclastos, microgasterópodos, foraminíferos planctónicos y bentónicos. Ocasionales biodetritos carbonatados indeterminados.	Volcaniclástica. Depósitos de pendiente y frente deltaico de alta energía. Con aporte biológico y erosivo epiclástico en un ambiente escaso de oxígeno.
<b>F3</b>	<i>Wacke</i> media-gruesa a grava media-gruesa. Clastos cm-dm, lávicos y de areniscas. Cemento silíceo y carbonatado.	Estratos de 10-40 cm y paquetes masivos de 2-7 m (hasta 31 m). Intercalada entre F1 y F2.	Laminaciones onduladas, planares paralelas y convolutas, <i>rip-up clasts</i> y diques sedimentarios.	Concreciones, <i>Thalassinoides</i> , <i>Chondrites</i> , carbón y gasterópodos esparcidos.	Volcaniclástico y erosivo sedimentario de alta energía. <i>Debris Flow</i> en frente deltaico y prodelta. Ambiente escaso de oxígeno.

### 5.3. Asociación de facies de delta gravoso

Se refiere a facies de ambiente marino somero que comprende un sistema deltaico desde el prodelta hasta el frente deltaico con barras de boca de río, estas últimas caracterizadas por consistir, principalmente, de materiales gruesos a muy gruesos. Se encuentra presente en los tres transectos (Pejibaye, Pilas y Curré). Es intruida por diques plutónicos (gabro), hipoabisales (andesita) en Pejibaye e hipoabisales (basalto) en Las Pilas (MacMillan et al., 2004; Alvarado & Gans, 2012; Alvarado et al., 2015).

A continuación, se presenta la descripción de las facies F1, F2 y F3 como se observaron en la Asociación de facies de delta gravoso, según su distribución geográfica, estratificación, estructuras sedimentarias, biogénicas, fósiles, su relación entre ellas y su interpretación.

#### 5.3.1. Facies de lodolita (F1)

##### **Descripción**

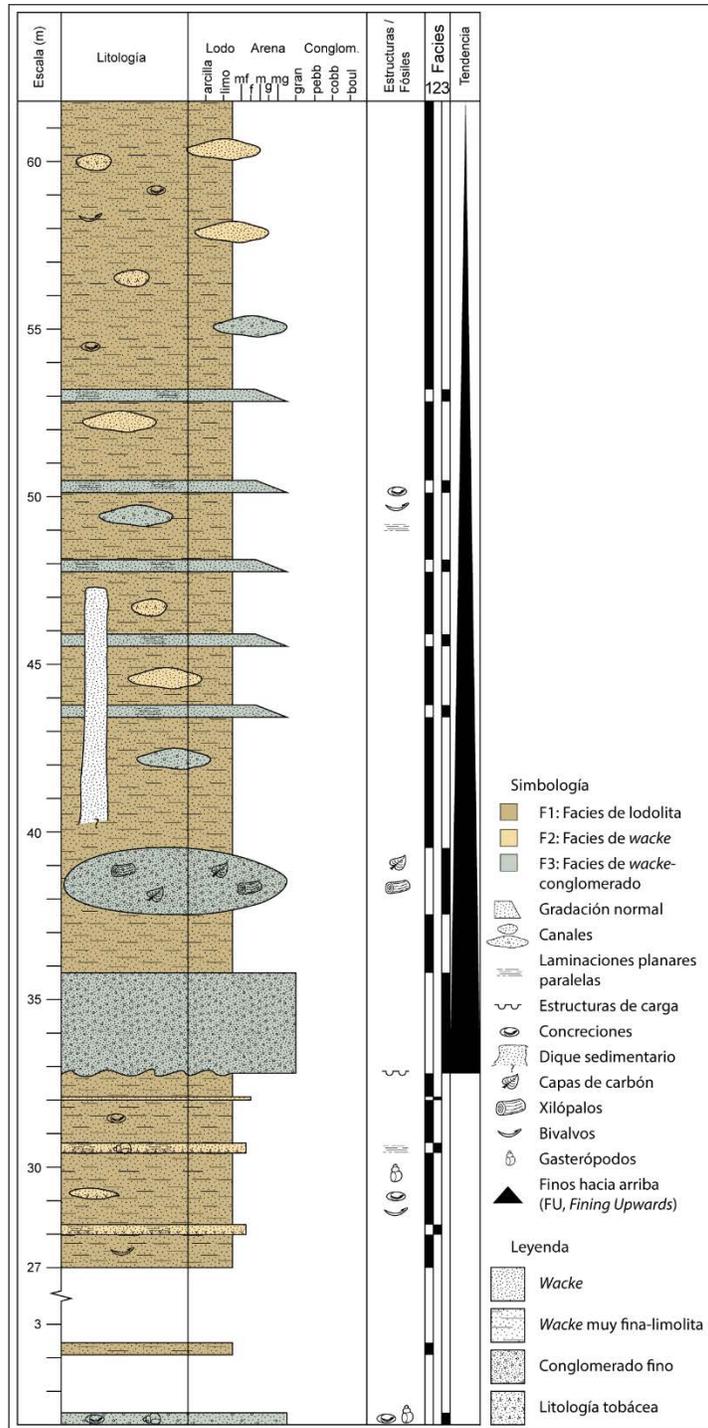
Se observa en afloramientos de los transectos 1 (río Pejibaye, aguas arriba del río Platanares, a la convergencia de los ríos Platanares y Pejibaye, y río Águila), 2 (río Concepción) y 3 (cercano a La Escuadra).

En el transecto 1 (Figura 5.41) predominan estratos de <10-90 cm (algunos con gradación normal e inversa) y paquetes de 1-28 m. Tiene intercalaciones de F2 y ocasionales F3. El transecto 2 tiene ocasionales intercalaciones decimétricas en F2. Se presentan estratos intercalados de composición tobácea de 10-30 cm en el transecto 1 (Figura 5.42) y de 1,6 m en el transecto 3. Tiene paquetes con *fining upwards* y *coarsening upwards*.

Esta facies se encuentra asociada con F2 y F3.

Presenta pocas estructuras sedimentarias. Cuenta ocasionalmente con laminaciones onduladas paralelas y lentes de arenisca (laminaciones lenticulares). Al contacto con F2 muestra estructuras de carga (Figura 5.43) y adelgazamiento o engrosamiento de estratos (Figura 5.44). Se pueden observar diques sedimentarios (Figura 5.45).

Contiene concreciones (Figura 5.46.A) y muy escasa bioturbación (Figura 5.46.B). La presencia de macro y micro clastos de materia carbonácea (Figura 5.47) es común en contactos entre F2 y F1. Entre las *wackes* muy finas/limolitas se pueden hallar moldes de bivalvos (Figura 5.48) en buen estado, algunos crustáceos, bioclastos de conchas, foraminíferos planctónicos y bentónicos (Figura 5.49 y Figura 5.50). En ocasiones se presentan muy pocos biodetritos carbonatados indeterminados en las arcillolitas (Figura 5.49 y Figura 5.50.E).



**Figura 5.41.** Columna estratigráfica de una sección del río Águila, Pejibaye, Pérez Zeledón (551766 E / 1008447 N – 551426 E / 1007824 N).



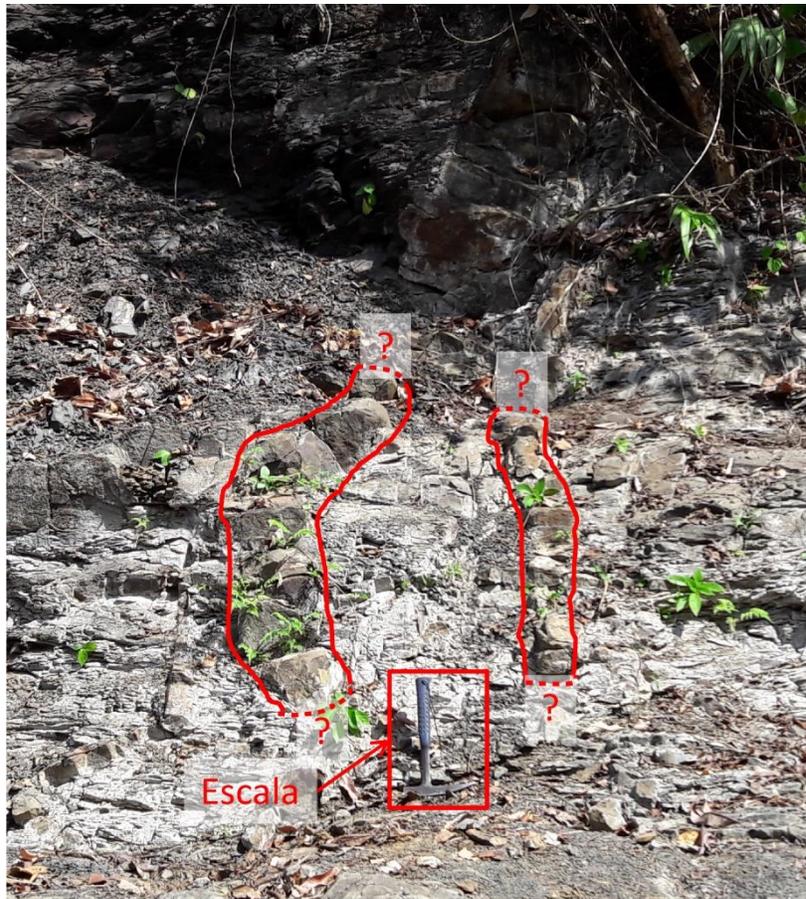
**Figura 5.42.** Fotografía de afloramiento de F1: Estrato de lodolita de composición tobácea en recuadro rojo en río Águila, Pejibaye, Pérez Zeledón (551712 E / 1008417 N).



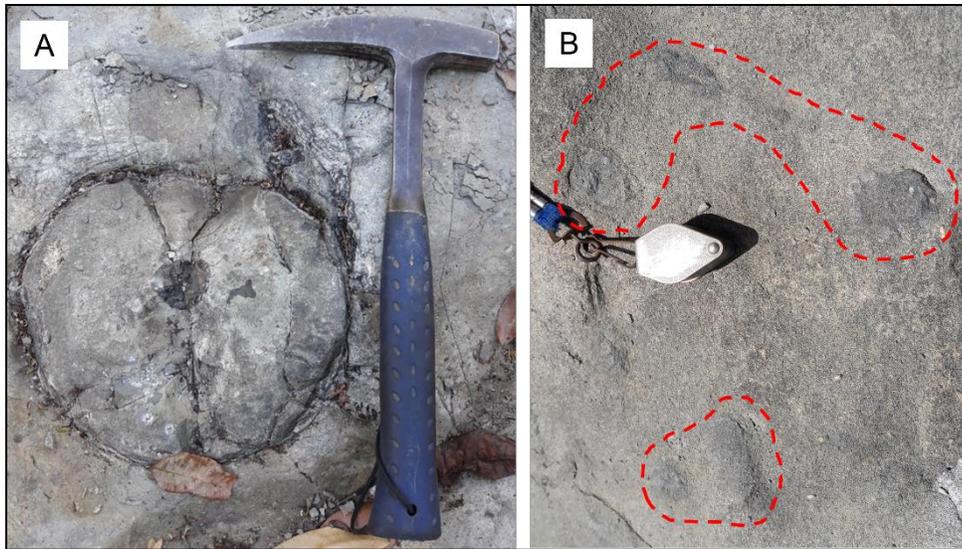
**Figura 5.43.** Fotografía de afloramiento de F1: Estructuras de carga (río Pejibaye, Pejibaye, Pérez Zeledón; 546524 E / 1012491 N)



**Figura 5.44.** Fotografía de afloramiento de F1: Adelgazamiento/engrosamiento de estratos (río Platanares, Pejibaye, Pérez Zeledón; 548446 E / 1014880 N).



**Figura 5.45.** Fotografía de afloramiento de F1: Diques sedimentarios (río Platanares, Pejibaye, Pérez Zeledón; 548475 E / 1014903 N).



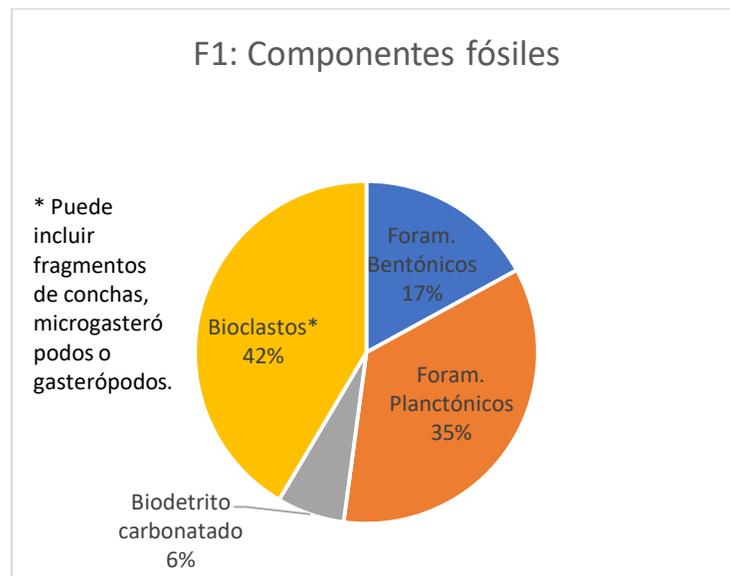
**Figura 5.46.** Fotografías de afloramientos de F1: Estructuras biogénicas en facies de frente deltaico. A) Concreción (río Águila, Pejibaye, Pérez Zeledón ,551597 E / 1008393 N). B) Dentro del encierro: Bioturbación (río Pejibaye, Pejibaye, Pérez Zeledón, 549181 E / 1012077 N).



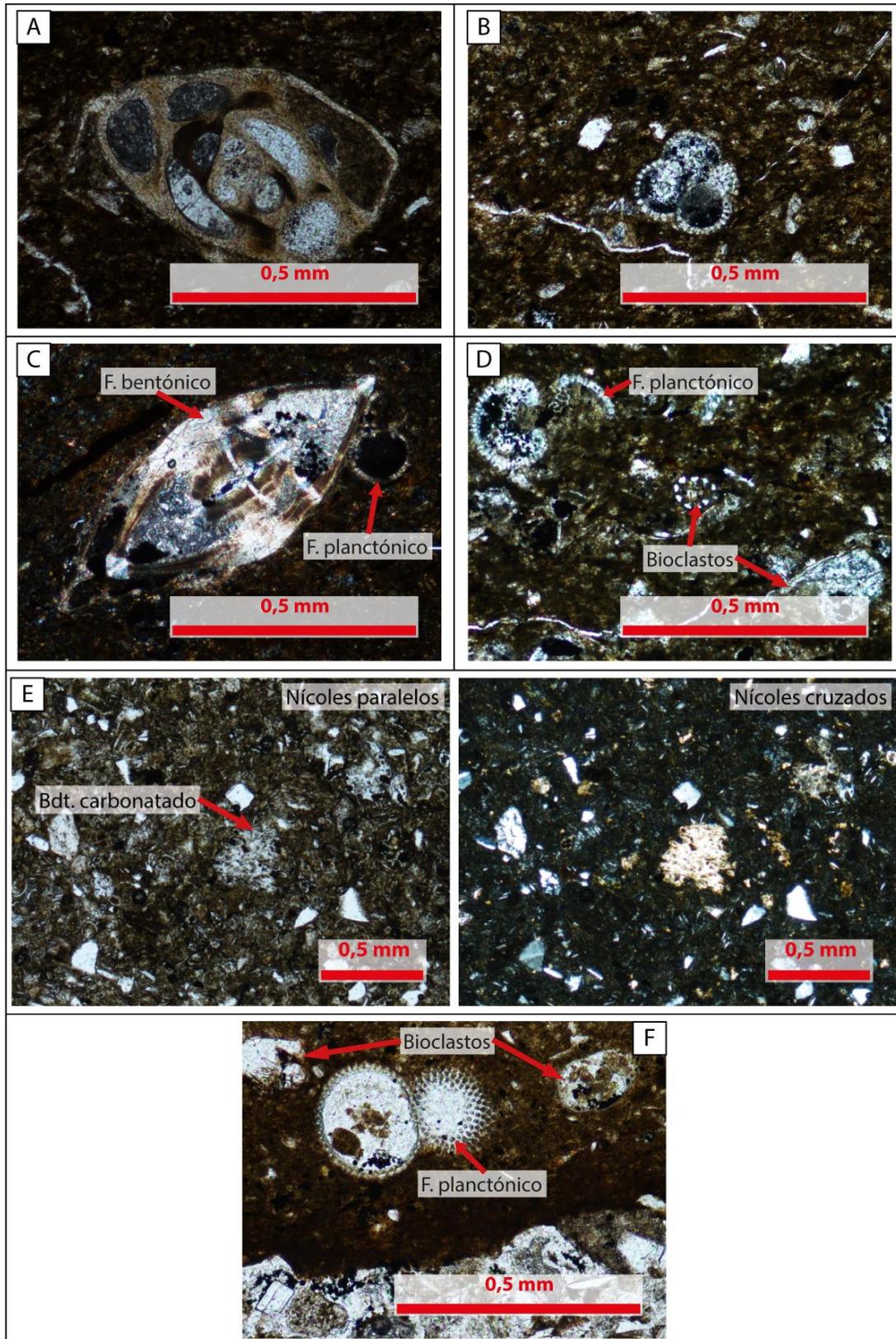
**Figura 5.47.** Fotografía de afloramiento de F1: Carbón en limolita gris muy oscura en río Águila, Pejibaye, Pérez Zeledón (551240 E / 1007752 N).



**Figura 5.48.** Fotografía de afloramiento de F1: Molde de bivalvo en el río Pejibaye, Pejibaye, Pérez Zeledón (549181 E / 1012046 N).



**Figura 5.49.** Proporción de los componentes fósiles en sección delgada de F1.



**Figura 5.50.** Microfotografía de F4: Foraminíferos: A) bentónico, B) planctónico y C) bentónico y planctónico. D y F) Foraminífero planctónico y bioclastos. E) Biodetrito carbonatado.

### ***Interpretación***

Representa un ambiente de prodelta y frente deltaico. La granulometría principalmente fina indica una deposición de baja energía. Presenta *ripples* arenosos aislados (laminaciones lenticulares) en un cuerpo de lodolita, lo que indica períodos de corrientes subacuáticas en medio de calma (Collinson et al., 2006). La composición mineralógica muestra un origen volcánico, con litoclastos volcánicos, arcillosos y esporádicos biodetritos carbonatados. Los estratos de limolita y lodolita de composición tobácea, además de los feldespatos en buen estado de preservación mencionados en la descripción petrográfica de las facies, sugieren la presencia de un vulcanismo activo. La relativa escasez de estructuras sedimentarias de corriente y oleaje puede indicar una profundidad cerca o debajo del nivel de olas o la no preservación de ellas. La escasez de diversidad en las trazas fósiles puede significar la presencia de un ambiente hostil para el desarrollo de estas (MacEachern et al., 2005).

### 5.3.2. Facies de *wacke* (F2)

#### **Descripción**

Aflora en los transectos 1 (río Pejibaye, aguas arriba del río Platanares, en la convergencia de los ríos Platanares-Pejibaye y río Águila), 2 (río Concepción) y 3 (entre Changuenita y Curré y cercano a La Escuadra).

En el transecto 1 se muestra en paquetes métricos masivos (<6 m, Figura 5.51) y como intercalaciones de <50 cm con F1. En algunos estratos presenta acumulaciones y variaciones laterales esporádicas de granos arenosos gruesos-gravosos. En el transecto 2 prevalecen los paquetes métricos masivos (<100 m, Figura 5.52), con depósitos de canal intercalados correspondientes a F3. El transecto 3 presenta una sección de 300 m de espesor con *wacke* gruesa-conglomerados gruesos en *fining upwards* (Figura 5.53) y paquetes de 3 a 12 m separados por vacíos de información (Figura 5.54).

La presente facies se relaciona con F1 y F3.

En el transecto 1 las *wackes* pueden presentar laminaciones planares y onduladas paralelas, también, lentes *flaser* limosos. Al contacto con F1 se observan estructuras de carga, ocasionalmente se pueden observar, adelgazamiento o engrosamiento con variación granulométrica lateral (Figura 5.55) entre grandes distancias y *boudinage*. Se observan *rip-up clasts* en las *wackes* masivas finas-medias (Figura 5.56). Se identifica la presencia de *slumps* (Figura 5.57). Se pueden observar *Teredolites* (troncos perforados, Figura 5.58) en *wackes* del río Platanares. En el transecto 2 se presentan ocasionales laminaciones planares (Figura 5.59.A) y onduladas paralelas (Figura 5.59.B) y estructuras de carga (Figura 5.59.C), aunque estas últimas no son muy comunes. En contacto con F1 se pueden encontrar diques sedimentarios (Figura 5.60.A) y *slumps* (Figura 5.60.B). La presencia de macro y micro clastos de materia carbonácea puede ocurrir en las *wackes*, y en contactos con F1. Se pueden encontrar bioclastos de conchas (Figura 5.61), foraminíferos planctónicos y bentónicos. En las *wackes* se presentan muy pocos biodetritos carbonatados indeterminados. Se observan estratificaciones planares paralelas (Figura 5.62) en las *wackes* de la parte superior de la columna del transecto 3.

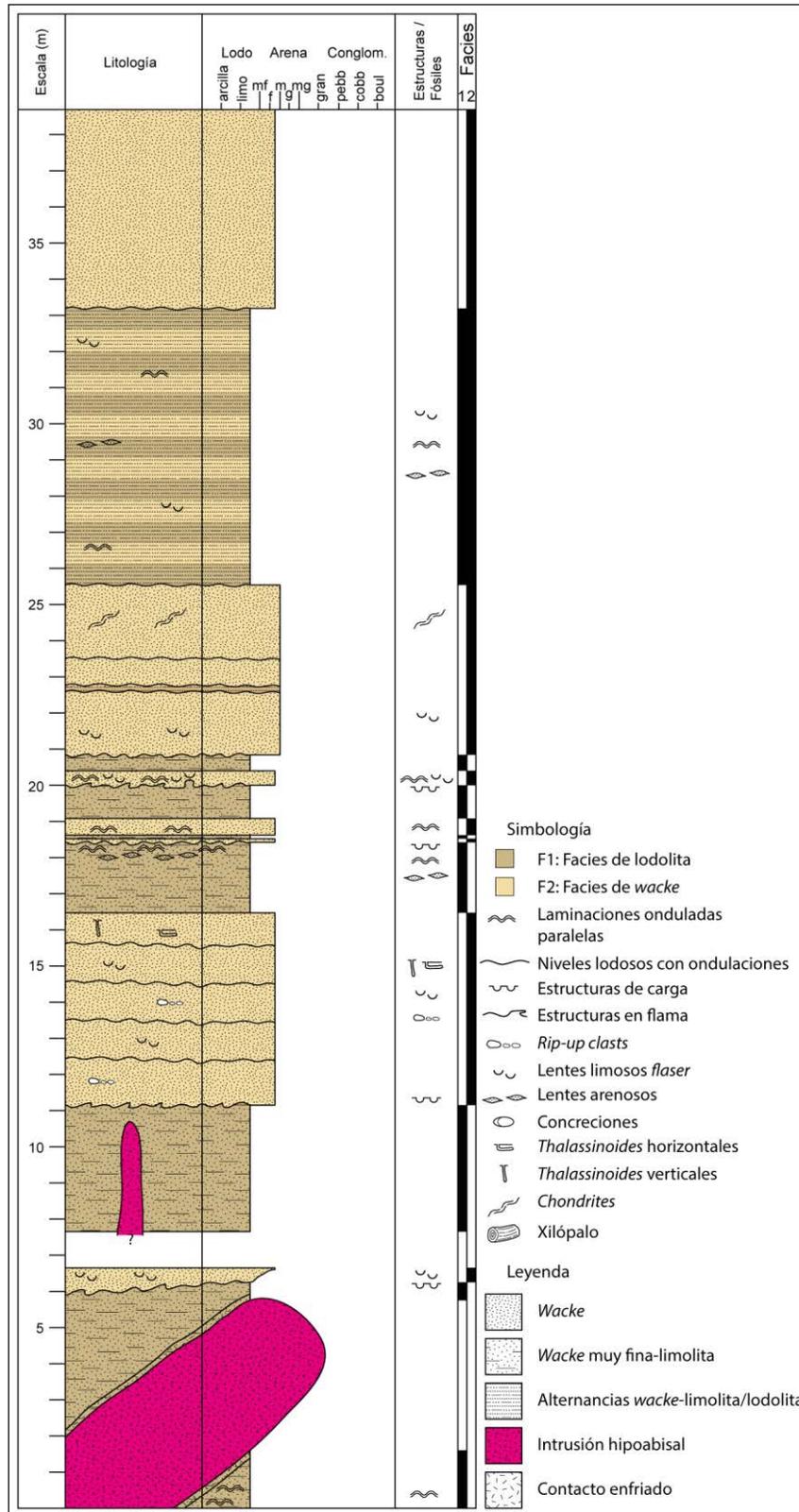


Figura 5.51. Columna estratigráfica de una sección del río Platanares, Pejibaye, Pérez Zeledón (548311 E / 1015400 N – 548632 E / 1015569 N).

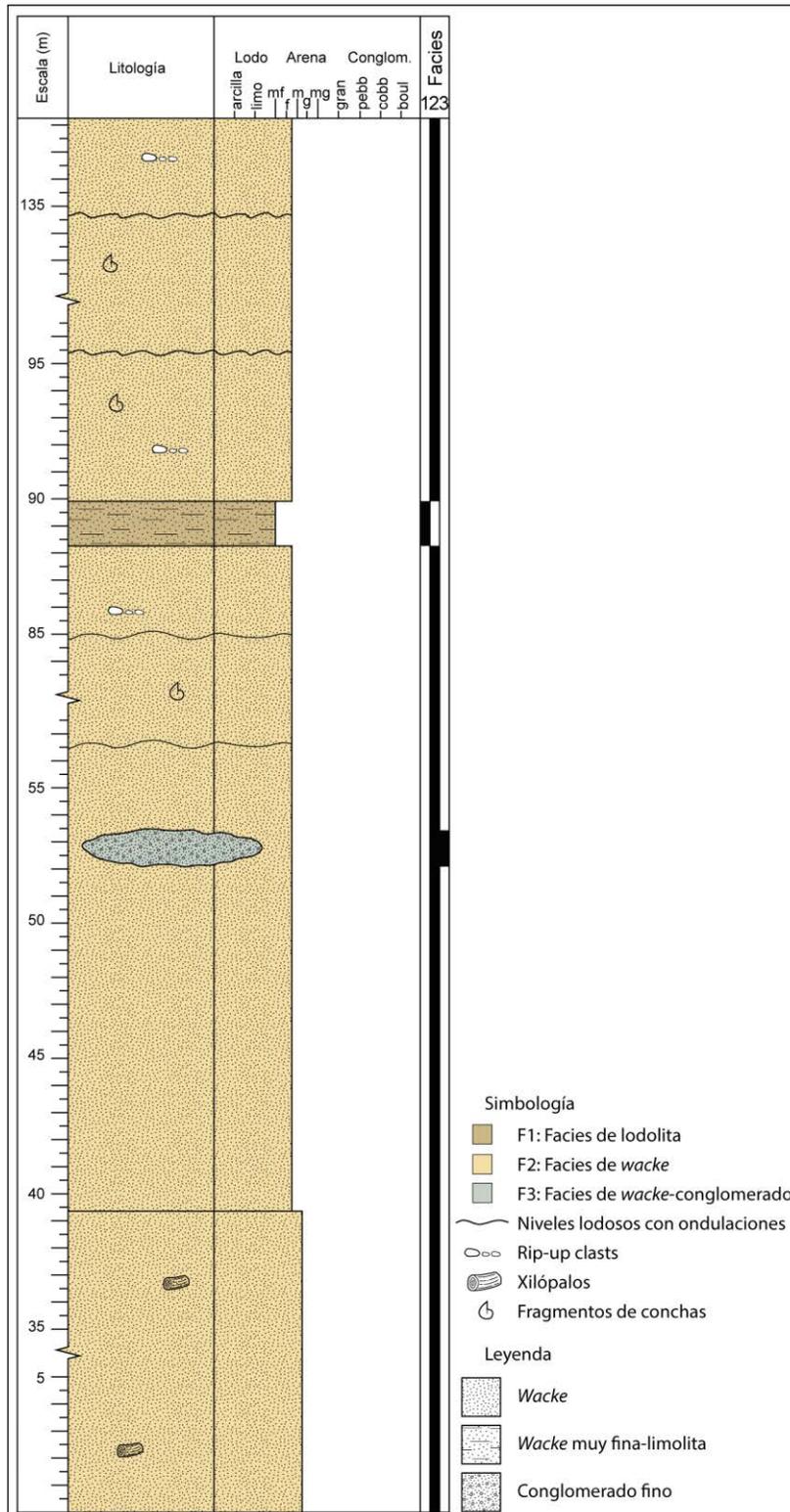
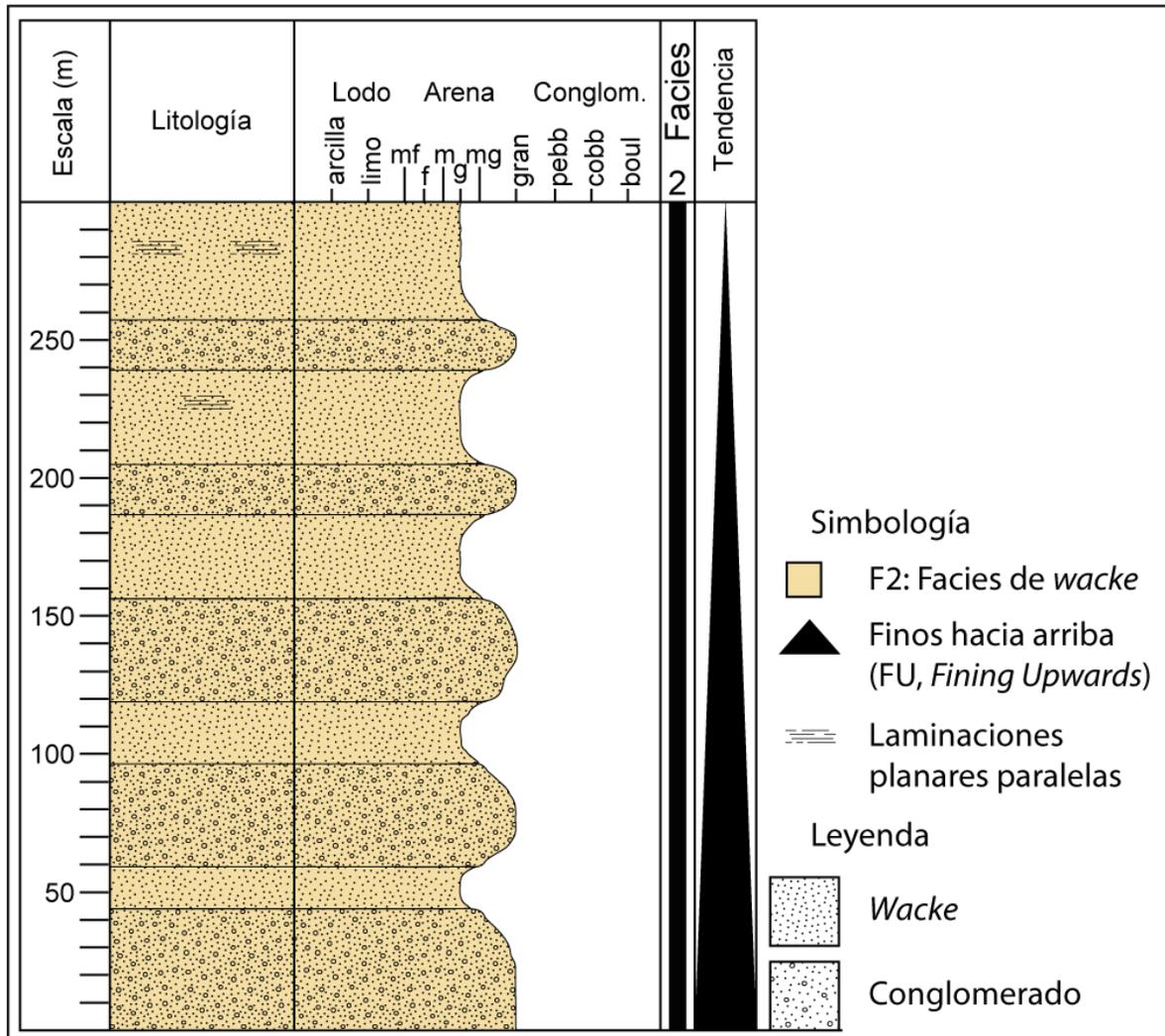
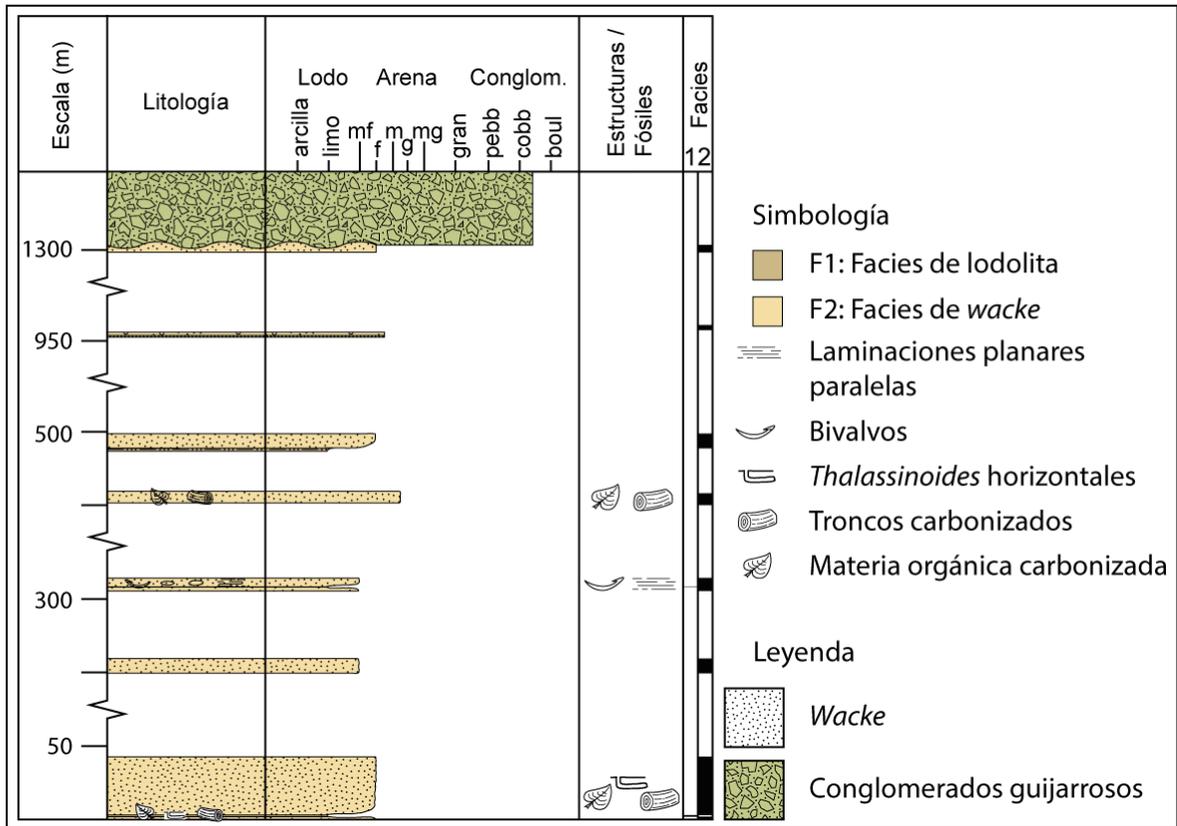


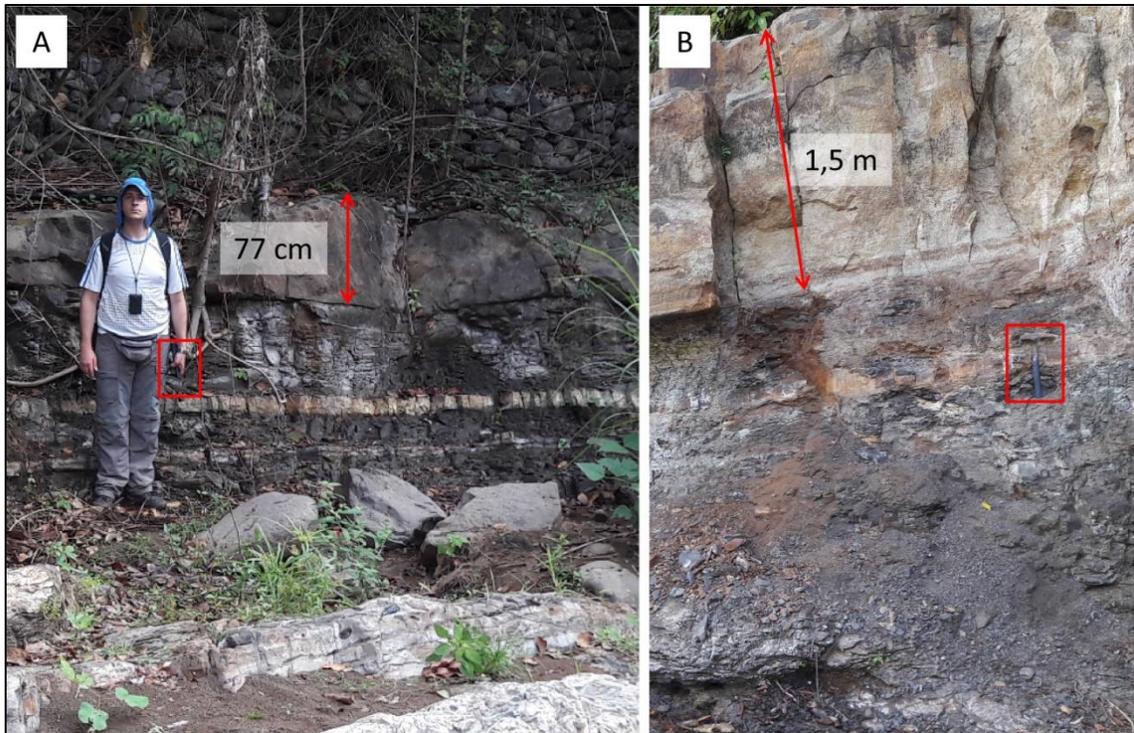
Figura 5.52. Columna estratigráfica de una sección del río Concepción, Pilas, Buenos Aires (565381 E / 1005969 N – 565217 E / 1005467 N).



**Figura 5.53.** Columna estratigráfica de una sección de la carretera Interamericana Sur, Curré, Buenos Aires (579849 E / 992596 N – 579705 E / 992978 N).



**Figura 5.54.** Columna estratigráfica de una sección de la carretera Interamericana Sur, desde las cercanías de Curré y La Escuadra, Buenos Aires (581621 E / 993741 N – 583891 E / 994254 N).



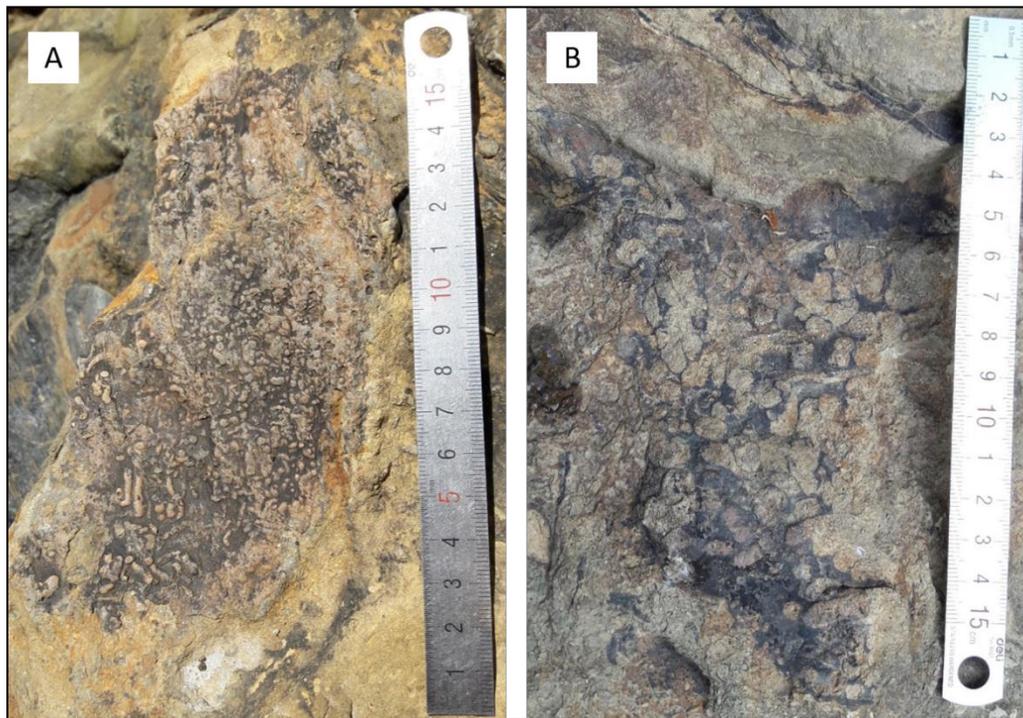
**Figura 5.55.** Fotografías de afloramiento de F2: Adelgazamiento/engrosamiento de un mismo estrato en río Pejibaye entre A) *Wacke* gruesa (546524 E / 1012491 N) y B) Conglomerado muy fino (546924 E / 1012416 N). En los recuadros: piqueta de escala.



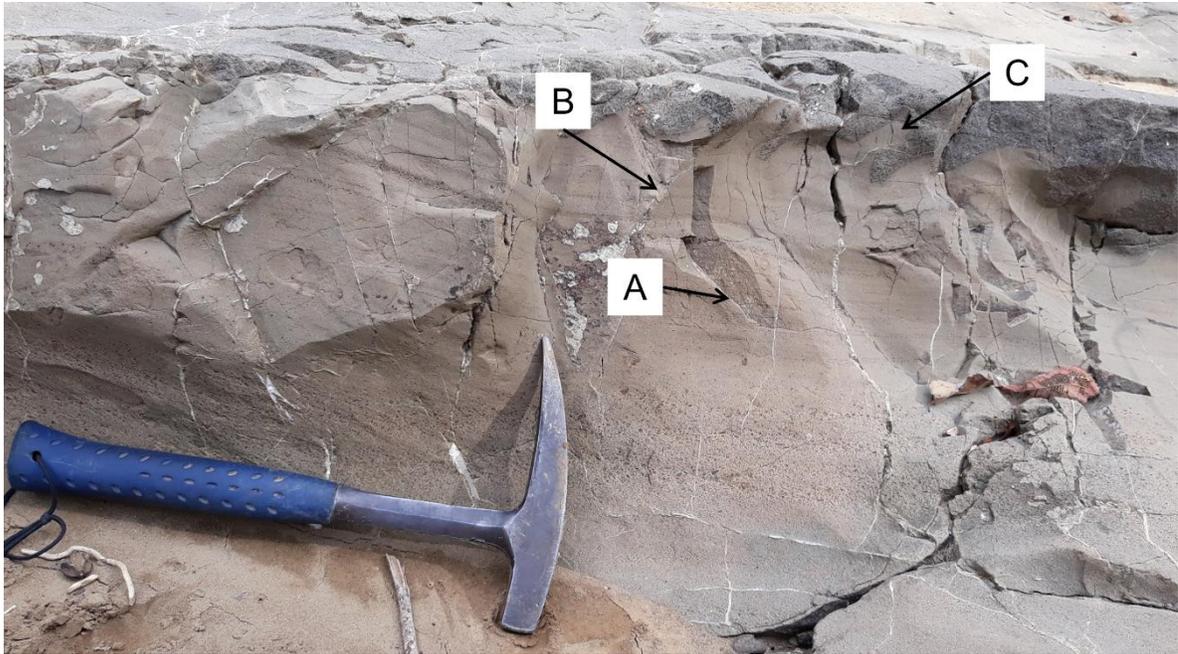
**Figura 5.56.** Fotografía de afloramiento de F2: *Rip-up clasts* (río Platanares, Pejibaye, Pérez Zeledón; 548433 E / 1015557 N).



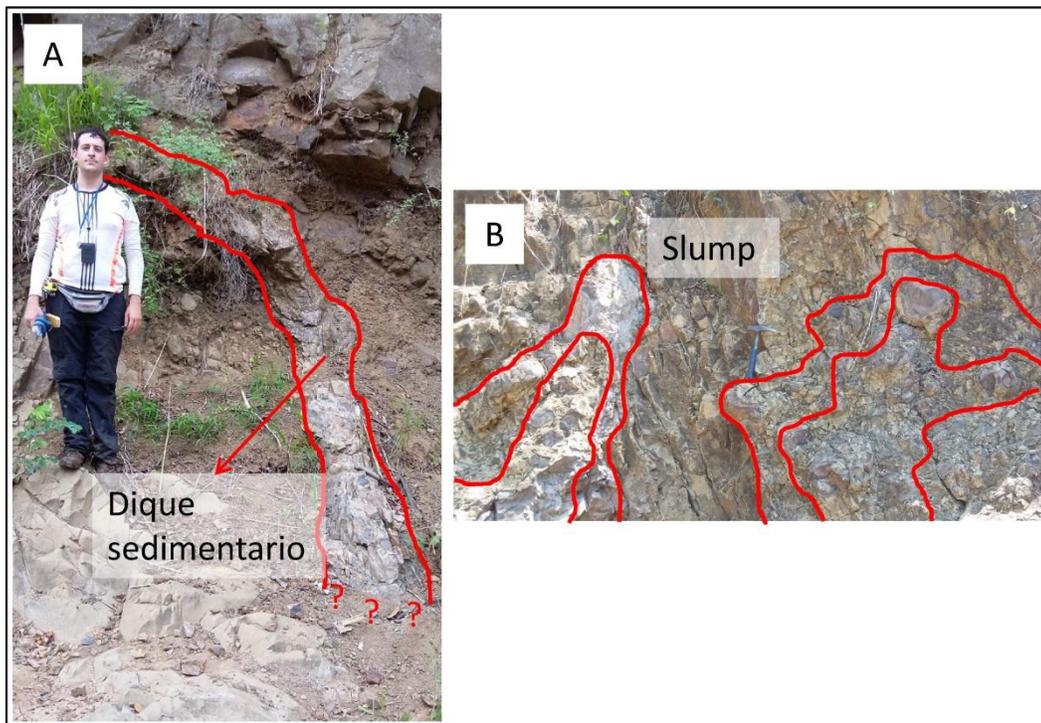
**Figura 5.57.** Fotografía de afloramiento de F2: *Slump* (río Pejibaye, Pejibaye, Pérez Zeledón; 546924 E / 1012416 N).



**Figura 5.58.** Fotografía de afloramiento de F2: A) y B) *Teredolites* (troncos bioturbados) en el río Platanares, Pejibaye, Pérez Zeledón (548353 E / 1014810 N).



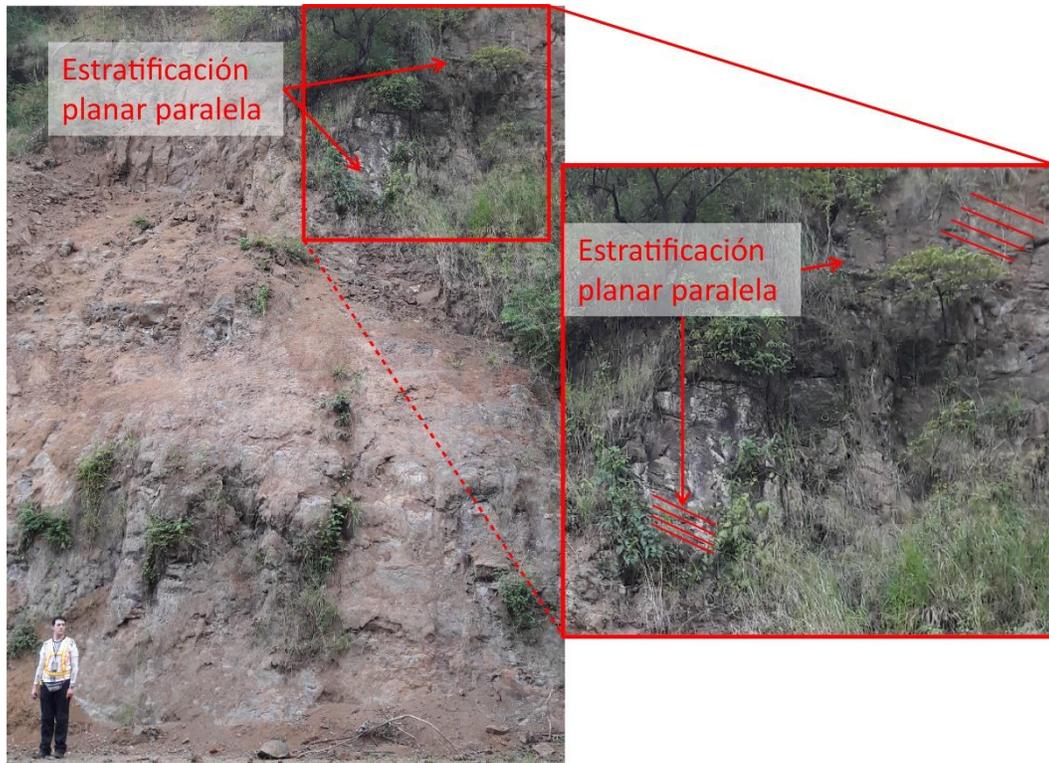
**Figura 5.59.** Fotografía de afloramiento de F2: A) Laminaciones planares paralelas, B) laminaciones onduladas paralelas y C) estructuras de carga (río Concepción, Dibujada, Buenos Aires; 565323 E / 1005722 N).



**Figura 5.60.** Fotografías de afloramiento de F2: A) Dique sedimentario y B) *Slump* (río Concepción, Dibujada, Buenos Aires; 564248 E / 1005587 N).



**Figura 5.61.** Bioclastos de conchas en río Concepción, Dibujada, Buenos Aires A) Fotografía de afloramiento de F2 (565288 E / 1005558 N) y B) Microfotografía de F2 (564248 E / 1005587 N).



**Figura 5.62.** Fotografía de afloramiento de F2: Estratificación planar paralela en la carretera Interamericana Sur, Curré, Buenos Aires (579705 E / 992978 N).

### ***Interpretación***

Representa un ambiente de prodelta y frente deltaico. La granulometría gruesa y la presencia de bioclastos de conchas indican una deposición de alta energía y una cierta cercanía del área de depósito con respecto a su origen. El *fining upwards* y la variación granulométrica lateral en algunos estratos indica una deposición proximal-distal, donde los granos más gruesos son más proximales. Esto se encuentra asociado, ocasionalmente, al engrosamiento o adelgazamiento de estratos. La composición mineralógica muestra un origen volcánico, con litoclastos volcánicos, arcillosos y esporádicos biodetritos carbonatados. La presencia de troncos fósiles, carbón y el hallazgo de *Teredolites* en troncos (*drift wood*) indican un ambiente probablemente marino marginal (Gingras et al., 2007). Las laminaciones planares y onduladas paralelas en *wackes* indican la actividad de corrientes (Collinson et al., 2006). La ausencia de trazas fósiles revela un ambiente hostil para el desarrollo de estas (MacEachern et al., 2005).

### 5.3.3. Facies de *wacke*-conglomerado (F3)

#### **Descripción**

Aflora en los transectos 1 (río Pejibaye, en la convergencia de los ríos Platanares-Pejibaye y río Águila), 2 (río Concepción) y 3 (alrededores de Curré).

En el transecto 1 presenta ocasionales paquetes métricos masivos (<6 m, Figura 5.63) intercalados en F1. En el transecto 2 depósitos de canal (<2 m, Figura 5.64) se intercalan en F2. El transecto 3 tiene alternancias de paquetes decimétricos (60 cm) y métricos (1-5 m y 100 m) de *wackes* medias-gruesas con intercalaciones decimétricas (80-90 cm) a métricas (1-3 m y 70 m) de conglomerado en *coarsening upwards* (Figura 5.65) y *fining upwards*, separados por vacíos de información.

La presente facies se relaciona con F1 y F2.



**Figura 5.63.** Fotografía de afloramiento de F3: Canal de conglomerados con xilópalos (río Águila, Pejibaye, Pérez Zeledón; 551646 E / 1008396 N).



Figura 5.64. Fotografía de afloramiento de F3: Canal de conglomerado (río Concepción, Dibujada, Buenos Aires; 565381 E / 1005969 N).

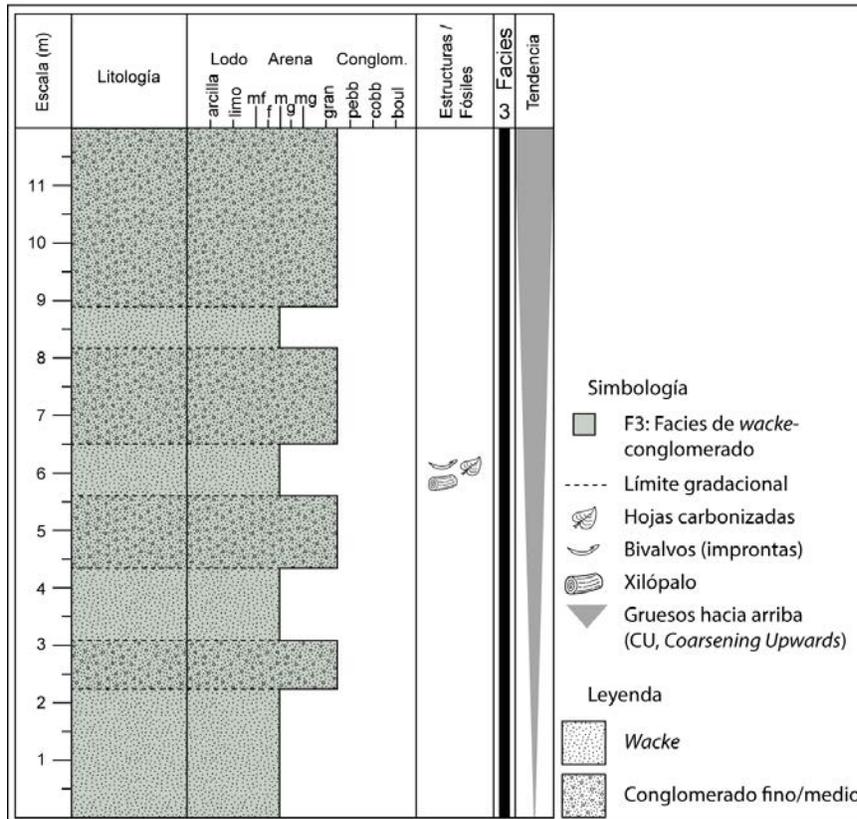


Figura 5.65. Columna estratigráfica de una sección de la carretera Interamericana Sur, Curré, Buenos Aires (580632 E / 993318 N).

Presenta pocas estructuras de carga. En el transecto 2 se observan *rip-up clasts* (Figura 5.66) y *Teredolites* (Figura 5.67) en depósitos de conglomerados acanalados asociados a F2. En el transecto 3 se presentan estratificaciones planares paralelas (Figura 5.68) con pocas estratificaciones cruzadas planares (Figura 5.69). Contienen fósil de bivalvos, algunos moldes, bioclastos de conchas, pocos gasterópodos, troncos (Figura 5.70) y carbón en láminas milimétricas. Algo de la materia vegetal se encuentra en paquetes de conglomerados acanalados. Presenta escasos *Thalassinoides*.



**Figura 5.66.** Fotografía de afloramiento de F3: En los recuadros: *rip-up clasts* en depósitos de conglomerados (río Concepción, Dibujada, Buenos Aires; 565288 E / 1005558 N).



**Figura 5.67.** Fotografía de afloramiento de F3: *Teredolites* en molde de tronco (río Concepción, Dibujada, Buenos Aires; 565071 E / 1005632 N).



**Figura 5.68.** Fotografía de afloramiento de F3: Estratificaciones planares paralelas (carretera Interamericana Sur, Curré, Buenos Aires; 579633 E / 993271 N).



**Figura 5.69.** Fotografía de afloramiento de F3: Estratificaciones cruzadas planares (carretera Interamericana Sur, Curré, Buenos Aires; 581172 E / 993293 N).



**Figura 5.70.** Fotografía de afloramiento de F3: Tronco carbonizado (carretera Interamericana Sur, Curré, Buenos Aires; 579995 E / 993569 N).

### ***Interpretación***

Representa un ambiente esencialmente de frente deltaico, desde barra de boca de río hasta canales subacuáticos en prodelta. La granulometría gruesa indica la proximidad a la fuente de los materiales depositados y la alta energía con la que sucedió. Los paquetes decimétricos a métricos de *wacke* y conglomerado, la tendencia *coarsening upwards* entre algunos de ellos, las laminaciones planares paralelas y estratificaciones cruzadas planares, además de la evidencia de materia vegetal, con *Teredolites* en troncos (*drift wood*), muestran un ambiente probablemente marino marginal (Collinson et al., 2006; Gingras et al., 2007), en el que, ocurrió la sobreposición de gravas sobre arenas y la migración de canales. La presencia de bioclastos de conchas, bivalvos y *Thalassinoides* apoya esta interpretación. No obstante, la escasa presencia de trazas indica un ambiente hostil para el desarrollo de ellas (MacEachern et al., 2005). La ausencia de imbricación y el pobre sorteo pueden indicar la formación de barras con grava y arena. Se da la deposición de conglomerados con materia vegetal en canales subacuáticos intercalados en F1 y F2, esto sugiere la influencia de eventos de alta energía, posiblemente por medio de corrientes de turbidez.

### 5.3.4. Resumen de la Asociación de facies de delta gravoso

En la Tabla 13 se muestra un resumen de las características de la asociación de facies de delta gravoso.

**Tabla 13.** Asociación de facies de delta gravoso, con facies de lodolita (F1), facies de *wacke* (F2) y facies de *wacke*-conglomerado (F3).

Facies	Descripción	Grosor / Geometría	Estructuras Sedimentarias	Contenido Fósil	Interpretación
<b>F1</b>	Arcillolita con feldespatos y limolita cementada silícea. Generalmente fisible. Rara composición tobácea.	Estratos tabulares <10-90 cm (gradación normal e inversa) y paquetes masivos de hasta 28 m. Estratos tobáceos de 10-30 cm en el Transecto 1 y 1,6 m en el 3. Contactos netos. Canales. Paquetes FU y CU.	Lam. onduladas paralelas, lentes de arenisca (lam. lenticular) y engrosamiento de estratos, <i>rip-up clasts</i> , estructuras de carga, <i>slumps</i> y diques sedimentarios.	Concreciones, muy escasa bioturbación, carbón, moldes de bivalvos, crustáceos, bioclastos, microgasterópodos, foraminíferos planctónicos y bentónicos. Biodetritos carbonatados.	Volcaniclástica. Presencia de volcanismo activo. Depósitos de prodelta y frente deltaico de baja energía con corrientes subacuáticas. Hostil a trazas fósiles.
<b>F2</b>	<i>Wacke</i> feldespática muy fina-media, ocasionalmente acumulaciones media-gruesa a conglomerádica, con cementación silícea y carbonatada.	Estratos tabulares <10-100 cm y paquetes masivos de <6 m-100 m. Ocasional variación granulométrica lateral en estratos. Sección de 300 m con <i>fining upwards</i> . Se intercala entre F1.	Lam. planares y onduladas paralelas. Engrosamiento de estratos y <i>boudinage</i> . Escasos <i>rip-up clasts</i> y estructuras de carga. <i>Slumps</i> y diques sedimentarios.	<i>Teredolites</i> , carbón, bioclastos, foraminíferos planctónicos y bentónicos. Biodetritos carbonatados.	Volcaniclástica. Depósitos de prodelta y frente deltaico de alta energía. Marino marginal con una deposición proximal-distal y hostil a trazas fósiles.
<b>F3</b>	<i>Wacke</i> media-gruesa a grava media-gruesa. Clastos cm-dm, lávicos y de areniscas. Cemento silíceo y carbonatado.	Intercalaciones de 60-90 cm. Paquetes de <1-6 m masivos y acanalados y 70-100 m con series <i>fining</i> y <i>coarsening upwards</i> . Se intercala entre F1 y F2.	Pocas estructuras de carga y <i>rip-up clasts</i> . Estrat. planares paralelas y pocas estrat. cruzadas planares.	<i>Teredolites</i> , escasos <i>Thalassinoides</i> , moldes de bivalvos, fragmentos de conchas, pocos gasterópodos, troncos y carbón en láminas.	Depósitos de alta energía desde barra de boca de río hasta canales en prodelta. Marino marginal hostil a trazas fósiles.

## **6. Estratigrafía de secuencias**

### **6.1. Sucesiones sedimentarias**

Basado en las secciones medidas en los tres transectos establecidos en el área de estudio, se definió una sucesión deltaica fina y otra sucesión deltaica gruesa (Figura 6.1, Apéndice 3). Sin embargo, ante la falta de información para generar columnas completas, no fue posible interpretar secuencias deposicionales ni las discontinuidades que delimitaran a estas últimas. No obstante, la demarcación entre ambas sucesiones fue abordada en este capítulo.

El Apéndice 4 muestra las sucesiones sedimentarias en las columnas estratigráficas por transecto. El Apéndice 5 las presenta en perfiles.

Las sucesiones forman parte del relleno sedimentario de la cuenca Térraba y muestran procesos de somerización durante el Mioceno, en el que se observa una agradación-progradación comenzando por la sucesión deltaica fina en el Mioceno inferior y continuando con la sucesión deltaica gruesa, durante el Mioceno medio-superior. Cada una de ellas es descrita a continuación.

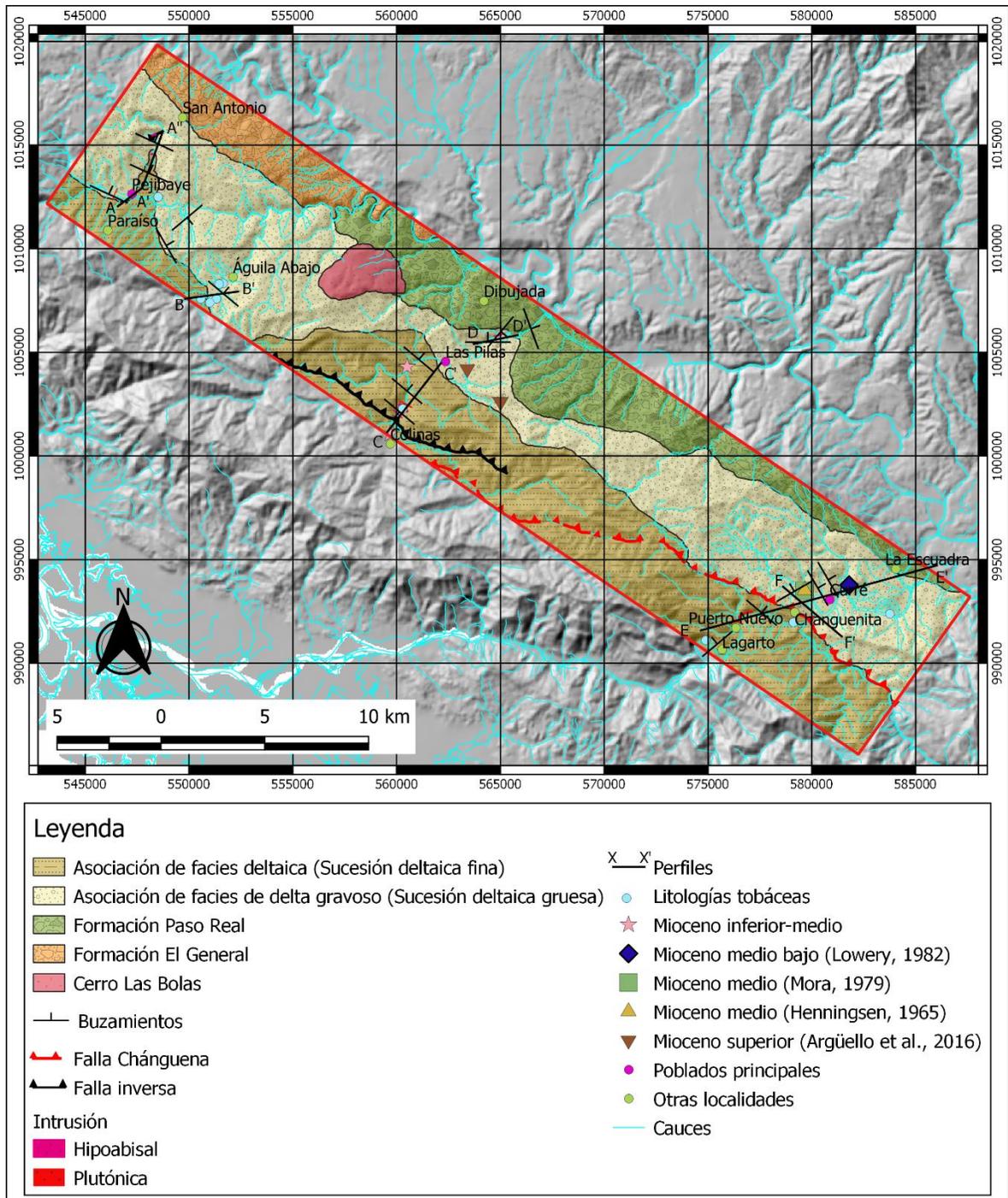


Figura 6.1. Mapa de asociaciones de facies y sucesiones sedimentarias de una parte de la cuenca Tarraba.

### **6.1.1. Sucesión deltaica fina**

Se compone por la asociación de facies deltaica, con facies de lodolita (F1), de *wacke* (F2) y de *wacke*-conglomerado (F3), de prodelta, pendiente y frente deltaico. En cuanto a la relación entre ellos, predominan paquetes métricos de *wacke* y algunos de limo y lodo, los de arena son masivos con *rip-up clasts*, además, se presentan intercalaciones de paquetes más finos o estratificaciones de arenisca, limolita y lodolita, y ocasionales intercalaciones finas y métricas de conglomerado. El ambiente deltaico indica la somerización de la cuenca Térraba.

En general, en el sistema predomina la tendencia con deposición de finos hacia arriba (*Finning Upwards*, FU) sobre gruesos hacia arriba (*Coarsening Upwards*, CU). Sin embargo, no puede considerarse como algo característico de estas sucesiones, al presentarse una mayor cantidad de secciones sin una tendencia establecida. Por este motivo, no puede referirse a ciclicidad asociada a FU en estas sucesiones. Debido a la predominancia de facies de *wacke* y sus recurrentes paquetes masivos intercalados por facies de lodolita más delgadas, se considera un ambiente deltaico que manifiesta agradación (Van Wagoner et al., 1990).

Geográficamente, se distribuye en el río Platanares y la quebrada Veracruz en el Transecto 1 con 121 m de espesor máximo, en los ríos Fresco y Pilas del Transecto 2 con al menos 1200 m y en el Transecto 3 entre Lagarto y Changuenita con 1940 m. Los grandes espesores en los transectos 2 y 3 muestran el gran espacio de acomodación que experimentaba la cuenca en el período de formación de esta sucesión, además de una alta tasa de sedimentación (Einsele, 1992).

Esta sucesión es la base general de los depósitos estudiados y según la presencia de *Paragloborotalia opima*, *Globigerinoides subquadratus* y *Globigerina officinalis*, se interpreta una edad Mioceno inferior-medio (Apéndice 2). Hacia el techo está delimitada por contacto con la falla Chánguena en el transecto 3.

Se considera que esta sucesión se correlaciona con la Formación Curré, representando la unidad inferior.

### **6.1.2. Sucesión deltaica gruesa**

Consiste en la asociación de facies de delta gravoso con facies de F1, F2 y F3, en ambiente de prodelta a barra de boca de río en la sección más somera del frente deltaico. Se puede caracterizar por una notable distribución de los materiales gruesos de F3 por todos los ambientes. Esta facies se muestra desde los ambientes más someros, en las barras de boca de río como paquetes con tendencias CU y FU, en frente deltaico como

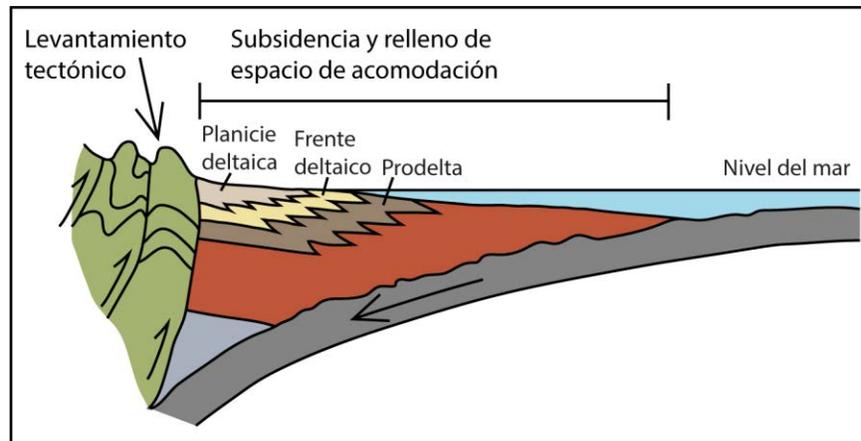
intercalaciones acanaladas de F3 en F2, y hasta el prodelta como canales de F3 en medio de F1.

En el transecto 1, con espesor total máximo de 209 m, se presentan paquetes métricos de limolita y lodolita de F1 intercalados por *wackes* masivas de F2 y por algunas alternancias de *wacke*-conglomerado de F3, ocasionalmente masivas y acanaladas. En el transecto 2 con un total de 324 m, se muestran paquetes métricos de *wacke* masiva de F2 intercalados por conglomerados finos acanalados de F3. En el transecto 3 se presenta un espesor de 2410 m, con 300 m de *wacke* gruesa-conglomerado de F2 con FU, 37 m de conglomerado fino-medio, *wacke* gruesa gravosa de F3 y *wacke* fina de F2 con FU, 12 m de *wacke* media-conglomerado medio de F3 con CU, 170 m de *wacke* gruesa-conglomerado fino de F3 con CU y 1290 m de estratificaciones decimétricas a métricas de *wacke* fina-gruesa de F2.

Esto evidencia como la somerización del ambiente deposicional de la cuenca continuó durante el Mioceno medio en el transecto 3, según dataciones de Henningsen (1965), Mora (1979) y Lowery (1982) en F2 y F3, y en el Mioceno superior en el transecto 2 (Argüello et al., 2016) con F1.

La edad de esta facies en el transecto 1 se supone a partir de *wackes* y lodolitas de composiciones tobáceas que pueden asociarse a la actividad del vulcanismo sin-intrusivo de Talamanca (14,1-8,3 Ma), aproximándose a una edad entre el Mioceno medio y el Mioceno superior.

Según el depósito de la asociación de facies de delta gravoso, la sucesión representa una alta subsidencia experimentada por la cuenca entre el Mioceno medio-superior. Esta se mantuvo, a pesar del levantamiento tectónico, como un subproducto de la deformación contraccional entre los 15-5 Ma (Mescua et al., 2017). De esta manera, mientras que algunos puntos de la cuenca fueron levantados por la compresión, como el arco volcánico, otros, como el basamento de la cuenca, se profundizaron y, posteriormente, se rellenaron (Figura 6.2). La construcción de este se llevó a cabo con agradación-progradación. La agradación, como en la sucesión deltaica fina, se muestra en la recurrencia de *wackes* masivas intercaladas con limolitas, y en las interestratificaciones de *wacke* gruesa y limolita. La progradación es caracterizada por un aumento en el aporte sedimentario, evidenciado en el incremento en la proporción de materiales de grano grueso con respecto a la sucesión deltaica fina, y según el gran espesor, principalmente en el transecto 3. Esto produjo una disminución en el espacio de acomodación de la cuenca (Van Wagoner et al., 1990; Einsele, 1992).



**Figura 6.2.** Representación esquemática de un escenario con levantamiento tectónico, subsidencia y relleno del espacio de acomodación.

La sucesión deltaica gruesa es delimitada hacia la base con la sucesión deltaica fina, por contacto con la falla Chánguena en el transecto 3. En el transecto 2, entre las sucesiones deltaica fina y deltaica gruesa se presentó un vacío de información cuyo espesor se calculó en alrededor de 950 m. Ambas sucesiones se encuentran en contacto concordante en el río Platanares, con direcciones estratigráficas que predominan hacia el NE, con variaciones hacia el SE y el SW en la sucesión deltaica fina. Entre el río Águila y la quebrada Veracruz se presenta otro contacto concordante, donde los buzamientos mantienen una tendencia ENE-ESE. Lo usual en el transecto son los bajos ángulos de buzamiento, en un rango de 5°-23° y un promedio de aproximadamente 12°.

La sucesión en cuestión se correlaciona con la Formación Curré, como la unidad superior que representa el techo de la formación.

Hacia el techo se presenta una discordancia en contacto con conglomerados de la Formación Paso Real (Alán, 1983) en los transectos 2 y 3, no obstante, en el transecto 1 no se visualizó ninguna discontinuidad hacia el techo. En el caso del transecto 2, este contacto se observó en el río Concepción (Figura 6.3 y Figura 6.4). Los depósitos de la presente sucesión presentaron un buzamiento sureste (131/19), mientras que la Formación Paso Real noreste (55/35) y este (90/30). En el transecto 3 la discordancia no fue visualizada en el campo.



**Figura 6.3.** Fotografía de afloramiento de la discordancia entre la sucesión deltaica gruesa y la Formación Paso Real (río Concepción, Dibujada, Buenos Aires; 565381 E / 1005969 N).



**Figura 6.4.** Fotografía de afloramiento de la Formación Paso Real (río Concepción, Dibujada, Buenos Aires; 565381 E / 1005969 N).

## 7. Paleogeografía

Durante el Mioceno inferior (Figura 7.1) la cuenca Térraba atravesaba el período de mayor profundidad registrada (de Boer et al., 1995) y experimentaba, en el aérea cercana, el vulcanismo pre-intrusivo de Talamanca (21-17 Ma). Los productos de éste, en conjunto con materiales erosionados del arco de Talamanca (Phillips, 1983; Yuan, 1984; de Boer et al., 1995; Abratis & Wörner, 2001; Alvarado & Gans, 2012), serían depositados en grandes espesores con sedimentos volcánoclasticos, con facies de *wacke* (F2) masiva intercalada por facies de lodolita (F1) y ocasionalmente facies de *wacke*-conglomerado (F3), en asociación de facies deltaica. En algunos puntos se daría el depósito de lodolita, limolita y *wacke* finas con composiciones tobáceas.

Desde el Mioceno inferior se da el inicio de las intrusiones de plutones e hipoabisales de la Formación Puerto Nuevo continuando hasta los inicios del Mioceno superior (18,3-11,1 Ma) (de Boer et al., 1995; MacMillan et al., 2004; Gazel et al., 2009), que cortan los depósitos deltaicos.

A partir del Mioceno medio (Figura 7.1) la cuenca experimentó una deformación contraccional desde los 15 Ma (Mescua et al., 2017), generando un fallamiento inverso. Esto aumentó considerablemente el aporte de materiales de grano grueso. La sedimentación volcánoclastica formó un delta con mayor proporción de *wackes* gruesas y conglomerados. Esto ocurrió en simultaneidad con intrusiones de la Formación Puerto Nuevo (18,3-11,1 Ma) (de Boer et al., 1995; MacMillan et al., 2004; Gazel et al., 2009), el Grupo Intrusivo Talamanca (12,4-7,8 Ma) y la actividad volcánica sin-intrusiva en Talamanca (14,1-8,3 Ma) (Bellon & Tournon, 1978; de Boer et al., 1995; Gräfe, 1998; MacMillan et al., 2004; Gazel et al., 2009; Alvarado & Gans, 2012). A este vulcanismo se asocia la formación de litologías de composición tobácea en esta época.

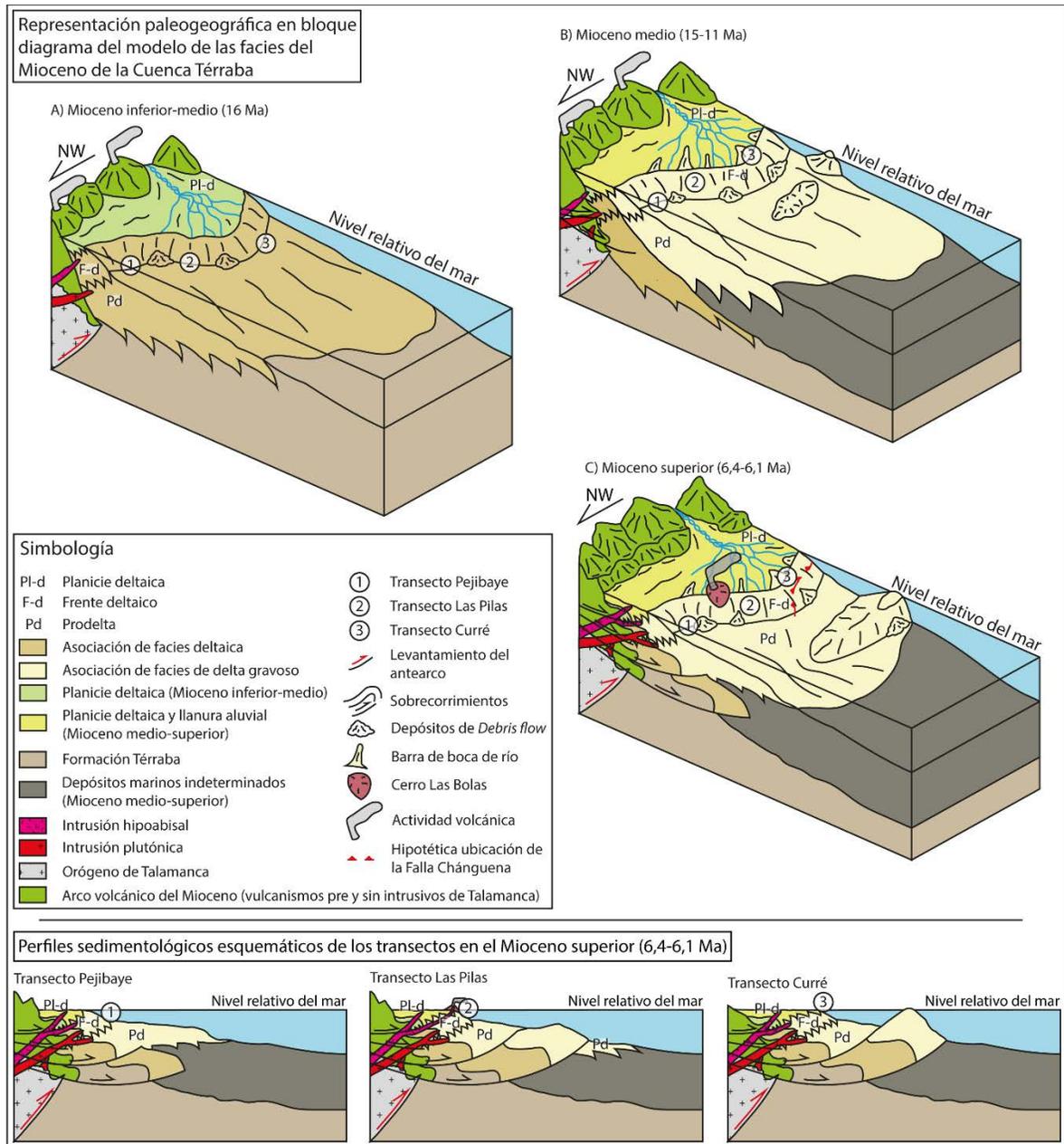
La extensión de las dos asociaciones de facies deltaicas se habría dado desde el sureste del área de estudio actual (transecto 3), considerando que en este punto se dio el más alto espesor de ambas y la mayor proporción de granos gruesos para el delta del Mioceno medio-superior, además de un incremento en materiales finos hacia los otros transectos al noroeste.

Durante el Mioceno superior (Figura 7.1) finalizó el emplazamiento del Grupo Intrusivo Talamanca y el vulcanismo sin-intrusivo, además ocurrió la actividad volcánica del cerro Las Bolas entre los 6,1 y 6,4 Ma (MacMillan et al., 2004).

Debido al levantamiento y a la continuación de la deformación contraccional entre el Mioceno medio y superior, se generaría un levantamiento de las secuencias

sedimentarias marinas y transicionales de la Cuenca Térraba, originándose una discordancia con los depósitos del Plioceno inferior (5,3 Ma). El material depositado durante esta época es principalmente continental, abanico aluvial o fluvial proximal (Formación Paso Real).

Esta deformación contraccional habría dado inicio al levantamiento de la actual Fila Costeña y originaría la cuenca en el Valle del General (de Boer et al., 1995).



**Figura 7.1.** Modelo de las asociaciones de facies y representación paleogeográfica del Mioceno inferior-medio al superior de la Cuenca Térraba.

## 8. Discusión

### 8.1. Modelo sedimentológico

Los tres transectos sedimentológicos levantados permitieron la observación de tres facies principales: F1, lodolita; F2, *wacke* y F3, *wacke*-conglomerado. Estas tres facies se pueden agrupar en dos asociaciones de facies representando varios subambientes de depósito deltaicos finos y gravosos.

La asociación de facies deltaica se formó durante el Mioceno inferior-medio (Apéndice 2). Se considera como la unidad inferior de la Formación Curré. Contrastando con previas afirmaciones que consideran estos depósitos como Miembro Lagarto de la Formación Térraba (Mora, 1979) y que los catalogan ambientalmente como turbiditas proximales de abanico submarino (Phillips, 1983; Yuan, 1984).

La interpretación de esta asociación de facies concuerda con las conclusiones de Aguilar et al. (2010) y Rodríguez (2021). Estos autores proponen la presencia de la Formación Curré durante el Mioceno inferior, al sureste de la cuenca Térraba, fuera del área de estudio. Por lo tanto, esta formación debería encontrarse durante todo el Mioceno a lo largo de la cuenca.

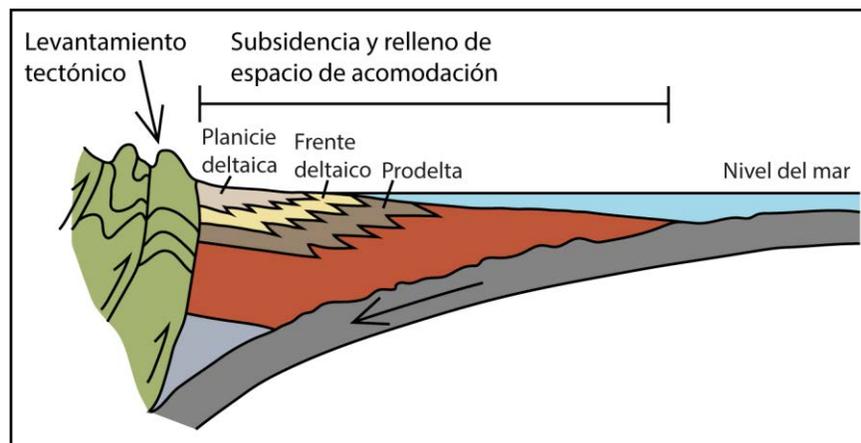
La asociación de facies de delta gravoso se formó durante el Mioceno medio (Henningsen, 1965; Mora, 1979; Lowery, 1982) y Mioceno superior (Argüello et al., 2016). Se considera como la unidad superior de la Formación Curré (Dengo, 1962a; Henningsen, 1965; Mora, 1979; Lowery, 1982). La interpretación paleoambiental de ésta concuerda con conclusiones previas (Mora, 1979; Lowery, 1982; Alvarado et al., 2015; Argüello et al., 2016). Según las cuales, describen un ambiente transicional de facies deltaicas, playa y parálico (Mora, 1979); una sedimentación marina somera de plataforma corta de arco de islas, abanicos volcániclasticos y, cerca de la base, de canales marinos profundos (Lowery, 1982); y como asociaciones de facies de prodelta, frente deltaico, plano deltaico y marino somero (Alvarado et al., 2015; Argüello et al., 2016).

Una limitante para analizar los levantamientos sedimentológicos por medio de la estratigrafía de secuencias es la disponibilidad de afloramientos continuos, que presenten pocos vacíos de información entre ellos, y en relativo buen estado. Al llevarse a cabo en un ambiente tropical, la cobertura vegetal y la acumulación de sedimentos cuaternarios propiciaron muchos espacios sin información, dificultando la identificación de secuencias. Para contrarrestar esto, se intentó hacer levantamientos paralelos que complementaran los faltantes de información, pero siempre hubo espacios vacíos. Ante esto, para cumplir con los objetivos, fue necesario la descripción de sucesiones sedimentarias con base en las asociaciones de facies. Así, se describió la sucesión deltaica

fin a base en la asociación de facies deltaica, y la sucesión deltaica gruesa mediante la asociación de facies de delta gravoso.

## 8.2. Nivel del mar, tectónica y aporte sedimentario

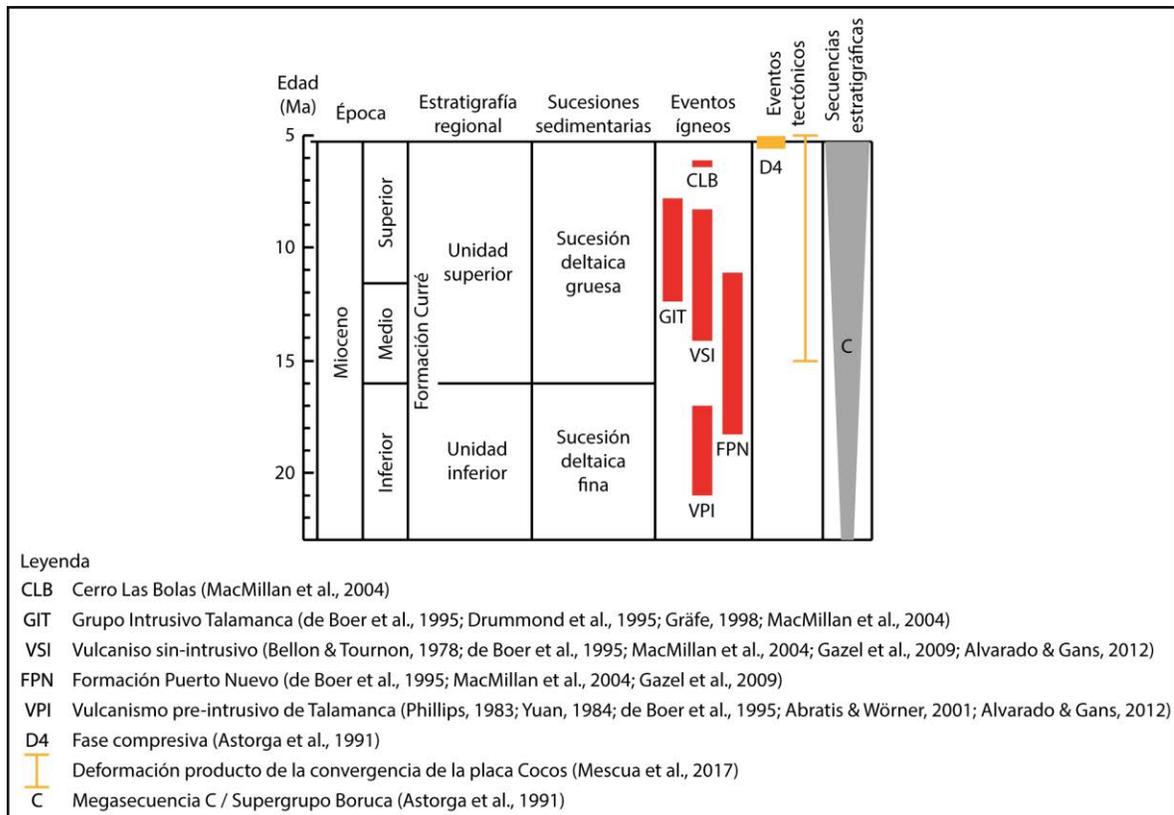
El nivel relativo del mar en la cuenca Térraba durante el Mioceno estuvo marcado por un retroceso que dependió, del relleno del espacio de acomodación generado por la alta subsidencia, y del levantamiento por la compresión tectónica (Mescua et al., 2017). Mientras ocurrió el levantamiento (15-5 Ma), se dio el ascenso del arco volcánico y, como parte de la deformación tectónica, se crearon espacios con alta subsidencia en el antearco (Figura 8.1), profundizándose así la cuenca (Einsele, 1992). En este contexto se depositó la asociación de facies de delta gravoso, y fue evolucionando el paleorelieve con la somerización, desde una cuenca de alta profundidad (Mioceno inferior), a una con simultaneidad de levantamiento tectónico y alta subsidencia (Mioceno medio-superior).



**Figura 8.1.** Representación esquemática de un escenario con levantamiento tectónico, subsidencia y relleno del espacio de acomodación.

Los cambios del nivel relativo del mar observados no se pueden correlacionar con variaciones eustáticas (Haq et al., 1987, 1988; Kominz et al., 2002, 2008; Miller et al., 2005), dada la escasez de datos de edades de los depósitos. Además, el espesor importante de estos, asociado a ambientes tectónicamente activos no permiten observar claramente cualquier efecto puramente eustático en las variaciones de facies.

El relleno de la sucesión deltaica fina se depositó principalmente por agradación, mientras que el de la deltaica gruesa por agradación-progradación. La predominancia de facies de *wacke* y sus recurrentes paquetes masivos intercalados por facies de lodolita más delgadas indicaron agradación, mientras que el aumento en el aporte de materiales de grano grueso sugirió progradación (Van Wagoner et al., 1990). Este cambio granulométrico se refiere a un aumento en la tasa de erosión, correlacionada con la deformación (Einsele, 1992; Mescua et al., 2017) (Figura 8.2).



**Figura 8.2.** Representación de los eventos ígneos, tectónicos y estratigráficos regionales durante el Mioceno.

La alta subsidencia y tasa de sedimentación son mostradas por los grandes espesores de las sucesiones (Einsele, 1992). Desde el Mioceno inferior, en simultaneidad con el período de mayor profundidad (de Boer et al., 1995), se depositó un máximo de 1940 m en la sucesión deltaica fina en el transecto 3. En el Mioceno medio-superior, el relleno de la sucesión deltaica gruesa habría alcanzado 2410 m en el transecto 3. Éste se asocia con una alta tasa de erosión y el levantamiento tectónico (Mescua et al., 2017), contribuyendo a la interpretación de la progradación. La compresión tectónica y el relleno de la cuenca habrían disminuido el espacio de acomodación.

Se debe resaltar que ese espesor de 2410 m para la sucesión deltaica gruesa puede estar siendo condicionado según la calidad de los afloramientos del transecto 3, entre los 1100 m y el techo (2400 m) de la columna estratigráfica Curré-La Escudra, por la falta de información estructural y estratigráfica disponible, y la alta meteorización al lado de la carretera Interamericana Sur. Ante esto, puede considerarse que el espesor tiene un valor mínimo de 840 m.

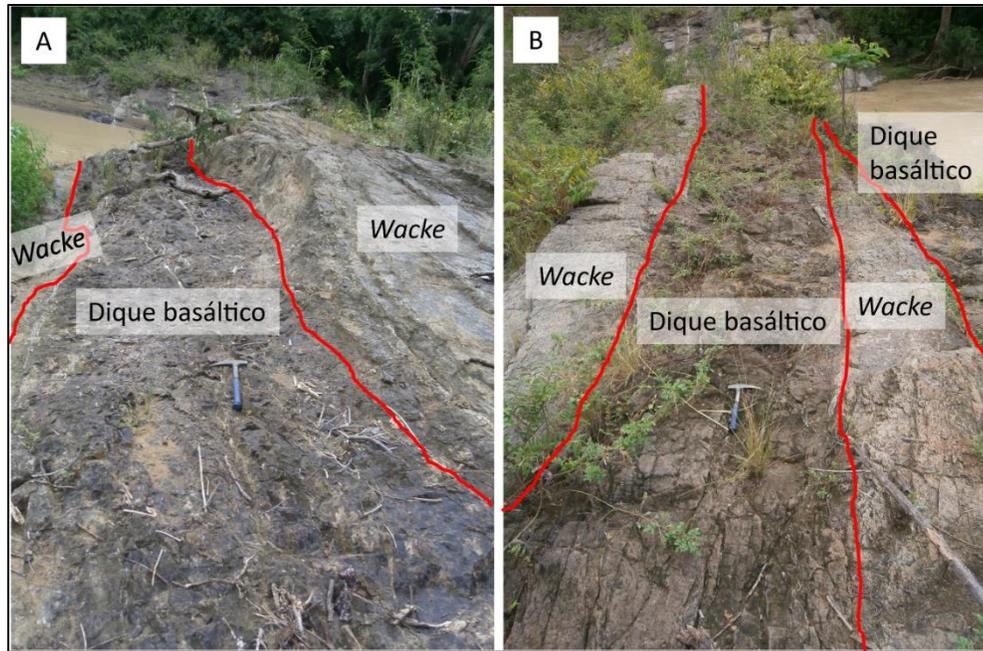
Otros procesos que influyeron sobre el paleorelieve y los depósitos son los diferentes eventos ígneos que se presentaron regionalmente entre el Mioceno inferior-superior (Figura 8.2, Figura 8.3, Figura 8.4 y Figura 8.5). Los vulcanismos (pre y sin-

intrusivos de Talamanca y cerro Las Bolas) aportaron sedimentos volcanoclásticos (principalmente feldespatos, litoclastos volcánicos, algunos piroxenos y rara vez cuarzo) y originaron la deposición de *wackes* y lodolitas de composición tobácea durante el Mioceno, mientras que las intrusiones (Grupo Intrusivo Talamanca y Formación Puerto Nuevo) se emplazaron con diques y sills gabroides e hipoabisales mediante el fallamiento inverso.

Los eventos volcánicos e intrusivos regionales, los sedimentos de grano grueso con poco retrabajo y la alta presencia de plagioclasas bien preservadas, sugieren que el área fuente se encontró cerca de su lugar de depósito. Ésta se ubicó, hacia el arco volcánico de Talamanca. Se considera que con el ascenso gradual de la Fila Costeña la erosión de esta aportó sedimentos durante el Mioceno medio-superior.



**Figura 8.3.** Fotografía de afloramiento de F1: Dique andesítico intruyendo limolita en Asociación de facies de delta gravoso con margen alterado en el río Platanares, Pejibaye, Pérez Zeledón (548361 E / 1015484 N).



**Figura 8.4.** Fotografías de afloramiento de F2: A) y B) Dique basáltico (identificado macroscópicamente) intruyendo *wackes* en Asociación de facies de delta gravoso (Mioceno superior) con contacto enfriado en el río Concepción, Dibujada, Buenos Aires (565024 E / 1005848 N).



**Figura 8.5.** Fotografía de dique de gabro en la carretera Interamericana Sur, Puerto Nuevo, Buenos Aires (576468 E / 991990 N).

La distribución de los depósitos pudo haberse originado cerca del transecto 3, al sureste del área de estudio, considerando que en este sitio se presentaron los mayores espesores de las dos sucesiones, y disminuyó hacia los otros transectos al noroeste. Además, en el caso de la sucesión deltaica gruesa, en el mismo sitio Curré se encontró la mayor proporción de facies gruesas (F2 y F3), mientras que, hacia los otros transectos, se dio un aumento de las facies finas.

La delimitación de la sucesión deltaica fina con respecto a la sucesión deltaica gruesa fue marcada en el transecto 3 por la falla Chánguena. La presencia de esta en el sitio fue considerada al haber sido definida por Mora (1979), y establece que muestra la mayor extensión del sistema de fallamiento inverso, por lo que, debería tener una expresión en superficie. Sin embargo, su traza no fue observada en este trabajo. Esta se interpretó a partir del anticlinal en la sucesión deltaica gruesa, lo que hace que el límite propuesto sea cuestionable. Por otro lado, no fue posible identificar discontinuidades entre ambas sucesiones en los transectos 1 y 2.

Los sobrecorrimientos de la deformación compresiva provocaron que parte del registro sedimentario de la sucesión deltaica gruesa pudiera perderse, específicamente por el contacto por falla inversa (Falla Chánguena) entre los materiales del Mioceno medio y los del Mioceno inferior-medio en el transecto 3. Sin embargo, la cantidad de material perdido es debatible, considerando que es normal y esperable que materiales del Mioceno inferior sean sobreyacidos por otros del Mioceno medio.

Según lo observado en este estudio, el fallamiento sobre los depósitos tuvo pocas manifestaciones en superficie, presentándose, principalmente, fallas con movimientos centimétricos verticales, laterales, una métrica, y algunas con desplazamientos no visualizados. Esto, junto con los bajos ángulos de buzamiento del transecto 1, indica un bajo grado de deformación en algunos puntos. En contraste con trabajos previos (Mora, 1979; Kolarsky, 1992; Montero, 1994; Kutterolf, 1996; Krawinkel, 1998; Fisher et al., 2004; Stichler et al., 2007; Morell et al., 2008; Alvarado et al., 2015; Argüello et al., 2016) que ubican sistemas de fallas laterales e inversas (sobrecorrimientos) a lo largo de la Fila Costeña. Estos autores analizaron áreas más allá de la estudiada, o tuvieron un enfoque a mayor escala. Por otro lado, los plegamientos anticlinales de los transectos 2 y 3 mostraron un alto grado de deformación en estos sitios.

### **8.3.Estratigrafía**

La falta de mayor cantidad de dataciones para los estratos no permitió la correlación estratigráfica entre las columnas de los diferentes transectos, por lo que, al recurrir a los cambios relativos del nivel del mar, solamente se logró una correlación

entre las columnas del transecto 1, según la limitada presencia de tendencias *Fining* o *Coarsening Upwards*.

Alán (1983) establece que en La Escuadra depósitos de conglomerados de la Formación Paso Real se encuentran en discordancia con F2 de la Formación Curré. Sin embargo, esta no fue visualizada en el campo. En el transecto 2 se presenta la misma relación de discordancia entre las dos formaciones, con una tendencia de buzamiento de la Formación Curré hacia el sureste (131/19) y la Formación Paso Real al noreste (55/35) y este (90/30).

La discordancia angular que separa las formaciones Curré y Paso Real, y que coincide con el fin de la sucesión deltaica gruesa, se correlaciona tanto con la finalización de la megasecuencia C / Supergrupo Boruca, como con la ocurrencia de la fase compresiva D4 (Astorga et al., 1991) y el fin de la deformación contraccional (Mescua et al., 2017), en el Mioceno superior-Plioceno (5,3 Ma) (Figura 8.2). Regionalmente, es simultáneo con la deformación producto de la colisión del Bloque de Panamá con Colombia (Mann & Burke, 1984; Astorga et al., 1991).

## 9. Conclusiones

El modelo sedimentológico establecido permitió interpretar una somerización de la cuenca Térraba durante el Mioceno, identificando dos ambientes deltaicos (asociación de facies deltaica y de delta gravoso) cuyos rellenos se depositaron en un contexto tectónico de alta subsidencia, que evolucionó desde el período de mayor profundidad de la cuenca en el Mioceno inferior (de Boer et al., 1995), a uno de deformación compresiva durante el Mioceno medio-superior (Mescua et al., 2017).

Se propone que la Formación Curré sea dividida en dos unidades, una inferior y otra superior. Además, que su rango de edad se extienda a todo el Mioceno:

- A. La unidad inferior es representada por una sucesión deltaica fina definida por la asociación de facies deltaica, con ambientes de prodelta, pendiente y frente deltaico. Su espesor máximo fue de 1940 m. Su relleno manifestó una alta sedimentación y fue construido por agradación. Muestra una alta subsidencia tectónica. Su edad corresponde con Mioceno inferior-medio (Apéndice 2).
- B. La unidad superior corresponde a una sucesión deltaica gruesa definida por la asociación de facies de delta gravoso, con ambientes de prodelta, frente deltaico y barra de boca de río. Su espesor máximo tiene un rango de 840-2410 m. El relleno fue construido por agradación-progradación en una subsidencia y sedimentación altas, y con un incremento en el aporte de materiales de grano grueso. Esto evidencia una alta erosión contribuida por el levantamiento tectónico. Su edad se consideró de Mioceno medio (Henningsen, 1965; Mora, 1979; Lowery, 1982) y Mioceno superior (Argüello et al., 2016).

Los aportes volcanoclásticos y estratos de composición tobácea evidenciaron la influencia cercana de los procesos volcánicos regionales durante el Mioceno. Además, junto con los eventos intrusivos y factores como el poco retrabajo en granos gruesos y la presencia de plagioclasas en buen estado, se muestra que el área fuente se ubicó en el arco volcánico de Talamanca. Los grandes espesores al sureste del área de estudio (transecto 3), y la predominancia de facies gruesas (F2 y F3) en este sitio durante el Mioceno medio sugieren que ambas unidades se extendieron cerca de este mismo punto. No hubo datos de paleocorrientes para considerar, ante la escasez de estructuras sedimentarias determinantes de estas.

Las sucesiones deltaica fina y gruesa se muestran en contacto concordante en el transecto 1 (ríos Platanares y Águila), mientras que en el transecto 2 no se observó. En el transecto 3, al no haber sido visualizada la traza de la falla Chánguena, el límite entre ambas sucesiones es cuestionable.

Entre la sucesión deltaica gruesa y la Formación Paso Real se presentó una discordancia en los transectos 2 y 3.

Se reconocieron diferencias en la deformación a lo largo del área de estudio. Poca al noroeste, según los bajos ángulos de buzamiento del transecto 1 y el poco fallamiento visualizado, y un mayor grado hacia el resto del territorio, específicamente en los transectos 2 y 3, según los respectivos plegamientos anticlinales.

## 10. Recomendaciones

Es necesario promover más estudios sedimentológicos y análisis de proveniencia en la cuenca Térraba, ya que la mayoría de los existentes, aunque muy importantes en su aporte científico, son muy antiguos, algunos presentan modelos evolutivos generales de la cuenca y han planteado interrogantes que hasta la fecha se mantienen. Tal es el caso de la dificultad de diferenciar litológicamente las formaciones Térraba y Curré, resaltado por Henningsen (1965), y aspecto que fue abordado en este mismo proyecto.

Se debería llevar a cabo más análisis paleontológicos que permitan brindar más dataciones para obtener información de mayor precisión, y así poder establecer correlaciones entre columnas siguiendo la ley de Walther.

Es necesario estudiar el comportamiento de los sobrecorrimientos en la Fila Costeña para medir la deformación sobre las facies sedimentarias de la cuenca Térraba. Esto se podría hacer mediante un análisis geológico estructural y tectónico que permita calcular los desplazamientos de roca y estimar los registros sedimentarios que se puedan haber perdido.

La falta de información es un factor muy importante al considerar el empleo de la estratigrafía de secuencias, especialmente cuando se pretende aplicarla mediante levantamientos sedimentológicos siguiendo largos trayectos en superficie. Lo ideal sería complementar la información obtenida de afloramientos, con datos de núcleos de perforación y/o de perfiles sísmicos. Sin embargo, ante la carencia de estos recursos, lo que se debe hacer es seguir trayectos cercanos y paralelos, preferiblemente que sigan la dirección de buzamiento, y que puedan complementar cualquier faltante de información en la columna estratigráfica. Igualmente, sería importante considerar la no implementación de la estratigrafía de secuencias sobre largos trayectos y escoger afloramientos clave que sean una muestra del registro sedimentario.

Es pertinente ampliar los estudios enfocados en los cuerpos ígneos presentes en la Fila Costeña y que intruyen a las formaciones sedimentarias, para expandir el conocimiento sobre los orígenes de algunos de los cuerpos que no han sido analizados por geoquímica, con dataciones o su correlación con alguna actividad o evento específico.

Sería oportuno llevar a cabo un estudio para medir o determinar la influencia que pueda tener sobre la Cuenca Térraba y la costa pacífica suroeste, la existencia de una zona de subducción en el Caribe sur de Costa Rica.

## 11. Bibliografía

- Abratis, M., & Wörner, G. (2001). Ridge collision, slab-window formation, and the flux of Pacific asthenosphere into the Caribbean realm. *Geology*, 29(2), 127-130. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(2001\)029<0127:RCSWFA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(2001)029<0127:RCSWFA>2.0.CO;2)
- Aguilar, T., Acevedo, B., & Ulloa, A. (2010). Paleontología de una sección del río Corredores, formación Curré, Mioceno, Costa Rica. *Revista Geológica de América Central*, 42, 43-75. <https://doi.org/10.15517/rgac.v0i42.4170>
- Alán, M. A. (1983). *Geología y estudio de Lateritas en el extremo noreste del Valle de El General, Costa Rica* [Tesis de licenciatura]. Universidad de Costa Rica.
- Alvarado, G. E., Barquero, R., Taylor, W., López, A., Cerdas, A., & Murillo, J. (2009). Geología de la Hoja General, Costa Rica. *Revista Geológica de América Central*, 40, 97-107. <https://doi.org/10.15517/rgac.v0i40.4189>
- Alvarado, G. E., & Gans, P. B. (2012). Síntesis geocronológica del magmatismo, metamorfismo y metalogenia de Costa Rica, América Central. *Revista Geológica de América Central*, 46, 7-122. <https://doi.org/10.15517/rgac.v0i46.1836>
- Alvarado, P., Aragón, E., Calero, G. A., Carballo, R., Chaves, P., Delgado, R., Flores, R., Fonseca, M. F., González, L. P., Guadamuz, D., Gutiérrez, A., Jiménez, M. F., Jiménez, J., Obando, A., Picado, C., Porras, J. L., Quirós, D., Solano, J. P., Valerio, A., Vargas, J. E., Vásquez, K. & Zúñiga, Y. (2015). *Geología de una parte de las hojas Repunta y Coronado* [Informe de campaña geológica]. Universidad de Costa Rica.
- Arche, A. (Ed.). (2010). *Sedimentología: Del proceso físico a la cuenca sedimentaria*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Argüello, A., Arrieta, F. J., Arroyo, M. A., Blanco, J. L., Brenes, M., Carmona, S., Carranza, J. C., Chavarría, J. F., Conejo, J. D., Conejo, J. I., Gutiérrez, J. B., Hernández, J. G., Madrigal, A. M., Morales, C., Moya, M. F., Murillo, A. L., Rivera, F., Sanabria, A. A., Sandí, S., Solís, C. A., Soriano, S. F., Tenorio, S., Torres, N., Valverde, F. V. & Vega, J. S. (2016). *Geología de un sector de la Fila Costeña (Puntarenas, Costa Rica)* [Informe de campaña geológica]. Universidad de Costa Rica.
- Astorga, A. (1987). *El Cretácico Superior y el Paleógeno de la vertiente pacífica de Nicaragua meridional y Costa Rica septentrional: Origen, evolución y dinámica de las cuencas profundas relacionadas al margen convergente de Centroamérica* [Tesis de licenciatura]. Universidad de Costa Rica.

- Astorga, A., Fernández, J. A., Barboza, G., Campos, L., Obando, J., Aguilar, A., & Obando, L. G. (1991). Cuencas sedimentarias de Costa Rica: Evolución geodinámica y potencial de hidrocarburos. *Revista Geológica de América Central*, 13, 25-59. <https://doi.org/10.15517/rgac.v0i13.13074>
- Bellon, H., & Tournon, J. (1978). Contribution de la geochronometrie K-Ar a l'étude du magmatisme de Costa Rica, Amerique Centrale. *Bulletin de La Société Géologique de France*, S7-XX(6), 955-959. <https://doi.org/10.2113/gssgfbull.S7-XX.6.955>
- Blow, W. H., y Banner, F. T. (1962). The mid-Tertiary (Upper Eocene to Aquitanian) Globigerinaceae. En Eames, F. E., Banner, F. T., Blow, W. H., y Clarke, W. J. (Eds.). *Fundamentals of mid-Tertiary Stratigraphical Correlation*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Bolli, H. M. (1957). Planktonic foraminifera from the Eocene Navet and San Fernando formations of Trinidad. En Loeblich, A. R., Tappan, H., Beckmann, J. P; Bolli, H. M., Montanaro, E., y Troelsen, J. C. (Eds.). *Studies in Foraminifera*. Washington, DC, United States: U.S. Government Printing Office.
- Boggs, S. (2006). *Principles of sedimentology and stratigraphy* (4ta ed). Pearson Prentice Hall.
- Brandes, C., & Winsemann, J. (2018). From incipient island arc to doubly-vergent orogen: A review of geodynamic models and sedimentary basin-fills of southern Central America. *Island Arc*, 27(5), e12255. <https://doi.org/10.1111/iar.12255>
- Brönnimann, P., & Todd, R. (1954). Appendix Descriptions of new species. En Todd, R., Cloud, P.E., Low, D., y Schmidt, R.G. (Eds.), Probable occurrence of Oligocene on Saipan. *American Journal of Science*, 252, 673-682.
- Buchs, D. M., Baumgartner, P. O., Baumgartner-Mora, C., Bandini, A. N., Jackett, S.-J., Diserens, M.-O., & Stucki, J. (2009). Late Cretaceous to Miocene seamount accretion and mélange formation in the Osa and Burica Peninsulas (Southern Costa Rica): Episodic growth of a convergent margin. Geological Society, London, Special Publications, 328(1), 411-456. <https://doi.org/10.1144/SP328.17>
- Buchs, D. M., Baumgartner, P. O., Baumgartner-Mora, C., Flores, K., & Bandini, A. N. (2011). Upper Cretaceous to Miocene tectonostratigraphy of the Azuero area (Panama) and the discontinuous accretion and subduction erosion along the

- Middle American margin. *Tectonophysics*, 512(1-4), 31-46.  
<https://doi.org/10.1016/j.tecto.2011.09.010>
- Campos, L., Betancur, J., & Obando, L. G. (2012). Foraminíferos Bentónicos aglutinados de los depósitos turbidíticos. Área Nápoles, sur de San Marcos de Tarrazú, Costa Rica. *Revista Geológica de América Central*, 47, 109-116.  
<https://doi.org/10.15517/rgac.v0i47.6494>
- Cavalier-Smith, T. (1981). Eukaryote kingdoms: Seven or nine? *Biosystems*, 14(3-4), 461-481. [https://doi.org/10.1016/0303-2647\(81\)90050-2](https://doi.org/10.1016/0303-2647(81)90050-2)
- Cavalier-Smith, T. (2002). The phagotrophic origin of eukaryotes and phylogenetic classification of Protozoa. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 52(2), 297-354. <https://doi.org/10.1099/00207713-52-2-297>
- Cavalier-Smith, T. (2010). Kingdoms Protozoa and Chromista and the eozoan root of the eukaryotic tree. *Biology Letters*, 6(3), 342-345.  
<https://doi.org/10.1098/rsbl.2009.0948>
- Carpenter, W. B., Parker, W. K., & Jones, T. R. (1862). *Introduction to the study of the Foraminifera*. London: Published for the Ray Society by R. Hardwicke.
- Cifelli, R. (1982). Early Occurrences and some Phylogenetic Implications of Spiny, Honeycomb Textured Planktonic Foraminifera. *Journal of Foraminiferal Research*, 12(2), 105-115. <https://doi.org/10.2113/gsjfr.12.2.105>
- Collinson, J. D., Mountney, N. P., & Thompson, D. B. (2006). *Sedimentary structures* (3. ed). Terra.
- Cushman, J. A. (1927). New and interesting foraminifera from Mexico and Texas. *Contributions from the Cushman Laboratory for Foraminiferal Research*, 3, 111-119.
- Dean, W. E., Leinen, M., & Stow, D. A. V. (1985). Classification of deep-sea, fine-grained sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, 55(2), 250-256.
- de Boer, J. Z., Defant, M. J., Stewart, R. H., & Bellon, H. (1991). Evidence for active subduction below western Panama. *Geology*, 19(6), 649-652.  
[https://doi.org/10.1130/0091-7613\(1991\)019<0649:EFASBW>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1991)019<0649:EFASBW>2.3.CO;2)
- de Boer, J. Z., Drummond, M. S., Bordelon, M. J., Defant, M. J., Bellon, H., & Maury, R. C. (1995). Cenozoic magmatic phases of the Costa Rican island arc (Cordillera de Talamanca). En *Geological Society of America Special Papers* (Vol. 295, pp. 35-

- 56). Geological Society of America. <https://doi.org/10.1130/SPE295-p35>
- Delage, Y., & Hérouard, E. (1896). *Traité de Zoologie Concrète. La Cellule et les Protozoaires*. Paris, Francia: Schleicher, Frères
- Dengo, G. (1953). *A preliminary survey of the geology of Puntarenas Province* [Informe interno]. Ministerio de Agricultura e Industria.
- Dengo, G. (1962a). *Estudio geológico de la región de Guanacaste, Costa Rica* [Informe interno]. Instituto Geográfico Nacional.
- Dengo, G. (1962b). Tectonic-Igneous Sequence in Costa Rica. En A. E. J. Engel, H. L. James, & B. F. Leonard (Eds.), *Petrologic Studies* (pp. 133-161). Geological Society of America. <https://doi.org/10.1130/Petrologic.1962.133>
- Deringer, A. (1996). *Sedimentpetrographische Untersuchungen von tertiären tiefmarinen und flachmarinen Sedimenten im Bereich von Dominical (Südwest-Costa Rica)* [Tesis de diplomado]. Universität Stuttgart.
- Dogliani, C., Bosellini, A., & Vail, P. R. (1989). Stratal patterns: A proposal of classification and examples from the Dolomites. *Basin Research*, 2(2), 83-95. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2117.1989.tb00028.x>
- d'Orbigny, A. (1826). Tableau methodique de la Classe de Cephalopodes. *Annals des Sciences Naturelles*, 7, 245-314.
- Drummond, M. S., Bordelon, M., de Boer, J. Z., Defant, M. J., Bellon, H., & Feigenson, M. D. (1995). Igneous petrogenesis and tectonic setting of plutonic and volcanic rocks of the Cordillera de Talamanca, Costa Rica-Panama, Central American arc. *American Journal of Science*, 295(7), 875-919. <https://doi.org/10.2475/ajs.295.7.875>
- Einsele, G. (1992). *Sedimentary Basins: Evolution, Facies, and Sediment Budget*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-77055-5>
- Eva, A. N., Burke, K., Mann, P., & Wadge, G. (1989). Four-phase tectonostratigraphic development of the southern Caribbean. *Marine and Petroleum Geology*, 6(1), 9-21. [https://doi.org/10.1016/0264-8172\(89\)90072-X](https://doi.org/10.1016/0264-8172(89)90072-X)
- Fisher, D. M., Gardner, T. W., Sak, P. B., Sanchez, J. D., Murphy, K., & Vannucchi, P. (2004). Active thrusting in the inner forearc of an erosive convergent margin, Pacific coast, Costa Rica: ACTIVE THRUSTING IN THE INNER FOREARC. *Tectonics*, 23(2), TC2007. <https://doi.org/10.1029/2002TC001464>

- Gazel, E., Carr, M. J., Hoernle, K., Feigenson, M. D., Szymanski, D., Hauff, F., & van den Bogaard, P. (2009). Galapagos-OIB signature in southern Central America: Mantle refertilization by arc-hot spot interaction. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 10(2), Q02S11. <https://doi.org/10.1029/2008GC002246>
- Gazel, E., Hoernle, K., Carr, M. J., Herzberg, C., Saginor, I., van den Bogaard, P., Hauff, F., Feigenson, M., & Swisher, C. (2011). Plume–subduction interaction in southern Central America: Mantle upwelling and slab melting. *Lithos*, 121(1-4), 117-134. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2010.10.008>
- Gingras, M. K., Bann, K. L., MacEachern, J. A., Waldron, J., & Pemberton, S. G. (2007). A Conceptual Framework for the Application of Trace Fossils. En J. A. MacEachern, K. L. Bann, M. K. Gingras, & S. G. Pemberton (Eds.), *Applied Ichnology* (Vol. 52, pp. 1-26). SEPM Society for Sedimentary Geology. <https://doi.org/10.2110/pec.07.52.0001>
- Gräfe, K. (1998). *Exhumation and thermal evolution of the Cordillera de Talamanca (Costa Rica): Constraints from fission tracks analysis,  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$ , and  $^{87}\text{Rb}$ - $^{87}\text{Sr}$  chronology* [Tesis de doctorado]. Institut für Geologische und Paläontologie.
- Haq, B. U., Hardenbol, J. A. N., & Vail, P. R. (1987). Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. *Science*, 235(4793), 1156-1167.
- Haq, B., Hardenbol, J., & Vail, P. (1988). Mesozoic and Cenozoic Chronostratigraphy and Cycles of Sea-Level Change. En *Sea-level changes: An integrated approach* (Vol. 42, pp. 71-108). Society of Economic Paleontologists and Mineralogists. <https://doi.org/10.2110/pec.88.01.0071>
- Henningsen, D. (1965). *La Fila Costeña del Pacífico en Costa Rica y su posición dentro del sistema montañoso centroamericano meridional*. Ministerio de Industria y Comercio-Dirección de Geología Minas y Petróleo.
- Hoernle, K., Abt, D. L., Fischer, K. M., Nichols, H., Hauff, F., Abers, G. A., van den Bogaard, P., Heydolph, K., Alvarado, G., Protti, M., & Strauch, W. (2008). Arc-parallel flow in the mantle wedge beneath Costa Rica and Nicaragua. *Nature*, 451(7182), 1094-1097. <https://doi.org/10.1038/nature06550>
- Kesel, R. H. (1983). Quaternary History of the Río General Valley, Costa Rica. *National Geographic Society Research Reports*, 15, 339-359.
- Kolarsky, R. A. (1992). *Late Cretaceous-Cenozoic tectonics and sedimentation in Southern Central America: Costa Rica and Panama* [Tesis de maestría].

University of Texas.

- Kolarsky, R. A., Mann, P., & Montero, W. (1995). Island arc response to shallow subduction of the Cocos Ridge, Costa Rica. En *Geological Society of America Special Papers* (Vol. 295, pp. 235-262). Geological Society of America.  
<https://doi.org/10.1130/SPE295-p235>
- Kominz, M. A., Van Sickle, W. A., Miller, K. G., Browning, J. V., Armentrout, J., & Rosen, N. (2002). Sea-level estimates for the latest 100 million years: One-dimensional backstripping of onshore New Jersey boreholes. In *Sequence stratigraphic models for exploration and production: Evolving methodology, emerging models, and application case histories: Proceedings, 22nd Annual GCSSEPM Foundation Bob F. Perkins Research Conference* (pp. 303-315).
- Kominz, M. A., Browning, J. V., Miller, K. G., Sugarman, P. J., Mizintseva, S., & Scotese, C. R. (2008). Late Cretaceous to Miocene sea-level estimates from the New Jersey and Delaware coastal plain coreholes: An error analysis. *Basin Research*, 20(2), 211-226.
- Krawinkel, J. (1998). *Struktur und Kinematik am konvergenten Plattenrand der südlichen Zentralamerikanischen Landbrücke (Zentral und Süd-Costa Rica, West-Panama)* [Tesis de doctorado]. Universität Stuttgart.
- Kutterolf, S. (1996). *Strukturgeologische Untersuchungen im Forearc von Südwest-Costa Rica (Raum Dominical)* [Tesis de diplomado]. Universität Stuttgart.
- Laurito, C., Valerio, A. L., Gómez, L. D., Mead, J. I., Pérez, E. A., & Pérez, L. G. (2005). A Trionychidae (Reptilia: Testudines, Cryptodira) from the Pliocene of Costa Rica, Southern Central America. *Revista Geológica de América Central*, 32, 7-11.  
<https://doi.org/10.15517/rgac.v0i32.4241>
- Laurito, C., & Valerio, A. (2005). First Record of *Rhynchotherium blicki* (Frick, 1933) for the Late Cenozoic of Costa Rica. *Revista Geológica de América Central*, 33, 75-82. <https://doi.org/10.15517/rgac.v0i33.4237>
- Leeder, M. R. (1994). *Sedimentology: Process and product* (Reimpreso). Chapman & Hall.
- Lowery, B. J. (1982). *Sedimentology and tectonic implications of the Middle to Upper Miocene Curre Formation, Southwestern Costa Rica* [Tesis de maestría]. Louisiana State University.

- MacEachern, J. A., Bann, K. L., Gingras, M. K., Zonneveld, J.-Paul., Dashtgard, S. E., & Pemberton, S. G. (2012). The Ichnofacies Paradigm. En *Developments in Sedimentology* (Vol. 64, pp. 103-138). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53813-0.00004-6>
- MacMillan, I., Gans, P. B., & Alvarado, G. (2004). Middle Miocene to present plate tectonic history of the southern Central American Volcanic Arc. *Tectonophysics*, 392(1-4), 325-348. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2004.04.014>
- Mann, P., & Burke, K. (1984). Neotectonics of the Caribbean. *Reviews of Geophysics*, 22(4), 309-362. <https://doi.org/10.1029/RG022i004p00309>
- Mende, A. (2001). *Sedimente und Architektur der Forearc-und Backarc-Becken von Südost-Costa Rica und Nordwest-Panama* [Tesis de doctorado]. Universität Stuttgart.
- Mescua, J. F., Porras, H., Durán, P., Giambiagi, L., de Moor, M., Cascante, M., Salazar, E., Protti, M., & Poblete, F. (2017). Middle to Late Miocene Contractional Deformation in Costa Rica Triggered by Plate Geodynamics: Miocene deformation in Costa Rica. *Tectonics*, 36(12), 2936-2949. <https://doi.org/10.1002/2017TC004626>
- Mikhalevich, V. I. (1980). Sistematika i evolyuciya foraminifer v svete novyikh dannykh po ih citologii i ul'trastrukture (Systematics and evolution of the Foraminifera in view of the new data on their cytology and ultrastructure). *Principy postroeniya makrosistemy odnokletochnykh zivotnykh. (The principles of the formation of the macrosystem of the unicellular animals). Tr Zool Inst Akad Nauk SSSR, 94*, 42-61.
- Miller, K. G., Kominz, M. A., Browning, J. V., Wright, J. D., Mountain, G. S., Katz, M. E., Sugarman, P. J., Cramer, B. S., Christie-Blick, N., & Pekar, S. F. (2005). The Phanerozoic Record of Global Sea-Level Change. *Science*, 310(5752), 1293-1298. <https://doi.org/10.1126/science.1116412>
- Mitchum, R. M., Jr. (1977). Seismic Stratigraphy and Global Changes of Sea Level, Part 11: Glossary of Terms used in Seismic Stratigraphy. En C. E. Payton (Ed.), *Seismic Stratigraphy—Applications to Hydrocarbon Exploration* (Vol. 26, pp. 205-212). American Association of Petroleum Geologists. <https://doi.org/10.1306/M26490C13>
- Montero, W. (1994). Neotectonics and related stress distribution in a subduction-collisional zone: Costa Rica. *Profil*, 7, 125-141.

- Morell, K. D., Fisher, D. M., & Gardner, T. W. (2008). Inner forearc response to subduction of the Panama Fracture Zone, southern Central America. *Earth and Planetary Science Letters*, 265(1-2), 82-95.  
<https://doi.org/10.1016/j.epsl.2007.09.039>
- Mora, S. (1979). *Estudio geológico de una parte de la región Sureste del Valle del General, Provincia de Puntarenas, Costa Rica* [Tesis de licenciatura]. Universidad de Costa Rica.
- Nemec, W., & Steel, R. J. (1988). What is a fan delta and how do we recognize it? En W. Nemec & R. J. Steel (Eds.), *Fan deltas: Sedimentology and tectonic settings* (pp. 3-13). Blackie.
- Nichols, G. (2009). *Sedimentology and stratigraphy* (2nd ed). Wiley-Blackwell.
- Obando, L. G. (2011). Estratigrafía y tectónica de la parte noreste de la hoja dota (1:50 000), Costa Rica. *Revista Geológica de América Central*, 44, 71-82.  
<https://doi.org/10.15517/rgac.v0i44.3446>
- Pawlowski, J., Holzmann, M., & Tyszka, J. (2013). New supraordinal classification of Foraminifera: Molecules meet morphology. *Marine Micropaleontology*, 100, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.marmicro.2013.04.002>
- Pettijohn, F. J., Potter, P. E., & Siever, R. (1973). *Sand and Sandstone*. Springer US.  
<https://doi.org/10.1007/978-1-4615-9974-6>
- Phillips, P. J. (1983). *Stratigraphy, sedimentology and petrologic evolution of Tertiary sediments in southwestern Costa Rica* [Tesis de maestría]. Louisiana State University.
- Piper, D. P., & Rogers, P. J. (1980). *Procedure for the assessment of the conglomerate resources of the Sherwood Sandstone Group* (N.º 56; Mineral Assessment Report). Institute of Geological Sciences.
- Reading, H. G. (Ed.). (1996). *Sedimentary environments: Processes, facies and stratigraphy* (3era ed). Blackwell Science.
- Reineck, H.-E., & Singh, I. B. (1980). *Depositional sedimentary environments, with reference to terrigenous clastics* (2da ed.). Springer-Verlag.
- Rodríguez, E. A. (2020). *Estratigrafía y evolución sedimentológica del sureste de la Fila Costeña, Costa Rica* [Tesis de licenciatura]. Universidad de Costa Rica.

- Rudolph, M. (1996). *Profilaufnahme und sedimentologische Untersuchungen von tertiären Tiefund Flachwasserablagerungen im Bereich von Dominical (Südwest-Costa Rica)* [Tesis de diplomado]. Universität Stuttgart.
- Ryan, W. B. F., Carbotte, S. M., Coplan, J. O., O'Hara, S., Melkonian, A., Arko, R., Weissel, R. A., Ferrini, V., Goodwillie, A., Nitsche, F., Bonczkowski, J., & Zemsky, R. (2009). Global Multi-Resolution Topography synthesis. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 10(3), Q03014.  
<https://doi.org/10.1029/2008GC002332>
- Schmidt, H. E. (1989). *Sequenzstratigraphie an einem konvergenten plattenrand: Die dynamik des Neogenen Inselbogenschelfes im "Forearc"-Bereich Costa Ricas und Nicaraguas* [Tesis de doctorado]. Technische Universität Berlin.
- Schotters, N. (1996). *Profilaufnahme und sedimentologische Untersuchungen von tertiären Tiefund Flachwasserablagerungen im Gebiet der Punta Uvita, Provinz Puntarenas (Südwest-Costa Rica)* [Tesis de diplomado]. Universität Stuttgart.
- Sitchler, J. C., Fisher, D. M., Gardner, T. W., & Protti, M. (2007). Constraints on inner forearc deformation from balanced cross sections, Fila Costeña thrust belt, Costa Rica: INNER FOREARC DEFORMATION IN COSTA RICA. *Tectonics*, 26(6), TC6012. <https://doi.org/10.1029/2006TC001949>
- Sprechmann, P., Astorga, A., Calvo, C., & Fernández, A. (1994). Stratigraphic chart of the sedimentary basins of Costa Rica, Central America. *Profil*, 7, 427-433.
- Subbotina, N. N. (1953). Foraminiferes fossiles d'URSS Globigerinidae, Globorotaliidae, Hantkeninidae. *Bureau de Recherches Geologiques et Minières*, 2239, 1-144.
- Valerio, A. L. (2010). *Paleontología, bioestratigrafía y paleoecología de los caballos fósiles de la Formación Curré en el cantón de Coto Brus, Costa Rica (análisis basado en material dental)* [Tesis de licenciatura]. Universidad de Costa Rica.
- Valerio, A. L., & Laurito, C. A. (2011). Dental remains of immature individuals of *Rhynchotherium blicki* (Frick 1933) of San Gerardo de Limoncito, Coto Brus, Costa Rica. *Revista Geológica de América Central*, 39, 87-91.  
<https://doi.org/10.15517/rgac.v0i39.12250>
- Van Wagoner, J. C., Mitchum, R. M., Campion, K. M., & Rahmanian, V. D. (1990). *Siliciclastic Sequence Stratigraphy in Well Logs, Cores, and Outcrops: Concepts for High-Resolution Correlation of Time and Facies* (Vol. 7). American Association of Petroleum Geologists. <https://doi.org/10.1306/Mth7510>

Vera, J. A. (1994). *Estratigrafía: Principios y métodos*. Editorial Rueda.

Yuan, P. (1984). *Stratigraphy, sedimentology and Geologic evolution of Eastern Terraba trough, Southwestern Costa Rica* [Tesis de doctorado]. Louisiana State University.

# **Apéndice 1: Informes de análisis petrográficos de muestras con sección delgada**

## **A1.1. Transecto 1: Pejibaye**

**Código de la muestra: TJ-0101a**

**Procedencia: Veracruz, Pejibaye, Pérez Zeledón.**

**Coordenadas (CRTM05): 550686 Este/1007704 Norte.**

**Recolectado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Elaborado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Nombre de la roca: Mesogabro augítico con hornblenda verde.**

### **Descripción macroscópica:**

Fanerítica granular de grano fino con cristales de plagioclasa de 0,5 y 1 mm (50%), ferromagnesianos (¿piroxenos y anfíboles?) de 1 y 2 mm (20% de 2 mm y 30% de 1 mm o menos), ambos xenomórficos. La roca es de color en su mayoría negro a gris muy oscuro, con una pátina de óxidos café rojiza. Nombre: Gabro con ferromagnesianos.

### **Descripción microscópica:**

Textura hipocristalina-hipidiomórfica-porfirítica ofítica y subofítica con fenocristales de augita, plagioclasa y hornblenda verde en una matriz con textura intersertal entre los cristales de augita, plagioclasa y los accesorios de magnetita. Presenta alteraciones de uralita y arcilla en las plagioclasas.

Fenocristales			Matriz			Vidrio	Alteración		Conteo
Plagio clasa	Augita	Hornblen da verde	Plagio clasa	Augita	Magne tita		Uralita	Arcilla	
35	5	3	17	15	20	3	1	1	<b>1</b>
25	0	7	30	15	15	5	1	2	<b>2</b>
30	15	7	18	10	10	7	1	2	<b>3</b>
25	7	5	22	15	10	7	7	2	<b>4</b>
35	5	3	26	10	10	7	2	2	<b>5</b>
25	15	5	23	10	10	10	1	1	<b>6</b>
20	10	3	34	10	10	7	5	1	<b>7</b>
30	15	1	20	12	12	7	2	1	<b>8</b>
25	7	3	38	10	10	5	1	1	<b>9</b>
30	5	2	31	10	10	10	1	1	<b>10</b>
<b>28</b>	<b>8,4</b>	<b>3,9</b>	<b>25,9</b>	<b>11,7</b>	<b>11,7</b>	<b>6,8</b>	<b>2,2</b>	<b>1,4</b>	<b>Prom.</b>
<b>28</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>26</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>Aprox.</b>

### **Minerales:**

#### *Fenocristales:*

Plagioclasa: Incoloras con bajo relieve en nicols paralelos y gris de primer orden de birrefringencia en nicols cruzados. Hábito prismático con forma idiomórfica e hipidiomórfica, con maclas polisintéticas y su tamaño ronda desde 0,325 mm hasta aproximadamente 2,125 mm de manera seriada. Tiene textura ofítica y subofítica con las augitas. Su proporción es de 28%.

Augita: De incoloras a marrón muy claro con alto relieve con nicols paralelos y amarillo, rojo y violeta de segundo orden a azul del tercer orden de birrefringencia en nicols cruzados. Hábito tabular, prismático, forma idiomórfica a hipidiomórfica, en ocasiones se observa doble exfoliación y el tamaño ronda desde 0,625 mm a 3,4 mm de manera seriada. Tiene textura ofítica y subofítica con las plagioclasas. Su proporción es de 8%.

Hornblenda verde: Color marrón y amarillo con pleocroísmo directo en nicols paralelos y marrón a verde y rojizo de segundo orden de birrefringencia en nicols cruzados. Su forma es irregular con hábito tabular y prismático, exfoliación poco observable, tamaños desde 0,375 mm a 1,5 mm y 4% de proporción.

#### *Matriz:*

Plagioclasa: Incoloro en nicols paralelos con bajo relieve y gris de primer orden de birrefringencia en nicols cruzados. Tiene maclas polisintéticas, hábito prismático y granular con tamaños de 0,075 mm a 0,25 mm con una proporción de 26%.

Augita: Incoloro en nicoles paralelos con alto relieve y amarillo, rojo a violeta de birrefringencia del segundo orden y azul del tercero en nicoles cruzados. Tiene hábito granular y tamaños de 0,1 mm a 0,25 mm con una proporción de 12%.

*Accesorios:*

Magnetita: Conformar parte de la matriz con alrededor de 12% de la sección delgada, su hábito es granular con un tamaño medio de 0,2 mm.

*Alteraciones:*

Uralita: Verde pálido en nicoles paralelos y verde a amarillo del segundo orden en nicoles cruzados. Posee tamaños de 0,05 mm a aproximadamente 0,5 mm con un 2% y su forma es irregular.

Arcilla: Se presenta generalmente asociada a las plagioclasas y en el resto de la sección y se muestra con tamaños que rondan los 0,025 mm.

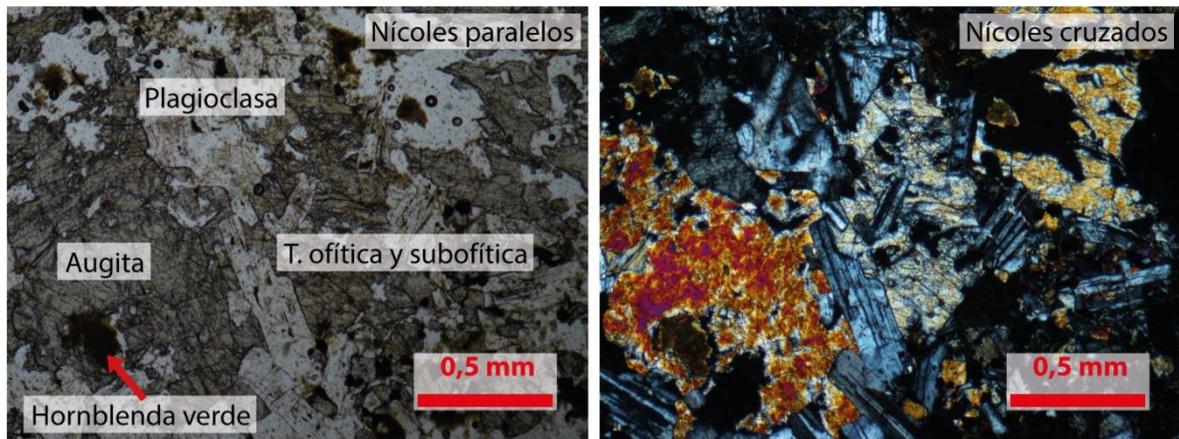
**Vidrio:** Se presenta de manera intersticial entre los granos, en aproximadamente un 7%.

Cuarzo (Q)	Álcalis (A)	Plagioclasa (P)	Feldespatoides (F)	Anfibol (hornblenda verde)	Clinopiroxeno (augita)	Magnetita
0	0	54	0	4	20	12

Para el empleo del diagrama de Streckeisen se obtuvo que para la evaluación de QAPF es 100% de plagioclasa (P) al no encontrarse cuarzo (Q), álcalis (A) o feldespatoides (F) en la muestra:

P: 54 → 100%

Por lo tanto, el campo resultante al graficar dicho dato es el 10b, por lo cual, empleando el método de Michel-Lévy, la muestra presenta un contenido de anortita (An) de 60% en las plagioclasas, obteniendo el nombre de labradorita. No se presentan ortopiroxenos en contraste con el total de 20% de clinopiroxenos (augita) y el total de máficos (M) es 36% (campo 10 o 10b: An > 50, Cpx > Opx: Gabro; M < 35 = leuco), por lo que la roca se denomina como Mesogabro augítico con hornblenda verde (Ilustración 1).



*Ilustración 1: Mesogabro augítico con hornblenda verde.*

**Código de la muestra: TJ-0101b**

**Procedencia: Quebrada Veracruz, Pejibaye, Pérez Zeledón.**

**Coordenadas (CRTM05): 550686 Este/1007704 Norte.**

**Recolectado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Elaborado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Nombre de la roca: Arcillolita limosa (*Silt et clay*) según la clasificación de Dean et al. (1985).**

**Descripción macroscópica:**

Lodolita con superficie sana de color gris, alterada gris y café con óxidos. Sin fósiles visibles. Consiste en 88% limo y arcilla (matriz) y arena 5% muy fina (<0,062 mm – 0,125 mm), 5% fina (0,125 mm – 0,25 mm), 2% gruesa (0,5 mm – 1 mm) y <1% muy gruesa a grava fina (1 mm – 8 mm). Los granos visibles son subredondeados a subangulares y algunos angulares, con esfericidad media. Su fábrica es isotrópica. Tiene laminación plana paralela y ondulada con lentes arenosos. Presenta 15% de acumulaciones gris claras de 1 a 2 mm. En la composición mineral se encuentra 1% fragmentos oscuros (¿piroxenos? Idiomórficos, 1 mm), 1% pirita (1 mm) y <1% litoclastos (1 mm – 5 mm), el porcentaje restante corresponde a materiales muy pequeños para el ojo humano. Tiene cemento silíceo y algo carbonatado.

**Descripción microscópica:**

Resumen: Arcilla limosa (*Silt et clay*) según la clasificación de Dean et al. (1985), el tamaño modal de los granos consiste en 2% de arena muy fina (0,062 mm – 0,125 mm), 40% de limo fino (0,008 mm – 0,016 mm) y 60% de arcilla. Evidencia alto transporte y rápida deposición en un ambiente de poca energía, con variaciones en su zona de aporte de sedimentos. Cuenta con cementación silícea y carbonatada secundaria.

**Textura:**

Posee un 60% de matriz con sorteo regular. El tamaño modal de los granos consiste en 2% de arena muy fina (0,062 mm – 0,125 mm), 40% de limo fino (0,008 mm – 0,016 mm) y 60% de arcilla.

### **Composición:**

#### *Componentes ortoquímicos (cemento):*

Cemento carbonatado: corresponde el 1%, tipo esparítico, es secundario y se muestra rellenando espacios.

Cemento silíceo: corresponde el 80%, se muestra de manera intersticial y en contacto con los granos. De este, 1% corresponde a zeolita o cuarzo secundario rellenando espacios y fósiles (Ilustración 4).

#### *Componentes aloquímicos (fósiles):*

Foraminíferos planctónicos (Ilustración 3, Ilustración 4): 5%, tienen tamaño máximo de 0,5 mm y medio de 0,25 mm.

Bioclastos (Ilustración 3, Ilustración 4): 1%, tienen tamaño máximo de 0,95 mm. De este, <1% corresponde a bioturbación rellena de cemento silíceo secundario. Algunos pueden encontrarse agrupados en lentes.

#### *Componentes detríticos (clastos):*

Feldspatos (plagioclasas, Ilustración 3): 2%, granos con tamaño máximo de 0,3 mm y medio de 0,1 mm. Tienen formas subangulares, con hábito granular, y tabular y prismático los más grandes. Los de mayor tamaño se pueden encontrar agrupados en lentes.

Pirita: <1%, granos con tamaño máximo de 1,25 mm, con forma subredondeada y hábito granular.

**Nombre composicional:** Arcillolita limosa (*Silt et clay*, Ilustración 2) según la clasificación de Dean et al. (1985).

**Historia diagenética:** Sedimento transportado desde gran distancia y depositado rápidamente, con fósiles de origen autóctono (foraminíferos planctónicos) y pocos bioclastos, en un ambiente de poca energía.

**Interpretación:** Un ambiente de poca energía, posiblemente con deposición rápida. La zona de aporte está ubicada lejos del área de depósito, proporcionando materiales de alta alteración (arcilla) y granos en su mayoría limosos.

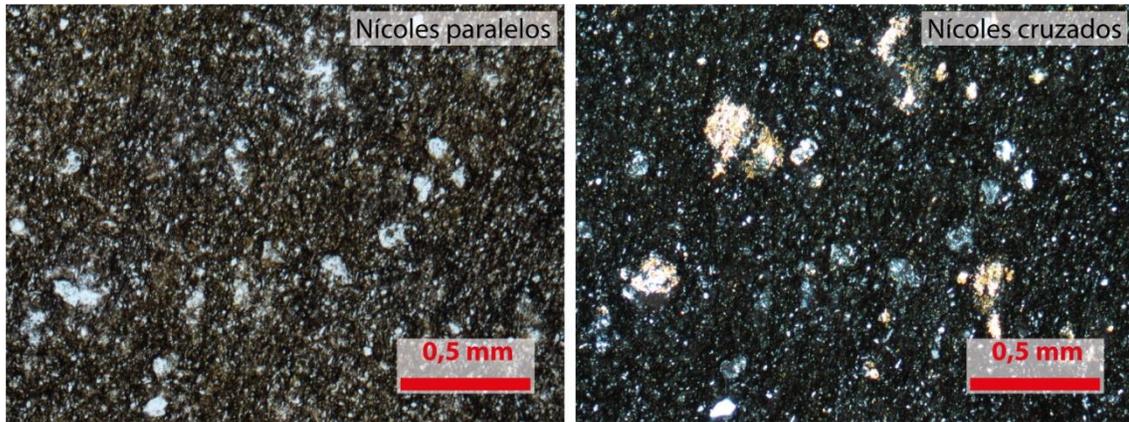


Ilustración 2: Silt et clay (Dean et al., 1985).

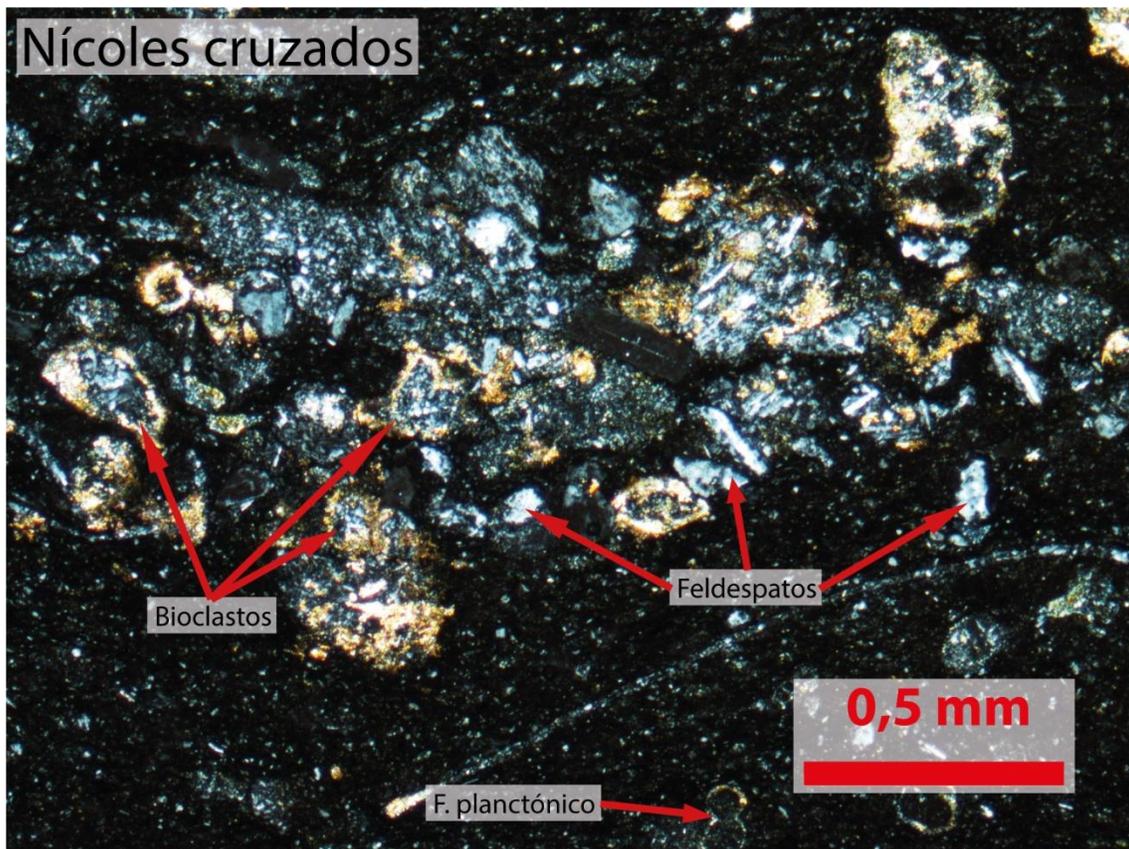


Ilustración 3: Lente con acumulación de bioclastos y feldespatos en Silt et clay.

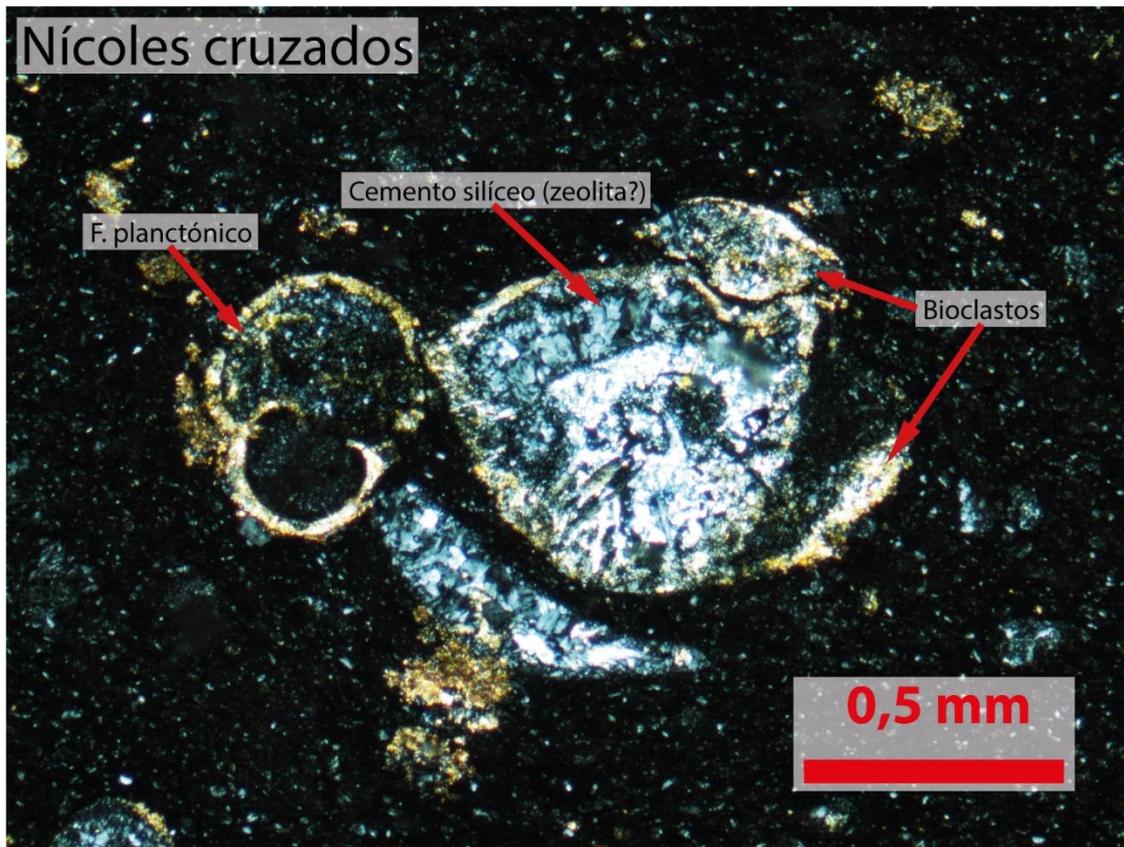


Ilustración 4. Bioclastos y foraminífero planctónico en Silt et clay.

**Código de la muestra: TJ-0205b**

**Procedencia: Río Pejibaye, Pejibaye, Pérez Zeledón.**

**Coordenadas (CRTM05): 546524 Este/1012491 Norte.**

**Recolectado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Elaborado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Nombre de la roca: *Wacke* feldespática según Pettijohn et al. (1973) en contacto con Arcillolita con fósiles (*Bearing-fossils clay*) según Dean et al. (1985).**

**Descripción macroscópica:**

*Wacke* muy fina con superficie sana de color gris cerdoso, alterada gris y café con óxidos. Sin fósiles visibles. Consiste en 74% muy finos (< 0,125 mm), 20% finos (0,125 mm – 0,25 mm), 5% medios (0,25 mm – 0,5 mm) y 1% gruesos (0,5 mm – 1 mm), con sorteo malo. Los granos son subredondeados a subangulares y algunos angulares, con alta esfericidad. Su fábrica es isotrópica. Entre los granos hay contacto flotante y puntual. La composición mineral es de 3% plagioclasas y 5% fragmentos varios, el porcentaje restante corresponde a materiales muy pequeños para el ojo humano. Tiene cemento silíceo y carbonatado zonificado. Tiene un clasto redondeado lodoso café claro grisáceo (rip-up clast) de 5×1 cm.

**Descripción microscópica:**

Resumen: *Wacke* feldespática, con tamaño modal de los granos que consiste de 7% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm), 5% finos (0,125 mm – 0,25 mm) y 3% medios (0,25 mm – 0,5 mm), sin orientación en la disposición de los granos, sorteo regular y con contactos flotantes, puntuales, longitudinales y cóncavo-convexos entre sí, en contacto con arcilla con fósiles, con tamaño modal de los granos arenosos que consiste de 5% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm), 10% finos (0,125 mm – 0,25 mm) y 10% de tamaño de limo grueso (0,031 mm – 0,062 mm). Ambas evidencian alto transporte, con cementación silíceo y carbonatada, posiblemente por sustitución, en la arcilla y parte de la *wacke*, en un ambiente marino profundo. Los componentes principales son feldespatos para la *wacke* y foraminíferos planctónicos y microgasterópodos para la arcilla.

### **Composición a (*wacke* feldespática):**

**Textura:** La *wacke* feldespática (Ilustración 5) posee un 60% de matriz con sorteo regular. El tamaño modal de los granos consiste en 7% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm), 5% finos (0,125 mm – 0,25 mm) y 3% medios (0,25 mm – 0,5 mm), que conforman 15% de arena; además, contiene también 25% de limos y 60% de arcilla. Los granos presentan contactos flotantes, puntuales, longitudinales y cóncavo – convexos.

### **Mineralogía**

#### *Terrígenos:*

Feldespatos: 10%, tamaño máximo de 0,375 mm y medio de 0,25 mm, formas subangulares y hábito granular.

Litoclastos volcánicos: 2%, tamaño máximo de 0,5 mm y medio de 0,375 mm, con formas subangulares a subredondeados, algunos arcillitizados, con plagioclasas microcristalinas.

Piroxenos: 1%, tamaño máximo 0,25 mm y medio de 0,125 mm y formas subangulares, con hábito granular y colores de birrefringencia alta.

#### *Aloquímicos:*

Biodetrito carbonatado: 5%, tamaño medio de 0,5 mm, irregulares y sin forma definida (Ilustración 7). Se caracterizan por tener estructuras vesiculares y de apariencia orgánica; además, se distribuyen por toda la muestra.

Foraminíferos planctónicos: 1%, tamaño medio de 0,25 mm.

Foraminíferos bentónicos: 1%, tamaño medio de 0,3 mm y con formas alargadas.

Bioclastos: <1%, tamaño medio de 0,4 mm y tiene forma circular (Ilustración 7).

#### *Ortoquímicos:*

Cemento carbonatado: Compone el 5%, es de apariencia microesparítica, rodeando algunos granos en la cercanía con el contacto con la arcilla con fósiles. Es de origen secundario (Ilustración 6).

Cemento silíceo: Compone el 60% de la *wacke* en contacto entre los granos (Ilustración 6).

## **Composición b (arcillolita con fósiles)**

**Textura:** Posee un 75% de matriz con sorteo regular. El tamaño modal de los granos consiste en 5% arena muy fina (0,062 mm – 0,125 mm), 10% arena fina (0,125 mm – 0,25 mm), 10% de limo grueso (0,031 mm – 0,062 mm) y 50% de arcilla. Los granos se presentan con contactos flotantes y algunos puntuales.

### **Composición:**

*Componentes ortoquímicos (cemento):* Cemento carbonatado de apariencia microesparítica (45%), intersticial en contacto con los granos. Su origen es secundario.

#### *Componentes aloquímicos (fósiles):*

Foraminíferos planctónicos: 5%, con tamaño medio de 0,25 mm, formas globulares.

Microgasterópodos: 4%, con tamaño medio de 0,625 mm, en acumulaciones con granos de arena fina.

Bioclastos: 1%, tamaño medio de 0,4 mm, en acumulaciones con granos de arena fina.

#### *Componentes detríticos (clastos):*

Feldespatos: Distribuido en diferentes porcentajes según los tamaños de los granos, con 1% para tamaños de arena fina (0,225 mm), 1% de arena muy fina (0,1 mm) y 1% para limo grueso (de 0,05 mm a 0,06 mm), con hábito granular y de forma angular.

Pirita: 1%, con tamaños desde 0,05 a 0,25 mm, con hábito granular y forma angular.

Litoclastos: 1%, con tamaño máximo de 0,225 mm, arcillitizados.

**Nombre composicional:** Arcillolita con fósiles (*Bearing-fossils clay*, Ilustración 5) según la clasificación de Dean et al. (1985).

### **Interpretación:**

*Área fuente:* Consiste en diferentes regiones ubicadas a larga distancia de la zona de depósito, con influencia volcánica, aporte de materiales erosionados (litoclastos volcánicos y biodetritos carbonatados) y materiales con alta alteración (arcilla). Se

presentan distintos eventos de sedimentación, considerando las diferencias de granulometría entre la *wacke* y la arcilla con fósiles.

*Tipo de transporte:* Alto transporte con granos subangulares a subredondeados en la *wacke* y angulares en la arcilla, pero con tamaños pequeños no superiores a 0,5 mm, producto de una importante fragmentación de estos debido al transporte previo a su depósito.

*Ambiente deposicional:* Moderada a baja energía. Se manifiesta en un *slump*, según su afloramiento.

*Diagénesis:* Sedimento de un ambiente de moderada a baja energía con cemento silíceo en el contacto entre los granos (III estado de diagénesis) y carbonatado, también entre los granos, este último posiblemente por sustitución. Se da la precipitación de materiales erosionados y con alto transporte, en diferentes eventos.

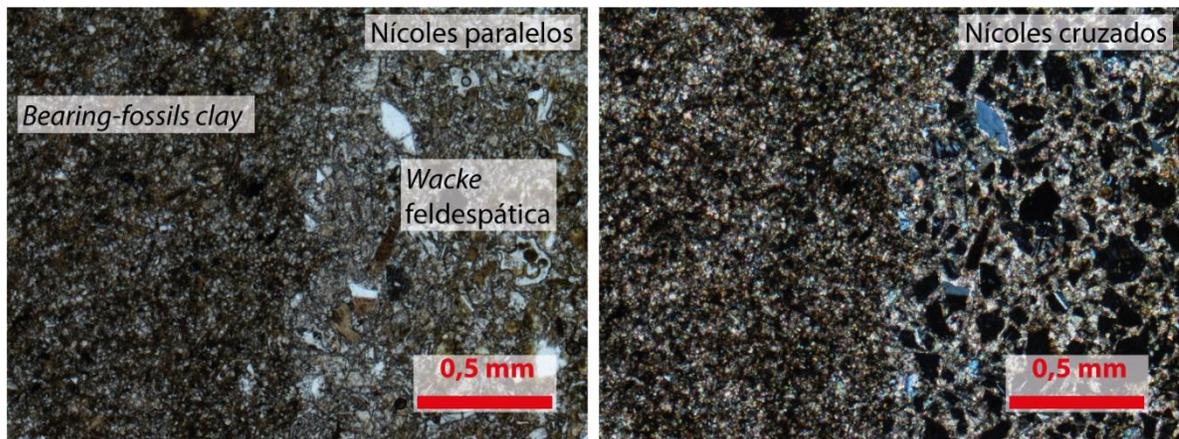


Ilustración 5: Wacke feldespática (Pettijohn et al., 1973) en contacto con *Bearing-fossils clay* (Dean et al., 1985).

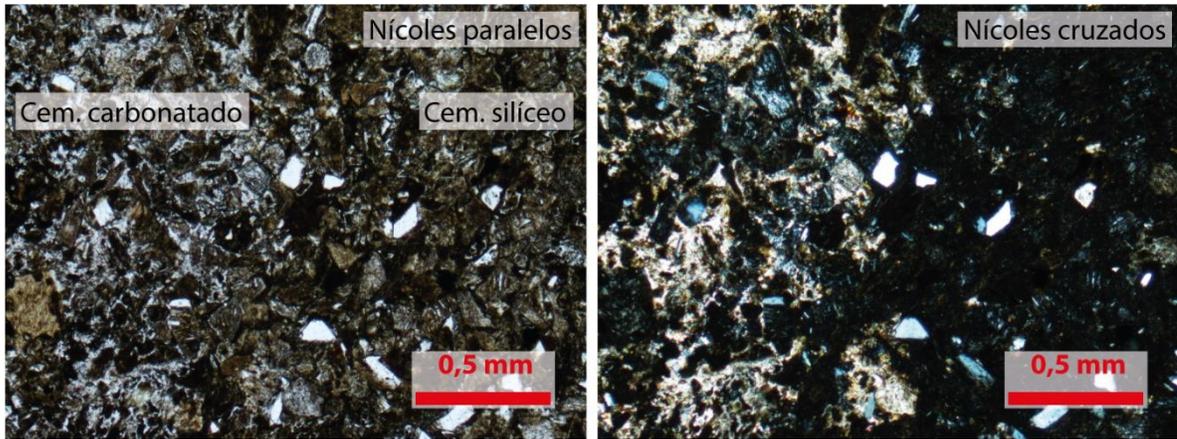


Ilustración 6: Cemento carbonatado y silíceo en wacke feldespática.

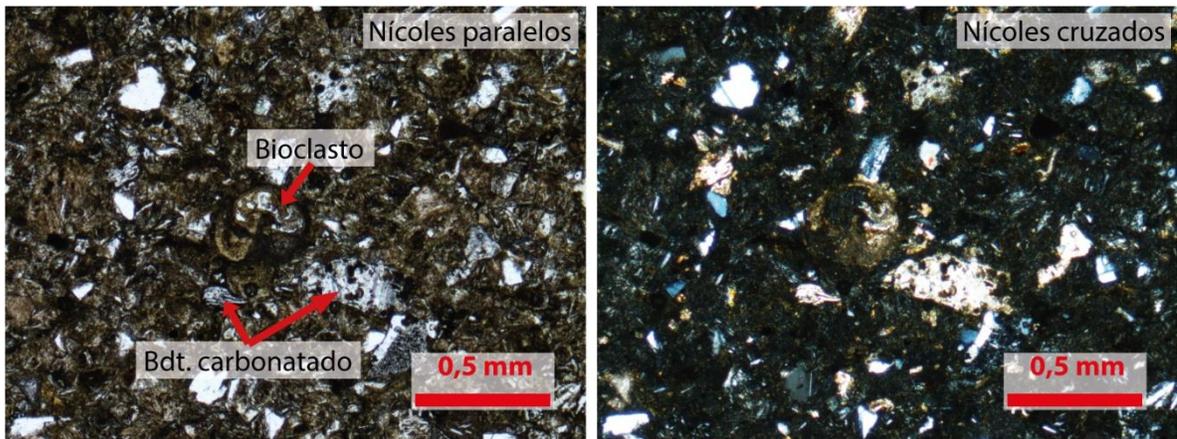


Ilustración 7: Bioclasto y biodetrito carbonatado en *Bearing-fossils clay*.

**Código de la muestra: TJ-0205f**

**Procedencia: Río Pejibaye, Pejibaye, Pérez Zeledón.**

**Coordenadas (CRTM05): 546524 Este/1012491 Norte.**

**Recolectado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Elaborado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Nombre de la roca: Arcosa según Pettijohn et al. (1973) / *Sandy pebbly mudstone* según Piper y Rogers (1980).**

**Descripción macroscópica:**

*Wacke* gruesa gravosa con superficie sana de color gris-café claro, alterada gris y café con óxidos. Sin fósiles visibles. Consiste en 19% limo y arcilla (matriz), arena 1% muy fina (0,062 mm – 0,125 mm), 5% fina (0,125 mm – 0,25 mm), 10% media (0,25 mm – 0,5 mm), 20% gruesa (0,5 mm – 1 mm), 30% muy gruesa (1 mm – 2 mm), 15% grava muy fina (2 mm – 4 mm) y <1% grava gruesa (16 mm – 32 mm), con sorteo malo. En los granos tienen formas redondeadas, subredondeadas, subangulares y angulares, con pobre, media y alta esfericidad. Su fábrica es isotrópica. Entre los granos hay contacto flotante, puntual, longitudinal y cóncavo-convexo. La composición mineral es de 15% feldespatos blancos y algunos con brillo perlado y 30% litoclastos, el porcentaje restante corresponde a materiales muy pequeños para el ojo humano. Tiene cemento carbonatado y silíceo.

**Descripción microscópica:**

Resumen: Arcosa según Pettijohn et al. (1973) o *Sandy pebbly mudstone* según Piper y Rogers (1980), con tamaño modal de los granos consistente de 1% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm), 3% finos (0,125 mm – 0,25 mm), 5% medios (0,25 mm – 0,5 mm), 10% gruesos (0,5 mm – 1 mm), 10% muy gruesos (1 mm – 2 mm) y 10% grava muy fina (2 mm – 4 mm), sin orientación en la disposición de los granos, con sorteo malo y con contactos flotantes, puntuales, longitudinales y cóncavo-convexos. Evidencian poco transporte, con cementación principalmente calcárea y un poco silícea. Los componentes principales son granos de feldespatos, litoclastos volcánicos, sedimentarios y de sedimentos carbonatados orgánicos.

**Textura:**

Posee un 15% de matriz con sorteo malo. El tamaño modal de los granos consiste en 1% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm), 3% finos (0,125 mm – 0,25 mm), 5% medios (0,25 mm – 0,5 mm), 10% gruesos (0,5 mm – 1 mm) y 10% muy gruesos (1 mm – 2 mm), que conforman 29% de arena, 10% grava muy fina (2 mm – 4 mm), 46% de limos y 15% de arcilla. Los granos presentan contactos flotantes, puntuales, longitudinales y cóncavo – convexos.

**Mineralogía:***Terrígenos:*

Feldespatos (plagioclasas): 30%, granos con tamaño máximo de 2,075 mm y medio de 1 mm. Tienen formas subangulares, con hábito granular, prismático, tabular, regular estado de alteración, algunos con exfoliación (Ilustración 8).

Litoclastos volcánicos: 10%, con tamaño máximo de 2,75 mm y medio de 1,375 mm. Son de origen volcánico, ricos en plagioclasas microcristalinas y con formas de subredondeadas a redondeadas (Ilustración 10).

Litoclastos sedimentarios: 10%, con tamaño máximo de 2,625 mm y medio de 1 mm. Ricos en feldespatos granulares microcristalinos, con laminaciones planas y onduladas (Ilustración 8).

Talco: <1%, tamaño medio de 0,68 mm, con forma irregular (Ilustración 8).

*Aloquímicos:*

Bioclastos: 1%, con un tamaño medio de 0,25 mm.

Biodetritos carbonatados: 10%, de tamaño máximo de 3,675 mm y medio de 1 mm, irregulares y sin forma definida. Se caracterizan por tener estructuras vesiculares y de apariencia orgánica; además, se distribuyen por toda la muestra (Ilustración 9).

*Ortoquímicos:*

Cemento carbonatado: corresponde el 50%, se muestra de manera intersticial y en contacto con los granos (Ilustración 8).

Cemento silíceo: corresponde el 5%, se muestra de manera intersticial y en contacto con los granos.

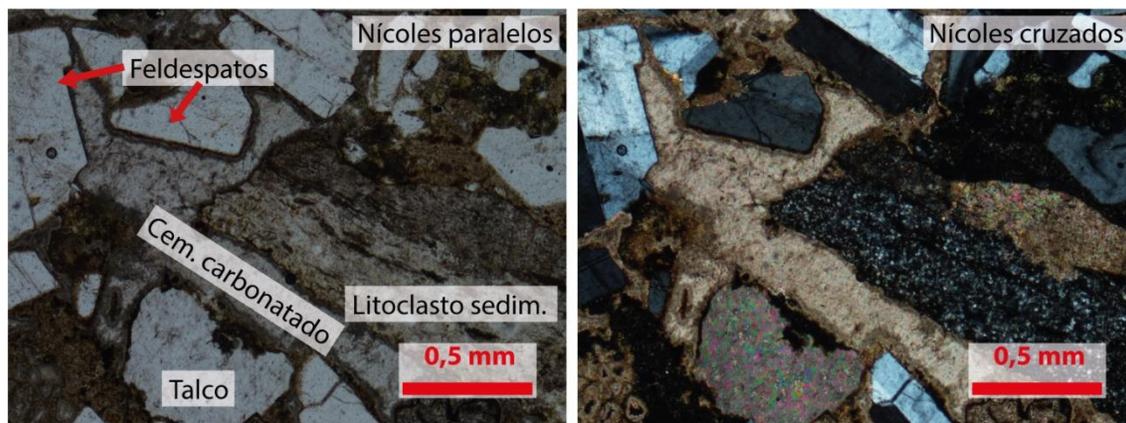
**Interpretación:**

*Área fuente:* Consiste en diferentes regiones, volcánicas (aportando feldespatos y litoclastos volcánicos), al menos dos erosivas (considerando los litoclastos sedimentarios y los biodetritos carbonatados) y otra conformada por materiales con alta alteración (arcillitización) (que proporciona la arcilla).

*Tipo de transporte:* Poco transporte con feldespatos subangulares y variados fragmentos de gran tamaño.

*Ambiente deposicional:* De alta energía, posiblemente asociado a canales fluviales.

*Diagénesis:* Sedimento de un ambiente marino somero, en el cual se da la compactación con cemento calcáreo de contacto entre los granos, además de cemento silíceo (III estado de diagénesis), y la precipitación de litoclastos variados y sedimentos carbonatados en apariencia orgánicos.



*Ilustración 8:* Feldespatos y litoclasto sedimentario en *Sandy pebbly mudstone* (Piper y Rogers, 1980).

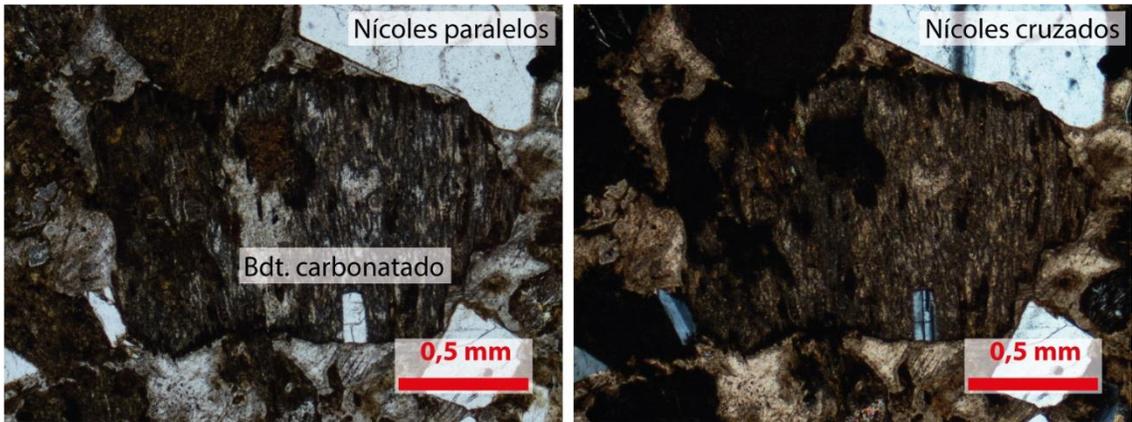


Ilustración 9: Biodetrito carbonatado en *Sandy pebbly mudstone*.



Ilustración 10: Litoclasto volcánico en *Sandy pebbly mudstone*.

**Código de la muestra: TJ-0407b**

**Procedencia: Río Platanares, Pejibaye, Pérez Zeledón.**

**Coordenadas (CRTM05): 550686 Este/1007704 Norte.**

**Recolectado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Elaborado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Nombre de la roca: Arcillolita (*Clay*) según la clasificación de Dean et al. (1985).**

**Descripción macroscópica:**

Lodolita con superficie sana de color gris muy oscuro, alterada gris y café con óxidos. Con 1% de microfósiles (microforaminíferos). Consiste en 99% limo y arcilla (matriz) y arena 1% muy fina (0,062 mm – 0,125 mm). Los granos visibles son subredondeados, con alta esfericidad. Su fábrica es isotrópica. Tiene laminación plana paralela y ondulada. En la composición mineral se encuentra 1% fragmentos blancos, el porcentaje restante corresponde a materiales muy pequeños para el ojo humano. Tiene cemento silíceo.

**Descripción microscópica:**

Resumen: Arcilla (*Clay*) según la clasificación de Dean et al. (1985), el tamaño modal de los granos consiste en 3% de arena subdividido en 3% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm) y <1% medios (0,250 mm – 0,5 mm); 5% de limo, entre el que se encuentra 2% de limo medio (0,016 mm – 0,031 mm), 3% de limo grueso (0,031 mm – 0,062 mm) y 92% de arcilla. Evidencia alto transporte y rápida deposición en un ambiente de prodelta, con variaciones en su zona de aporte de sedimentos. Cuenta con cementación silícea.

***Textura:***

Posee un 92% de matriz con sorteo regular. El tamaño modal de los granos consiste en 3% de arena subdividido en 3% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm) y <1% medios (0,250 mm – 0,5 mm); 5% de limo, entre el que se encuentra 2% de limo medio (0,016 mm – 0,031 mm) y 3% de limo grueso (0,031 mm – 0,062 mm) y 92% de arcilla.

***Composición:***

*Componentes ortoquímicos (cemento):*

Cemento silíceo: corresponde el 95%, se muestra de manera intersticial y en contacto con los granos.

*Componentes aloquímicos (fósiles):*

Foraminíferos planctónicos: 5%, tienen tamaño máximo de 0,425 mm y medio de 0,25 mm (Ilustración 11).

Foraminíferos bentónicos: 2%, tienen tamaño medio de 0,175 mm.

*Componentes detríticos (clastos):*

Feldspatos (plagioclasas): 1%, granos con tamaño medio de 0,085 mm. Tienen forma angular, con hábito granular.

Pirita: <1%, granos con tamaño máximo de 0,275 mm, con forma redondeada y hábito granular.

**Nombre composicional:** Arcillolita (*Clay*) según la clasificación de Dean et al. (1985).

**Historia diagenética:** Sedimento transportado desde gran distancia, con pocos granos de arena o limo, fósiles de origen autóctono (foraminíferos planctónicos).

**Interpretación:** La zona de aporte está ubicada lejos del área de depósito, proporcionando materiales de alta alteración (arcilla) y pocos granos arenosos o limosos.

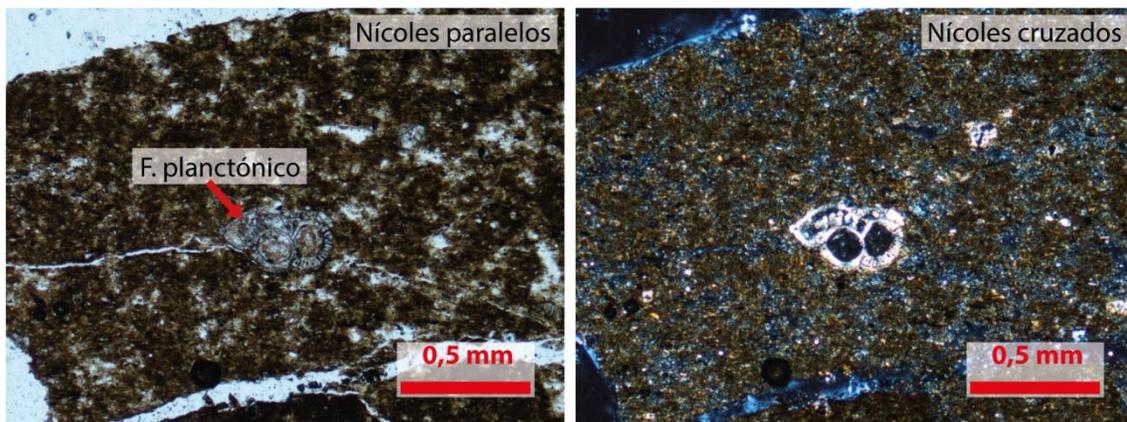


Ilustración 11: Foraminífero planctónico en arcillolita (*Clay*, Dean et al., 1985).

**Código de la muestra: TJ-0508a**

**Procedencia: Zapote, Pejibaye, Pérez Zeledón.**

**Coordenadas (CRTM05): 546262 Este/1008286 Norte.**

**Recolectado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Elaborado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Nombre de la roca: Leucogabro augítico con olivino y magnetita.**

**Descripción macroscópica:**

Fanerítica granular de grano medio con cristales de plagioclasa de 3 y 2 mm xenomórficos blancas (55%) y de 10 mm de hábito prismático (5%) con brillo perlado y ferromagnesianos (¿piroxenos y anfíboles?) de 3 y 2 mm (40%), xenomórficos. La roca es de color en su mayoría negro a gris muy oscuro, con una pátina de óxidos café rojiza. Nombre: Gabro con ferromagnesianos.

**Descripción microscópica:**

Textura holocristalina-hipidiomórfica granular con cristales de plagioclasa, augita con textura ofítica y subofítica, olivino, hornblenda verde, hornblenda basáltica y accesorios de magnetita. Presenta alteraciones de sericita en las plagioclasas, serpentina, iddingsita y clorita.

Plagioclasa	Augita	Olivino	Hornb. Verde	Hornb. Basál.	Acces.	Alteración				Conteo
					Magnetita	Sericita	Clorita	Serpentina	Iddingsita	
74	7	5	2	0	3	3	1	0	5	1
68	10	3	2	1	7	2	1	1	5	2
68	7	10	0	1	3	1	2	5	3	3
72	13	3	0	0	5	1	2	1	3	4
57	15	13	1	1	5	1	2	0	5	5
73	10	3	1	1	3	2	2	0	5	6
71	10	10	1	1	3	1	1	0	2	7
72	5	15	0	1	2	1	1	0	3	8
69	5	10	2	1	5	3	2	0	3	9
55	10	10	1	1	10	3	5	0	5	10
<b>67,9</b>	<b>9,2</b>	<b>8,2</b>	<b>1</b>	<b>0,8</b>	<b>4,6</b>	<b>1,8</b>	<b>1,9</b>	<b>0,7</b>	<b>3,9</b>	<b>Prom.</b>
<b>68</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>Aprox.</b>

### ***Minerales:***

Plagioclasa: Incoloras con bajo relieve en nicols paralelos y gris de primer orden de birrefringencia en nicols cruzados. Hábito prismático con forma idiomórfica e hipidiomórfica, con maclas polisintéticas, textura poiquilítica con inclusiones de olivino. Su tamaño medio es de 1,25 mm y máximo 5,75 mm. Su proporción es de 68%.

Augita: De incoloras a marrón muy claro con alto relieve con nicols paralelos y amarillo, rojo y violeta de segundo orden a azul del tercer orden de birrefringencia en nicols cruzados. Hábito tabular, con textura óptica y subóptica, forma idiomórfica a hipidiomórfica, con tamaño medio de 0,5 mm y máximo de 3,375 mm. Su proporción es de 9%.

Olivino: Incoloro en nicols paralelos y colores de alto grado de birrefringencia en nicols cruzados. Tienen hábito granular, con tamaño medio de 0,5 mm y máximo de 4 mm. Su proporción es de 8%.

Hornblenda verde: Verde muy pálido amarillento a verde azulado en pleocroísmo directo en nicols paralelos y colores de alta birrefringencia en el tercer orden en nicols cruzados. Se presenta como alteración de cristales de biotita, tiene un tamaño medio de 0,25 mm y máximo de 0,625 mm, con un 1%.

Hornblenda basáltica: Café claro a oscuro en nicols paralelos con pleocroísmo directo, café de primer orden de birrefringencia en nicols cruzados. En ocasiones presentan exfoliación en una dirección. Tienen hábito granular y tamaño medio de 0,2 mm. Cuenta con una proporción de 1%

### ***Accesorios:***

Magnetita: Presenta alrededor de 5% de la sección delgada, su hábito es granular con un tamaño medio de 0,075 mm.

### ***Alteraciones:***

Sericita: Se presenta generalmente asociada a las plagioclasas (sericita) con tamaños que rondan los 0,025 mm, en aproximadamente 2%.

Clorita: Verde pálido azulado en nicols paralelos y azul y verde del segundo orden de birrefringencia. Se presenta como superficies de alteración rodeando cristales y con hábito listonado. Tiene un tamaño medio de 0,25 mm y compone el 2%.

Serpentina: Color amarillento a café amarillento en nicols paralelos y verde a amarillo del segundo orden en nicols cruzados. Presente como superficie de alteración de

crisales o con hábito granular como cristal completamente alterado. Tiene tamaño medio de 0,25 mm. Se encuentra en el 1%.

Iddingsita: Color marrón a verde marrón en nicoles paralelos y café de primer orden en nicoles cruzados. Hábito granular y como superficie de alteración en los bordes de crisales. Tiene tamaño medio de 0,5 mm y máximo de 1,25 mm. Cuenta con una proporción de 4%.

Cuarzo (Q)	Álcalis (A)	Plagioclasa (P)	Feldespatoides (F)	Clinopiroxeno (augita)	Olivino	Hornbl. verde	Hornbl. Basál.	Magnetita
0	0	68	0	9	8	1	1	5

Para el empleo del diagrama de Streckeisen se obtuvo que para la evaluación de QAPF es 100% de plagioclasa (P) al no encontrarse cuarzo (Q), álcalis (A) o feldespatoides (F) en la muestra:

P: 69 → 100%

Por lo tanto, el campo resultante al graficar dicho dato es el 10b, por lo cual, empleando el método de Michel-Lévy la muestra presenta un contenido de anortita (An) de 63,5% en las plagioclasas, obteniendo el nombre de labradorita. No se presentan ortopiroxenos en contraste con el total de 9% de clinopiroxenos (augitas), además, el total de máficos (M) es de 24% y al ser menor a 35% (campo 10 o 10b: An > 50, Cpx > Opx: Gabro; M < 35 = leuco), por lo que la roca se denomina Leucogabro augítico con olivino y magnetita.

**Código de la muestra: TJ-0609a**

**Procedencia: Río Platanares, Pejibaye, Pérez Zeledón.**

**Coordenadas (CRTM05): 548361 Este/1015484 Norte.**

**Recolectado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Elaborado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Nombre de la roca: Andesita augítica con magnetita y olivino iddingsitizado.**

**Descripción macroscópica:**

Afanítica-porfirítica con cristales de plagioclasa seriados de 5 a 1 mm con brillo perlado (20%) xenomórficos y algunos de hábito prismático, además, ferromagnesianos (¿piroxenos y anfíboles?) de 1 y 2 mm (10%) granulares, en una matriz negra. Presenta accesorios de calcopirita en láminas (<1%). La roca es de color en su mayoría negro, con una pátina de óxidos café rojiza. Nombre: Basalto con ferromagnesianos.

**Descripción microscópica:**

Textura hipocrystalina-hipidiomórfica-porfirítica seriada con fenocristales de plagioclasa, augita y olivino completamente alterado (iddingsitizado) en una matriz de augita y plagioclasa con textura hialopílica y accesorios de magnetita. Presenta alteraciones de sericita en las plagioclasas y serpentina e iddingsita en los olivinos.

Fenocristales			Matriz			Vidrio	Alteración		Conteo
Plagio clasa	Augita	Olivino	Plagio clasa	Augita	Magneti ta		Serpen tina	Sericit a	
25	0	1	20	17	5	30	1	1	1
25	0	1	28	15	5	25	0	1	2
30	1	2	30	13	3	20	0	1	3
25	0	1	30	20	2	20	1	1	4
15	0	3	44	15	1	20	1	1	5
13	1	1	35	20	3	25	1	1	6
25	0	2	34	15	2	20	1	1	7
25	0	1	34	20	3	15	0	2	8
13	5	0	44	12	5	20	0	1	9
12	5	1	41	20	5	15	0	1	10
<b>20,8</b>	<b>1,2</b>	<b>1,3</b>	<b>34</b>	<b>16,7</b>	<b>3,4</b>	<b>21</b>	<b>0,5</b>	<b>1,1</b>	<b>Prom.</b>
<b>21</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>3</b>	<b>21</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>Aprox.</b>

## **Minerales:**

### *Fenocristales:*

Plagioclasa: Incoloras con bajo relieve en nicoles paralelos y gris de primer orden de birrefringencia en nicoles cruzados. Hábito prismático con forma idiomórfica e hipidiomórfica, con maclas polisintéticas y su tamaño ronda desde 0,3 mm hasta aproximadamente 4,5 mm de manera seriada. Tienen textura poiquilítica, con inclusiones de augitas, algunos anfíboles y olivino, mucho más pequeños. Su proporción es de 21%.

Augita: De incoloras a marrón muy claro con alto relieve con nicoles paralelos y amarillo, rojo y violeta de segundo orden a azul del tercer orden de birrefringencia en nicoles cruzados. Hábito tabular, prismático y ¿granular?, forma idiomórfica a hipidiomórfica, en ocasiones se observa doble exfoliación y el tamaño ronda desde 0,425 mm a 2,175 mm de manera seriada. Su proporción es de 1%.

Olivino (iddingsitizado): Color marrón verdoso y marrón amarillento en nicoles paralelos y marrón a verde y rojizo de segundo orden de birrefringencia en nicoles cruzados. Su forma es irregular con hábito granular, tamaños desde 0,3 mm a 1,3 mm y 1% de proporción.

### *Matriz:*

Plagioclasa: Incoloro en nicoles paralelos con bajo relieve y gris de primer orden de birrefringencia en nicoles cruzados. Tiene maclas polisintéticas, hábito prismático y granular con tamaños de 0,075 mm a 0,25 mm con una proporción de 34%.

Augita: Incoloro en nicoles paralelos con alto relieve y amarillo, rojo a violeta de birrefringencia del segundo orden y azul del tercero en nicoles cruzados. Tiene hábito granular y tamaños de 0,1 mm a 0,25 mm con una proporción de 17%.

### *Accesorios:*

Magnetita: Conformar parte de la matriz con alrededor de 3% de la sección delgada, su hábito es granular con un tamaño medio de 0,175 mm.

### *Alteraciones:*

Serpentina: Amarillo pálido en nicoles paralelos y amarillo del segundo orden en nicoles cruzados. Se presenta como alteración en los bordes de algunos olivinos, con un 1%.

Sericita: Se presenta generalmente asociada a las plagioclasas (sericita) con tamaños que rondan los 0,025 mm, en aproximadamente 1%.

**Vidrio:** Se presenta de manera intersticial entre los granos, en aproximadamente un 21%.

Cuarzo (Q)	Álcalis (A)	Plagioclasa (P)	Feldespatoides (F)	Olivino (iddingsitizado)	Clinopiroxeno (augita)	Magnetita
0	0	56	0	1	18	3

Para el empleo del diagrama de Streckeisen se obtuvo que para la evaluación de QAPF es 100% de plagioclasa (P) al no encontrarse cuarzo (Q), álcalis (A) o feldespatoides (F) en la muestra:

Plagioclasa: 56 → 100%

Por lo tanto, empleando el método de Michel-Lévy, la muestra presenta un contenido de anortita de 57% en las plagioclasas, obteniendo el nombre de labradorita y con el total de máficos de 22%, la roca se denomina Andesita augítica con magnetita y olivino iddingsitizado (Ilustración 12).

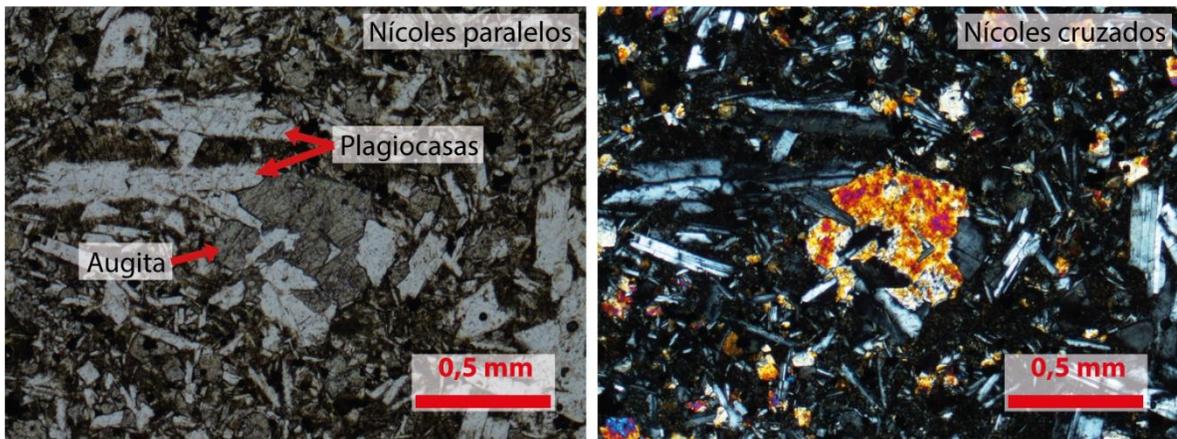


Ilustración 12: Andesita augítica con magnetita y olivino iddingsitizado.

**Código de la muestra: TJ-1013c**

**Procedencia: Río Pejibaye, Pejibaye, Pérez Zeledón.**

**Coordenadas (CRTM05): 549191 Este/1012062 Norte.**

**Recolectado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Elaborado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Nombre de la roca: *Wacke* feldespática según Pettijohn et al. (1973).**

**Descripción macroscópica:**

Limolita con superficie sana de color gris muy oscuro, alterada gris y café con óxidos. Sin fósiles visibles. Consiste en 95% limo y arcilla (matriz) y arena 5% muy fina (0,062 mm – 0,125 mm). Los granos visibles son subredondeados, con alta esfericidad. Su fábrica es isotrópica. En la composición mineral se encuentra 5% fragmentos blancos, el porcentaje restante corresponde a materiales muy pequeños para el ojo humano. Tiene cemento silíceo y algo carbonatado.

**Descripción microscópica:**

Resumen: *Wacke* feldespática según Pettijohn et al. (1973), con tamaño modal de los granos consistente de 17% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm), 20% finos (0,125 mm – 0,25 mm), 5% medios (0,25 mm – 0,5 mm) y 1% gruesos (0,5 mm – 1 mm), sin orientación en la disposición de los granos, con contactos flotantes, puntuales, longitudinales y cóncavo – convexos. Evidencian transporte de poco a alto según el componente, con cementación principalmente silícea y un poco calcárea. Los componentes principales son granos de feldespatos, además de litoclastos, de sedimentos carbonatados orgánicos y de fósiles. Tiene algunos foraminíferos.

***Textura:***

Posee un 50% de matriz con sorteo regular. El tamaño modal de los granos consiste en 17% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm), 20% finos (0,125 mm – 0,25 mm), 5% medios (0,25 mm – 0,5 mm) y 1% gruesos (0,5 mm – 1 mm), que conforman 43% de arena; además, contiene 7% de limos y 50% de arcilla. Los granos presentan contactos flotantes, puntuales, longitudinales y cóncavo – convexos.

## **Mineralogía:**

### *Terrígenos:*

Feldespatos: 40%, granos con tamaño máximo de 0,25 mm y medio de 0,125 mm. Tienen formas subangulares, con hábito granular, prismático, tabular, regular estado de alteración, algunos con exfoliación.

Litoclastos: 2%, tamaño máximo de 0,25 mm y formas subangulares y se componen principalmente de feldespatos microcristalinos.

### *Aloquímicos:*

Foraminíferos planctónicos: 2%, tienen tamaño máximo de 0,175 mm y medio de 0,15 mm (Ilustración 13).

Foraminíferos bentónicos: 1%, tienen tamaño medio de 0,275 mm y medio de 0,15 mm.

Bioclastos: 1%, consisten en fragmentos y restos fósiles de conchas. El tamaño máximo es de 0,25 mm y medio de 0,15 mm.

Biodetritos carbonatados: 1%, tienen tamaño máximo de 0,575 mm, irregulares y sin forma definida. Se caracterizan por tener estructuras vesiculares y de apariencia orgánica; además, se distribuyen por toda la muestra.

### *Ortoquímicos:*

Cemento calcáreo: corresponde el 5%, es secundario y se muestra rellenando espacios.

Cemento silíceo: corresponde el 50%, se muestra de manera intersticial y en contacto con los granos.

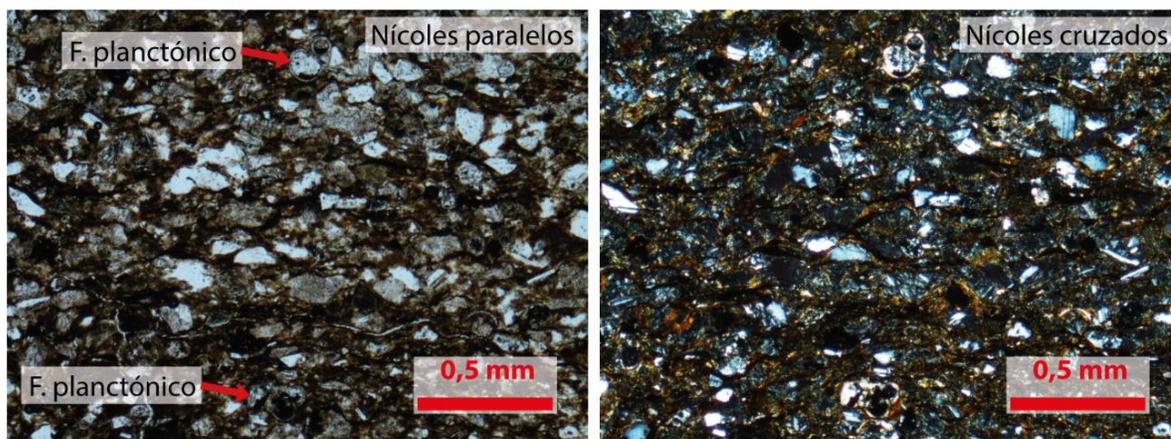
## **Interpretación:**

*Área fuente:* Consiste en diferentes regiones ubicadas a larga distancia de la zona de depósito, con influencia volcánica y aporte de materiales con alta alteración (que proporciona la arcilla) y erosivos (litoclastos, sedimentarios carbonatados y de fósiles).

*Tipo de transporte:* Poco transporte en los feldespatos subangulares y angulares, mientras tanto alto transporte para los litoclastos volcánicos, los sedimentos carbonatados y los bioclastos.

*Ambiente deposicional:* Moderada a baja energía.

*Diagénesis:* Se da la compactación con cemento silíceo de contacto entre los granos y calcáreo secundario rellenando poros (III estado de diagénesis) y la precipitación de litoclastos, de sedimentos carbonatados en apariencia orgánicos y de fósiles.



*Ilustración 13:* Foraminíferos planctónicos en wacke feldespática (Pettijohn, et al., 1973).

## **A1.2. Transecto 2: Pilas**

**Código de la muestra: CC-0201M2**

**Procedencia: Río Pilas, Buenos Aires.**

**Coordenadas (CRTM05): 560503,056 Este/1004301,785 Norte.**

**Recolectado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Elaborado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Nombre de la roca: *Wacke* feldespática muy fina y *wacke* feldespática muy fina con foraminíferos (Pettijohn et al., 1973), separadas por un contacto de lodolita.**

### **Descripción macroscópica:**

*Wacke* muy fina con superficie sana de color gris, alterada gris y café con óxidos. Sin fósiles visibles. Consiste en 29% limos y arcilla (matriz), arena de 50% muy fina (0,062 mm – 0,125 mm), 20% fina (0,125 mm – 0,25 mm) y 1% media (0,25 mm – 0,5 mm), con sorteo malo. Los granos son subredondeados a subangulares, con alta esfericidad. Su fábrica es isotrópica. Entre los granos hay contacto puntual, longitudinal y cóncavo-convexo. La composición mineral es de 30% plagioclasas, 25% fragmentos rojos y 15% fragmentos negros, el porcentaje restante corresponde a materiales muy pequeños para el ojo humano. Tiene cemento silíceo y carbonatado zonificado. Tiene gradación normal y, hacia el piso, alternancias de niveles de arena muy fina, con laminación plana paralela, ondulada y estructuras en flama en contacto con los niveles.

### **Descripción microscópica:**

Resumen: *Wacke* feldespática muy fina (Pettijohn et al., 1973), con tamaño modal de los granos consiste de 20% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm), 3% finos (0,125 mm – 0,25 mm), 1% medios (0,25 mm – 0,5 mm) y 1% gruesos (0,5 mm – 1 mm), sin orientación en la disposición de los granos, buen sorteo y contacto puntuales, longitudinales, cóncavo-convexos y saturados entre sí y una *wacke* feldespática muy fina (Pettijohn et al., 1973), con tamaño modal de los granos que consiste de 35% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm) y 1% finos (0,125 mm – 0,25 mm), sin orientación con sorteo regular y contactos puntuales, longitudinales, cóncavo – convexos y saturados. Ambas separadas en el contacto por un lente de lodolita. Evidencian alto transporte, con cementación

principalmente sílicea y un poco carbonatada. Los componentes principales para ambas composiciones son arcilla detrítica y feldespatos (plagioclasas), con posible presencia de cuarzo, además, una cantidad importante de foraminíferos para la *wacke* feldespática muy fina.

### **Composición a (*wacke* feldespática muy fina):**

#### ***Textura:***

La *wacke* muy fina a fina posee un 30% de matriz con buen sorteo. El tamaño modal de los granos consiste en 20% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm), 3% finos (0,125 mm – 0,25 mm), 1% medios (0,25 mm – 0,5 mm) y 1% gruesos (0,5 mm – 1 mm), que conforman 25% de arena; además, contiene también 45% de limos y 30% de arcilla. Los granos presentan contactos puntuales, longitudinales, cóncavo – convexos y saturados entre sí.

#### ***Mineralogía***

##### *Terrígenos:*

Cuarzo: 5%, granos con tamaño máximo de 0,3 mm y medio de 0,2 mm; los granos cuentan con forma subangular y hábito tabular.

Feldespatos (plagioclasas): 20%, tamaño máximo de 0,7 mm y medio de 0,125 mm, formas angulares a subangulares y hábito columnar y tabular (Ilustración 14).

Litoclastos arcillosos: 25%, tamaño máximo de 0,3 mm y medio de 0,2 mm, con forma subangular y poca esfericidad (Ilustración 14).

##### *Aloquímicos:*

Foraminíferos planctónicos: <1%, tamaño medio de 0,05 mm con formas globulares y cámaras internas (Ilustración 15).

Foraminíferos bentónicos: <1%, tamaño máximo de 0,48 mm (macroforaminíferos).

##### *Ortoquímicos:*

Cemento síliceo: Lo compone el 30% de la *wacke* muy fina a fina.

Cemento calcáreo (esparítico): Se presenta con un 5%, rellenando poros con cristales de hábito laminar generalmente amorfos.

## **Composición b (*wacke* feldespática muy fina con foraminíferos):**

### ***Textura:***

La *wacke* muy fina a fina posee un 30% de matriz con sorteo regular. El tamaño modal de los granos consiste en 35% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm) y 1% finos (0,125 mm – 0,25 mm), que conforman 36% de arena; además, contiene también 34% de limos y 30% de arcilla. Los granos presentan contactos puntuales, longitudinales, cóncavo – convexos y saturados entre sí.

### ***Mineralogía***

#### *Terrígenos:*

Cuarzo: 3%, granos con tamaño máximo de 0,13 mm y medio de 0,075 mm; los granos cuentan con forma subangular y hábito tabular.

Feldespatos (plagioclasas): 30%, tamaño máximo de 0,225 mm y medio de 0,1 mm, formas angulares a subangulares y hábito columnar y tabular.

Litoclastos arcillosos: 45%, tamaño máximo de 0,25 mm y medio de 0,075 mm, con forma subangular, poca esfericidad (25%) y en laminaciones (20%).

#### *Aloquímicos:*

Foraminíferos planctónicos: 10%, tamaño máximo de 0,625 mm, medio de 0,25 mm con formas globulares y cámaras internas.

#### *Ortoquímicos:*

Cemento silíceo: Lo compone el 30% de la *wacke* muy fina con foraminíferos y se encuentra extendido en la matriz.

Cemento calcáreo (esparítico): Se presenta en el 15% rellenando poros, con hábito laminar/hojoso extendido de manera irregular.

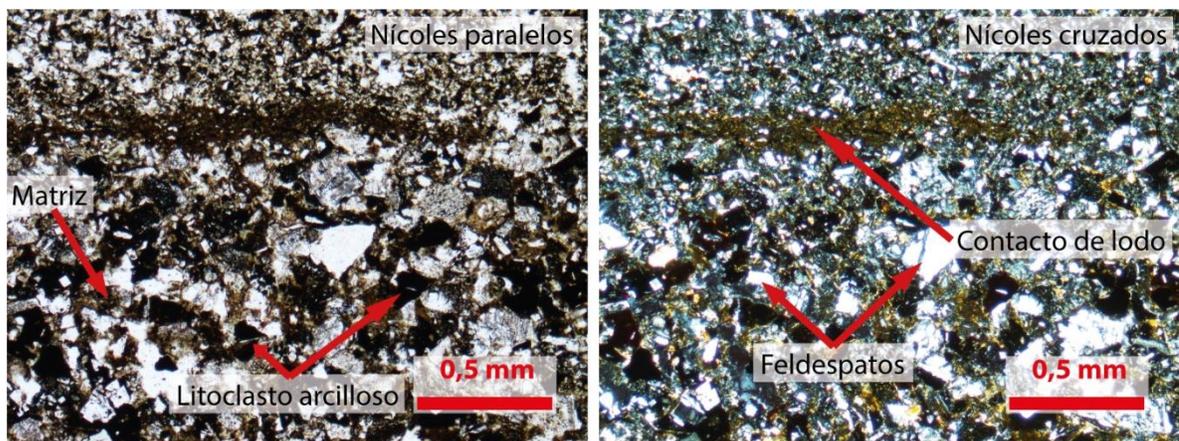
### ***Interpretación:***

*Área fuente:* Consiste en diferentes regiones ubicadas a larga distancia de la zona de deposición, con influencia volcánica y la otra conformada por materiales con alta alteración y arcillitización. Se presentan dos eventos de sedimentación, considerando las dos *wackes* que se distinguen, entre otras cosas, por la diferencia en los compuestos aloquímicos y son separadas por un lente de arcilla.

*Tipo de transporte:* Poco transporte con granos subangulares y angulares, pero con tamaños pequeños, en su mayoría menores a 0,2 mm, producto de una importante fragmentación de estos debido a una fuerte erosión previa a su depósito.

*Ambiente deposicional:* Moderada a baja energía.

*Diagénesis:* Se da la compactación con cemento silíceo de contacto entre los granos y calcáreo relleno de poros (III estado de diagénesis) y la precipitación de foraminíferos planctónicos y bentónicos en dos diferentes eventos.



*Ilustración 14:* Feldspatos y litoclastos arcillosos en *wacke* feldespática (Pettijohn, et al., 1973) muy fina.

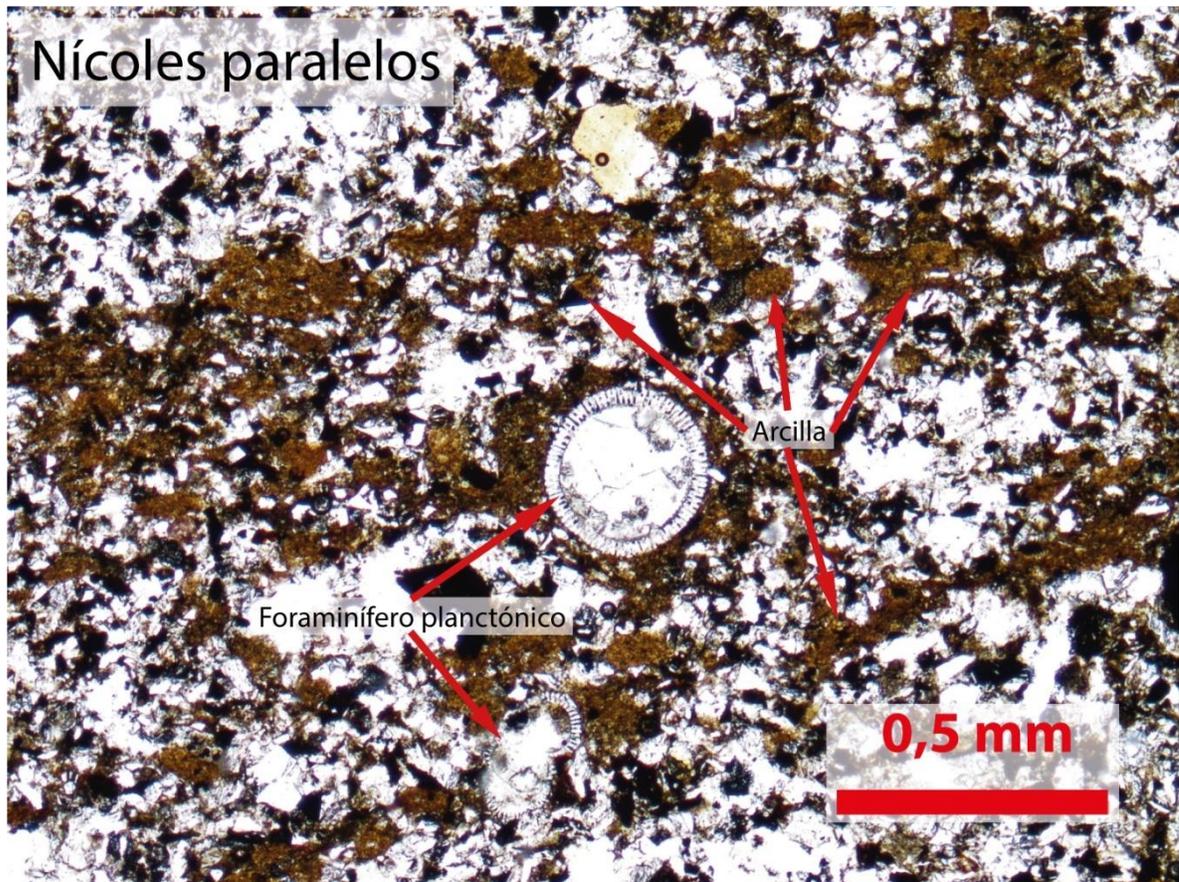


Ilustración 15: Foraminífero planctónico y arcilla en wacke feldespática muy fina.

**Código de la muestra: CC-0201M3**

**Procedencia: Río Pilas, Buenos Aires.**

**Coordenadas (CRTM05): 560503,056 Este/1004301,785 Norte.**

**Recolectado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Elaborado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Nombre de la roca: *Wacke* feldespática (Pettijohn et al., 1973) muy fina a fina en contacto con un lente de arcillolita con arena (*Bearing-sand clay*) (Dean et al., 1985).**

**Descripción macroscópica:**

*Wacke* muy fina con superficie sana de color gris, alterada gris y café con óxidos. Sin fósiles visibles. Consiste en 29% limos y arcilla (matriz), arena de 40% muy fina (0,062 mm – 0,125 mm), 30% fina (0,125 mm – 0,25 mm) y 1% media (0,25 mm – 0,5 mm), con sorteo malo. Los granos son subredondeados a subangulares, con alta esfericidad. Su fábrica es isotrópica. Entre los granos hay contacto puntual, longitudinal y cóncavo-convexo. La composición mineral es de 30% plagioclasas, 10% fragmentos rojos y 20% fragmentos negros, el porcentaje restante corresponde a materiales muy pequeños para el ojo humano. Tiene cemento silíceo y carbonatado zonificado. Tiene gradación normal y, hacia el piso, alternancias de niveles de lodo, con laminación plana paralela, ondulada y estructuras en flama en contacto con los niveles.

**Descripción microscópica:**

Resumen: *Wacke* feldespática según Pettijohn et al. (1973), muy fina a fina, con tamaño modal de los granos consiste de 20% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm), 20% finos (0,125 mm – 0,25 mm) y 10% medios (0,25 mm – 0,5 mm), sin orientación en la disposición de los granos, sorteo regular y contacto puntuales, longitudinales y cóncavo-convexos entre sí, en contacto con un lente de arcilla con arena (*Bearing-sand clay*) basado en Dean et al. (1985), con tamaño modal de los granos que consiste de 16% de arena, 15% muy fina (0,062 mm – 0,125 mm), 1% fina (0,125 mm – 0,25 mm) y 4% de tamaño de limo medio (0,016 mm – 0,031 mm), y contactos principalmente flotantes y algunos puntuales. Ambas evidencian alto transporte, con cementación silícea y calcárea secundaria (la

wacke). Los componentes principales son feldespatos (plagioclasas) para ambas composiciones, mientras que el lente cuenta además con foraminíferos.

### **Composición a (*wacke* feldespática muy fina a fina):**

#### ***Textura:***

La *wacke* (Ilustración 16) muy fina a fina posee un 40% de matriz con sorteo regular. El tamaño modal de los granos consiste en 20% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm), 20% finos (0,125 – 0,25 mm) y 10% medios (0,25 – 0,5 mm), que conforman 50% de arena; además, contiene también 10% de limos y 40% de arcilla. Los granos presentan contactos puntuales, longitudinales y cóncavo – convexos.

#### ***Mineralogía***

##### *Terrígenos:*

Cuarzo: 3%, granos con tamaño máximo de 0,25 mm y medio de 0,125 mm; los granos cuentan con forma subangular y hábito tabular.

Feldespatos (plagioclasas): 25%, tamaño máximo de 0,45 mm y medio de 0,325 mm, formas angulares a subangulares y hábito columnar y tabular (Ilustración 17).

Litoclastos volcánicos: 15%, tamaño máximo de 0,19 mm y medio de 0,2 mm, con forma subangular (Ilustración 17).

Opacos (magnetita): 1%, tamaño máximo 0,19 mm y forma subangular con hábito tabular.

Litoclastos arcillosos: 3%, tamaño máximo de 0,35 mm y medio de 0,3 mm, con formas subangulares poco esféricas.

##### *Aloquímicos:*

Foraminíferos planctónicos: <1%, tamaño máximo de 0,25 mm con formas globulares con cámaras.

##### *Ortoquímicos:*

Cemento carbonatado: Compone el 10%, es tipo esparítico, generalmente amorfo al presentarse relleno de poros en el cemento silíceo y hábito laminar (Ilustración 17).

Cemento silíceo: Compone el 30% de la *wacke* en contacto entre los granos.

### **Composición b (arcillolita con arena)**

Posee un 80% de matriz. El tamaño modal de los granos consiste en 1% arena fina (0,125 mm – 0,250 mm), 15% arena muy fina (0,062 mm – 0,125 mm), 4% de limo medio (0,016 mm – 0,031 mm) y 80% de arcilla. Los granos se presentan contactos flotantes y algunos puntuales.

#### **Composición:**

*Componentes ortoquímicos (cemento):* Cemento silíceo (30%) intersticial, en contacto con los granos.

#### *Componentes aloquímicos (fósiles):*

Foraminíferos planctónicos: 5%, con tamaños de 0,45 mm a 0,25 mm, formas globulares (Ilustración 18).

Foraminíferos bentónicos: 4%, con tamaño medio de 0,1 mm, formas variadas, algunas alargadas.

#### *Componentes detríticos (clastos):*

Feldespato (plagioclasa) y posiblemente cuarzo: Distribuido en diferentes porcentajes según los tamaños de los granos, con 15% para tamaños de arena fina a muy fina (desde 0,2 mm hasta 0,075 mm) y 4% para limo (0,025 mm) por lo que, se presenta en diferentes hábitos, prismático o columnar y tabular para las arenas y granular los limos. Los granos son subangulares a subredondeados. El contacto entre los granos es principalmente flotante con algunos puntuales.

Arcilla detrítica: Presente en 1% con granos de tamaño arenoso (0,175 mm), en forma subangular a subredondeada.

**Nombre composicional:** Arcillolita con arena (*Bearing-sand clay*, Ilustración 16) según la clasificación de Dean et al. (1985).

**Interpretación:**

*Área fuente:* Consiste en diferentes regiones ubicadas a larga distancia de la zona de depósito, con influencia volcánica, aporte de materiales erosionados (litoclastos) y sedimentos con alta alteración (arcilla). Se presentan dos eventos de sedimentación, considerando las diferencias de granulometría entre la *wacke* y la arcilla con arena.

*Tipo de transporte:* Alto transporte con granos subangulares y angulares en la *wacke* y subangulares a subredondeados en la arcilla con arena, pero con tamaños pequeños no superior a 0,5 mm, producto de una importante fragmentación de estos debido a la erosión previas a su depósito.

*Ambiente deposicional:* Moderada a alta energía.

*Diagénesis:* Se da la compactación con cemento silíceo de contacto entre los granos y calcáreo rellenando poros (III estado de diagénesis) y la precipitación de foraminíferos planctónicos y bentónicos en dos diferentes eventos.

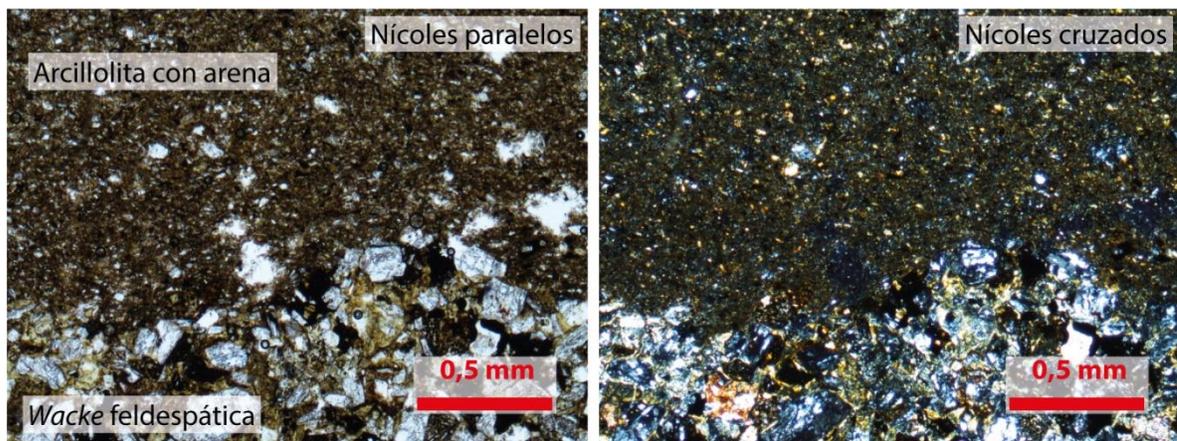


Ilustración 16: Arcillolita con arena (*Bearing-sand clay*, Dean et al., 1985) y *wacke* feldespática (Pettijohn, et al., 1973).

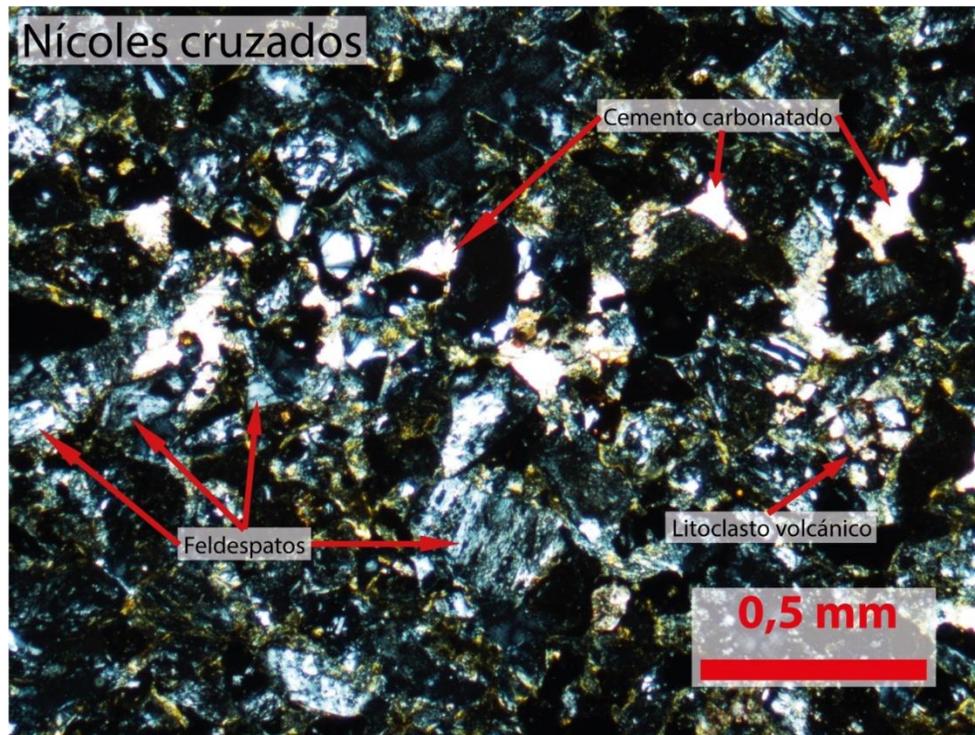


Ilustración 17: Feldespatos, litoclastos volcánicos y cemento carbonatado en wacke feldespática.

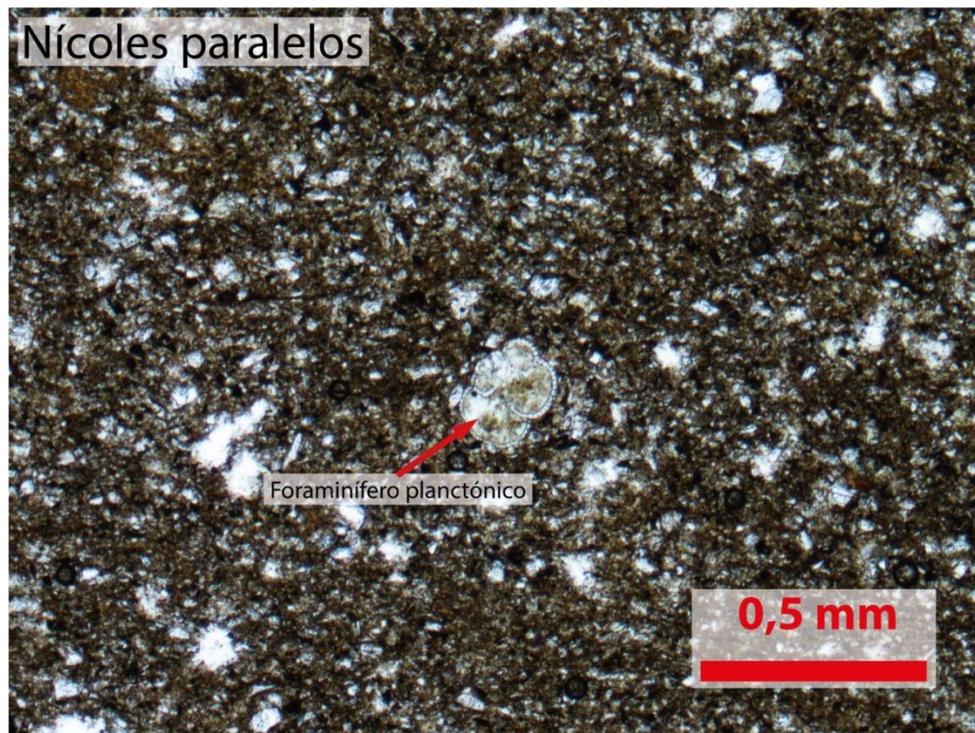


Ilustración 18: Foraminífero planctónico en Bearing-sand clay.

**Código de la muestra: TP-0101a**

**Procedencia: Río Concepción, Buenos Aires.**

**Coordenadas (CRTM05): 564248 Este/1005587 Norte.**

**Recolectado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Elaborado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Nombre de la roca: *Wacke* feldespática (Pettijohn et al. 1973) en contacto con lente de arcillolita con foraminíferos (*Bearing-foraminifera clay*) según Dean et al. (1985).**

**Descripción macroscópica:**

*Wacke* muy fina con superficie sana de color gris, alterada gris y café con óxidos. Sin fósiles visibles. Consiste en 60% limos y arcilla (matriz), arena de 30% muy fina (0,062 mm – 0,125 mm) y 10% fina (0,125 mm – 0,25 mm), con sorteo malo. Los granos son subredondeados a subangulares, con alta esfericidad. Su fábrica es isotrópica. Entre los granos hay contacto puntual, longitudinal y cóncavo-convexo. La composición mineral es de 10% plagioclasas y 15% fragmentos negros, el porcentaje restante corresponde a materiales muy pequeños para el ojo humano. Tiene cemento carbonatado. Tiene alternancias de niveles de lodo gris-café oscuro con 10% de fósiles de microorganismos (<0,25 mm), con laminación plana paralela, ondulada y estructuras en flama en contacto con los niveles.

**Descripción microscópica:**

Resumen: *Wacke* feldespática, con tamaño modal de los granos consiste en 15% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm), 25% finos (0,125 mm – 0,25 mm), 1% medios (0,25 mm – 0,5 mm), 1% gruesos (0,5 mm – 1 mm) y 1% muy gruesos (1 mm – 2 mm), sin orientación en la disposición de los granos, buen sorteo y contacto flotantes, puntuales, longitudinales y cóncavo – convexos, en contacto con un lente de lodolita (arcillolita con foraminíferos), con tamaño modal de los granos que consiste de 3% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm) y 5% de tamaño de limo (0,031 mm – 0,062 mm), en una matriz arcillosa (92%) sin orientación con sorteo regular, 10% de fósiles y contacto flotante entre los granos. Ambas evidencian alto transporte, con cementación principalmente sílicea y

también cementación calcárea para la *wacke*. Los componentes principales son feldespatos para ambas composiciones y foraminíferos para el lente.

### **Composición a (*wacke* feldespática)**

#### ***Textura:***

Posee un 50% de matriz con buen sorteo. El tamaño modal de los granos consiste en 15% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm), 25% finos (0,125 mm – 0,25 mm), 1% medios (0,25 mm – 0,5 mm), 1% gruesos (0,5 mm – 1 mm) y 1% muy gruesos (1 mm – 2 mm), que conforman 43% de arena; además, contiene también 7% de limos y 50% de arcilla. Los granos presentan contactos flotantes, puntuales, longitudinales y cóncavo – convexos.

#### ***Mineralogía***

##### *Terrígenos:*

Cuarzo: 3%, granos con tamaño máximo de 0,175 mm; cuentan con forma subangular y hábito tabular.

Feldespatos (plagioclasas): 20%, tamaño máximo de 0,75 mm y medio de 0,25 mm, formas angulares a subangulares y hábito columnar y tabular (Ilustración 19).

Litoclastos: 3%, tamaño máximo de 0,3 mm y medio de 0,175 mm, con forma subangular.

Litoclastos arcillosos: 15%, tamaño máximo de 0,3 mm y medio de 0,2 mm, con forma subangular y poca esfericidad (Ilustración 19).

Calcita: 15%, tamaño máximo de 1,625 mm y medio de 0,225 mm, con hábito laminar y generalmente amorfos.

##### *Aloquímicos:*

Foraminíferos bentónicos: <1%, tamaño máximo de 0,275 mm y tamaño medio de 0,2 mm con forma de gastrópodo (Ilustración 19).

##### *Ortoquímicos:*

Cemento carbonatado: Compone el 35% de la muestra, es de tipo esparítico, de manera intersticial en contacto con los granos (Ilustración 21).

Cemento silíceo: Compone el 65% de la muestra, se presenta intersticialmente, en contacto con los granos.

## **Composición b (arcillolita con foraminíferos)**

Tamaño de grano: Máximo: 0,1 mm; Medio: 0,045 mm.

Sorteo: Regular.

Composición porcentual: Arena: 3%, Limo: 5% y Arcilla (matriz): 92%

### ***Composición:***

*Componentes ortoquímicos (cemento):* Cemento silíceo (80%).

*Componentes aloquímicos (fósiles):*

Foraminíferos planctónicos: 5%, con tamaños de 0,1 mm a 0,375 mm, formas globulares.

Foraminíferos bentónicos: 5%, con tamaños de 0,125 mm a 0,2 mm, formas variadas, algunas alargadas (Ilustración 20).

Microgasterópodo: <1%, tamaño máximo de 0,7 mm, con forma ovalada.

*Componentes detríticos (clastos):*

Feldespato (plagioclasa) y posiblemente cuarzo y ceolitas: Distribuido en diferentes porcentajes según los tamaños de los granos, con 1% para tamaños de arena muy fina (0,1 mm) y 1% para limo (0,045 mm), se presenta con hábito principalmente granular. Los granos son subangulares a subredondeados. El contacto entre los granos es flotante.

Opacos: Presente en 1% con granos de tamaño de limo (0,025 mm), en forma subangular a subredondeada con hábito granular.

***Nombre composicional:*** Arcillolita con foraminíferos (*Clay bearing foraminifera*) según la clasificación de Dean (1985).

### ***Interpretación:***

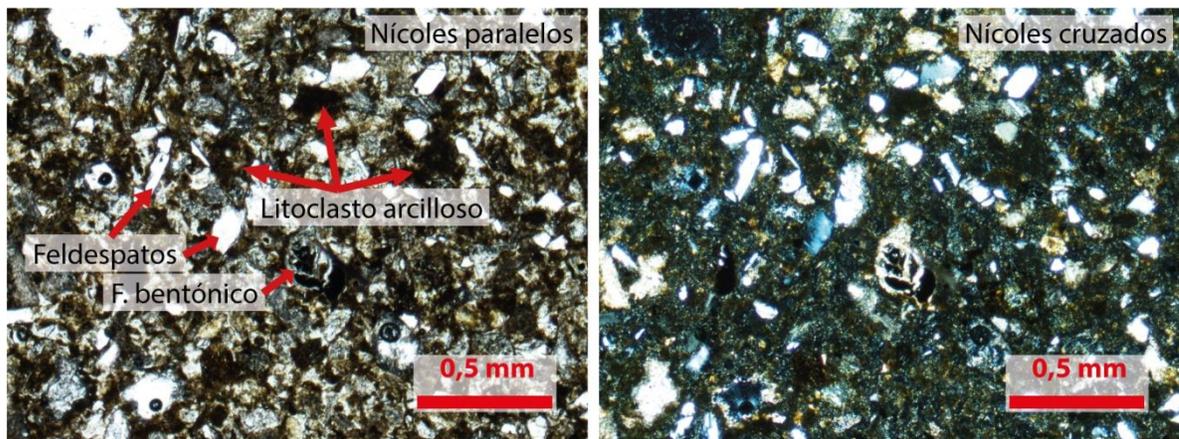
*Área fuente:* Consiste en diferentes regiones ubicadas a larga distancia de la zona de depósito, una compuesta de litología ígnea intermedia (que provee, entre otros, los cristales de feldespatos y cuarzo) y la otra conformada por materiales con alta alteración (arcillitización) (que proporciona la arcilla detrítica) y erosivos (litoclastos). Se presentan

dos eventos de sedimentación, considerando las diferencias de granulometría entre la *wacke* y la arcillolita con foraminíferos (lodolita).

*Tipo de transporte:* Alto transporte con granos subangulares y angulares, pero con tamaños en su mayoría pequeños, producto de una importante fragmentación de estos debido a su desplazamiento.

*Ambiente deposicional:* Moderada a baja energía. Se manifiesta en un *slump*, según su afloramiento.

*Diagénesis:* Sedimento producto de dos eventos, uno en el que se da la precipitación de cemento silíceo y calcáreo, ambos en contacto con los granos de *wacke* (III estado de diagénesis), pobre en fósiles y el otro lodolítico que muestra diagénesis temprana, con posible presencia de materia orgánica y precipitación de cemento silíceo (III estado de diagénesis) en contacto con los granos; es rico en foraminíferos planctónicos y bentónicos, con un macroforaminífero.



*Ilustración 19:* Feldespatos, foraminíferos bentónicos y litoclastos arcillosos en *wacke* feldespática (Pettijohn, et al., 1973).

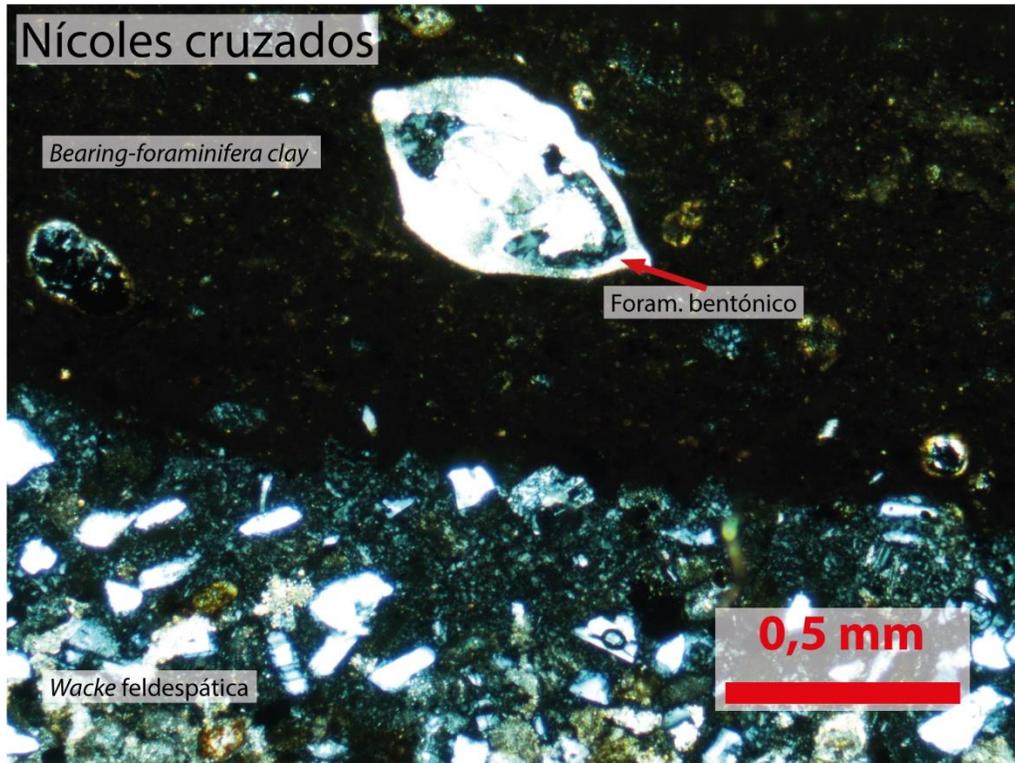


Ilustración 20: Foraminífero bentónico en arcillolita con foraminíferos (*Bearing-foraminifera clay*, Dean et al., 1985) en contacto con *wacke feldespática* (Pettijohn, et al., 1973).

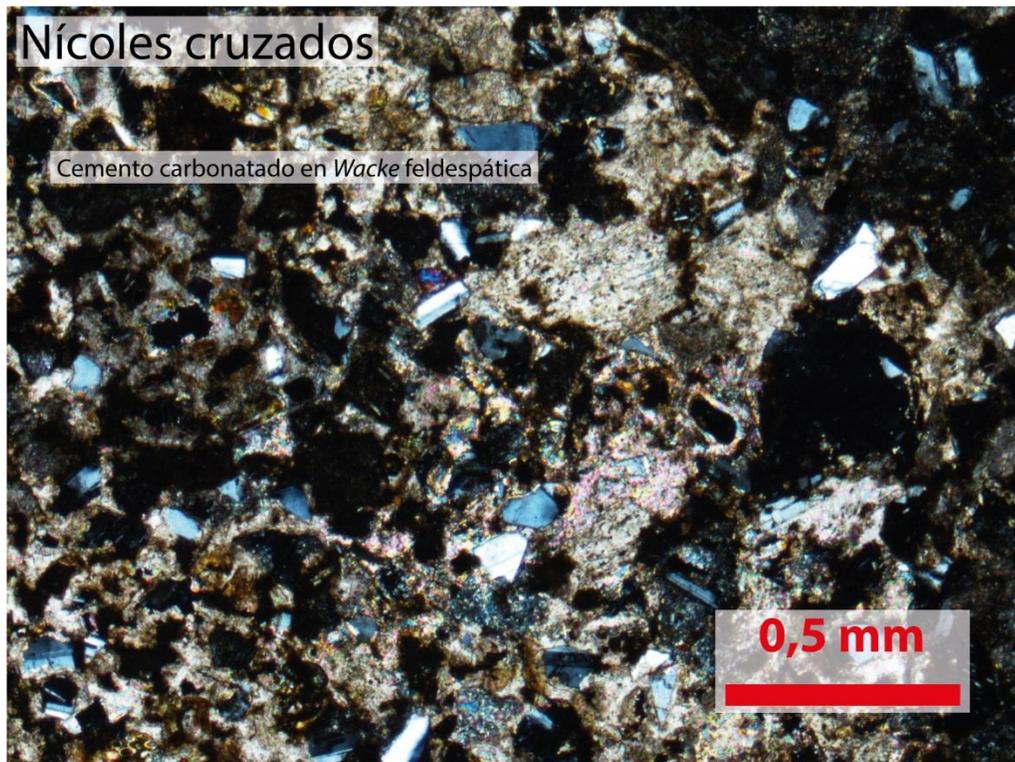


Ilustración 21: Cemento carbonatado en *wacke feldespática*.

**Código de la muestra: TP-0101b**

**Procedencia: Río Concepción, Buenos Aires.**

**Coordenadas (CRTM05): 564248 Este/1005587 Norte.**

**Recolectado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Elaborado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Nombre de la roca: *Wacke* feldespática según Pettijohn et al. (1973).**

**Descripción macroscópica:**

*Wacke* muy fina con superficie sana de color gris, alterada gris y café con óxidos. Sin fósiles visibles. Consiste en 60% limos y arcilla (matriz), arena de 40% muy fina (0,062 mm – 0,125 mm) y 10% fina (0,125 mm – 0,25 mm), con sorteo malo. Los granos son subredondeados a subangulares, con alta esfericidad. Su fábrica es isotrópica. Entre los granos hay contacto puntual, longitudinal y cóncavo-convexo. La composición mineral es de 30% plagioclasas y 20% fragmentos negros, el porcentaje restante corresponde a materiales muy pequeños para el ojo humano. Cuenta con un bioclasto de 0,4 mm. Tiene cemento silíceo y carbonatado secundario.

**Descripción microscópica:**

Resumen: *Wacke* feldespática, con tamaño modal de los granos consiste en 13% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm), 25% finos (0,125 mm – 0,25 mm), 10% medios (0,25 mm – 0,5 mm) y 1% gruesos (0,5 mm – 1 mm), sin orientación en la disposición de los granos, sorteo regular y contactos puntuales, longitudinales, cóncavo – convexos y saturados. Evidencia alto transporte, con cementación silícea y calcárea secundaria. Los componentes principales son feldespatos (plagioclasas).

***Textura:***

Posee un 50% de matriz con sorteo regular. El tamaño modal de los granos consiste en 13% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm), 25% finos (0,125 mm – 0,25 mm), 10% medios (0,25 mm – 0,5 mm) y 1% gruesos (0,5 mm – 1 mm), que conforman 49% de arena;

además, contiene también 1% de limos y 50% de arcilla. Los granos presentan contactos puntuales, longitudinales, cóncavo – convexos y saturados entre sí.

### ***Mineralogía***

#### *Terrígenos:*

Piroxenos: 1%, granos con tamaño medio de 0,25 mm, cuentan con forma subangular y hábito granular (Ilustración 22).

Feldespatos (plagioclasas): 25%, granos con tamaño máximo de 1 mm y medio de 0,25 mm; cuentan con forma angular a subangular y hábito columnar, tabular y granular (Ilustración 22).

Litoclastos: 3%, tamaño máximo de 0,5 mm y medio de 0,25 mm, con forma subangular a subredondeada poco esféricos con hábito granular (Ilustración 22).

Opacos: 3%, tamaño máximo de 0,25 mm y medio de 0,125 mm, con forma subredondeada a subangular.

Litoclastos arcillosos: 3%, tamaño máximo y medio de 0,3 mm, con forma subangular y poca esfericidad.

Calcita: 5%, tamaño máximo de 0,5 mm y medio de 0,25 mm, habitualmente asociada a feldespatos como mineral de alteración.

#### *Aloquímicos:*

Foraminíferos planctónicos: 1%, tamaño máximo de 0,23 mm y tamaño medio de 0,12 mm con forma globular con cámaras internas.

Biodetritos carbonatados: 1%, tamaño medio de 0,4 mm, irregulares y sin forma definida. Se caracterizan por tener estructuras vesiculares y de apariencia orgánica; además, se distribuyen por toda la muestra (Ilustración 22).

Foraminífero bentónico no identificado: <1%, tamaño medio 0,2 mm.

Concha no identificada: <1%, tamaño máximo de 4,375 mm. Presenta aparente sustitución en su composición, de carbonato a sílice (Ilustración 23 y Ilustración 24).

#### *Ortoquímicos:*

Cemento silíceo: Compone el 50% de la muestra.

Cemento carbonatado: 10% con hábito laminar y generalmente amorfos, presentes como cristales rellenando poros.

**Interpretación:**

*Área fuente:* Consiste en diferentes regiones ubicadas a larga distancia de la zona de depósito, una compuesta de litología ígnea intermedia (que provee, entre otros, los cristales de feldespatos y piroxeno) y la otra conformada por materiales con alta alteración (arcillitización que proporciona la arcilla detrítica) y erosivos (litoclastos).

*Tipo de transporte:* Poco transporte con granos arenosos subangulares y angulares, pero con tamaños en su mayoría finos y medios, con una importante fragmentación debido a una fuerte erosión previa a su eventual deposición.

*Ambiente deposicional:* Moderada a alta energía.

*Diagénesis:* Se da la compactación principalmente con cemento silíceo de contacto y calcáreo de poros como precipitación secundaria (III estado de diagénesis), con foraminíferos planctónicos, bentónicos y biodetritos carbonatados no identificables.

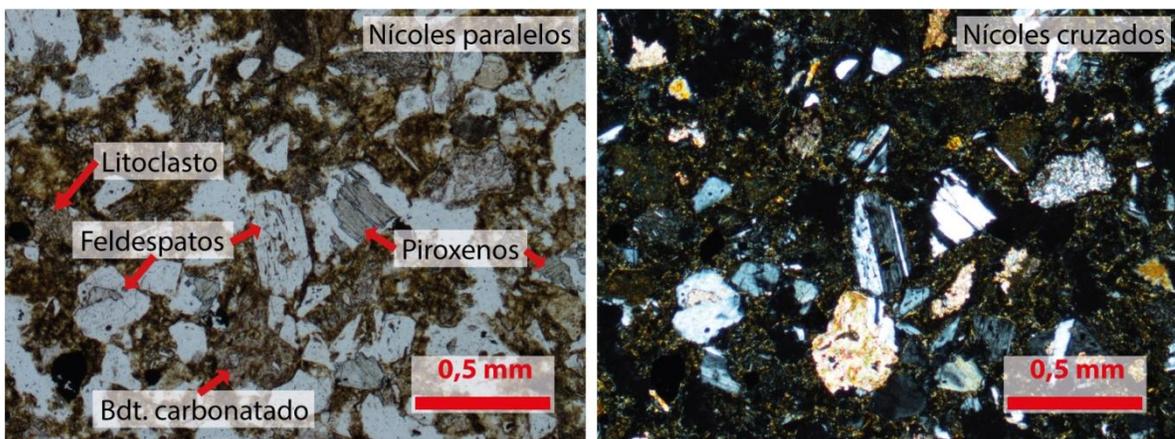
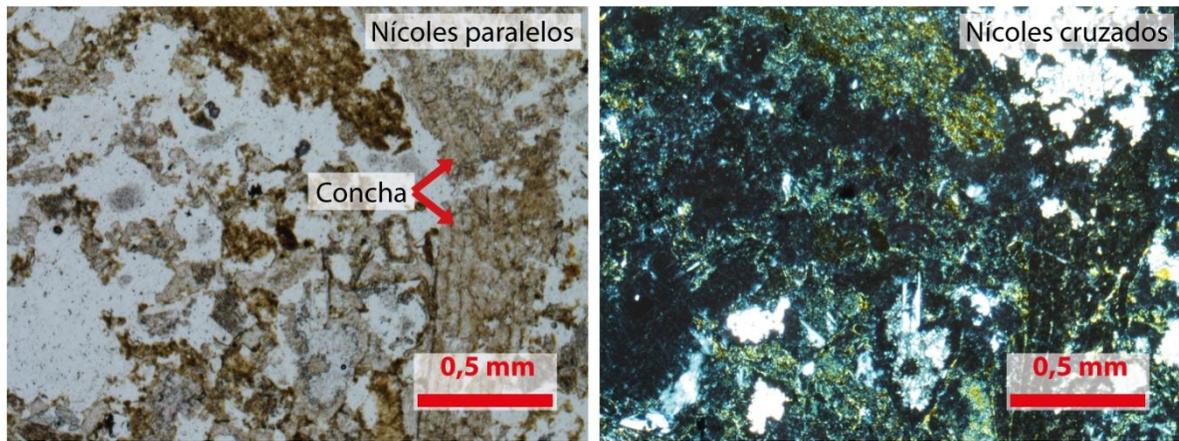
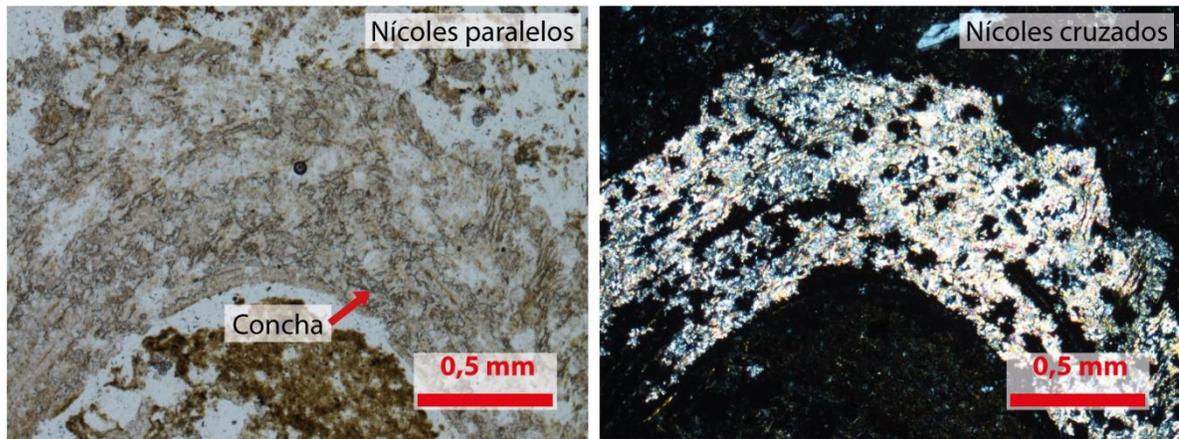


Ilustración 22: Feldespatos, piroxenos, litoclastos y biodetrítico carbonatado en wacke feldespática (Pettijohn, et al., 1973).



*Ilustración 23: Concha no identificada en wacke feldespática.*



*Ilustración 24: Concha no identificada en wacke feldespática.*

**Código de la muestra: TP-0407a**

**Procedencia: Río Fresco, Colinas, Buenos Aires.**

**Coordenadas (CRTM05): 560583,292 Este/1003496,683 Norte**

**Recolectado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Elaborado por: Luis Pablo González Vargas**

**Nombre de la roca: *Wacke* feldespática según Pettijohn et al. (1973).**

**Descripción macroscópica:**

*Wacke* fina con superficie sana de color gris claro, alterada gris y café con óxidos. Sin fósiles visibles. Consiste en 60% limo y arcilla (matriz), arena 20% muy fina (0,062 mm – 0,125 mm), 20% fina (0,125 mm – 0,25 mm) y <1% media (0,25 mm – 0,5 mm), con sorteo malo. Los granos son subredondeados a subangulares, con alta esfericidad. Su fábrica es isotrópica. Entre los granos hay contacto flotante y puntual. La composición mineral es de 15% plagioclasas y 25% litoclastos, con <1% de pirita, el porcentaje restante corresponde a materiales muy pequeños para el ojo humano. Tiene cemento silíceo.

**Descripción microscópica:**

Resumen: *Wacke* feldespática según Pettijohn et al. (1973), con tamaño modal de los granos consiste en 10% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm), 15% finos (0,125 mm – 0,25 mm) y 7% medios (0,25 mm – 0,5 mm), sin orientación en la disposición de los granos, sorteo regular y contacto puntuales, longitudinales, cóncavo – convexos y saturados. Evidencia alto transporte, con cementación silícea. Los componentes principales son feldespatos (plagioclasas) y litoclastos.

***Textura:***

Posee un 50% de matriz con sorteo regular. El tamaño modal de los granos consiste en 10% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm), 15% finos (0,125 mm – 0,25 mm) y 7% medios (0,25 mm – 0,5 mm), que conforman 32% de arena; además, contiene también 18% de limos y 50% de arcilla. Los granos presentan contactos puntuales, longitudinales, cóncavo – convexos y saturados entre sí.

## **Mineralogía**

### *Terrígenos:*

Feldespatos (plagioclasas): 30%, granos con tamaño máximo de 0,525 mm y medio de 0,25 mm; cuentan con forma angular a subangular y hábito columnar, tabular y granular (Ilustración 25).

Litoclastos: 2%, tamaño medio de 0,25 mm, con forma subangular a subredondeada poco esféricos con hábito granular (Ilustración 25).

### *Ortoquímicos:*

Cemento silíceo: Compone el 50% de la muestra, se presenta intersticialmente en contacto con los granos.

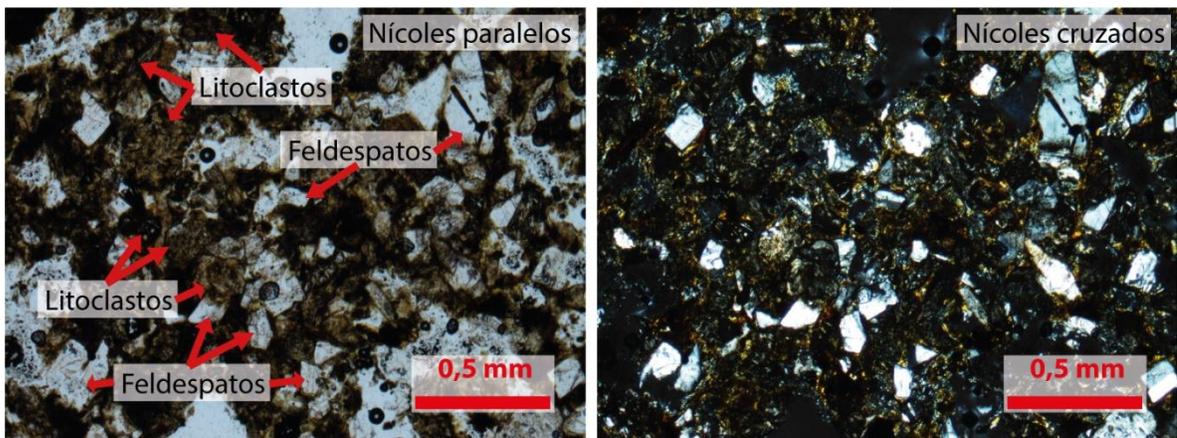
### **Interpretación:**

*Área fuente:* Se ubica a una distancia importante de la zona de depósito y se compone de litología ígnea intermedia y erosiva (que provee los cristales de feldespatos y litoclastos).

*Tipo de transporte:* Alto transporte con granos subangulares y angulares, pero con tamaños en su mayoría pequeños, producto de una importante fragmentación de estos debido a su desplazamiento.

*Ambiente deposicional:* Moderada a alta energía.

*Diagénesis:* Sedimento en el que se da la precipitación de cemento silíceo en contacto con los granos (III estado de diagénesis).



*Ilustración 25:* Feldespatos y litoclastos en wacke feldespática (Pettijohn et al., 1973).

**Código de la muestra: TP-0409b**

**Procedencia: Río Fresco, Buenos Aires.**

**Coordenadas (CRTM05): 560387,573 Este/1003427,242 Norte**

**Recolectado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Elaborado por: Luis Pablo González Vargas**

**Nombre de la roca: Arcillolita con feldspatos y foraminíferos (*Bearing-feldspar and foraminifera clay*) según Dean et al. (1973).**

**Descripción macroscópica:**

Lodolita con superficie sana de color gris muy oscuro, alterada gris y café con óxidos. Con 5% de microfósiles (microforaminíferos). Consiste en 93% limo y arcilla (matriz) y arena 5% muy fina (0,062 mm – 0,125 mm) y 2% fina (0,125 mm – 0,25 mm). Los granos visibles son subredondeados, con alta esfericidad. Su fábrica es isotrópica. Tiene laminación plana paralela y ondulada. En la composición mineral se encuentra 5% fragmentos blancos y 1% de pirita, el porcentaje restante corresponde a materiales muy pequeños para el ojo humano. Tiene cemento silíceo y algo carbonatado.

**Descripción microscópica:**

Tamaño de grano: Máximo: 0,25 mm, Medio: 0,04 mm.

Sorteo: Regular.

Composición porcentual: Arena: 5%, Limo: 18%, Arcilla (matriz): 77%

**Composición:**

*Componentes ortoquímicos (cemento):*

Cemento silíceo (77%) intersticialmente en contacto con los granos.

Cemento calcáreo (5%) rellenando espacios en el cemento silíceo.

*Componentes aloquímicos (fósiles):*

Foraminíferos bentónicos: 3%, con tamaños desde 0,15 mm hasta 0,625 mm, con formas variadas (Ilustración 27).

Foraminíferos planctónicos: 5%, con tamaños desde 0,25 mm hasta 0,5 mm, con formas globulares (Ilustración 26 y Ilustración 27).

*Componentes detríticos (clastos):*

Feldespato (plagioclasa): Distribuido en diferentes porcentajes según los tamaños de los granos, ya sea 5% como tipo arena muy fina (0,25 mm) y 10% como limo (0,02 mm). Se presenta en hábito principalmente granular con granos que tienen buena y mala esfericidad y formas subangulares a subredondeados (Ilustración 26 y Ilustración 27). El contacto entre los granos es principalmente flotante, con algunos puntuales o longitudinales.

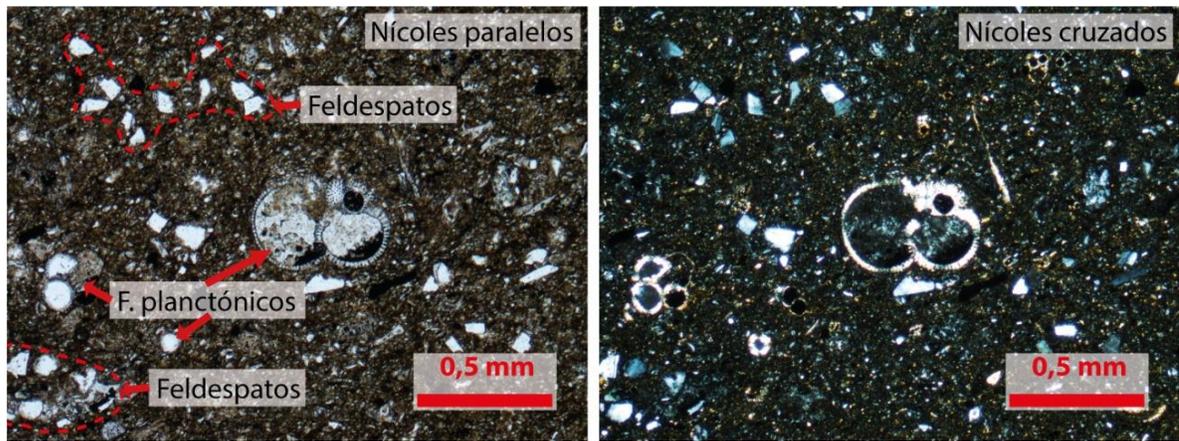
Piroxenos: 1%, presente con tamaño de limo (0,06 mm), con hábito principalmente granular, con forma subangular. Los granos tienen granos flotantes.

Opacos: 7%, granos con tamaño de limo (0,05 mm), hábito granular, forma subangular y contactos flotantes.

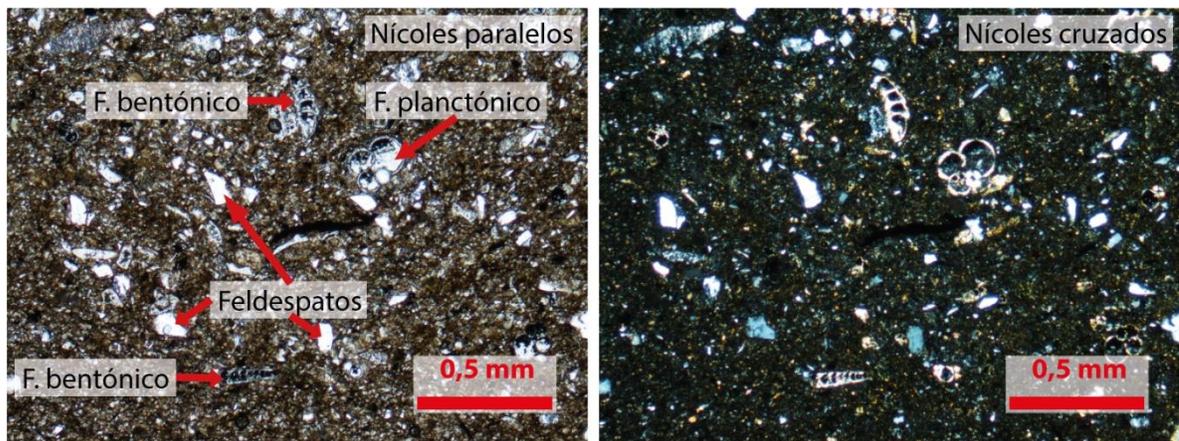
**Nombre composicional:** Arcillolita con feldspatos y foraminíferos (*Bearing-feldspar and foraminifera clay*) según la clasificación de Dean et al. (1985).

**Historia Diagenética:** Depósito litificado a una distancia considerable de su fuente de emisión, con alto transporte que resulta en granos reducidos en tamaño y formas subangulares, precipitación de cemento silíceo (III estado de diagénesis) con una deposición de baja energía (flujo subacuático) que permitió la formación de laminaciones. Típico de arco de islas.

**Interpretación:** Posible ambiente de deposición de baja energía. El aporte tiene influencia volcánica (feldspatos y piroxenos) con material de alta alteración (arcilla) y sedimentos biogénicos (fósiles).



*Ilustración 26:* Feldespatos y foraminíferos planctónicos.



*Ilustración 27:* Feldespatos y foraminíferos planctónicos y bentónicos.

**Código de la muestra: TP-0513a**

**Procedencia: Tajo junto a la cuesta El Ingeniero (Río Fresco), Colinas, Buenos Aires.**

**Coordenadas (CRTM05): 559888 Este/1001862 Norte.**

**Recolectado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Elaborado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Nombre de la roca: Litoarenita según Pettijohn et al. (1973).**

**Descripción macroscópica:**

Arenisca con superficie sana de color gris, alterada gris y café con óxidos. Sin fósiles visibles. Consiste en 58% limo y arcilla (matriz), arena 20% muy fina (0,062 mm – 0,125 mm), 10% fina (0,125 mm – 0,25 mm), 10% media (0,25 mm – 0,5 mm), 1% gruesa (0,5 mm – 1 mm), 1% muy grueso (1 mm – 2 mm) con sorteo malo. Los granos son redondeados, subredondeados a subangulares y algunos angulares, con alta esfericidad y baja los de mayor tamaño. Su fábrica es isotrópica. No tiene estructuras sedimentarias visibles. Entre los granos hay contacto flotante, puntual y longitudinal. La composición mineral es de 3% plagioclasas y 30% fragmentos varios oscuros, el porcentaje restante corresponde a materiales muy pequeños para el ojo humano. Tiene cemento carbonatado.

**Descripción microscópica:**

Resumen: Litoarenita (Ilustración 28) según Pettijohn et al. (1973), con tamaño modal de los granos consiste en 8% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm), 60% finos (0,125 mm – 0,25 mm) y 15% medios (0,25 mm – 0,5 mm), 2% gruesos (0,5 mm – 1 mm) y 2% muy gruesos (1 mm – 2 mm), sin orientación en la disposición de los granos, sorteo regular y contacto flotantes, puntuales, longitudinales y cóncavo – convexos. Evidencia alto transporte, con cementación calcárea. Los componentes principales de los granos son litoclastos y feldespatos, con algunos compuestos aloquímicos.

**Textura:**

Posee un 13% de matriz con sorteo regular. El tamaño modal de los granos consiste en 8% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm), 60% finos (0,125 mm – 0,25 mm) y 15% medios (0,25 mm – 0,5 mm), 2% gruesos (0,5 mm – 1 mm) y 2% muy gruesos (1 mm – 2 mm), que conforman 87% de arena y 13% de arcilla. Los granos presentan contactos flotantes, puntuales, longitudinales y cóncavo – convexos.

**Mineralogía***Terrígenos:*

Piroxenos: 1%, tamaño máximo de 0,25 mm y medio de 0,125 mm, con formas subangulares y hábitos granulares y color amarillo a rojo de segundo grado de birrefringencia y violeta de tercer grado (Ilustración 29).

Feldespatos (plagioclasas): 15%, granos con tamaño máximo de 1,15 mm y medio de 0,375 mm; cuentan con forma angular a subangular y hábito columnar, tabular y granular.

Litoclastos: 30%, tamaño máximo de 2,25 mm y medio de 0,25 mm, con forma redondeada a subredondeada, poco esféricos con hábito granular (Ilustración 28).

*Aloquímicos:*

Foraminíferos planctónicos: 1%, tamaño máximo de 0,45 mm y presentan cámaras concéntricas.

Foraminíferos bentónicos: <1%, tamaño máximo de 0,35 mm con múltiples cámaras continuas y forma alargada.

Biodetritos carbonatados: 1%, tamaño máximo de 0,4 mm, con forma irregular, hábito tabular (Ilustración 29).

Bioclastos: 2%, tamaño máximo de 0,425 mm y medio de 0,2 mm, con formas aciculares e irregulares generalmente delgados (0,025 mm de grosor).

*Ortoquímicos:*

Cemento carbonatado: 50%, tipo esparítico, presente intersticialmente en contacto con los granos (Ilustración 28).

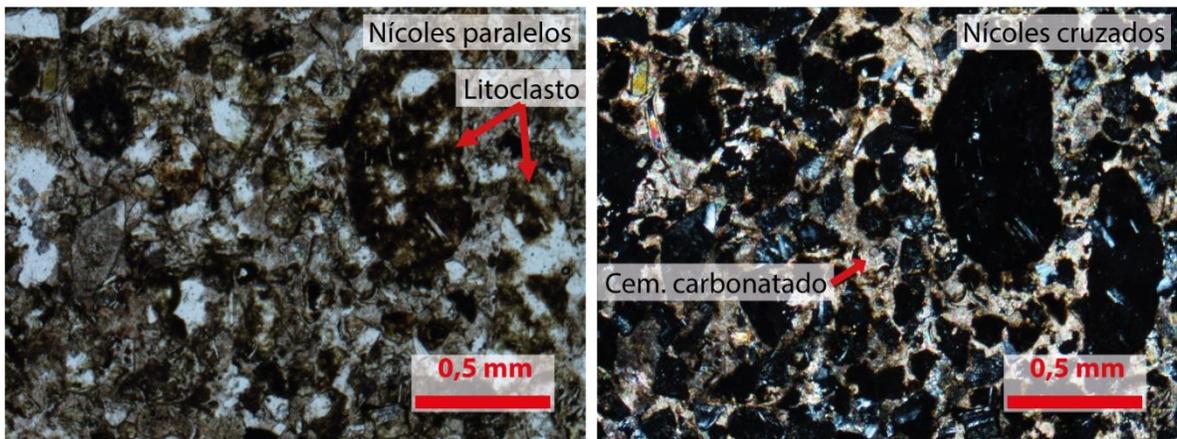
**Interpretación:**

*Área fuente:* Se compone de una litología ubicada a una distancia importante de la zona de depósito, con influencia volcánica y erosiva (que provee los cristales de feldespatos y litoclastos) y otra de roca carbonatada (biodepositos carbonatados).

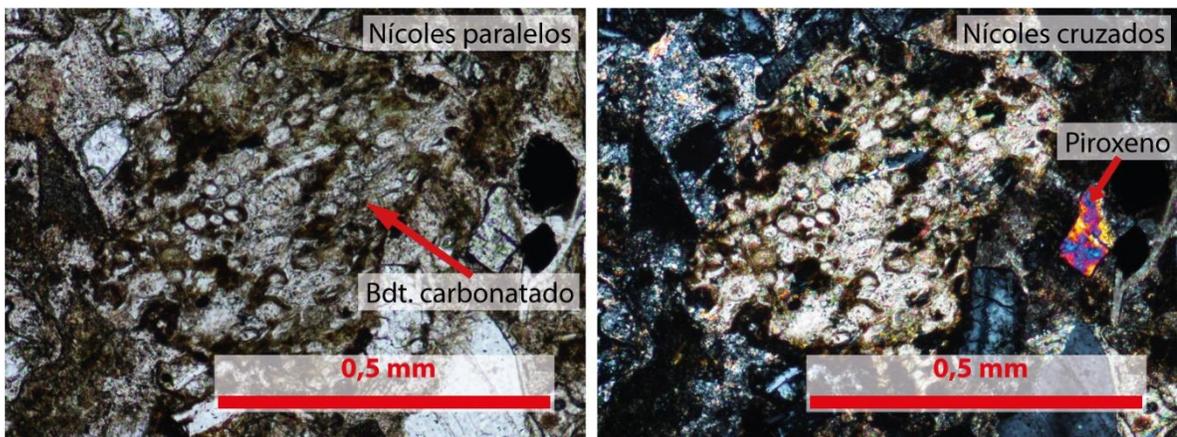
*Tipo de transporte:* Alto transporte con granos subangulares a angulares y redondeados a subredondeados, con tamaños en su mayoría pequeños (menores a 0,4 mm) producto de la erosión de estos previo a su depósito.

*Ambiente deposicional:* Moderada a alta energía.

*Diagénesis:* Sedimento en el que se da la precipitación de cemento calcáreo (III estado de diagénesis).



*Ilustración 28:* Litoclastos y cemento carbonatado en litoarenita (Pettijohn et al., 1973).



*Ilustración 29:* Biodetrítico carbonatado y piroxeno.

**Código de la muestra: TP-0513b**

**Procedencia: Tajo junto a la cuesta El Ingeniero (Río Fresco), Colinas, Buenos Aires.**

**Coordenadas (CRTM05): 559853 Este/1001832 Norte.**

**Recolectado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Elaborado por: Luis Pablo González Vargas**

**Nombre de la roca: *Wacke* feldespática según Pettijohn et al. (1973).**

**Descripción macroscópica:**

*Wacke* gruesa con superficie sana de color gris-café claro, alterada gris y café con óxidos. Sin fósiles visibles. Consiste en 29% limo y arcilla (matriz), arena 15% muy fina (0,062 mm – 0,125 mm), 15% fina (0,125 mm – 0,25 mm), 15% media (0,25 mm – 0,5 mm), 15% gruesa (0,5 mm – 1 mm), 10% muy gruesa (1 mm – 2 mm), 1% grava muy fina (2 mm – 4 mm) y <1% grava fina (4 mm – 8 mm), con sorteo malo. Los granos son subredondeados a subangulares y algunos angulares, con alta esfericidad. Su fábrica es isotrópica. Entre los granos hay contacto flotante, puntual, longitudinal y cóncavo-convexo. La composición mineral es de 25% plagioclasas en alto grado de alteración (blancas y sin brillo) y 20% litoclastos, el porcentaje restante corresponde a materiales muy pequeños para el ojo humano. Tiene cemento silíceo y carbonatado. Hacia el piso tiene estratos centimétricos de limo o lodo con laminación ondulada y estructuras en flama en contacto con la sección con mayor proporción de granos gruesos. Tiene vetas de calcita de 0,5 a 2 mm de grosor.

**Descripción microscópica:**

Resumen: *Wacke* feldespática según Pettijohn et al. (1973), con tamaño modal de los granos consiste en 5% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm), 7% finos (0,125 mm – 0,25 mm), 15% medios (0,25 mm – 0,5 mm), 10% gruesos (0,5 mm – 1 mm) y 20% muy gruesos (1 mm – 2 mm), sin orientación en la disposición de los granos, sorteo regular y contacto flotantes, puntuales, longitudinales y cóncavo – convexos. Evidencia transporte por medio de canales subacuáticos de alta energía, con cementación silícea y calcárea. Los componentes principales son feldespatos.

***Textura:***

Posee un 43% de matriz con sorteo regular. El tamaño modal de los granos consiste en 5% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm), 7% finos (0,125 mm – 0,25 mm), 15% medios (0,25 mm – 0,5 mm), 10% gruesos (0,5 mm – 1 mm) y 20% muy gruesos (1 mm – 2 mm), que conforman 57% de arena y 43% de arcilla. Los granos presentan contactos flotantes, puntuales, longitudinales y cóncavo – convexos.

***Mineralogía****Terrígenos:*

Feldespatos (plagioclasas): 15%, granos con tamaño máximo de 1,025 mm y medio de 0,625 mm; cuentan con forma angular a subangular y hábito columnar, tabular y granular (Ilustración 30).

Litoclastos arcillosos: 7%, tamaño medio de 0,4 mm, con forma subangular y poco esférica.

Calcita: 5%, tamaño medio de 1,45 mm, asociado a la alteración de feldespatos.

Litoclastos: 3%, tamaño máximo de 2 mm y medio de 0,7 mm, con forma subangular, poco esféricos con hábito granular (Ilustración 30).

Máfico alterado (posible fantasma de olivino): <1%, tamaño máximo de 2,375 mm de forma irregular y hábito granular.

*Aloquímicos:*

Foraminíferos: <1%, tamaño máximo de 0,3 mm y medio de 0,175 mm con cámaras redondeadas y continuas.

*Ortoquímicos:*

Cemento carbonatado: Compone el 35% de la muestra, es tipo esparítico y se encuentra de manera intersticial en contacto con los granos y de rellenando espacios dentro del cemento silíceo (Ilustración 30).

Cemento silíceo: Compone el 65% de la muestra, presente intersticialmente en contacto con los granos.

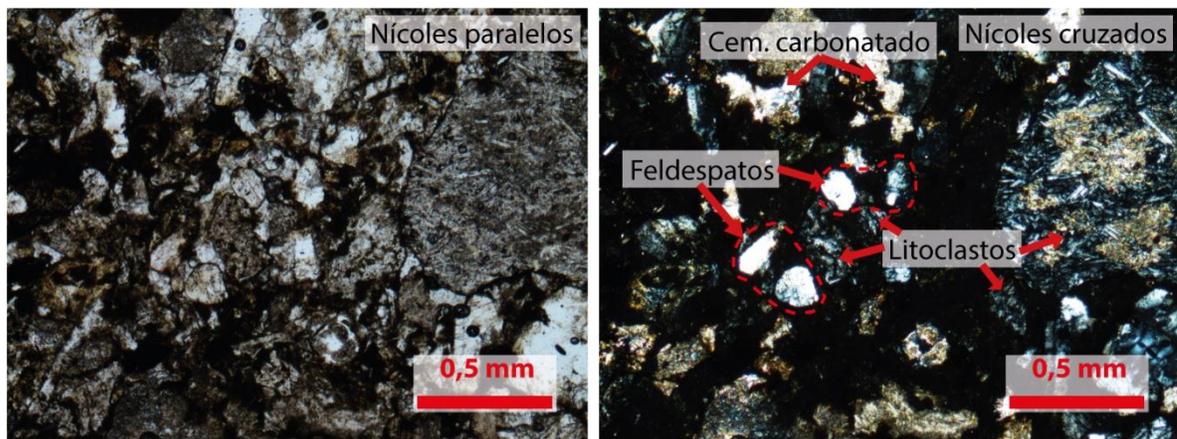
**Interpretación:**

*Área fuente:* Presenta influencia volcánica y erosiva (aportando feldespatos y litoclastos) y materiales con alta alteración (arcilla).

*Tipo de transporte:* Canal subacuático de alta energía, con una importante proporción de granos de arena gruesa y muy gruesa y formas angular a subangular.

*Ambiente deposicional:* Moderada a alta energía.

*Diagénesis:* Sedimento de un ambiente de alta energía con precipitación de cemento silíceo y carbonatado (III estado de diagénesis).



*Ilustración 30:* Feldespatos, litoclastos y cemento carbonatado.

**Código de la muestra: TP-0513d**

**Procedencia: Tajo junto a la cuesta El Ingeniero (Río Fresco), Colinas, Buenos Aires.**

**Coordenadas (CRTM05): 559632 Este/1001742 Norte.**

**Recolectado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Elaborado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Nombre de la roca: *Wacke* feldespática según Pettijohn et al. (1973).**

**Descripción macroscópica:**

*Wacke* muy fina con superficie sana de color gris verdoso, alterada gris y café con óxidos. Sin fósiles visibles. Consiste en 35% limo y arcilla (matriz), arena 35% muy fina (0,062 mm – 0,125 mm), 20% fina (0,125 mm – 0,25 mm) y 10% media (0,25 mm – 0,5 mm), con sorteo malo. Los granos son subredondeados a subangulares y algunos angulares, con alta esfericidad. Su fábrica es isotrópica. Entre los granos hay contacto flotante, puntual, longitudinal y cóncavo-convexos. La composición mineral es de 20% plagioclasas, 10% fragmentos negros, 7% rojizos y 2% verdosos, el porcentaje restante corresponde a materiales muy pequeños para el ojo humano. Tiene cemento silíceo y carbonatado zonificado.

**Descripción microscópica:**

Resumen: *Wacke* feldespática según Pettijohn et al. (1973), con tamaño modal de los granos consiste en 10% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm), 12% finos (0,125 mm – 0,25 mm) y 8% medios (0,25 mm – 0,5 mm), sin orientación en la disposición de los granos, sorteo regular y contacto puntuales, longitudinales y cóncavo – convexos. Evidencia poco transporte, con cementación silícea y calcárea secundaria. Los componentes principales son feldespatos (plagioclasas) y proporciones menores de opacos, arcilla detrítica y piroxenos.

***Textura:***

Posee un 50% de matriz con sorteo regular. El tamaño modal de los granos consiste en 10% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm), 12% finos (0,125 mm – 0,25 mm) y 8% medios

(0,25 mm – 0,5 mm), que conforman 30% de arena, 20% limo y 50% de arcilla. Los granos presentan contactos puntuales, longitudinales y cóncavo – convexos.

### ***Mineralogía***

#### *Terrígenos:*

Piroxenos: 3%, tamaño máximo de 0,4 mm y medio de 0,2 mm con formas subangulares y hábitos granulares y color amarillo a rojo de segundo grado de birrefringencia y violeta de tercer grado (Ilustración 31).

Feldespatos (plagioclasas): 15%, granos con tamaño máximo de 0,5 mm y medio de 0,25 mm; cuentan con forma angular a subangular y hábito columnar, tabular y granular (Ilustración 31).

Opacos: 5%, tamaño máximo de 0,175 mm y medio de forma irregular y hábito granular.

Litoclastos arcillosos: 5%, tamaño máximo de 0,625 mm y medio de 0,25 mm, con forma subredondeada y poco esférica.

Calcita: <1%, tamaño máximo de 0,5 mm y medio de 0,225 mm, asociado a la alteración de feldespatos.

#### *Aloquímicos:*

Foraminíferos: <1%, tamaño máximo de 0,225 mm y medio de 0,1 mm, uno bentónico (Ilustración 31) y uno planctónico con cámaras esféricas.

#### *Ortoquímicos:*

Cemento silíceo: Compone el 50% de la muestra, presente intersticialmente y en contacto con los granos.

Cemento calcáreo: 1% se muestra rellenando espacios en el cemento silíceo, con forma irregular o amorfo con hábito laminar.

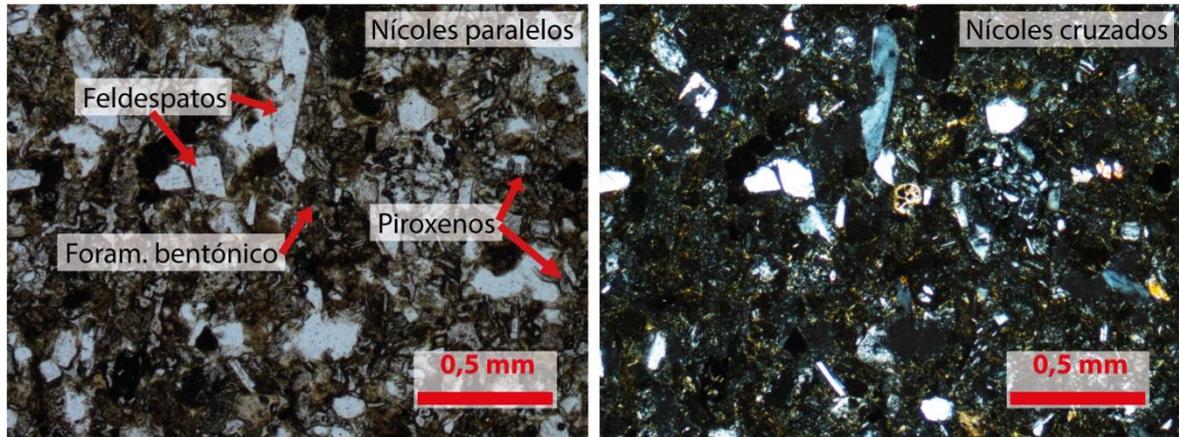
### ***Interpretación:***

*Área fuente:* Presenta influencia volcánica y erosiva (aportando feldespatos y piroxenos) y materiales con alta alteración (arcilla).

*Tipo de transporte:* Alto transporte con granos subangulares y angulares arenosos.

*Ambiente deposicional:* Moderada a baja energía.

*Diagénesis:* Sedimento de un ambiente de moderada a baja energía con precipitación de cemento silíceo y carbonatado (III estado de diagénesis).



*Ilustración 31:* Feldspatos, piroxenos y foraminífero bentónico.

**Código de la muestra: TP-0715a**

**Procedencia: Río Fresco, Colinas, Buenos Aires**

**Coordenadas (CRTM05): 560498 Este/1002514 Norte**

**Recolectado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Elaborado por: Luis Pablo González Vargas**

**Nombre de la roca: Leucogabro augítico**

**Descripción macroscópica:**

Fanerítica granular de grano fino con cristales de plagioclasa de 0,5 a 1 mm con brillo perlado (60%), ferromagnesianos (piroxenos con brillo vítreo y ¿anfíboles?) de 2 mm (39%), ambos xenomórficos y pirita de 0,25 mm (1%). La roca es de color en su mayoría negro a gris muy oscuro, con una pátina de óxidos café rojiza. Nombre: Gabro con piroxenos.

**Descripción microscópica:**

Textura hipocristalina-hipidiomórfica granular con cristales de plagioclasa, augita con textura ofítica y subofítica (Ilustración 33), hornblenda basáltica y accesorios de calcita, magnetita. Presenta alteraciones de sericita en las plagioclasas y arcilla en el vidrio como en cristales completamente alterados.

Plagio clasa	Augita	Hornblenda basáltica	Accesorios		Alteración		Conteo
			Magnetita	Calcita	Arcilla	Sericita	
77	7	2	1	1	5	7	1
70	13	1	1	0	10	5	2
62	15	2	1	0	15	5	3
69	15	3	1	0	5	7	4
80	10	1	1	0	3	5	5
63	20	1	2	2	5	7	6
68	10	1	1	0	10	10	7
64	15	1	1	2	10	7	8
67	20	1	1	1	5	5	9
68	13	1	1	0	10	7	10
<b>68,8</b>	<b>13,8</b>	<b>1,4</b>	<b>1,1</b>	<b>0,6</b>	<b>7,8</b>	<b>6,5</b>	<b>Prom.</b>
<b>69</b>	<b>14</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>Aprox.</b>

**Minerales:**

Plagioclasa: Incoloras con bajo relieve en nicoles paralelos y gris de primer orden de birrefringencia en nicoles cruzados. Hábito prismático con forma idiomórfica e hipidiomórfica, con maclas polisintéticas y su tamaño medio es de 0,5 mm y máximo 0,75 mm. Su proporción es de 69%.

Augita: De incoloras a marrón muy claro con alto relieve con nicoles paralelos y amarillo, rojo y violeta de segundo orden a azul y verde del tercer orden de birrefringencia en nicoles cruzados. Hábito tabular y granular, con textura ofítica y subofítica, forma idiomórfica a hipidiomórfica, con tamaño medio de 0,5 mm y máximo de 0,175 mm. Su proporción es de 14%.

Hornblenda basáltica: Café claro a oscuro en nicoles paralelos con pleocroísmo directo, café de primer orden de birrefringencia en nicoles cruzados. En ocasiones presentan exfoliación en una dirección. Tienen hábito granular y tamaño medio de 0,2 mm. Cuenta con una proporción de 1%

*Accesorios:*

Magnetita: Presenta alrededor de 1% de la sección delgada, su hábito es granular con un tamaño medio de 0,075 mm.

Calcita: Se encuentra asociada a la arcilla verde marrón oscura, es incolora sucia en nicoles paralelos y con colores de birrefringencia de segundo a tercer orden; con tamaño medio de 0,75 mm y máximo de 1 mm, con forma columnar y granular. Consta del 1%.

*Alteraciones:*

Arcilla: Verde marrón muy oscuro en nicoles paralelos y café oscuro del segundo orden en nicoles cruzados. Se presenta como alteración del vidrio y cristales totalmente alterados, tiene un tamaño medio de y máximo de 2 mm, con un 8%.

Sericita: Se presenta generalmente asociada a las plagioclasas (sericita) con tamaños que rondan los 0,025 mm, en aproximadamente 7%.

Cuarzo (Q)	Álcalis (A)	Plagioclasa (P)	Feldespatoide (F)	Clinopiroxeno (augita)	Hornblenda basáltica	Magnetita
0	0	69	0	14	1	1

Para el empleo del diagrama de Streckeisen se obtuvo que para la evaluación de QAPF es 100% de plagioclasa (P) al no encontrarse cuarzo (Q), álcalis (A) o feldespatoideos (F) en la muestra:

P: 69 → 100%

Por lo tanto, el campo resultante al graficar dicho dato es el 10b, por lo cual, empleando el método de Michel-Lévy, la muestra presenta un contenido de anortita (An) de 51% en las plagioclasas, obteniendo el nombre de labradoritas. No se presentan ortopiroxenos en contraste con el total de 14% de clinopiroxenos (augita) y el total de máficos de 16% (campo 10 o 10b:  $An > 50$ ,  $Cpx > Opx$ : Gabro;  $M < 35$  = leuco), por lo que la roca se denomina Leucogabro augítico (Ilustración 32).

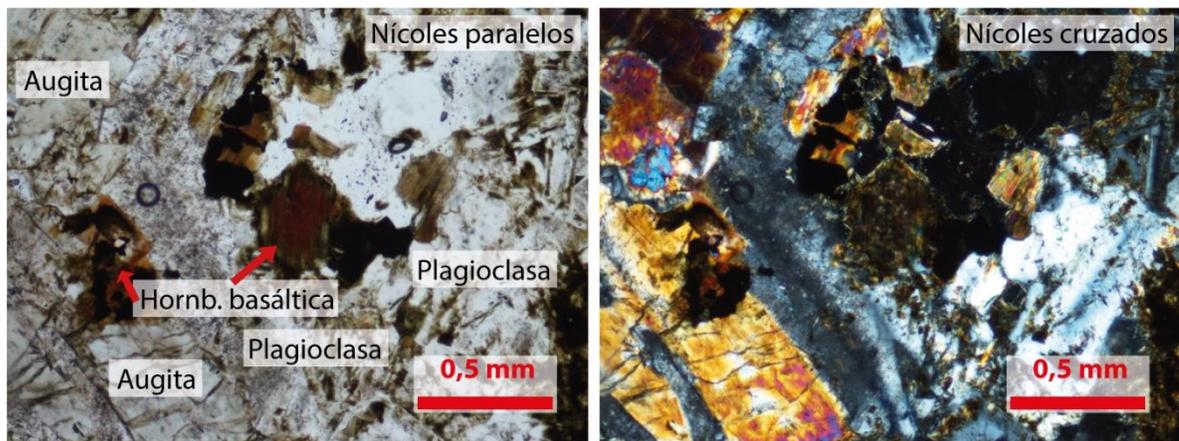
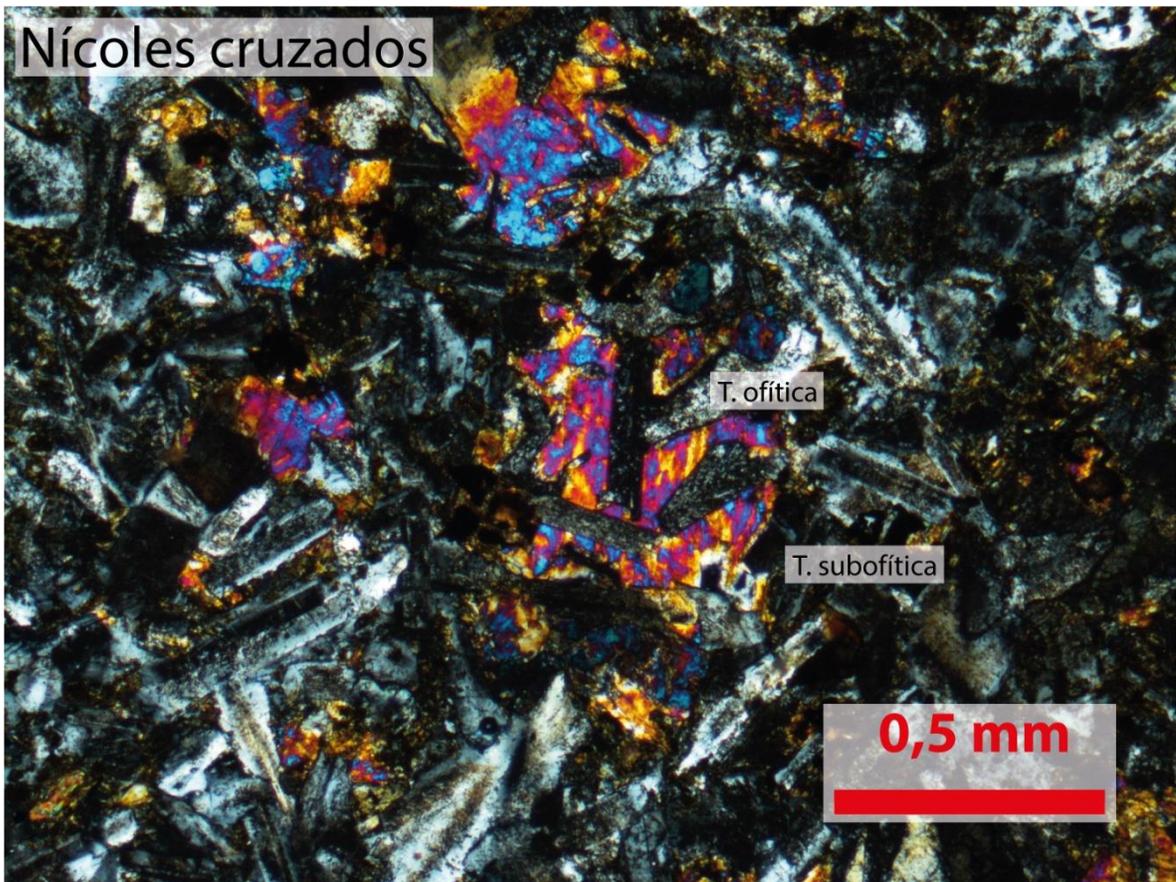


Ilustración 32: Leucogabro augítico.



*Ilustración 33:* Texturas ofítica y subofítica en leucogabro augítico

**Código de la muestra: TP-0715b**

**Procedencia: Río Fresco, Colinas, Buenos Aires.**

**Coordenadas (CRTM05): 560399 Este/1002384 Norte.**

**Recolectado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Elaborado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Nombre de la roca: Arcillolita (*Clay*) según la clasificación de Dean et al. (1985).**

**Descripción macroscópica:**

Lodolita con superficie sana de color café claro, alterada café con óxidos. Sin fósiles visibles. Consiste en 99% limo y arcilla (matriz) y arena 1% muy fina (0,062 mm – 0,125 mm). Los granos visibles son subredondeados, con alta esfericidad. Su fábrica es isotrópica. Tiene niveles, lentes y acumulaciones limosas blancas y café claras de 2 mm de espesor, en laminación plana paralela. En la composición mineral se encuentra 1% fragmentos varios, el porcentaje restante corresponde a materiales muy pequeños para el ojo humano. Tiene cemento silíceo.

**Descripción microscópica:**

Resumen: Arcillolita (*Clay*) según la clasificación de Dean et al. (1985), el tamaño modal de los granos consiste en 2% de arena subdividido en <1% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm), 1% finos (0,125 mm – 0,25 mm), 1% media (0,25 mm – 0,5 mm), <1% gruesa (0,5 mm – 1 mm) y <1% muy gruesa (1 mm – 2 mm), 8% de limo grueso (0,031 mm – 0,062 mm) y 90% de arcilla. Evidencia alto transporte en un ambiente marino profundo, con variaciones en su zona de aporte de sedimentos, la cual muestra la influencia volcánica. Cuenta con cementación silícea.

**Textura:**

Posee un 90% de matriz con poco sorteo. El tamaño modal de los granos consiste en 2% de arena subdividido en <1% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm), 1% finos (0,125 mm – 0,25 mm), 1% media (0,25 mm – 0,5 mm), <1% gruesa (0,5 mm – 1 mm) y <1% muy gruesa (1 mm – 2 mm), 8% de limo grueso (0,031 mm – 0,062 mm) y 90% de arcilla.

**Composición:***Componentes ortoquímicos (cemento):*

Cemento silíceo: corresponde el 90%, se muestra de manera intersticial y en contacto con los granos.

*Componentes aloquímicos (fósiles):*

Todos los componentes de este tipo fueron sustituidos por minerales de alteración no carbonatados.

Bioclastos largos: 2%, tiene tamaño máximo de 1,925 mm.

Fragmentos de foraminíferos planctónicos: 5%, tamaño máximo de 0,375 mm. Presentes en lentes y niveles milimétricos y centimétricos arcillitizados y rodeados por materia orgánica (Ilustración 34).

Otros fragmentos: 1%, tamaño máximo de 0,575 mm.

*Componentes detríticos (clastos):*

Feldspatos: 8%, granos con tamaño medio de 0,025 mm y máximo de 0,05 mm. Tienen forma redondeada a subredondeada, con hábito granular.

Pirita: 1%, granos con tamaño máximo de 0,17 mm, con forma redondeada a subredondeada y hábito granular.

Hematita: 1%, con tamaño máximo de 1,025 mm, forma redondeada a subredondeada y hábito granular. Es producto de la alteración de pirita.

**Nombre composicional:** Arcillolita (*Clay*) según la clasificación de Dean et al. (1985).

**Historia diagenética:** Sedimento que se ha depositado con laminaciones, lentes y niveles de materia orgánica, con acumulaciones de arcilla y bioclastos que han sido sustituidos en su composición por minerales no carbonatados. Material volcanoclástico transportado desde gran distancia y depositado rápidamente o muy lento.

**Interpretación:** Posible ambiente de depositación muy lento que permite la formación de laminaciones (Ilustración 35). El aporte es primordialmente de plagioclasas en diferentes granulometrías, principalmente <0,05 mm y formas redondeadas a

subredondeadas, por lo que se interpreta que han sufrido alto transporte desde su área fuente.

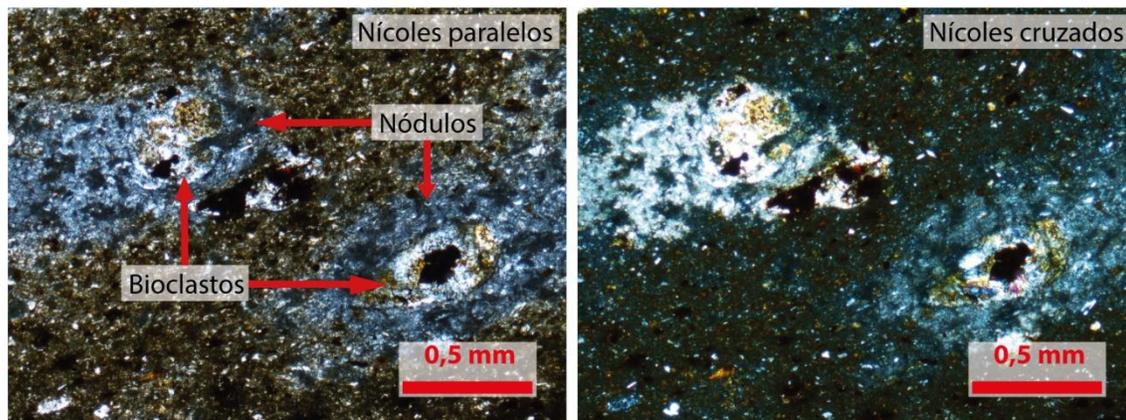


Ilustración 34: Bioclastos en nódulos silíceos.

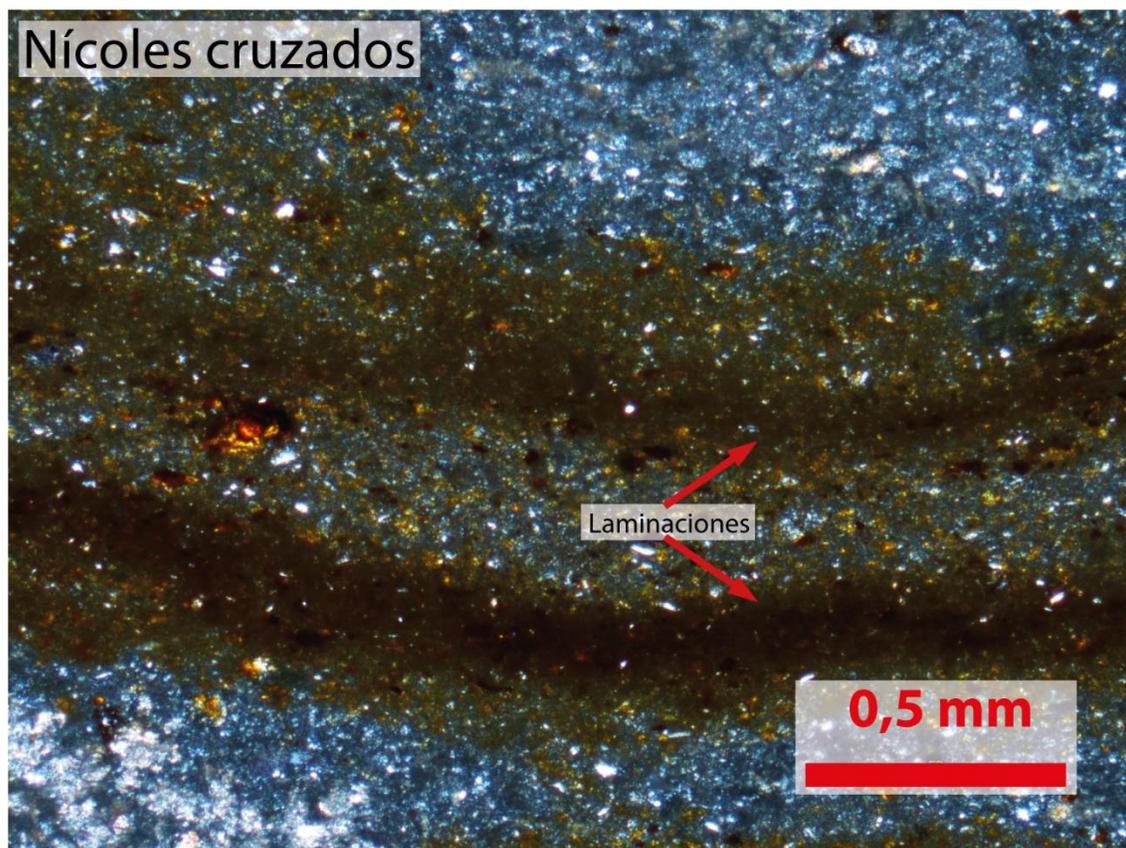


Ilustración 35: Laminaciones.

**Código de la muestra: TP-0816b**

**Procedencia: Río Fresco, Colinas, Buenos Aires.**

**Coordenadas (CRTM05): 560399 Este/1002384 Norte**

**Recolectado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Elaborado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Nombre de la roca: Arcillolita con limo (*Clay bearing silt*) según la clasificación de Dean et al. (1985).**

**Descripción macroscópica:**

Lodolita tobácea con superficie sana de color gris muy claro casi blanco, alterada gris muy clara y café claro con óxidos. Sin fósiles ni bioturbación visibles. Consiste en 99% limos y arcilla (matriz) y 1% de arena muy fina (0,060 mm – 0,125 mm). Los granos visibles son subredondeados con alta esfericidad. Su fábrica es isotrópica. En la composición mineral se encuentra 1% fragmentos oscuros, el porcentaje restante corresponde a materiales muy pequeños para el ojo humano. Tiene cemento silíceo.

**Descripción microscópica:**

Resumen: Arcillolita con limo (*Clay bearing silt*) según la clasificación de Dean et al. (1985), el tamaño modal de los granos consiste en 2% de arena subdividido en 1% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm) y 1% finos (0,125 mm – 0,25 mm), 2% de limo grueso (0,031 mm – 0,062 mm), 10% de limo medio (0,016 – 0,031 mm) y 86% de arcilla. Evidencia alto transporte deposición en un ambiente de poca energía, con un aporte de detritos volcánoclasticos. Cuenta con cementación silícea.

**Textura:**

Posee un 86% de matriz con poco sorteo. El tamaño modal de los granos consiste en 2% de arena subdividido en 1% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm) y 1% finos (0,125 mm – 0,25 mm), 2% de limo grueso (0,031 mm – 0,062 mm), 10% de limo medio (0,016 – 0,031 mm) y 86% de arcilla.

**Composición:**

*Componentes ortoquímicos (cemento):*

Cemento silíceo: corresponde el 90%, se muestra de manera intersticial y en contacto con los granos.

*Componentes detríticos (clastos):*

Feldespatos: 14%, granos con tamaño medio de 0,025 mm y máximo de 0,15 mm. Tienen forma angular, con hábito granular.

**Nombre composicional:** Arcillolita con limo (*Clay bearing silt*) según la clasificación de Dean et al. (1985).

**Historia diagenética:** Sedimento litificado con alto transporte desde su área fuente, con un aporte volcánico-clástico, en un ambiente de poca energía.

**Interpretación:** La zona de aporte está ubicada lejos del área de depósito, proporcionando materiales de alta alteración (arcilla) y detritos volcánico-clásticos, depositados en un ambiente de poca energía.

**Código de la muestra: TP-0816c**

**Procedencia: Río Fresco, Colinas, Buenos Aires.**

**Coordenadas (CRTM05): 560399 Este/1002384 Norte**

**Recolectado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Elaborado por: Luis Pablo González Vargas**

**Nombre de la roca: Leucodiorita augítica con magnetita.**

**Descripción macroscópica:**

Afanítica-porfirítica con cristales de plagioclasa de 3 y 2 mm con brillo perlado y vítreo (20%) xenomórficos, además, ferromagnesianos (¿piroxenos y anfíboles?) de 0,5 mm (10%) y 1 mm (<1%), en una matriz gris. Presenta accesorios de pirita de 0,1 mm (<1%). La roca es de color en su mayoría gris, con una pátina de óxidos café rojiza. Nombre: Andesita con ferromagnesianos.

**Descripción microscópica:**

Textura hipocristalina-hipidiomórfica porfirítica con fenocristales de plagioclasa y una matriz con cristales de plagioclasa y augita con textura ofítica y subofítica y accesorios de magnetita y calcita. Presenta alteraciones de sericita en las plagioclasas y clorita en el vidrio como en cristales alterados.

<b>Fenocristal</b>	<b>Matriz</b>		<b>Accesorios</b>		<b>Alteración</b>		<b>Conteo</b>
<b>Plagioclasa</b>	<b>Plagioclasa</b>	<b>Augita</b>	<b>Magnetita</b>	<b>Calcita</b>	<b>Clorita</b>	<b>Sericita</b>	
15	44	10	10	1	15	5	<b>1</b>
15	57	10	7	1	7	3	<b>2</b>
15	60	10	7	0	5	3	<b>3</b>
17	55	13	7	0	3	5	<b>4</b>
10	64	10	5	3	5	3	<b>5</b>
30	44	15	5	1	2	3	<b>6</b>
20	48	15	7	0	5	5	<b>7</b>
25	47	10	5	1	7	5	<b>8</b>
15	56	15	7	1	1	5	<b>9</b>
30	46	7	7	0	3	7	<b>10</b>
<b>19,2</b>	<b>52,1</b>	<b>11,5</b>	<b>6,7</b>	<b>0,8</b>	<b>5,3</b>	<b>4,4</b>	<b>Prom.</b>
<b>19</b>	<b>52</b>	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>Aprox.</b>

## **Minerales:**

### *Fenocristales:*

Plagioclasa: Incoloras con bajo relieve en nicols paralelos y gris de primer orden de birrefringencia en nicols cruzados. Hábito prismático con forma idiomórfica e hipidiomórfica, con maclas polisintéticas y su tamaño medio es de 1,825 mm y máximo de 4,38 mm. Su proporción es de 19%.

### *Matriz:*

Plagioclasa: Incoloras con bajo relieve en nicols paralelos y gris de primer orden de birrefringencia en nicols cruzados. Hábito prismático con forma idiomórfica e hipidiomórfica, con maclas polisintéticas y su tamaño medio es de 0,375 mm y máximo de 0,875. Su proporción es de 52%.

Augita: De incoloras a marrón muy claro con alto relieve con nicols paralelos y amarillo, rojo y violeta de segundo orden a azul y verde del tercer orden de birrefringencia en nicols cruzados. Hábito tabular y granular, con textura ofítica y subofítica, forma idiomórfica a hipidiomórfica, con tamaño medio de 0,375 mm y máximo de 1 mm. Su proporción es de 12%.

### *Accesorios:*

Magnetita: Presenta alrededor de 7% de la sección delgada, su hábito es granular con un tamaño medio de 0,25 mm.

Calcita: Se encuentra asociada a las plagioclasas, es incolora sucia en nicols paralelos y con colores de birrefringencia de segundo a tercer orden; con tamaño medio de 1,25 mm, con hábito tabular y granular. Consta del 1%.

### *Alteraciones:*

Clorita: Verde claro en nicols paralelos y verde y amarillo del segundo orden en nicols cruzados. Se presenta como alteración del vidrio y cristales, tiene hábito listonado. Su tamaño medio es de 0,75 mm, con un 5%.

Sericita: Se presenta generalmente asociada a las plagioclasas (sericita) con tamaños que rondan los 0,025 mm, en aproximadamente 4%.

Cuarzo (Q)	Álcalis (A)	Plagioclasa (P)	Feldespatoides (F)	Clinopiroxeno (augita)	Magnetita
0	0	71	0	12	7

Para el empleo del diagrama de Streckeisen se obtuvo que para la evaluación de QAPF es 100% de plagioclasa (P) al no encontrarse cuarzo (Q), álcalis (A) o feldespatoides (F) en la muestra:

P: 71 → 100%

Por lo tanto, el campo resultante al graficar dicho dato es el 10b, por lo cual, empleando el método de Michel-Lévy, la muestra presenta un contenido de anortita (An) de 38% en las plagioclasas, obteniendo el nombre de labradorita, además el total de máficos (M) es 19% (campo 10 o 10b:  $An < 50$ ;  $M < 25$  = leuco), por lo que la roca se denomina Leucodiorita augítica con magnetita.

**Código de la muestra: TP-0917a**

**Procedencia: Río Concepción, Dibujada, Buenos Aires.**

**Coordenadas (CRTM05): 565381 Este/1005969 Norte.**

**Recolectado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Elaborado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Nombre de la roca: Litoarenita según Pettijohn et al. (1973) / *Pebbly sandy mudstone* según Piper y Rogers (1980).**

**Descripción macroscópica:**

Grava con superficie sana de color gris-café claro, alterada gris y café con óxidos. Sin fósiles visibles. Consiste en 42% limo y arcilla (matriz), arena 1% muy fina (0,062 mm – 0,125 mm), 1% fina (0,125 mm – 0,25 mm), 1% media (0,25 mm – 0,5 mm), 10% gruesa (0,5 mm – 1 mm), 15% muy gruesa (1 mm – 2 mm), 15% grava muy fina (2 mm – 4 mm), 10% grava fina (4 mm – 8 mm) y 5% grava media (8 mm – 16 mm), con sorteo malo. En los granos tienen formas redondeadas, subredondeadas, subangulares y angulares, con pobre, media y alta esfericidad. Su fábrica es isotrópica. Entre los granos hay contacto flotante, puntual, longitudinal y cóncavo-convexo. La composición mineral es de 5% feldespatos blancos y algunos con brillo perlado y 45% litoclastos ígneos, el porcentaje restante corresponde a materiales muy pequeños para el ojo humano. Tiene cemento carbonatado.

**Descripción microscópica:**

Resumen: Litoarenita según Pettijohn et al. (1973) y *Pebbly sandy mudstone* según Piper y Rogers (1980), con tamaño modal de los granos consistente de 30% de arena subdividido en 1% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm), 2% finos (0,125 mm – 0,25 mm), 5% medios (0,25 mm – 0,5 mm), 7% gruesos (0,5 mm – 1 mm) y 15% muy gruesos (1 mm – 2 mm), 55% de grava muy fina (2 mm – 4 mm) y 15% de arcilla, sin orientación en la disposición de los granos, con contactos puntuales, longitudinales, cóncavo – convexos y saturado. Evidencia poco transporte, con cementación calcárea. Los componentes principales son litoclastos varios y granos de feldespatos, además de algunos piroxenos.

**Textura:**

Posee un 15% de matriz con sorteo malo. El tamaño modal de los granos consiste en 1% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm), 2% finos (0,125 mm – 0,25 mm), 5% medios (0,25 mm – 0,5 mm), 7% gruesos (0,5 mm – 1 mm) y 15% muy gruesos (1 mm – 2 mm), que conforman 20% de arena; además, contiene 55% de grava muy fina (2 mm – 3 mm) y 15% de arcilla. Los granos presentan contactos flotantes, puntuales, longitudinales y cóncavo – convexos.

**Mineralogía:***Terrígenos:*

Feldespatos: 10%, granos con tamaño máximo de 1,75 mm y medio de 0,375 mm, con formas angulares a subangulares, con hábito prismático, tabular y granular (Ilustración 36, Ilustración 38).

Litoclastos: 40%, granos con tamaño máximo de 3 mm y medio de 2,2 mm. Generalmente con formas subangulares los más grandes, hasta subredondeados los de menor tamaño. Principalmente, volcánicos andesíticos (25%, Ilustración 36), de los cuales 15% están arcillitizados, intrusivos dioritoides (10%, Ilustración 38).

Piroxenos: 3%, granos con tamaño máximo de 1,475 mm y medio de 0,5 mm, con formas subangulares a angulares, con hábitos granulares y prismáticos (Ilustración 37).

Litoclastos arcillosos: 7%, tamaño máximo de 0,5 mm y medio de 0,25 mm y forma subangular.

*Aloquímicos:*

Biodetrito: 5%, tamaño máximo de 3 mm y medio de 2,2 mm, con forma irregular, hábito tabular. Presenta cavidades internas, algunas circulares (Ilustración 36).

*Ortoquímicos:*

Cemento carbonatado: corresponde el 40%, intersticial de tipo esparítico (Ilustración 36).

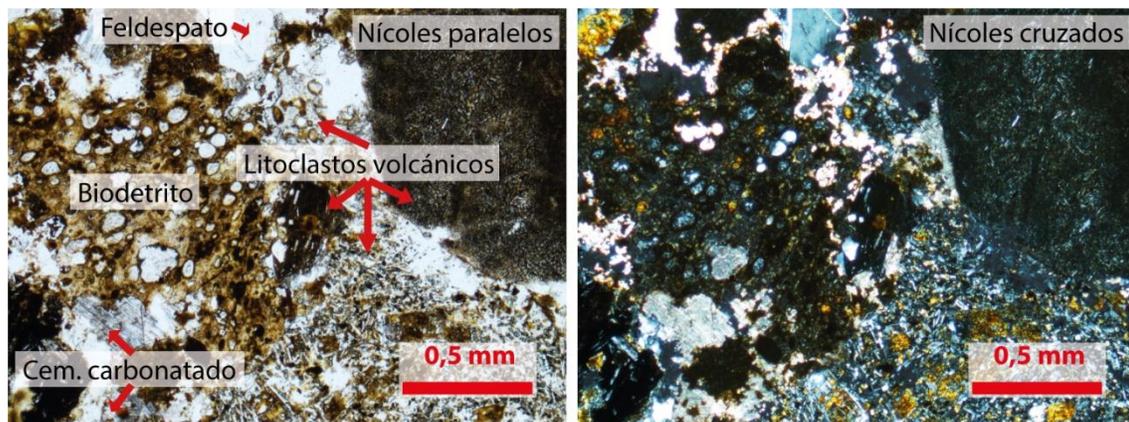
**Interpretación:**

*Área fuente:* Consiste en diferentes regiones ubicadas a larga distancia de la zona de depósito, con influencia volcánica, erosiva y aporte de materiales con alta alteración (arcilla).

*Tipo de transporte:* Poco transporte según los feldespatos y piroxenos subangulares y angulares y los litoclastos de gran tamaño.

*Ambiente deposicional:* Zona de profundidad media a somera de frente deltaico, posiblemente asociado a canales fluviales.

*Diagénesis:* Sedimento de un ambiente marino somero, en el cual se da la compactación con cemento calcáreo de contacto entre los granos (III estado de diagénesis), y la precipitación de litoclastos variados.



*Ilustración 36:* Feldespato, litoclastos volcánicos, biodetrito y cemento carbonatado en *Pebbly sandy mudstone*.

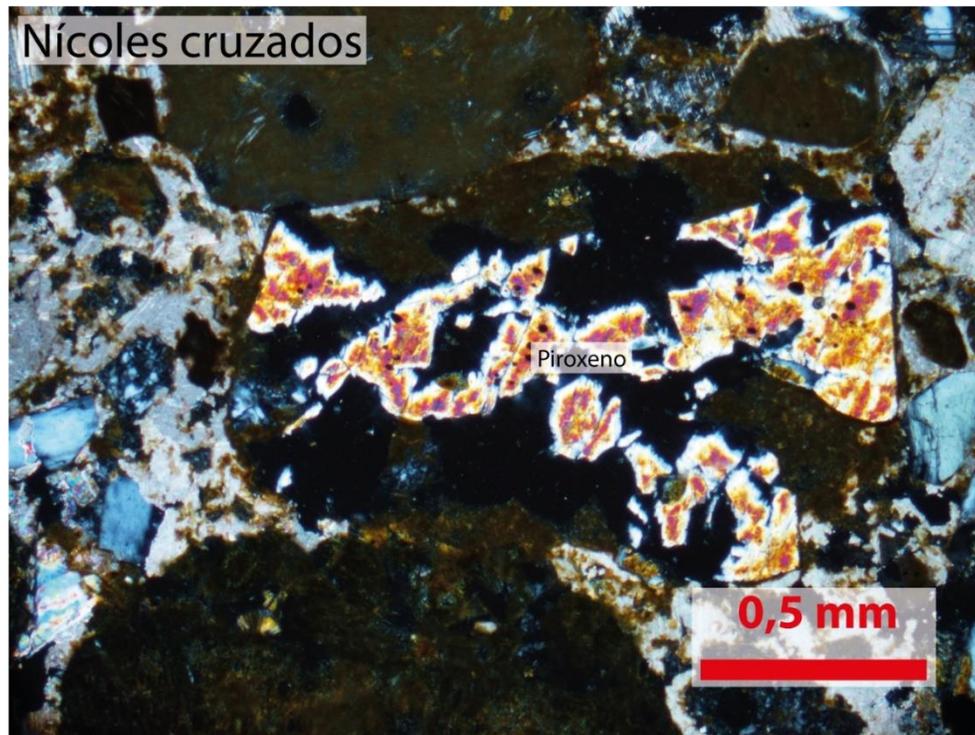


Ilustración 37: Piroxeno en *Pebbly sandy mudstone*.

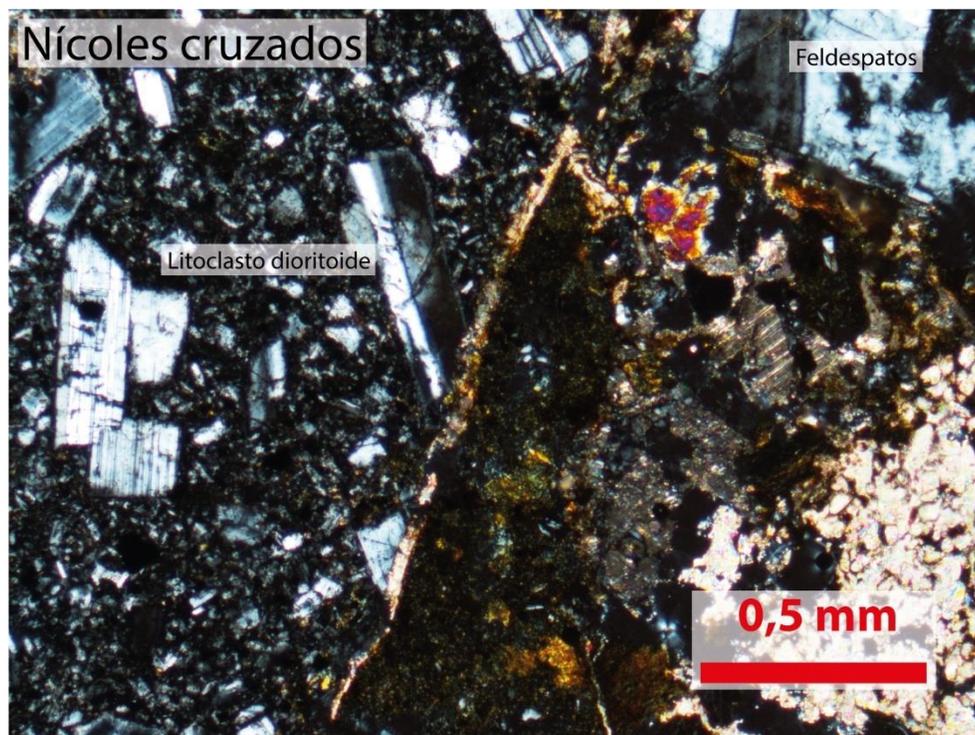


Ilustración 38: Feldespatos y litoclasto dioritoide en *Pebbly sandy mudstone*.

**Código de la muestra: TP-0917b**

**Procedencia: Río Concepción, Dibujada, Buenos Aires.**

**Coordenadas (CRTM05): 565082 Este/1005586 Norte.**

**Recolectado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Elaborado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Nombre de la roca: Leucodiorita con pirita y augita.**

**Descripción macroscópica:**

Fragmento obtenido de un depósito de canal conglomerático. Afanítica-porfirítica con cristales de plagioclasa de 1 y 2 mm con brillo perlado (10%) xenomórficos y prismáticos, además, ferromagnesianos (¿piroxenos y anfíboles?) de 0,5 y 1 mm (10%), en una matriz gris clara. La roca es de color en su mayoría gris, con una pátina de óxidos café rojiza. Nombre: Andesita con ferromagnesianos.

**Descripción microscópica:**

Textura holocristalina-hipidiomórfica-porfirítica con fenocristales de plagioclasa en una matriz plagioclasa, con augita y accesorios de pirita y textura intergranular. Presenta alteraciones de arcilla en las plagioclasas.

<b>Fenocristales</b>		<b>Matriz</b>		<b>Alteración</b>	<b>Conteo</b>
<b>Plagioclasa</b>	<b>Augita</b>	<b>Plagioclasa</b>	<b>Pirita</b>	<b>Arcilla</b>	
3	0	77	15	5	<b>1</b>
30	3	49	15	3	<b>2</b>
20	2	61	12	5	<b>3</b>
20	0	62	15	3	<b>4</b>
25	0	57	15	3	<b>5</b>
25	1	61	10	3	<b>6</b>
10	0	70	15	5	<b>7</b>
20	2	51	20	7	<b>8</b>
25	0	55	15	5	<b>9</b>
25	0	45	25	5	<b>10</b>
<b>20,3</b>	<b>0,8</b>	<b>58,8</b>	<b>15,7</b>	<b>4,4</b>	<b>Prom.</b>
<b>20</b>	<b>1</b>	<b>59</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>Aprox.</b>

## **Minerales:**

### *Fenocristales:*

Plagioclasa: Incoloras con bajo relieve en nicoles paralelos y gris de primer orden de birrefringencia en nicoles cruzados. Hábito prismático con forma idiomórfica e hipidiomórfica, con maclas polisintéticas y su tamaño ronda desde 0,5 mm hasta aproximadamente 4,5 mm de manera seriada. Su proporción es de 20%.

### *Matriz:*

Plagioclasa: Incoloro en nicoles paralelos con bajo relieve y gris de primer orden de birrefringencia en nicoles cruzados. Tiene maclas polisintéticas, hábito prismático y granular con tamaños de 0,075 mm a 0,25 mm con una proporción de 59%.

Augita: Incoloro en nicoles paralelos con alto relieve y amarillo, rojo a violeta de birrefringencia del segundo orden y azul del tercero en nicoles cruzados. Tiene hábito granular y tamaño de 0,875 mm con una proporción de 1%.

### *Accesorios:*

Pirita: Conformar parte de la matriz con alrededor de 16% de la sección delgada, su hábito es granular con un tamaño desde 0,05 mm a 1 mm (Ilustración 40).

### *Alteraciones:*

Arcilla: Se presenta en una proporción de 4% y generalmente asociada a las plagioclasas y en el resto de la sección y se muestra con tamaños que rondan los 0,025 mm.

Cuarzo (Q)	Álcalis (A)	Plagioclasa (P)	Feldespatoide (F)	Anfibol	Clinopiroxeno (augita)	Pirita
0	0	79	0	0	1	16

Para el empleo del diagrama de Streckeisen se obtuvo que para la evaluación de QAPF es 100% de plagioclasa (P) al no encontrarse cuarzo (Q), álcalis (A) o feldespatoide (F) en la muestra:

P: 79 → 100%

Por lo tanto, el campo resultante al graficar dicho dato es el 10b, por lo cual, empleando el método de Michel-Lévy, la muestra presenta un contenido de anortita (An) de 46%, en las plagioclasas, obteniendo el nombre de andesina. La proporción de clinopiroxenos

es mayor a la de ortopiroxenos ( $1\% > 0\%$ ) y el total de máficos (M) es 17% (campo 10 o 10b:  $An < 50$ : Diorita;  $M < 25 =$  leuco), por lo que la roca se denomina como Leucodiorita con pirita y augita (Ilustración 39).

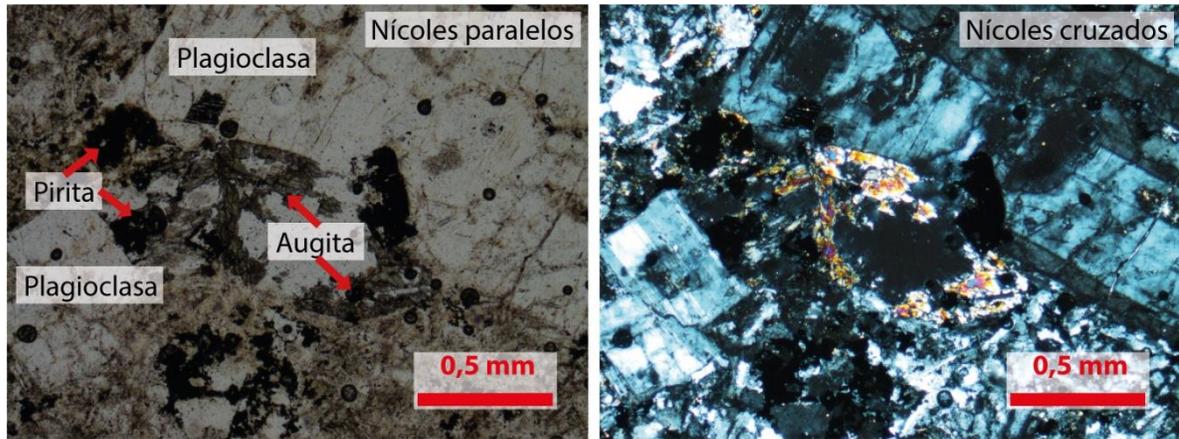


Ilustración 39: Leucodiorita con pirita y augita.

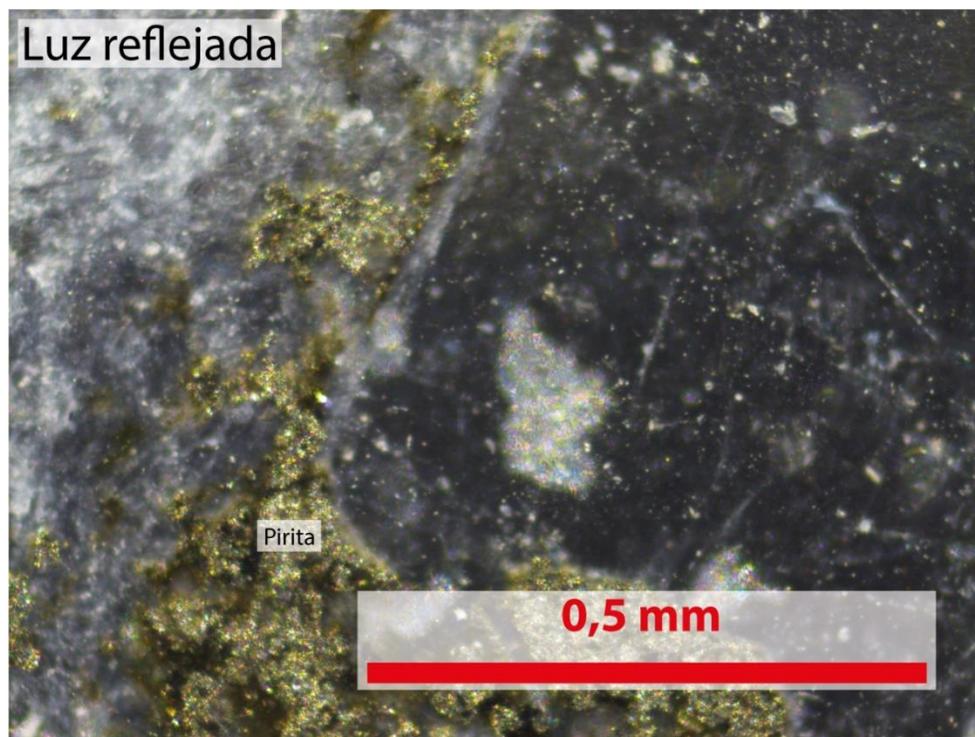


Ilustración 40: Pirita en luz reflejada en Leucodiorita con pirita y augita.

**Código de la muestra: TP-1018a**

**Procedencia: Río Pilas, Pilas, Buenos Aires.**

**Coordenadas (CRTM05): 560644 Este/1004321 Norte.**

**Recolectado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Elaborado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Nombre de la roca: Arcillolita con fósiles (*Bearing-fossils clay*) según la clasificación de Dean et al. (1985).**

**Descripción macroscópica:**

Lodolita con superficie sana de color gris muy claro, alterada gris. Sin fósiles visibles. Consiste en 98% limo y arcilla (matriz) y arena 1% muy fina (0,062 mm – 0,125 mm) y 1% fina (0,125 mm – 0,25 mm). Los granos visibles son subredondeados a subangulares, con alta esfericidad. Su fábrica es isotrópica. En la composición mineral se encuentra 2% fragmentos oscuros, el porcentaje restante corresponde a materiales muy pequeños para el ojo humano. Tiene cemento silíceo y carbonatado.

**Descripción microscópica:**

Resumen: Arcillolita con fósiles (*Bearing-fossils clay*) según la clasificación de Dean et al. (1985), el tamaño modal de los granos consiste en 5% de arena subdividido en 1% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm) y 4% finos (0,125 mm – 0,250 mm); y 95% de arcilla. Evidencia alto transporte en un ambiente marino profundo, con aporte de detritos volcanoclásticos, fósiles autóctonos y fragmentos fosilíferos alóctonos. Cuenta con cementación silícea y carbonatada secundaria.

**Textura:**

Posee un 95% de matriz con sorteo regular. El tamaño modal de los granos consiste en 5% de arena subdividido en 1% muy fina (0,062 mm – 0,125 mm) y 4% fina (0,125 mm – 0,250 mm); y 95% de arcilla.

### **Composición:**

#### *Componentes ortoquímicos (cemento):*

Cemento silíceo: corresponde el 70%, se muestra de manera intersticial y en contacto con los granos.

Cemento carbonatado: 30%, secundario rellenando espacios (Ilustración 41, Ilustración 42).

#### *Componentes aloquímicos (fósiles):*

Foraminíferos planctónicos: 3%, tienen tamaño máximo de 0,375 mm y medio de 0,225 mm. Muy pocos se muestran en buen estado (Ilustración 41).

Bioclastos: 7%, tienen tamaño medio de 0,35 mm. Consisten principalmente de trozos de foraminíferos planctónicos, entre algunos alóctonos como microgasterópodos (Ilustración 42).

#### *Componentes detríticos (clastos):*

Feldespatos: 3%, granos con tamaño medio de 0,1 mm, con forma angular a subangular y hábito granular. Ocasionalmente con alteración a calcita (Ilustración 41).

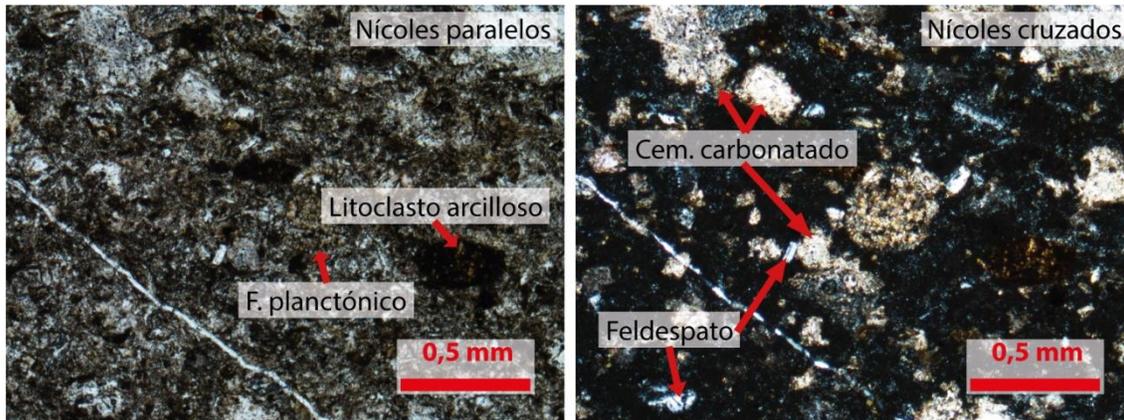
Líticos arcillosos: 1%, tamaño máximo de 0,1 mm, con forma subredondeada y hábito granular (Ilustración 41, Ilustración 42).

Opaco (pirita): 1%, granos con tamaño máximo de 0,075 mm, con forma redondeada y hábito granular (Ilustración 42).

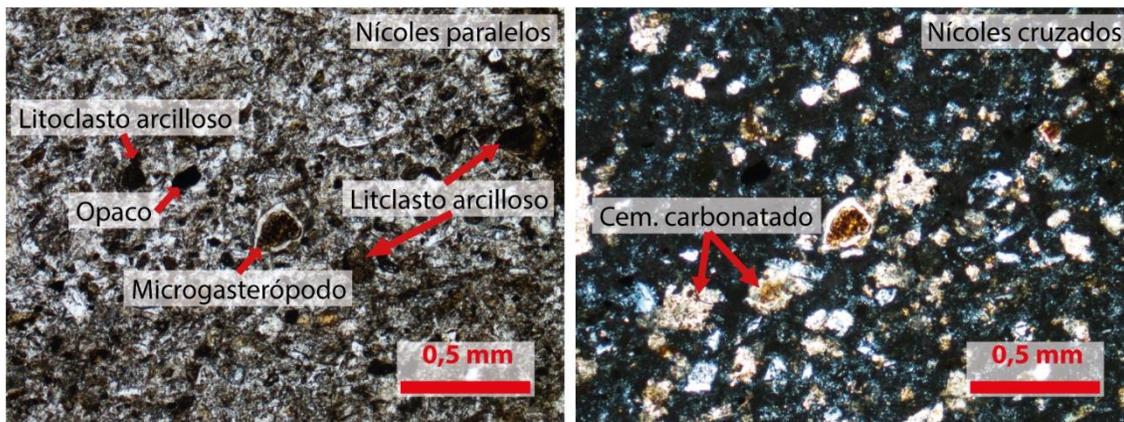
**Nombre composicional:** Arcillolita con fósiles (*Bearing-fossils clay*) según la clasificación de Dean et al. (1985).

**Historia diagenética:** Sedimento litificado lejos de su fuente, con alto transporte y un aporte volcánico (algunos feldespatos con alteración) y sedimentario (arcilla y bioclastos alóctonos) por medio de flujos subacuáticos y microfauna autóctona (foraminíferos planctónicos) y cementación carbonatada secundaria en un ambiente marino profundo.

**Interpretación:** Un ambiente de energía media depositado por flujos subacuáticos. La zona de aporte está ubicada lejos del área de depósito, proporcionando materiales de alta alteración (arcilla), pocos granos arenosos y bioclastos alóctonos.



*Ilustración 41:* Feldespatos, foraminífero planctónico, litoclasto arcilloso y cemento carbonatado en *Bearing-fossils clay* (Dean et al., 1985)



*Ilustración 42:* Litoclastos arcillosos, opaco, microgasterópodo y cemento carbonatado.

**Código de la muestra: TP-1018e**

**Procedencia: Río Pilas, Pilas, Buenos Aires.**

**Coordenadas (CRTM05): 560650 Este/1004342 Norte**

**Recolectado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Elaborado por: Luis Pablo González Vargas**

**Nombre de la roca: *Wacke* feldespática según Pettijohn et al. (1973).**

**Descripción macroscópica:**

*Wacke* fina con superficie sana de color gris muy claro, alterada gris y café con óxidos. Sin fósiles visibles. Consiste en 64% limo y arcilla (matriz), arena 15% muy fina (0,062 mm – 0,125 mm), 25% fina (0,125 mm – 0,25 mm) y 1% media (0,25 mm – 0,5 mm), con sorteo malo. Los granos son subredondeados a subangulares y algunos angulares, con alta esfericidad. Su fábrica es isotrópica. Tiene laminación plana paralela, ondulada y flaser. Entre los granos hay contacto flotante, puntual, longitudinal y cóncavo-convexo. La composición mineral es de 20% plagioclasas y 15% litoclastos variados (verdes, cafés), el porcentaje restante corresponde a materiales muy pequeños para el ojo humano. Tiene cemento silíceo.

**Descripción microscópica:**

Resumen: *Wacke* feldespática según Pettijohn et al. (1973), con tamaño modal de los granos consiste en 7% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm), 15% finos (0,125 mm – 0,25 mm), 10% medios (0,25 mm – 0,5 mm), 5% gruesos (0,5 mm – 1 mm) y 1% muy gruesos (1 mm – 2 mm), sin orientación en la disposición de los granos, sorteo regular y contacto flotantes, puntuales, longitudinales y cóncavo – convexos. Evidencia alto transporte, con cementación silícea. Los componentes principales son volcaniclásticos con feldespatos y litoclastos volcánicos.

**Textura:**

Posee un 50% de matriz con sorteo regular. El tamaño modal de los granos consiste en 7% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm), 15% finos (0,125 mm – 0,25 mm), 10% medios

(0,25 mm – 0,5 mm), 5% gruesos (0,5 mm – 1 mm) y 1% muy gruesos (1 mm – 2 mm), que conforman 38% de arena; además, contiene también 12% de limos y 50% de arcilla. Los granos presentan contactos flotantes, puntuales, longitudinales y cóncavo – convexos.

### **Mineralogía**

#### *Terrígenos:*

Feldespatos: 10%, granos con tamaño máximo de 0,55 mm y medio de 0,25 mm; cuentan con formas subangulares a subredondeadas, hábito granular, prismático y tabular. Se presentan en buen estado, algunos con zonación y maclas polisintéticas (Ilustración 43).

Litoclastos: 1%, tamaño medio de 0,32 mm, con formas subredondeadas, arcillitizados, con plagioclasas microcristalinas y de apariencia andesíticos (Ilustración 43).

#### *Aloquímicos:*

Foraminíferos planctónicos: 1%, tamaño máximo de 0,375 mm y medio de 0,25 mm, en regular estado de preservación, algunos fracturados (Ilustración 43).

Bioclastos: <1%, tamaño medio de 0,2 mm, entre los que se encuentran espinas de equinodermo (Ilustración 43).

#### *Ortoquímicos:*

Cemento silíceo: Compone el 50% de la muestra, se presenta intersticialmente en contacto con los granos.

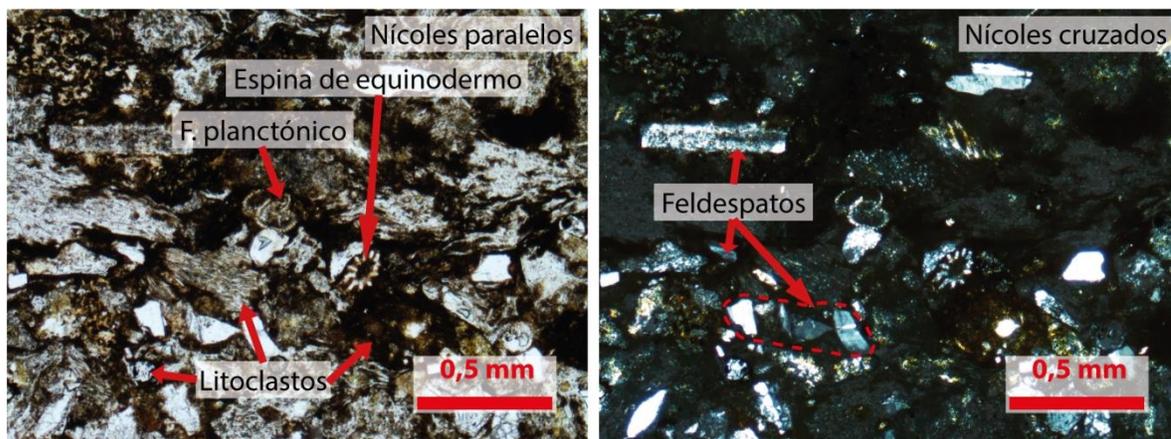
### **Interpretación:**

*Área fuente:* Se ubica a una distancia importante de la zona de depósito y tiene una composición volcánico-clástica (que provee los cristales de feldespatos y litoclastos volcánicos). Por otro lado, cuenta con el aporte de algunos fósiles autóctonos y ocasionales alóctonos.

*Tipo de transporte:* Alto transporte con granos subangulares y subredondeados con tamaños variados.

*Ambiente deposicional:* Moderada energía en un canal subacuático.

*Diagénesis:* Se da la precipitación de cemento silíceo en contacto con los granos (III estado de diagénesis) y una deposición que permite la formación de laminación en la arcilla.



*Ilustración 43:* Feldespatos, litoclastos, foraminífero planctónico y espina de equinodermo.

### **A1.3. Transecto 3: Curré**

**Código de la muestra: TC-0102a**

**Procedencia: Changuenita.**

**Coordenadas (CRTM05): 579220 Este/992081 Norte.**

**Recolectado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Elaborado por: Luis Pablo González Vargas**

**Nombre de la roca: Limolita arcillosa con feldespatos (*Bearing-feldspar clayey silt*) según la clasificación de Dean et al. (1985).**

#### **Descripción macroscópica:**

Limolita tobácea con superficie sana de color gris claro, alterada gris y café con óxidos. Sin fósiles visibles. Consiste en 99% limo y arcilla (matriz) y arena 1% muy fina (0,062 mm – 0,125 mm). Los granos visibles son subredondeados, con alta esfericidad. Su fábrica es isotrópica. Tiene laminación plana paralela. En la composición mineral se encuentra 1% fragmentos café rojizos y <1% pirita, el porcentaje restante corresponde a materiales muy pequeños para el ojo humano. Tiene cemento silíceo.

#### **Descripción microscópica:**

Resumen: Limolita arcillosa con feldespatos (*Bearing-feldspar clayey silt*) según la clasificación de Dean et al. (1985), con tamaño modal de 1% arena muy fina (0,062 mm – 0,125 mm), 66% de limo grande (0,031 mm – 0,062 mm) y 33% de arcilla, con contacto entre cada grano tipo flotante, longitudinal y cóncavo – convexo entre sí. Su ambiente de depósito se interpreta como marino profundo y un aporte principalmente compuesto de plagioclasas en su mayoría de tamaño de limo grande, en cemento silíceo.

#### **Textura:**

Posee un 33% de matriz con sorteo regular. El tamaño modal de los granos consiste en 1% arena muy fina (0,062 mm – 0,125 mm), 66% de limo grande (0,031 mm – 0,062 mm) y 33% de arcilla. Los granos se presentan contactos flotantes, longitudinal y cóncavo – convexo entre sí.

### **Composición:**

*Componentes ortoquímicos (cemento):* Cemento silíceo (70%) presente de manera intersticial, en contacto con los granos.

*Componentes detríticos (clastos):*

Feldespato (plagioclasa): Presente en 66% y distribuido en diferentes porcentajes según los tamaños de los granos, ya sea, 1% tipo arena (de 0,1 mm) o 65% limo (de 0,04 mm a 0,05 mm) por lo que, se presenta en diferentes hábitos, acicular (de 0,04 mm), prismático (de 0,05 mm) y tabular (de 0,1 mm). Los granos tienen buena y mala esfericidad y son de subangulares a subredondeados.

**Nombre composicional:** Limolita arcillosa con feldespatos (*Bearing-feldspar clayey silt*) según la clasificación de Dean et al. (1985).

**Historia diagenética:** Depósito litificado a una distancia considerable de su fuente de emisión, con alto transporte que resulta en granos reducidos en tamaño, precipitación de cemento silíceo (III estado de diagénesis), en un ambiente de arco de islas, con evidencia de flujo en la formación de laminaciones (Ilustración 44).

**Interpretación:** Posible ambiente de baja energía. El aporte es primordialmente de plagioclasas en diferentes granulometrías, principalmente menores a 0,05 mm.

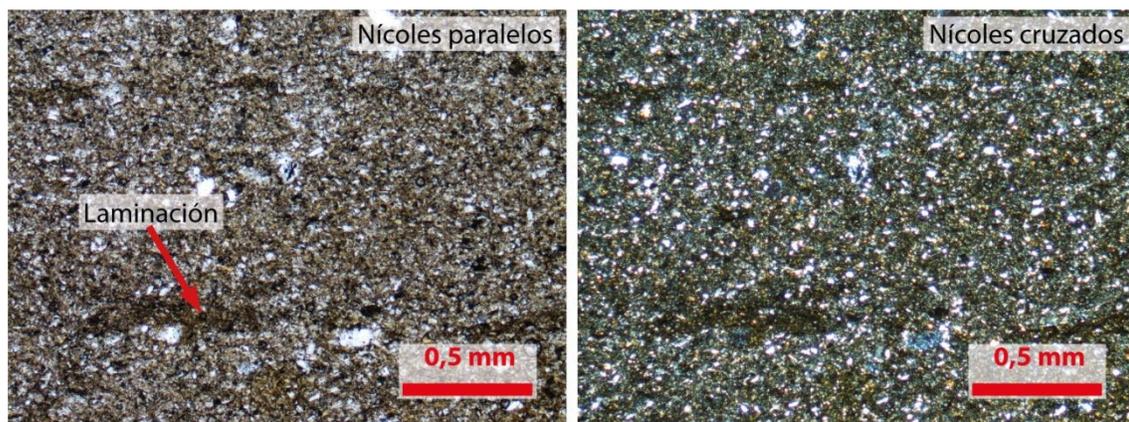


Ilustración 44: Laminación en *Bearing-feldspar clayey silt* (Dean et al., 1985)

**Código de la muestra: TC-0310a**

**Procedencia: Curré, Buenos Aires.**

**Coordenadas (CRTM05): 581600 Este/993810 Norte.**

**Recolectado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Elaborado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Nombre de la roca: *Wacke* feldespática tobácea según Pettijohn et al. (1973).**

**Descripción macroscópica:**

*Wacke* muy fina/Limolita con superficie sana de color gris muy claro casi blanco, alterada gris y café con óxidos. Sin fósiles visibles. Consiste en 73% limo y arcilla (matriz), arena 10% muy fina (0,062 mm – 0,125 mm), 10% fina (0,125 mm – 0,25 mm), 5% media (0,25 mm – 0,5 mm) y 1% gruesa (0,5 mm – 1 mm), 1% muy gruesa (1 mm – 2 mm) y <1% grava muy fina (2 mm – 4 mm), con sorteo malo. Los granos son subredondeados a subangulares y algunos angulares, con alta esfericidad. Su fábrica es isotrópica. Entre los granos hay contacto flotante y puntual. La composición mineral es de 10% litoclastos, el porcentaje restante corresponde a materiales muy pequeños para el ojo humano. Tiene cemento silíceo y carbonatado zonificado.

**Descripción microscópica:**

Resumen: *Wacke* feldespática (Pettijohn et al., 1973, Ilustración 45) tobácea, con 60% de matriz. El tamaño modal de los granos consiste en 8% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm) y 12% finos (0,125 mm – 0,25 mm), que conforman 20% de arena; además, contiene también 20% de limos y 60% de arcilla. Sin orientación en la disposición de los granos y contactos flotantes, puntuales y longitudinales. Evidencia poco transporte, con cementación silícea vidriosa intersticial (con esquiras, Ilustración 46) y carbonatada secundaria. Los componentes principales son feldespatos y cuarzo.

***Textura:***

Posee un 60% de matriz. El tamaño modal de los granos consiste en 8% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm) y 12% finos (0,125 mm – 0,25 mm), que conforman 20% de arena;

además, contiene también 20% de limos y 60% de arcilla. Los granos presentan contactos flotantes, puntuales y longitudinales.

### ***Mineralogía:***

#### *Terrígenos:*

Cuarzo: 15%, granos con tamaño máximo de 0,175 mm, forma subangular y hábito granular.

Feldspatos: 25%, granos con tamaño máximo de 0,175 mm. Tienen formas angulares a subangulares y con hábito granular.

#### *Aloquímicos:*

Bioclastos: <1%, el tamaño es de 0,2 mm.

#### *Ortoquímicos:*

Cemento silíceo: corresponde al 55%, se muestra de manera intersticial y en contacto con los granos, es vidrioso con esquirlas (*shards*, Ilustración 46).

Cemento calcáreo: corresponde al 45%, es secundario y se muestra rellenando espacios.

### ***Interpretación:***

*Área fuente:* Principalmente, consiste en una región volcánica con actividad piroclástica, cercana a su zona de deposición.

*Tipo de transporte:* Poco transporte, considerando la formación de esquirlas de vidrio en el cemento silíceo.

*Ambiente deposicional:* Baja energía en zona marina somera.

*Diagénesis:* Depósito piroclástico (ceniza) litificado relativamente cerca de su fuente de emisión, con poco transporte, ya sea un flujo rápido constante o muy lento. Se ubica en un ambiente de arco de islas.

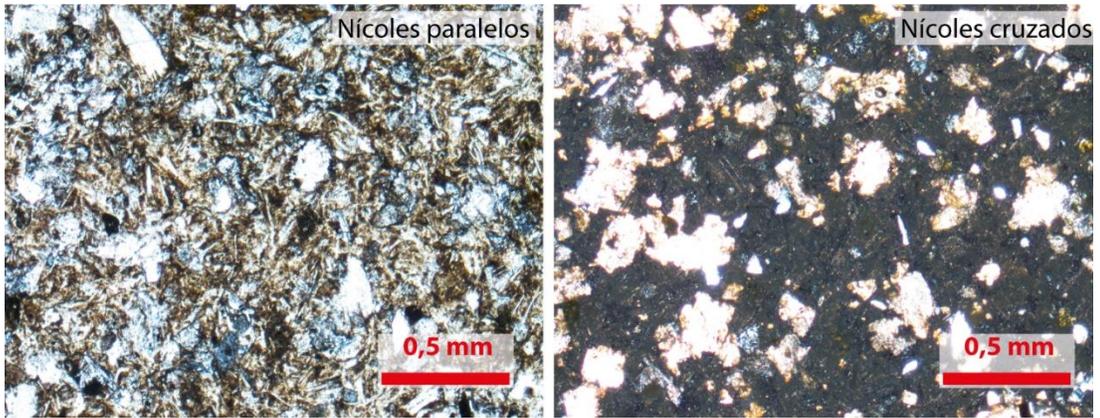


Ilustración 45: Wacke feldespática (Pettijohn, et al., 1973)

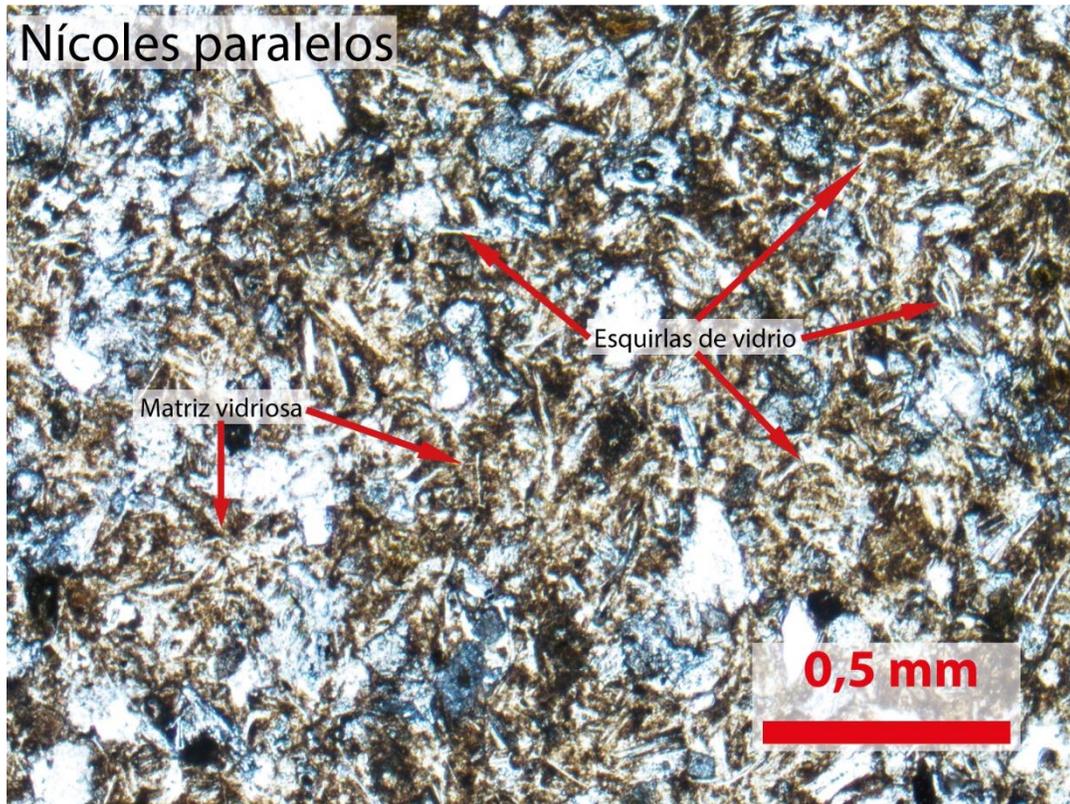


Ilustración 46: Esquirlas de vidrio y matriz vidriosa en wacke feldespática tobácea.

**Código de la muestra: TC-0618a**

**Procedencia: Puerto Nuevo**

**Coordenadas (CRTM05): 574994 Este/991215 Norte.**

**Elaborado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Nombre de la roca: Arcillolita fosilífera con feldespatos y arena (*Bearing-feldspar and sand fossiliferous clay*) según la clasificación de Dean et al. (1985).**

**Descripción macroscópica:**

Lodolita con superficie sana de color gris muy oscuro, alterada gris con óxidos. Con 15% microfósiles en su mayoría acumulados en un nivel de 1 cm de grosor y 1 fósil de bivalvo de 0,5 cm. Consiste en 90% limo y arcilla (matriz) y arena 10% muy fina (0,125 mm – 0,250 mm). Los granos visibles son subredondeados, con alta esfericidad. Su fábrica es isotrópica. El porcentaje restante corresponde a materiales muy pequeños para el ojo humano. Tiene cemento silíceo y carbonatado.

**Descripción microscópica:**

Resumen: Arcillolita fosilífera con feldespatos y arena (*Bearing-feldspar and sand fossiliferous clay*) según la clasificación de Dean et al. (1985), el tamaño modal de los granos consiste en 19% de arena subdividido en 10% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm), 5% finos (0,125 mm – 0,250 mm), 3% medios (0,250 mm – 0,5 mm) y 1% gruesos (0,5 mm – 1 mm), 5% de limo grande (0,031 mm – 0,062 mm) sin orientación en la disposición de los granos, sorteo regular y contactos flotantes, puntuales y longitudinales. Evidencia alto transporte y rápida deposición en un ambiente marino profundo, con dos eventos de sedimentación, uno mostrado en el cuerpo principal de la roca, con granos limosos de feldespatos y fósiles autóctonos; el otro, presente en un lente con feldespatos arenosos y una importante cantidad de fósiles alóctonos y fragmentos. Cuenta con cementación silícea y carbonatada secundaria.

**Textura:**

Posee un 76% de matriz con sorteo regular. El tamaño modal de los granos consiste en 10% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm), 5% finos (0,125 mm – 0,250 mm), 3% medios

(0,250 mm – 0,5 mm) y 1% gruesos (0,5 mm – 1 mm), que conforman 19% de arena; además, contiene también 5% de limo grande (0,031 mm – 0,062 mm) y 76% de arcilla. Los granos presentan contactos flotantes, puntuales y longitudinales entre sí.

### ***Composición:***

#### *Componentes ortoquímicos (cemento):*

Cemento carbonatado: corresponde el 1%, tipo esparítico, es secundario y se muestra rellenando espacios.

Cemento silíceo: corresponde el 50%, se muestra de manera intersticial y en contacto con los granos.

#### *Componentes aloquímicos (fósiles):*

Foraminíferos planctónicos: 6%, tienen tamaño máximo de 0,375 mm y medio de 0,25 mm. Algunos tienen formas espinosas (Ilustración 47).

Foraminíferos bentónicos: 2%, tienen tamaño máximo de 0,9 mm y medio de 0,325 mm.

Gasterópodos: 7%, tienen tamaño máximo de 1,225 mm y medio de 0,8 mm y son formados por fragmentos y cortes transversales. Además, se presentan principalmente en el lente arenoso.

Equinodermos: 11%, tienen tamaño máximo de 1,175 mm y medio de 0,8 mm y se componen de fragmentos de espinas en cortes transversales y circulares. Se muestran en su mayoría en el lente arenoso.

Bioclastos: 1%, consisten en fragmentos y restos fósiles de conchas y una de estas en corte longitudinal. El tamaño medio es de 0,25 mm y el máximo de 1,375 mm de longitud para el corte longitudinal de la concha. Se distribuyen por el lente arenoso (Ilustración 47).

Bivalvo: 1%, su extensión es de 5 mm, se muestra en corte transversal y se conserva en muy buen estado. El material de su concha ha sido reemplazado por un mineral opaco. Se encuentra fuera del lente arenoso.

#### *Componentes detríticos (clastos):*

Feldespatos (plagioclasas): 24%, granos con tamaño máximo de 0,625 mm y medio de 0,075 mm. Los granos arenosos de 0,062 mm a 0,250 mm tienen formas subangulares y

subredondeados, con hábitos granular y tabular, los de tamaño de 0,5 mm a 1 mm, con forma angular a subangular, con hábitos columnar y granular, en buen estado. Los granos de arena muy fina, fina y media se presentan principalmente acumulados en un lente arenoso de 1,5 cm de grosor (Ilustración 47).

Litoclastos: 1%, granos con tamaño medio de 0,25 mm, forma angular y hábito granular. Son en apariencia de origen volcánico (Ilustración 47).

Opacos: 2%, tamaño máximo de 0,3 mm y medio de 0,2 mm, con formas subredondeada y ocasionalmente rellenando fósiles.

**Nombre composicional:** Arcillolita fosilífera con feldespatos y arena (*Bearing-feldspar and sand fossiliferous clay*) según la clasificación de Dean et al. (1985).

**Historia diagenética:** Sedimento transportado y depositado rápidamente (plagioclasas subredondeadas a subangulares y en buen estado) desde gran distancia (granos minerales) y fósiles de origen alóctono (fragmentos de equinodermos y gasterópodos) y autóctono (foraminíferos planctónicos), en un ambiente marino de baja energía (con evidencia de flujo en la formación en laminaciones, Ilustración 48).

**Interpretación:** Posible ambiente de deposición muy lento que permite la formación de laminaciones planares paralelas. La zona de aporte se ubica a larga distancia de la zona de depósito y, presumiblemente, con influencia volcánica, materiales de alta alteración (que proporciona la arcilla) y erosivos (fragmentos de fósiles alóctonos). Se presentan dos eventos de sedimentación, el principal que engloba el cuerpo general de la roca provee granos de feldespatos en su mayoría de tamaño de limo grande con algunos de arena gruesa y fósiles autóctonos (foraminíferos) en una matriz de arcilla; el otro evento se muestra en un lente arenoso y cuenta con una presencia importante de fósiles y fragmentos, ambos en su mayoría alóctonos, además de granos de feldespatos de tamaños desde arena muy fina, fina a media.

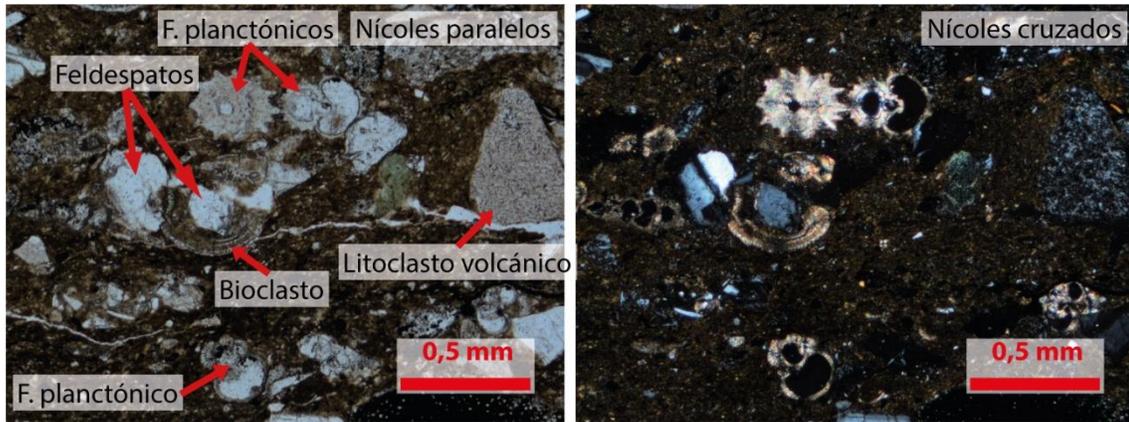


Ilustración 47: Feldespatos, litoclasto volcánico, foraminíferos planctónicos y bioclasto en *Bearing-feldspar and sand fossiliferous clay* (Dean et al., 1985).

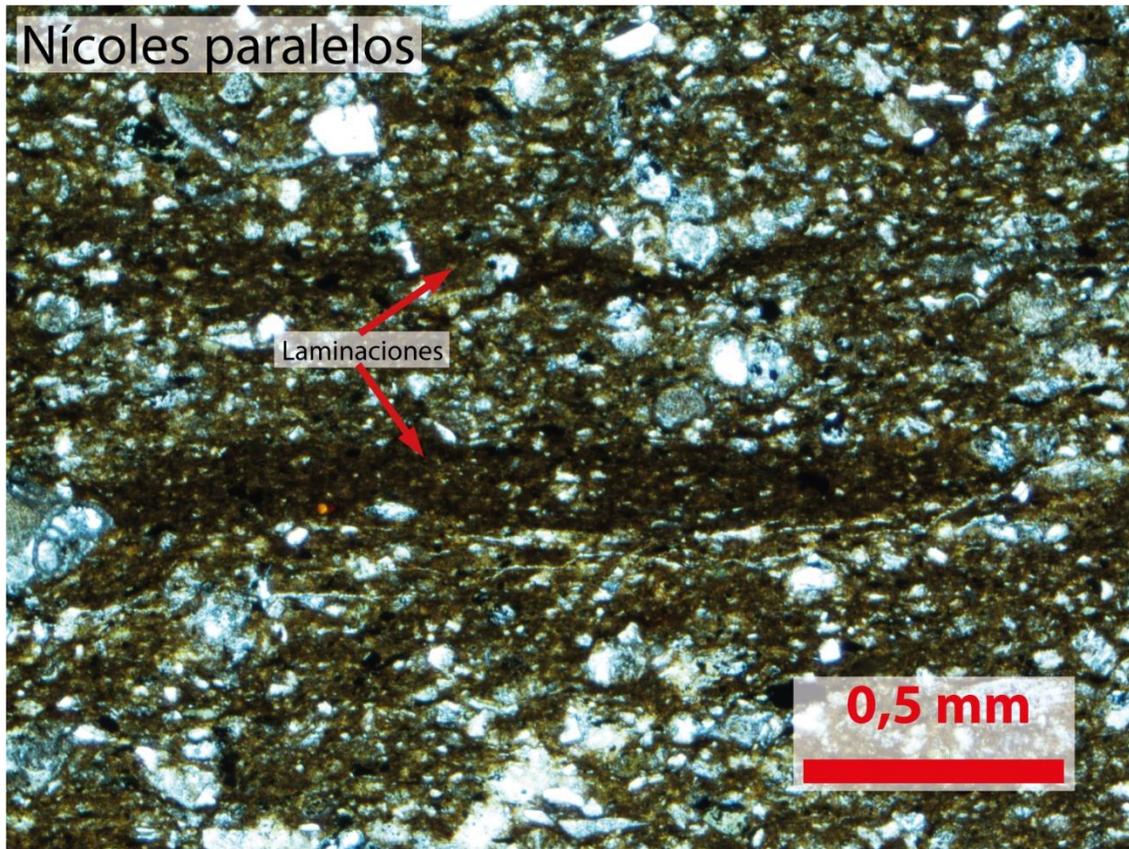


Ilustración 48: Laminaciones en *Bearing-feldspar and sand fossiliferous clay*.

**Código de la muestra: TC-0618b**

**Procedencia: Puerto Nuevo**

**Coordenadas (CRTM05): 574994 Este/991215 Norte.**

**Recolectado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Elaborado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Nombre de la roca: *Wacke* feldespática según Pettijohn et al. (1973).**

**Descripción macroscópica:**

*Wacke* muy fina con superficie sana de color gris muy claro, alterada gris y café con óxidos. Sin fósiles visibles. Consiste en 40% limo y arcilla (matriz), arena 10% muy fina (0,062 mm – 0,125 mm), 15% fina (0,125 mm – 0,25 mm), 10% media (0,25 mm – 0,5 mm) y 25% gruesa (0,5 mm – 1 mm), con sorteo malo. Los granos son subredondeados a subangulares y algunos angulares, con alta esfericidad. Su fábrica es isotrópica. Tiene laminación plana paralela, ondulada y flaser. Entre los granos hay contacto flotante, puntual, longitudinal y cóncavo-convexo. La composición mineral es de 10% plagioclasas y 25% fragmentos varios carbonatados, el porcentaje restante corresponde a materiales muy pequeños para el ojo humano. Tiene cemento silíceo y carbonatado zonificado. Tiene alternancias de estratos centimétricos de arena y de limo o lodo.

**Descripción microscópica:**

Resumen: *Wacke* feldespática (Pettijohn et al., 1973) con tamaño modal de los granos consistente de 10% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm), 7% finos (0,125 mm – 0,25 mm), 10% medios (0,25 mm – 0,5 mm) y 5% gruesos (0,5 mm – 1 mm), sin orientación en la disposición de los granos y con contactos flotantes, puntuales, longitudinales y cóncavo – convexos entre sí. Evidencian alto transporte en un ambiente marino profundo, con cementación principalmente silícea y un poco carbonatada. Los componentes principales son granos de feldespatos, además de biodretitos carbonatados orgánicos, bioclastos, ambos alóctonos, y pocos foraminíferos.

**Textura:**

Posee un 55% de matriz con sorteo regular. El tamaño modal de los granos consiste en 10% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm), 7% finos (0,125 mm – 0,25 mm), 10% medios

(0,25 mm – 0,5 mm) y 5% gruesos (0,5 mm – 1 mm), que conforman 32% de arena; además, contiene también 13% de limos y 55% de arcilla. Los granos presentan contactos flotantes, puntuales, longitudinales y cóncavo – convexos entre sí.

### ***Mineralogía:***

#### *Terrígenos:*

Feldespatos (plagioclasas): 15%, granos con tamaño máximo de 0,775 mm y medio de 0,5 mm. Tienen formas angulares a subangulares, con hábitos prismáticos, tabular, regular estado de alteración. Se presentan principalmente acumulados en lentes arenosos (Ilustración 49).

Litoclastos: 5%, granos con tamaño máximo de 0,5 mm y medio de 0,3 mm. Tienen formas angulares a subangulares, hábito granular y se caracterizan por microlitos de plagioclasa (Ilustración 50).

#### *Aloquímicos:*

Foraminíferos planctónicos: <1%, tienen tamaño máximo de 0,575 mm y medio de 0,1 a 0,25 mm.

Foraminíferos bentónicos: <1%, tienen tamaño máximo de 0,5 mm (Ilustración 51).

Bioclastos: 3%, consisten en fragmentos y restos fósiles de conchas y una espina de equinodermo en corte longitudinal. El tamaño medio es de 0,375 mm y el máximo de 5,15 mm de longitud con 0,3 mm de ancho para la espina. Se distribuyen por toda la muestra, unos pocos se encuentran en los lentes arenosos con feldespatos (Ilustración 49).

Biodetritos carbonatados: 15%, de tamaño máximo de 0,775 mm y medio de 0,375 mm, irregulares y sin forma definida. Se caracterizan por tener estructuras vesiculares y de apariencia orgánica; además, se distribuyen por toda la muestra (Ilustración 50).

#### *Ortoquímicos:*

Cemento carbonatado: corresponde el 20%, tipo esparítico, es secundario y se muestra rellenando espacios (Ilustración 50).

Cemento silíceo: corresponde el 50%, se muestra de manera intersticial y en contacto con los granos.

**Interpretación:**

*Área fuente:* Consiste en diferentes regiones ubicadas a larga distancia de la zona de depósito, una compuesta de litología ígnea (que provee los cristales de feldespatos) y la otra conformada por materiales con alta alteración (arcillitización) (que proporciona la arcilla) y erosivos (fragmentos de fósiles alóctonos). Se presentan dos eventos de sedimentación, uno con depósito de feldespatos arenosos y pobre en fósiles, mostrado en los lentes arenosos; el otro cuenta con predominancia de arcilla, que a su vez compone la matriz, y algunos granos arenosos que se distribuyen por toda la roca, además, cuenta con una presencia importante de fósiles y fragmentos en su mayoría alóctonos, demostrado en el cuerpo general de la roca y que engloba los lentes arenosos.

*Tipo de transporte:* Alto transporte con granos subangulares y angulares de tamaños en su mayoría arenosos, biodetritos carbonatados y bioclastos en su mayoría alóctonos, producto de una importante destrucción de estos debido a su desplazamiento.

*Ambiente deposicional:* Moderada a baja energía.

*Diagénesis:* Se da la compactación con cemento silíceo de contacto entre los granos y calcáreo rellenando poros (III estado de diagénesis), la precipitación de bioclastos y biodetritos carbonatados, ambos alóctonos, en dos diferentes eventos.

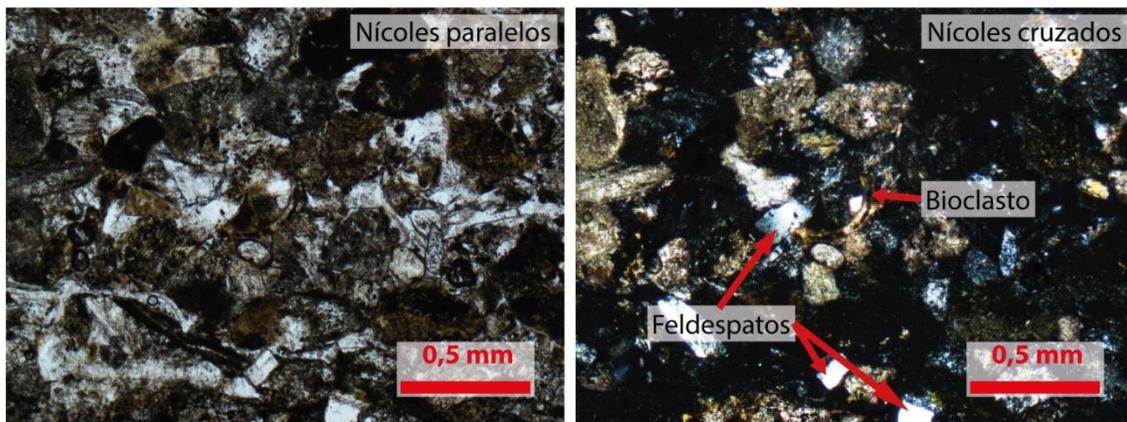


Ilustración 49: Feldespatos y bioclasto en wacke feldespática.



*Ilustración 50:* Litoclasto, biodetrito carbonatado y cemento carbonatado.



*Ilustración 51:* Foraminífero bentónico.

**Código de la muestra: TC-0618c**

**Procedencia: Puerto Nuevo**

**Coordenadas (CRTM05): 574994 Este/991215 Norte.**

**Recolectado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Elaborado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Nombre de la roca: Arcillolita con feldespatos y arena (*Bearing-feldspar and sand clay*) según la clasificación de Dean et al. (1985).**

**Descripción macroscópica:**

Lodolita tobácea con superficie sana de color gris muy claro, alterada gris y café con óxidos. Sin fósiles visibles. Consiste en 85% limo y arcilla (matriz) y arena 10% muy fina (< 0,125 mm) y 5% fina (0,125 mm – 0,25 mm). Los granos visibles son subredondeados a subangulares, con alta esfericidad. Su fábrica es isotrópica. Tiene laminación plana paralela y ondulada. En la composición mineral se encuentra 5% fragmentos oscuros, el porcentaje restante corresponde a materiales muy pequeños para el ojo humano. Tiene cemento silíceo y algo carbonatado.

**Descripción microscópica:**

Resumen: Arcillolita con feldespatos y arena (*Bearing-feldspar and sand clay*) según la clasificación de Dean et al. (1985), el tamaño modal de los granos consiste de 10% de arena subdividido en 3% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm), 6% finos (0,125 mm – 0,250 mm), 1% medios (0,250 mm – 0,5 mm) y <1% gruesos (0,5 mm – 1 mm); <1% de grava muy fina (2 mm – 4 mm); 5% de limo, entre el que se encuentra 2% de limo medio (0,016 mm – 0,031 mm) y 3% de limo grande (0,031 mm – 0,062 mm) sin orientación en la disposición de los granos, sorteo regular. Evidencia alto transporte y rápida deposición en un ambiente marino profundo, con variaciones en su zona de aporte de sedimentos. Cuenta con cementación silícea y carbonatada secundaria.

**Textura:**

Posee un 85% de matriz con sorteo regular. El tamaño modal de los granos consiste en 3% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm), 6% finos (0,125 mm – 0,250 mm), 1% medios (0,250 mm – 0,5 mm) y <1% gruesos (0,5 mm – 1 mm), que conforman 10% de arena;

<1% de grava muy fina (2 mm – 4 mm); además, contiene también 5% de limo, del cual 2% es limo medio (0,016 mm – 0,031 mm) y 3% limo grande (0,031 mm – 0,062 mm) y 85% de arcilla.

**Composición:**

*Componentes ortoquímicos (cemento):*

Cemento carbonatado: corresponde el 5%, tipo esparítico, es secundario y se muestra rellenando espacios en un lente arenoso (Ilustración 53).

Cemento silíceo: corresponde el 80%, se muestra de manera intersticial y en contacto con los granos.

*Componentes aloquímicos (fósiles):*

Foraminíferos planctónicos: 1%, tienen tamaño medio de 0,125 mm.

Foraminíferos bentónicos: <1%, tienen tamaño medio de 0,2 mm.

Bioclastos: 1%, consisten en fragmentos y restos fósiles de conchas. El tamaño medio es de 0,1 mm.

*Componentes detríticos (clastos):*

Feldespatos (plagioclasas): 10%, granos con tamaño máximo de 0,875 mm y medio de 0,225 mm. Los granos arenosos de 0,062 mm a 0,250 mm tienen formas subangulares y subredondeados, con hábitos granular y tabular, los de tamaño de 0,5 mm a 1 mm, con forma angular a subangular, con hábitos columnar y granular, en buen estado (Ilustración 53).

Opacos (pirita): 4%, granos de tamaño máximo de 0,25 mm, con forma irregular y hábito granular (Ilustración 53).

**Nombre composicional:** Arcillolita con feldespatos y arena (*Bearing-feldspar and sand clay*, Ilustración 52) según la clasificación de Dean et al. (1985).

**Historia diagenética:** Sedimento transportado y depositado rápidamente (plagioclasas angulares a subangulares y en buen estado) algunos desde gran distancia (granos

minerales) y bioclastos, con algunos fósiles de origen autóctono (foraminíferos planctónicos), con acumulaciones arenosas en lentes, además de laminaciones.

**Interpretación:** Un ambiente de deposición de flujo rápido constante que permite la formación de laminaciones y lentes arenosas, además de bioclastos de conchas. La zona de aporte varía de tal manera que consiste, desde litología ígnea (que provee los cristales de feldespatos) a una distancia cercana al área de depósito, hasta una ubicada lejos de ésta, proporcionando materiales de alta alteración (arcilla).

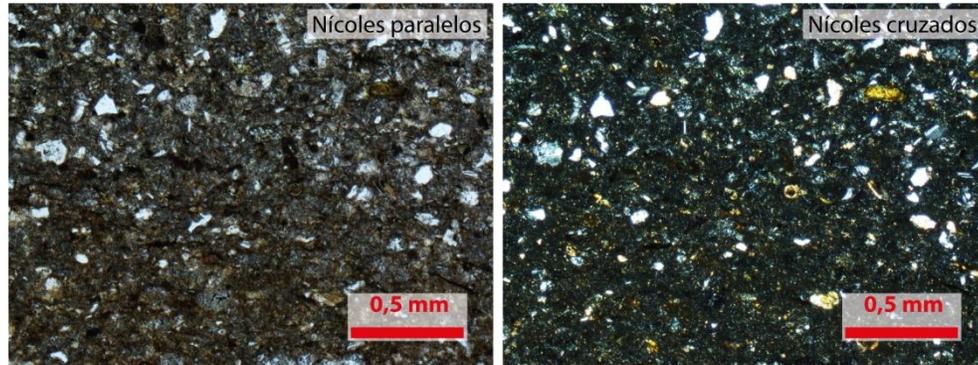


Ilustración 52: Bearing-feldspar and sand clay (Dean et al., 1985).

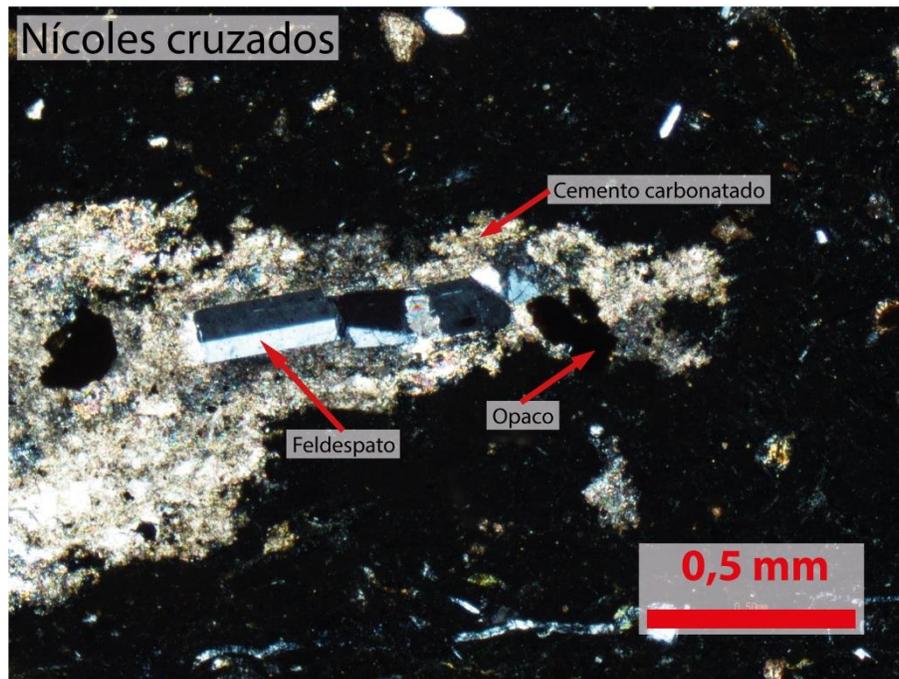


Ilustración 53: Feldespato, opaco y cemento carbonatado en lente arenoso.

**Código de la muestra: TC-0618d**

**Procedencia: Puerto Nuevo**

**Coordenadas (CRTM05): 574994 Este/991215 Norte.**

**Recolectado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Elaborado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Nombre de la roca: *Wacke* feldespática según Pettijohn et al. (1973).**

**Descripción macroscópica:**

*Wacke* muy fina con superficie sana de color gris, alterada gris y café con óxidos. Sin fósiles visibles. Consiste en 67% muy finos (< 0,125 mm), 25% finos (0,125 mm – 0,25 mm), 7% medios (0,25 mm – 0,5 mm) y 1% gruesos (0,5 mm – 1 mm), con sorteo regular. Los granos son redondeados a subredondeados y algunos subangulares, con alta esfericidad. Su fábrica es isotrópica. Entre los granos hay contacto puntual, longitudinal y cóncavo-convexo. La composición mineral es de 25% plagioclasas y 7% litoclastos oscuros, el porcentaje restante corresponde a materiales muy pequeños para el ojo humano. Tiene cemento silíceo.

**Descripción microscópica:**

Resumen: *Wacke* feldespática según Pettijohn et al. (1973), con tamaño modal de los granos consistente de 10% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm), 10% finos (0,125 mm – 0,25 mm), 10% medios (0,25 mm – 0,5 mm), 10% gruesos (0,5 mm – 1 mm) y <1% muy gruesos (1 mm – 2 mm), sin orientación en la disposición de los granos, con sorteo regular y con contactos puntuales, longitudinales, cóncavo – convexos y algunos saturados entre sí. Evidencian alto transporte, con cementación principalmente silícea y un poco carbonatada. Los componentes principales son granos de feldespatos, además de sedimentos carbonatados orgánicos, bioclastos, ambos alóctonos, y pocos foraminíferos.

***Textura:***

Posee un 30% de matriz con sorteo regular. El tamaño modal de los granos consiste en 10% muy finos (0,062 mm – 0,125 mm), 10% finos (0,125 mm – 0,25 mm), 10% medios (0,25 mm – 0,5 mm), 10% gruesos (0,5 mm – 1 mm) y <1% muy gruesos (1 mm – 2 mm), que conforman 40% de arena; además, contiene también 30% de limos y 30% de arcilla. Los granos presentan contactos puntuales, longitudinales y cóncavo – convexos y algunos saturados entre sí.

***Mineralogía:******Terrígenos:***

Feldespatos (plagioclasas): 10%, granos con tamaño máximo de 0,85 mm y medio de 0,375 mm. Tienen formas angulares a subangulares, con hábitos prismáticos, tabular, regular estado de alteración, algunos con exfoliación (Ilustración 54).

Litoclastos: 15%, con tamaño máximo de 2,025 mm y medio de 0,5 mm. Son de origen volcánico, ricos en plagioclasas microcristalinas y con formas de subredondeadas a redondeadas (Ilustración 54).

Piroxenos: 1%, con tamaño máximo de 0,5 mm y medio de 0,375 mm. Tienen hábito granular, forma irregular y birrefringencia alta (Ilustración 54).

***Aloquímicos:***

Foraminíferos planctónicos: 7%, tienen tamaño máximo de 0,525 mm (Ilustración 56).

Foraminíferos bentónicos: 2%, tienen tamaño medio de 0,45 mm.

Gasterópodos: 5%, tienen tamaño máximo de 0,7 mm y medio de 0,45 mm. Se presenta como fragmentos y en conchas semi-completas.

Bioclastos: 5%, consisten en fragmentos y restos fósiles de conchas, además de algunas espinas. El tamaño medio es de 0,8 mm (Ilustración 55, Ilustración 56).

Biodetritos carbonatados: 3%, de tamaño máximo de 1,725 mm y medio de 0,625 mm, irregulares y sin forma definida. Se caracterizan por tener estructuras vesiculares y de apariencia orgánica; además, se distribuyen por toda la muestra (Ilustración 55, Ilustración 56).

### *Ortoquímicos:*

Cemento carbonatado: corresponde el 5%, tipo esparítico, es secundario y se muestra rellenando espacios.

Cemento silíceo: corresponde el 30%, se muestra de manera intersticial y en contacto con los granos.

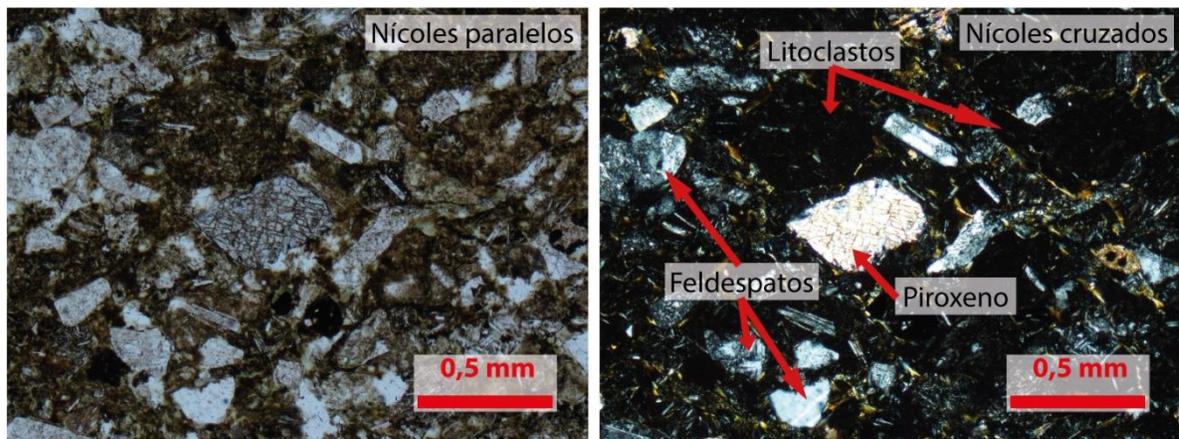
### **Interpretación:**

*Área fuente:* Consiste en diferentes regiones ubicadas a larga distancia de la zona de depósito, una compuesta de litología ígnea (que provee los cristales de feldespatos) y la otra conformada por materiales con alta alteración (arcillitización) (que proporciona la arcilla) y erosivos (fragmentos de fósiles alóctonos y otros).

*Tipo de transporte:* Poco transporte en los feldespatos subangulares y angulares, mientras tanto alto transporte para los fragmentos volcánicos, los sedimentos carbonatados y los bioclastos alóctonos, producto de una importante destrucción de estos debido a su desplazamiento.

*Ambiente deposicional:* Moderada energía, posiblemente asociado a canales.

*Diagénesis:* Se da la compactación con cemento silíceo de contacto entre los granos y calcáreo rellenando poros (III estado de diagénesis) y la precipitación de bioclastos y de sedimentos carbonatados en apariencia orgánicos, ambos alóctonos.



*Ilustración 54:* Feldespatos, piroxeno y litoclastos.



Ilustración 55: Bioclasto y biodetrito carbonatado.



Ilustración 56: Foraminífero planctónico, bioclasto y biodetrito carbonatado.

**Código de la muestra: TC-0623a**

**Procedencia: Puerto Nuevo**

**Coordenadas (CRTM05): 576468 Este/991990 Norte**

**Recolectado por: Luis Pablo González Vargas.**

**Elaborado por: Luis Pablo González Vargas**

**Nombre de la roca: Leucogabro augítico con hipersteno y olivino.**

**Descripción macroscópica:**

Fanerítica granular de grano medio con cristales de plagioclasa de 3 y 2 mm con brillo perlado (54%), ferromagnesianos (piroxenos con brillo vítreo y ¿anfíboles?) de 3 y 2 mm (45%), ambos xenomórficos y olivino completamente alterado de 0,5 mm (1%). La roca es de color en su mayoría negro a gris muy oscuro, con una pátina de óxidos café rojiza. Nombre: Gabro con piroxenos.

**Descripción microscópica:**

Textura holocristalina-xenomórfica-granular gruesa (granítica) con cristales de plagioclasa, augita, hornblenda verde, basáltica y olivino con accesorios de magnetita. Presenta alteraciones de uralita y arcilla en plagioclasas y augitas.

Plagio clasa	Augita	Hipers teno	Olivin o	Magne tita	Alteración				Conteo
					Serpentina	Uralita	Talco	Sericita	
79	7	3	0	3	2	2	3	1	1
61	25	0	0	2	5	5	1	1	2
57	15	0	7	5	7	3	5	1	3
77	15	0	0	1	0	5	1	1	4
82	5	5	0	2	2	2	1	1	5
78	7	0	3	3	5	1	2	1	6
67	25	0	0	2	1	3	1	1	7
75	15	0	0	1	1	5	2	1	8
67	15	0	0	5	7	2	3	1	9
65	20	0	0	3	3	5	3	1	10
<b>70,8</b>	<b>14,9</b>	<b>0,8</b>	<b>1</b>	<b>2,7</b>	<b>3,3</b>	<b>3,3</b>	<b>2,2</b>	<b>1</b>	<b>Prom.</b>
<b>71</b>	<b>15</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>Aprox.</b>

### ***Minerales:***

Plagioclasa: Incoloras con bajo relieve en nicoles paralelos y gris de primer orden de birrefringencia en nicoles cruzados. Con hábito prismático, xenomórficos los granos mayores y hipidiomórficos los menores, con maclas polisintéticas y su tamaño ronda desde 0,875 mm hasta aproximadamente 4 mm. Tiene textura ofítica y subofítica con las augitas (Ilustración 58), como inclusiones de 0,25 mm aproximadamente y textura micrográfica (Ilustración 59), con frecuente zonación. Su proporción es de 71% (Ilustración 57). Tiene alteraciones a sericita.

Augita: Incoloras, con alto relieve en nicoles paralelos, y amarillo, rojo y violeta de segundo orden a azul del tercer orden de birrefringencia en nicoles cruzados. Tiene hábito granular, tabular y son principalmente xenomórficos, con algunos hipidiomórficos, se presenta únicamente una línea de exfoliación y el tamaño se extiende desde 0,75 mm los menores y 3,875 mm los mayores. Tiene textura ofítica y subofítica con las plagioclasas. Su proporción es de 15% (Ilustración 57). Presenta alteraciones a uralita.

Hipersteno: Incoloros con alto relieve en nicoles paralelos, y gris hasta amarillo de primer orden de birrefringencia en nicoles cruzados. Tiene hábito prismático, una línea de exfoliación y se muestra xenomórficos con tamaño entre 0,75 mm a 1,375 mm. Su proporción es de 1%.

Olivino: Incoloro con alto relieve en nicoles paralelos, y gris hasta colores del segundo orden de birrefringencia en nicoles cruzados. Tiene hábito prismático y xenomórficos, algunos con zonación; su tamaño se presenta desde 2 mm hasta 2,8 mm en los cristales relativamente sanos. Su proporción es de 1%. Tiene serpentización y alteración a talco.

#### *Accesorios:*

Magnetita: Mineral opaco con una presencia aproximada de 3% en la sección delgada, con hábito granular y tamaño medio de 0,375 mm.

#### *Alteraciones:*

Serpentina: Se presenta como una superficie de alteración rodeando los pocos cristales sanos de olivino, mientras que se encuentra como material sustitutivo en el resto de los olivinos (“fantasmas de olivinos”), es fibroso, con tamaños de alrededor de 1,875 mm. Su color es desde amarillo-naranja hasta café en nicoles paralelos con pleocroísmo ocasional, y amarillo y verde hasta naranja y café del segundo orden de birrefringencia en nicoles cruzados. Su proporción es del 3% (Ilustración 57).

Uralita: Verde pálido en nicoles paralelos, con leve pleocroísmo ocasional y verde a amarillo del segundo orden en nicoles cruzados. Posee tamaños variados y asociados a piroxenos por lo que se muestra desde 0,25 mm hasta 1,75 mm, con forma irregular e hipidiomórfica según los cristales de augita. Su proporción es de 3%.

Talco: Se encuentra relacionado con los olivinos y la serpentina, es incoloro en nicoles paralelos, y colores de alto grado de birrefringencia en nicoles cruzados. Con hábito granular y laminar, xenomórficos y tamaño variado que se asocia a los olivinos y/o la serpentina, en general ronda los 1,25 mm. Su proporción es de 2% (Ilustración 57).

Sericita: Se presenta asociado a las plagioclasas en una proporción general de 1% aproximadamente, tamaño microcristalino, incoloro en nicoles paralelos y colores de alto grado de birrefringencia en nicoles cruzados.

Cuarzo (Q)	Álcalis (A)	Plagioclasa (P)	Feldespatoides (F)	Clinopiroxeno (augita)	Ortopiroxeno (hipersteno)	Olivino	Magnetita	Uralita	Serpentina
0	0	71	0	15	1	1	3	3	3

Para el empleo del diagrama de Streckeisen se obtuvo que para la evaluación de QAPF es 100% de plagioclasa (P) al no encontrarse cuarzo (Q), álcalis (A) o feldespatoides (F) en la muestra:

Plagioclasa: 71 → 100%

Por lo tanto, el campo resultante al graficar dicho dato es el 10b, por lo cual, para identificar la muestra se procedió a calcular el contenido de anortita (An) en las plagioclasas, el cual, al ser de 62,5%, son denominadas labradorita (mayor a 50%), además, la proporción de clinopiroxenos es mayor a la de ortopiroxenos (15% > 1%) y el total de máficos (M) es 26% (menor a 35%) (campo 10 o 10b: An > 50, Cpx > Opx: Gabro; M < 35 = leuco), por lo que la roca se denomina como Leucogabro augítico con hipersteno y olivino (Ilustración 57).

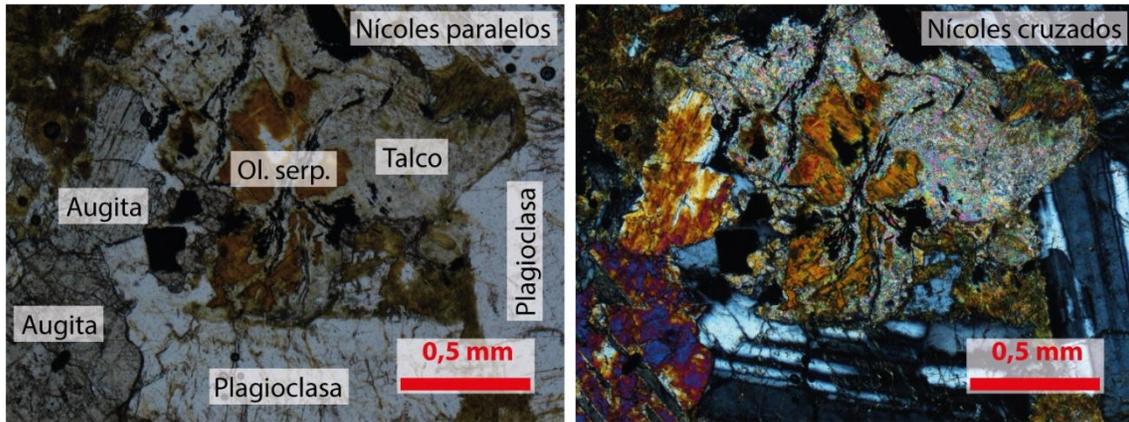


Ilustración 57: Leucogabro augítico con hipersteno y olivino. Se muestra un olivino serpentizado y talco.

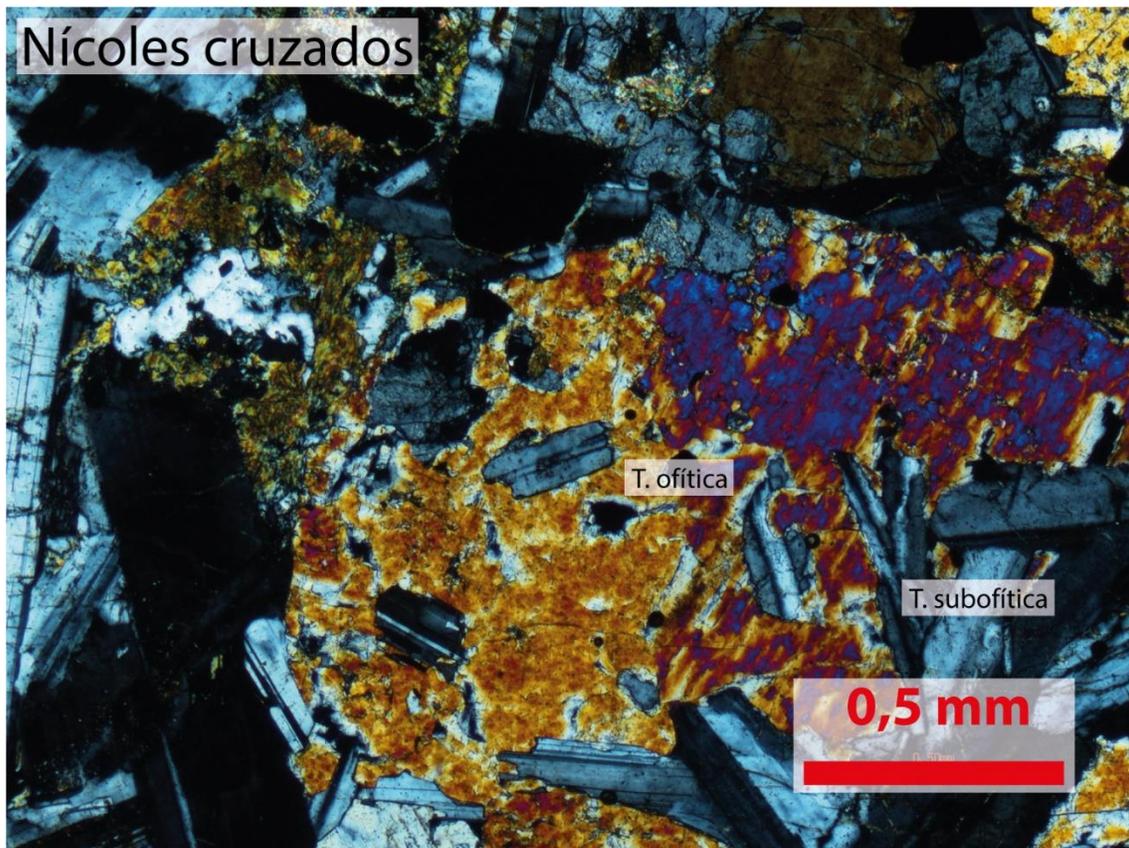
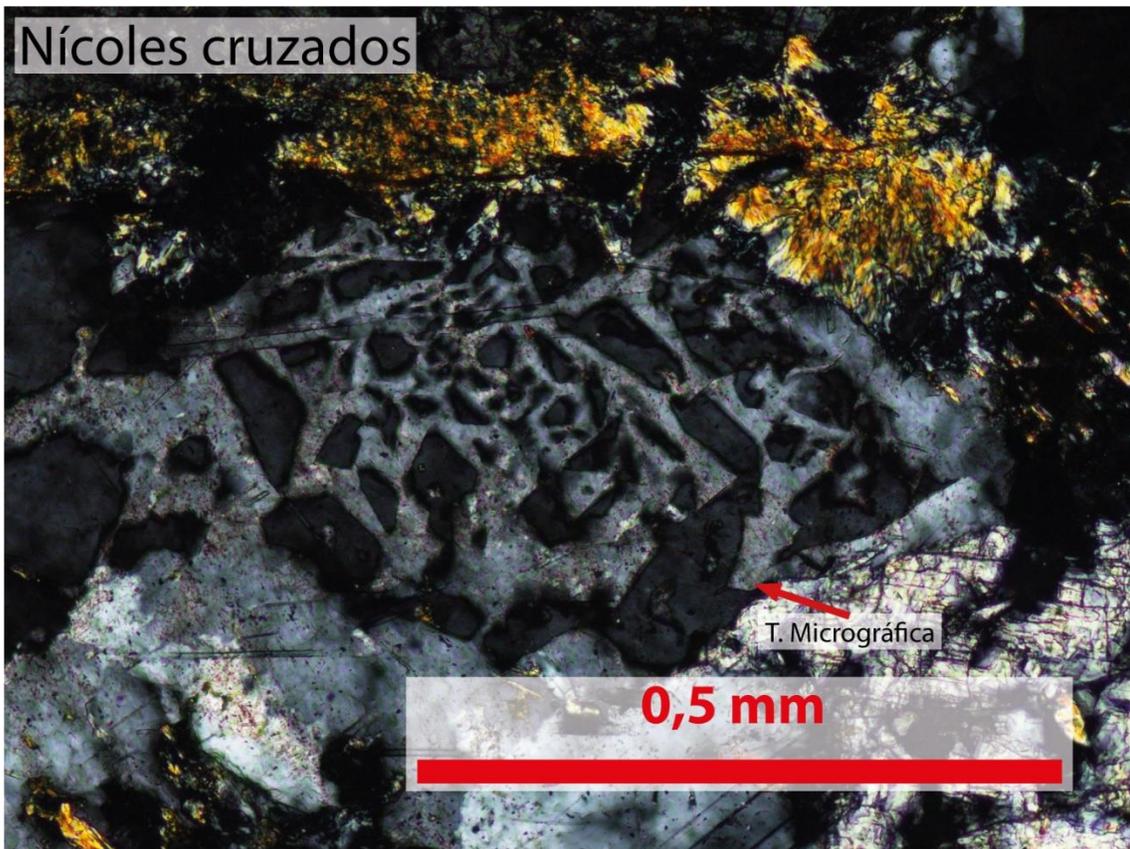


Ilustración 58: Texturas ofíticas y subofíticas.



*Ilustración 59:* Textura micrográfica en plagioclasa.

## Apéndice 2: Informes micropaleontológicos y taxonomía de foraminíferos planctónicos

### A2.1.1. Informe de muestra MC-02



**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**  
**Escuela Centroamericana de Geología**



Tel. (506) 207 5625/ 225-7941  
Fax (506) 234-2347

Sección de Paleontología

### INFORME MICROPALAEONTOLOGICO

Fecha: 26/01/2018

CODIGO: MC - 02

COLECTOR: Luis P. González Vargas

UBICACIÓN GEOGRAFICA: Río Pilas, Pilas, Buenos Aires, Puntarenas

METODOLOGIA: La muestra primero se quebró, luego tratada con agua oxigenada (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) al 10%, al cabo de aproximadamente catorce horas se tamizó y las diferentes fracciones fueron secadas en recipientes separados, finalmente se analizaron en el microscopio.

FAUNA: Globorotalia opima opima Bolli  
Globigerinoides subquadratus Brönnimann  
Globigerina praebulloides leroyi Blow & Banner

EDAD: Mioceno inferior-medio

PROCESÓ: Sergio Hernández Villalobos

DETERMINÓ: Sergio Hernández Villalobos

## A2.1.2. Muestra MC-02: Taxonomía de los foraminíferos planctónicos

Reino: Chromista (Cavalier-Smith, 1981)  
Subreino: Harosa (Cavalier-Smith, 2010)  
Infrareino: Rhizaria (Cavalier-Smith, 2002)  
Filo: Foraminifera (d'Orbigny, 1826)  
Clase: Globothalamea (Pawłowski et al., 2013)  
Subclase: Rotaliana (Mikhalevich, 1980)  
Orden: Rotaliida (Delage y Hérouard, 1896)  
Suborden: Globigerinina (Delage y Hérouard, 1896)  
Superfamilia: Globigerinoidea (Carpenter et al., 1862)  
Familia: Globigerinidae (Carpenter et al., 1862)

Género: Paragloborotalia (Cifelli, 1982)

Especie: Paragloborotalia opima (Ilustración 1) (Antes: Globorotalia opima subsp. opima) (Bolli, 1957)

Edad: Oligoceno inferior-Mioceno inferior

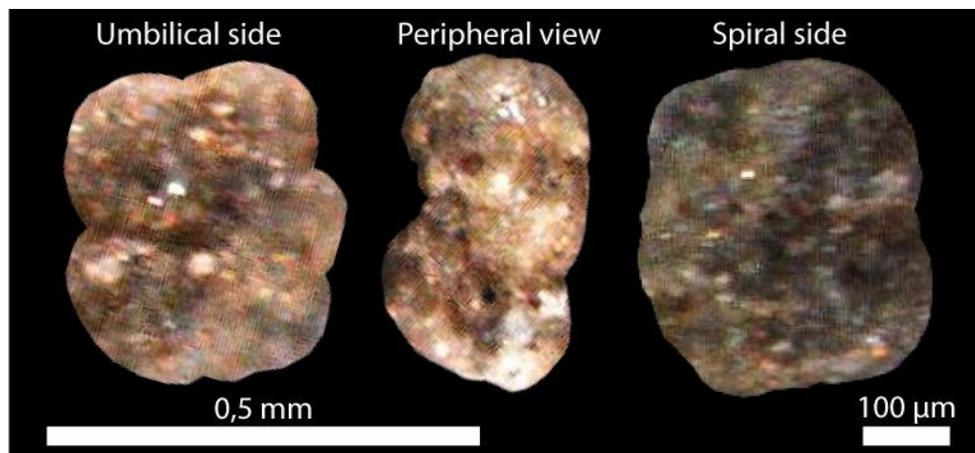


Ilustración 1. Paragloborotalia opima.

Subfamilia: Globigerininae (Carpenter et al., 1862)  
Género: Globigerinoides (Cushman, 1927)  
Especie: Globigerinoides subquadratus (Ilustración 2) (Brönnimann, 1954)

Edad: Mioceno inferior-superior

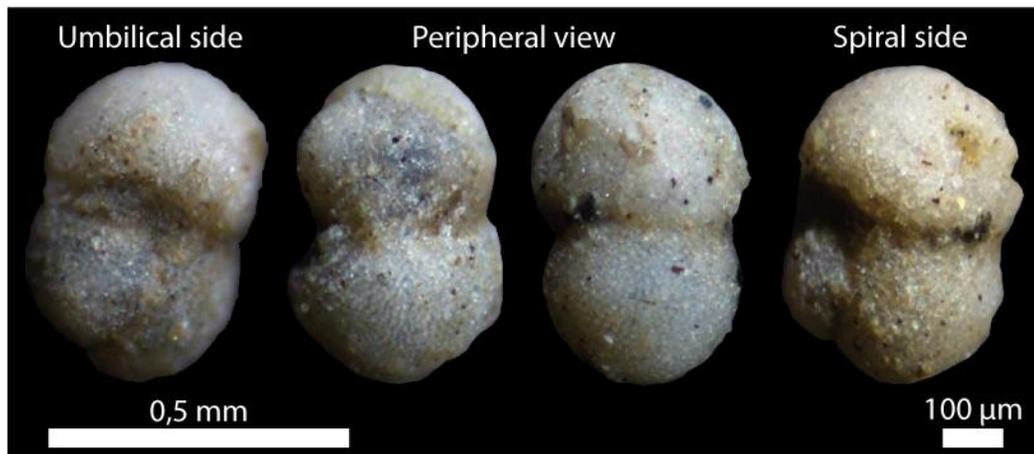


Ilustración 2. *Globigerinoides subquadratus*.

Subfamilia: Globigerininae (Carpenter et al., 1862)

Género: *Globigerina* (d'Orbigny, 1826)

Especie: *Globigerina officinalis* (Ilustración 3) (Subbotina, 1953) (Antes: *Globigerina praebulloides* subsp. *leroyi*) (Blow y Banner, 1962)

Edad: Eoceno-Mioceno inferior

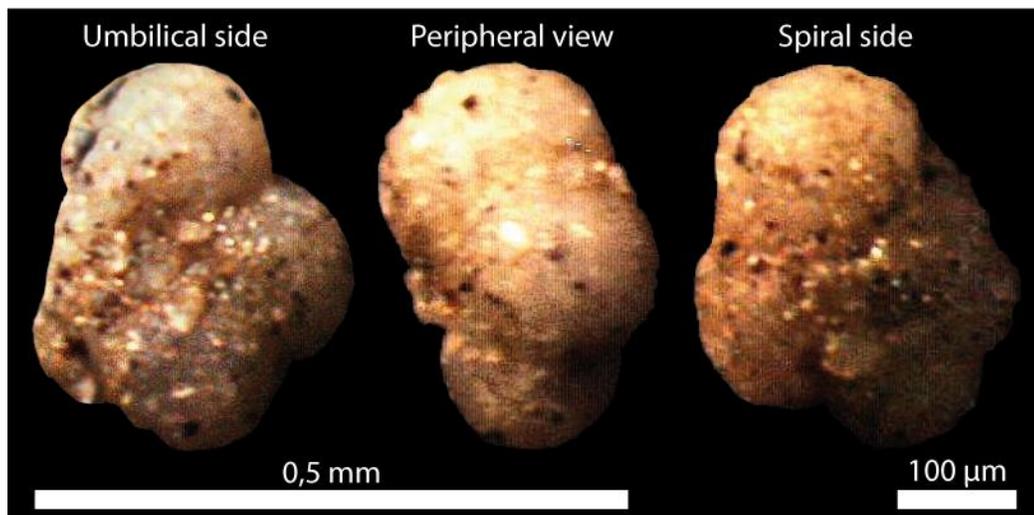


Ilustración 3. *Globigerina officinalis*.



## A2.2.1. Informe de muestra TP-0202

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**  
**Escuela Centroamericana de Geología**



Tel. (506) 207 5625/ 225-7941

Fax (506) 234-2347

Sección de Paleontología

### INFORME MICROPALÉONTOLOGICO

Fecha: 26/01/2018

CODIGO: TP - 0202

COLECTOR: Luis P. González Vargas

UBICACIÓN GEOGRÁFICA: Río Fresco, Colinas, Buenos Aires, Puntarenas

METODOLOGIA: La muestra primero se quebró, luego tratada con agua oxigenada ( $H_2O_2$ ) al 10%, al cabo de aproximadamente catorce horas se tamizó y las diferentes fracciones fueron secadas en recipientes separados, finalmente se analizaron en el microscopio.

FAUNA: Microgastrópodos.

Ostrácodos.

Foraminíferos bentónicos.

Foraminíferos planctónicos: Globorotalia opima opima Bolli

Globigerinoides subquadratus Brönnimann

Globigerina praebulloides leroyi Blow & Banner

EDAD: Mioceno inferior-medio.

PROCESÓ: Sergio Hernández Villalobos.

DETERMINÓ: Sergio Hernández Villalobos.

## A2.2.2. Muestra TP-0202: Taxonomía de los foraminíferos planctónicos

Reino: Chromista (Cavalier-Smith, 1981)

Subreino: Harosa (Cavalier-Smith, 2010)

Infrareino: Rhizaria (Cavalier-Smith, 2002)

Filo: Foraminifera (d'Orbigny, 1826)

Clase: Globothalamea (Pawłowski, Holzmann & Tyszka, 2013)

Subclase: Rotaliana (Mikhalevich, 1980)

Orden: Rotaliida (Delage y Hérouard, 1896)

Suborden: Globigerinina (Delage y Hérouard, 1896)

Superfamilia: Globigerinoidea (Carpenter et al., 1862)

Familia: Globigerinidae (Carpenter et al., 1862)

Género: Paragloborotalia (Cifelli, 1982)

Especie: Paragloborotalia opima (Ilustración 4 y Ilustración 5) (Antes: Globorotalia opima subsp. opima) (Bolli, 1957)

Edad: Oligoceno inferior-Mioceno inferior.

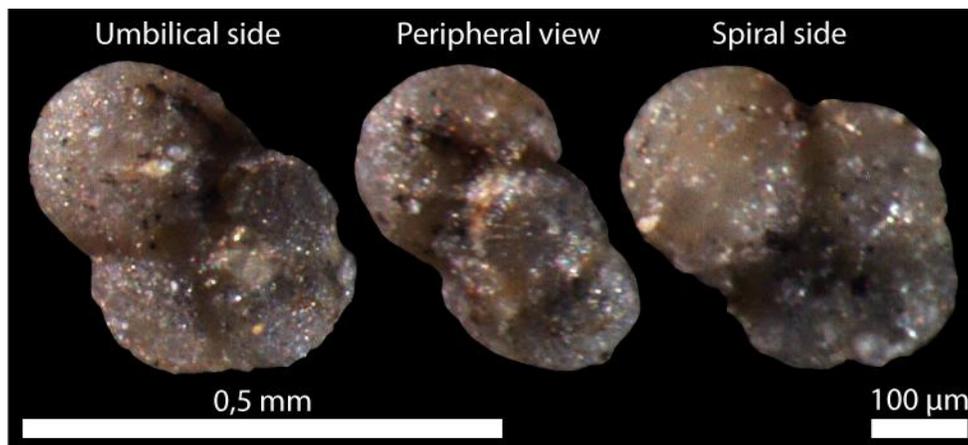


Ilustración 4. Paragloborotalia opima.

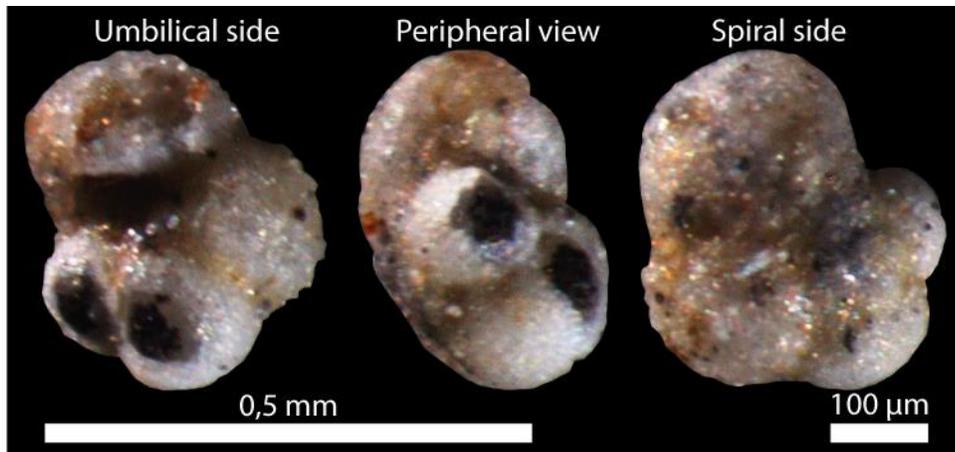


Ilustración 5. *Paragloborotalia opima*.

Subfamilia: Globigerininae (Carpenter et al., 1862)

Género: Globigerinoides (Cushman, 1927)

Especie: *Globigerinoides subquadratus* (Ilustración 6) (Brönnimann, 1954)

Edad: Mioceno inferior-superior.

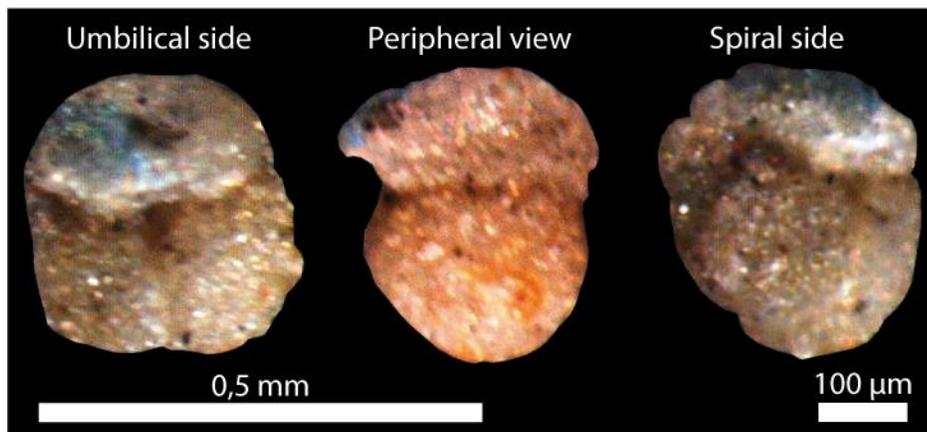


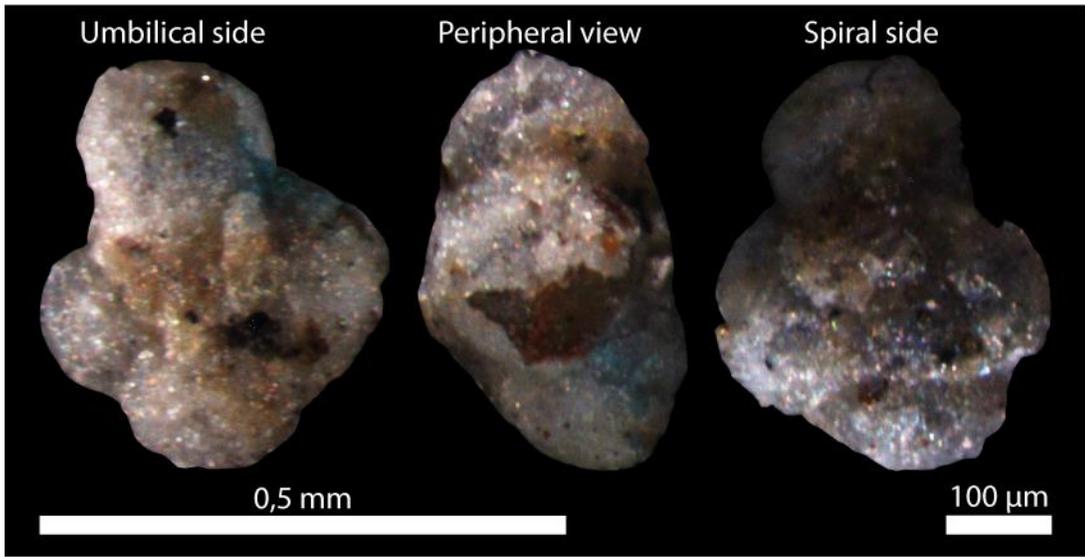
Ilustración 6. *Globigerinoides subquadratus*.

Subfamilia: Globigerininae (Carpenter et al., 1862)

Género: *Globigerina* (d'Orbigny, 1826)

Especie: *Globigerina officinalis* (Ilustración 7) (Subbotina, 1953) (Antes: *Globigerina praebulloides* subsp. *leroyi*) (Blow y Banner, 1962)

Edad: Eoceno-Mioceno inferior.



*Ilustración 7. Globigerina praebulloides leroyi.*



### **A2.3. Informes negativos de muestras**

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**  
**Escuela Centroamericana de Geología**

*Tel. (506) 207 5625/ 225-7941*

*Fax (506) 234-2347*

Sección de Paleontología



#### **INFORME MICROPALAEONTOLOGICO**

Fecha: 26/01/2018

**CODIGO:** MC - 05

**COLECTOR:** Luis P. González Vargas

**UBICACIÓN GEOGRAFICA:** Río Fresco, Colinas, Buenos Aires, Puntarenas

**METODOLOGIA:** La muestra primero se quebró, luego tratada con agua oxigenada ( $H_2O_2$ ) al 10%, al cabo de aproximadamente catorce horas se tamizó y las diferentes fracciones fueron secadas en recipientes separados, finalmente se analizaron en el microscopio.

**FAUNA:** La fauna encontrada está en muy mal estado de preservación.

**EDAD:** No se puede determinar.

**PROCESÓ:** Sergio Hernández Villalobos

**DETERMINÓ:**



**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**  
**Escuela Centroamericana de Geología**



Tel. (506) 207 5625/ 225-7941  
Fax (506) 234-2347

Sección de Paleontología

**INFORME MICROPALAEONTOLOGICO**

Fecha: 16/04/2018

**CODIGO:** TJ-0407c

**COLECTOR:** Luis P. González Vargas

**UBICACIÓN GEOGRAFICA:** Río Platanares, Pejiballe, Pérez Zeledón.

**METODOLOGIA:** La muestra primero se quebró, luego tratada con agua oxigenada (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) al 10%, al cabo de aproximadamente catorce horas se tamizó y las diferentes fracciones fueron secadas en recipientes separados, finalmente se analizaron en el microscopio.

**FAUNA:** La fauna encontrada está en muy mal estado de preservación.

**EDAD:** No se puede determinar.

**PROCESÓ:** Sergio Hernández Villalobos

**DETERMINÓ:**



**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**  
**Escuela Centroamericana de Geología**



Tel. (506) 207 5625/ 225-7941

Fax (506) 234-2347

Sección de Paleontología

**INFORME MICROPALAEONTOLOGICO**

Fecha: 16/04/2018

**CODIGO:** TJ-1114a

**COLECTOR:** Luis P. González Vargas

**UBICACIÓN GEOGRAFICA:** Río Águila, Pejiballe, Pérez Zeledón.

**METODOLOGIA:** La muestra primero se quebró, luego tratada con agua oxigenada ( $H_2O_2$ ) al 10%, al cabo de aproximadamente catorce horas se tamizó y las diferentes fracciones fueron secadas en recipientes separados, finalmente se analizaron en el microscopio.

**FAUNA:** La fauna encontrada está en muy mal estado de preservación.

**EDAD:** No se puede determinar.

**PROCESÓ:** Sergio Hernández Villalobos

**DETERMINÓ:**



**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**  
**Escuela Centroamericana de Geología**



Tel. (506) 207 5625/ 225-7941

Fax (506) 234-2347

Sección de Paleontología

**INFORME MICROPALAEONTOLOGICO**

Fecha: 17/04/2018

**CODIGO:** TC-0618a

**COLECTOR:** Luis P. González Vargas

**UBICACIÓN GEOGRAFICA:** Lagarto, Carretera Interamericana Sur, Buenos Aires.

**METODOLOGIA:** La muestra primero se quebró, luego tratada con agua oxigenada (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) al 10%, al cabo de aproximadamente catorce horas se tamizó y las diferentes fracciones fueron secadas en recipientes separados, finalmente se analizaron en el microscopio.

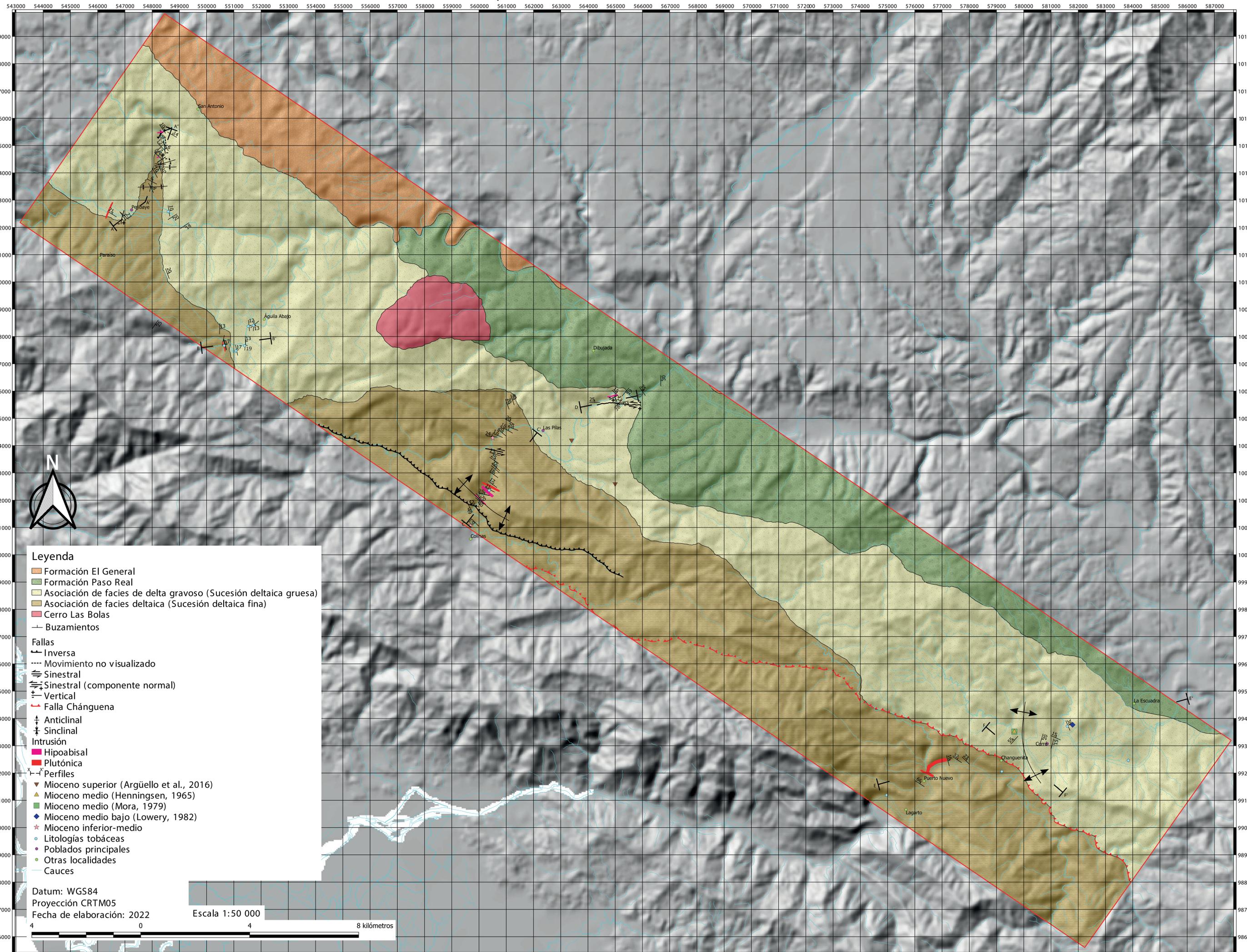
**FAUNA:** La fauna encontrada está en muy mal estado de preservación.

**EDAD:** No se puede determinar.

**PROCESÓ:** Sergio Hernández Villalobos

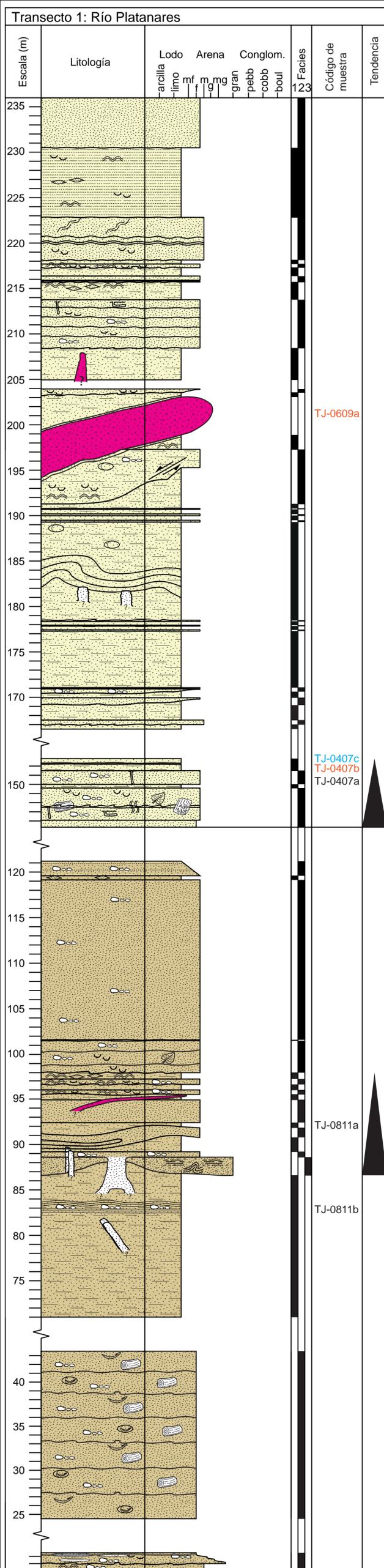
**DETERMINÓ:**

# Apéndice 3: Mapa de asociaciones de facies y sucesiones sedimentarias de una parte de la Cuenca Térraba, Pacífico sur, Costa Rica



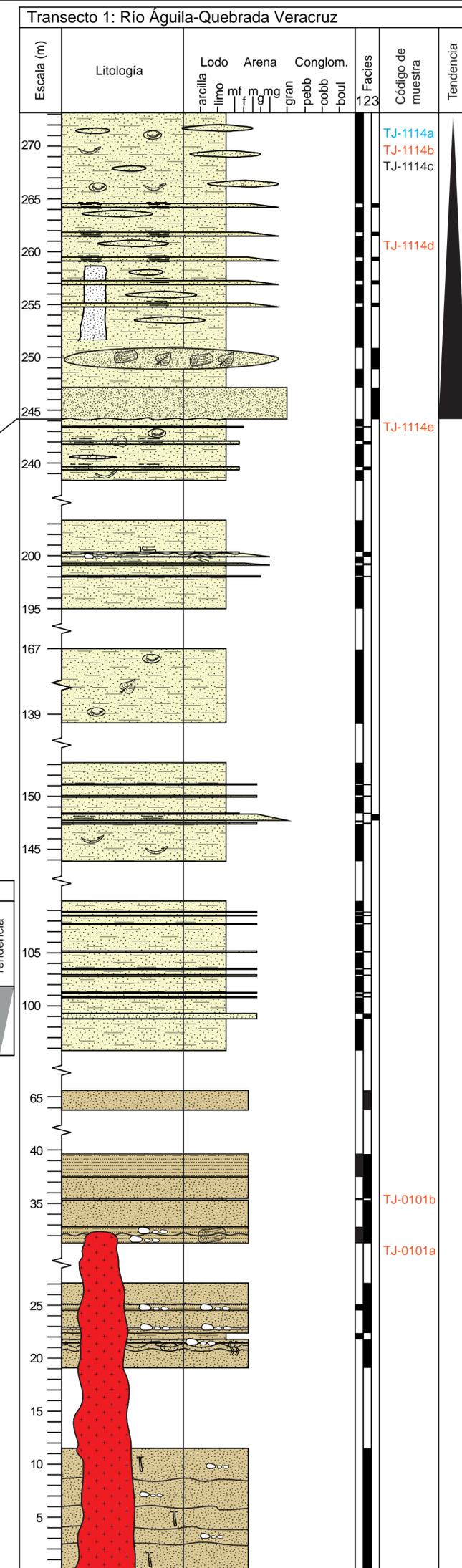
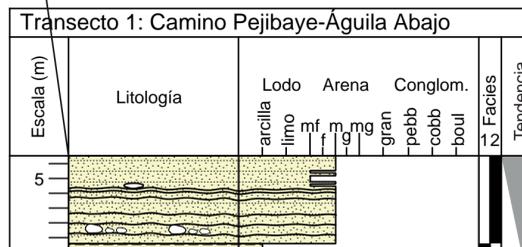
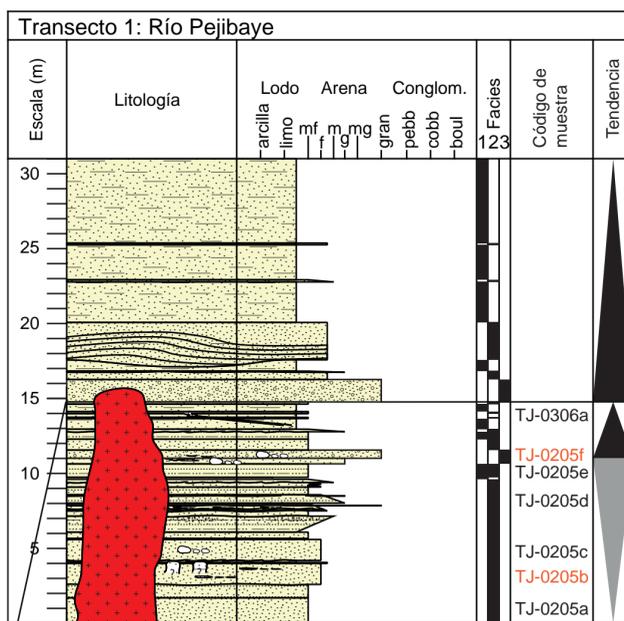
- Leyenda**
- Formación El General
  - Formación Paso Real
  - Asociación de facies de delta gravoso (Sucesión deltaica gruesa)
  - Asociación de facies deltaica (Sucesión deltaica fina)
  - Cerro Las Bolas
  - Buzamientos
  - Fallas**
    - Inversa
    - Movimiento no visualizado
    - Sinistral
    - Sinistral (componente normal)
    - Vertical
    - Falla Chánguena
  - Intrusión**
    - Hipoabisal
    - Plutónica
  - Perfiles**
    - Mioceno superior (Argüello et al., 2016)
    - Mioceno medio (Henningsen, 1965)
    - Mioceno medio (Mora, 1979)
    - Mioceno medio bajo (Lowery, 1982)
    - Mioceno inferior-medio
    - Litologías tobáceas
    - Poblados principales
    - Otras localidades
    - Cauces

Datum: WGS84  
 Proyección CRTM05  
 Fecha de elaboración: 2022  
 Escala 1:50 000  
 8 kilómetros



## Apéndice 4: Columnas estratigráficas por transectos con asociaciones de facies y sucesiones sedimentarias

### A4.1. Columnas estratigráficas del transecto 1



### Simbología

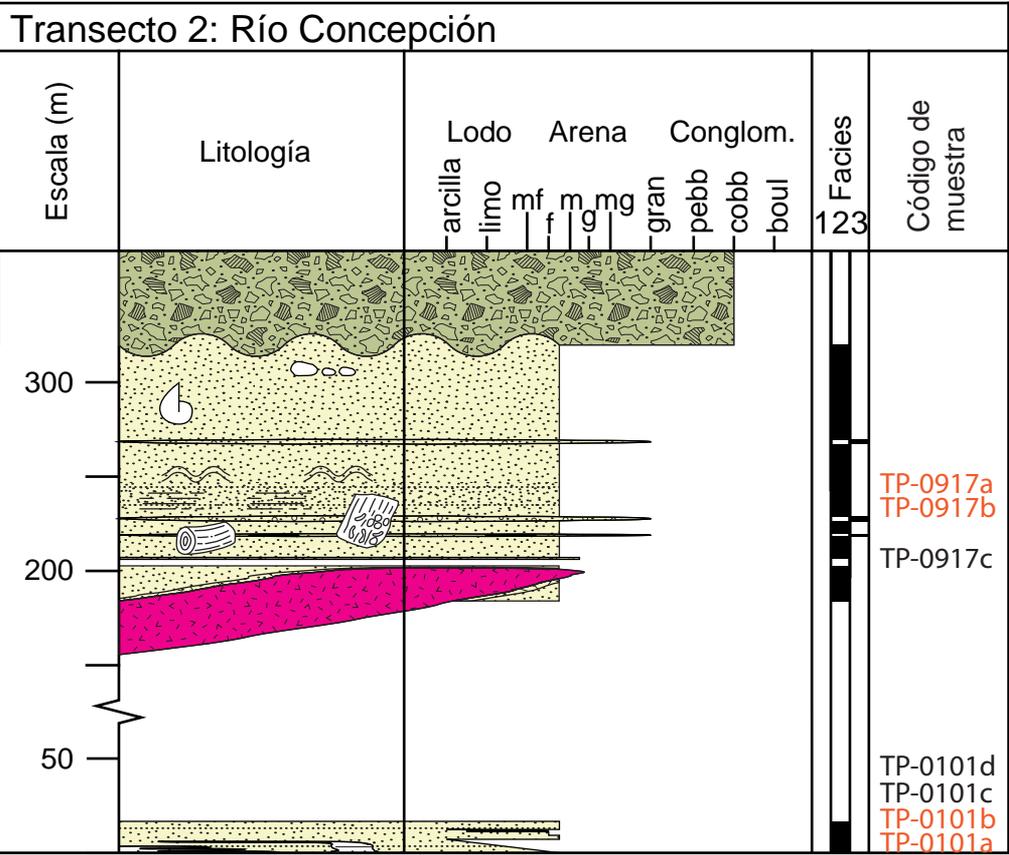
- Asociación de facies deltaica (Sucesión deltaica fina)
- Asociación de facies de delta gravoso (Sucesión deltaica gruesa)
- Gradación normal
- Gradación inversa
- Laminaciones planares paralelas
- Laminaciones onduladas paralelas
- Laminaciones convolutas
- Niveles lodosos con estructuras de carga y ondulaciones
- Dique sedimentario
- Slumps
- Adelgazamiento de estratos
- Clastos lodosos (*Rip-up clasts*)
- Lentes limosos *flaser*
- Lentes arenosos
- Thalassinoides* verticales
- Thalassinoides* horizontales
- Chondrites*
- Teredolites*
- Bioturbación
- Bivalvos
- Gasterópodos
- Concreciones
- Xilópalos
- Carbón
- Falla normal sinsedimentaria
- Finos hacia arriba (FU, *Fining Upwards*)
- Gruesos hacia arriba (CU, *Coarsening Upwards*)

### Leyenda

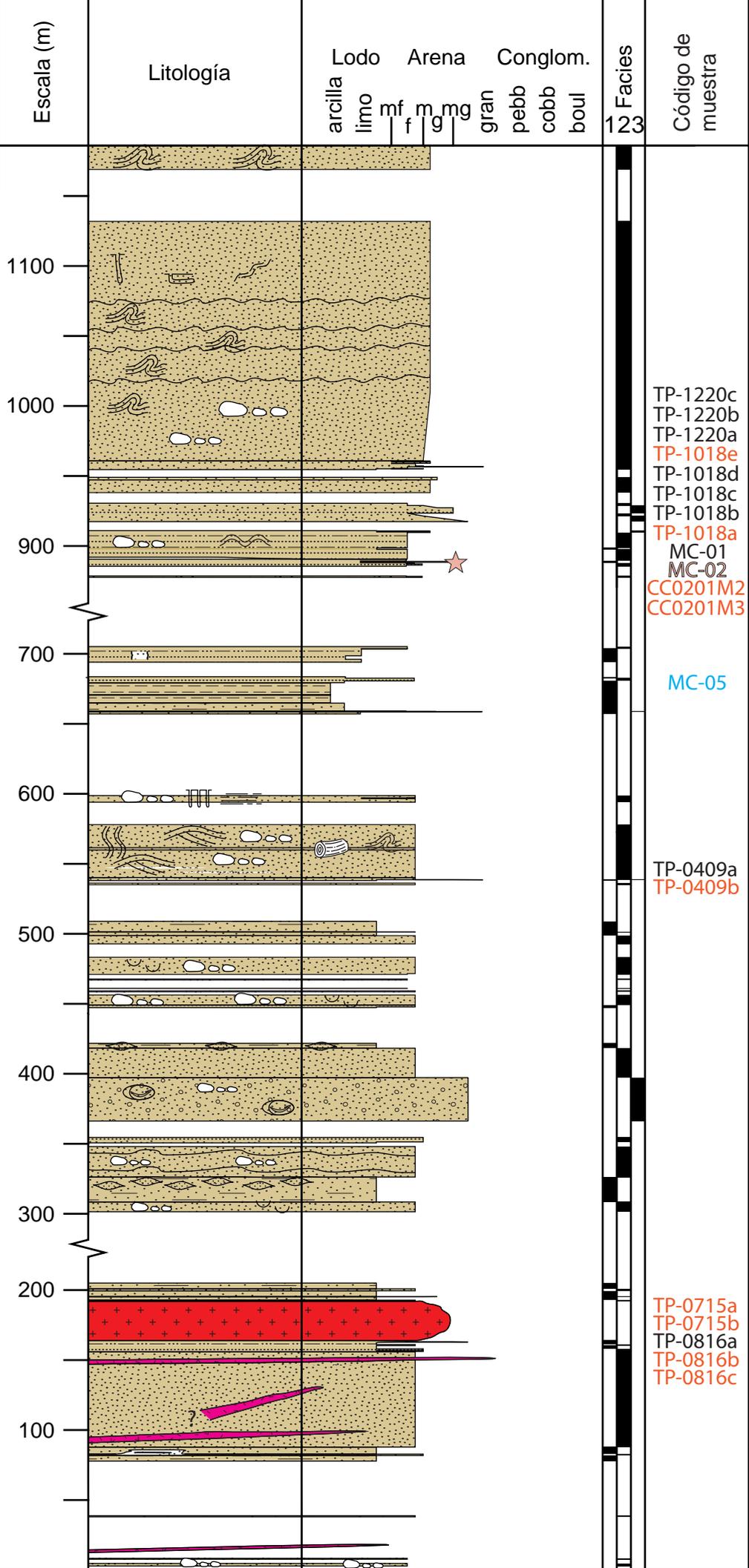
- Lodolitas
- Limolitas
- Wackes*
- Conglomerados
- Ritmitas de limolitas-*wackes*
- Ritmitas de *wackes*
- Intrusión hipoabisal
- Intrusión plutónica
- Alteración por contacto enfriado

TJ-0407a Muestra  
TJ-0407b Muestra con sección delgada  
TJ-0407c Muestra con análisis micropaleontológico negativo

### A4.2. Columnas estratigráficas del transecto 2



### Transecto 2: Ríos Fresco-Pilas



#### Simbología

- Asociación de facies deltaica (Sucesión deltaica fina)
- Asociación de facies de delta gravoso (Sucesión deltaica gruesa)
- Gradación normal
- Gradación inversa
- Laminaciones planares paralelas
- Laminaciones onduladas paralelas
- Marcas de flujo de agua
- Laminaciones convoluta
- Niveles lodosos con estructuras de carga y ondulaciones
- Dique sedimentario
- Clastos lodosos (*Rip-up clasts*)
- Lentes limosos *flaser*
- Lentes arenosos
- Thalassinoides* verticales
- Thalassinoides* horizontales
- Chondrites*
- Skolithos*
- Teredolites*
- Bioturbación
- Fragmentos de conchas
- Concreciones
- Xilópalos
- Discordancia
- Mioceno inferior-medio
- Finos hacia arriba (FU, *Fining Upwards*)
- Gruesos hacia arriba (CU, *Coarsening Upwards*)
- Muestra
- Muestra con sección delgada
- Muestra con análisis micropaleontológico negativo
- Muestra con datación micropaleontológica

#### Leyenda

- Lodolitas
- Limolitas
- Wacke*
- Conglomerados
- Ritmitas de limolitas-*wacke*
- Ritmitas de *wackes*
- Intrusión hipoabisal
- Intrusión plutónica
- Conglomerados guijarrosos
- Alteración por contacto enfriado

### A4.3. Columnas estratigráficas del transecto 3

#### Simbología

-  Asociación de facies deltaica (Sucesión deltaica fina)
-  Asociación de facies de delta gravoso (Sucesión deltaica gruesa)
-  Gradación normal
-  Gradación inversa
-  Laminaciones planares paralelas
-  Laminaciones convolutas
-  Dique sedimentario
-  Boudinage
-  Pinch and swell
-  *Thalassinoides* verticales
-  *Thalassinoides* horizontales
-  Bioturbación
-  Fragmentos de conchas
-  Gasterópodos
-  Bivalvos
-  Concreciones
-  Xilópalos
-  Carbón
-  Discordancia
-  Mioceno medio (Henningesen, 1965)
-  Mioceno medio (Mora, 1979)
-  Mioceno medio bajo (Lowery, 1982)
-  Finos hacia arriba (FU, *Fining Upwards*)
-  Gruesos hacia arriba (CU, *Coarsening Upwards*)

TC-0618e Muestra

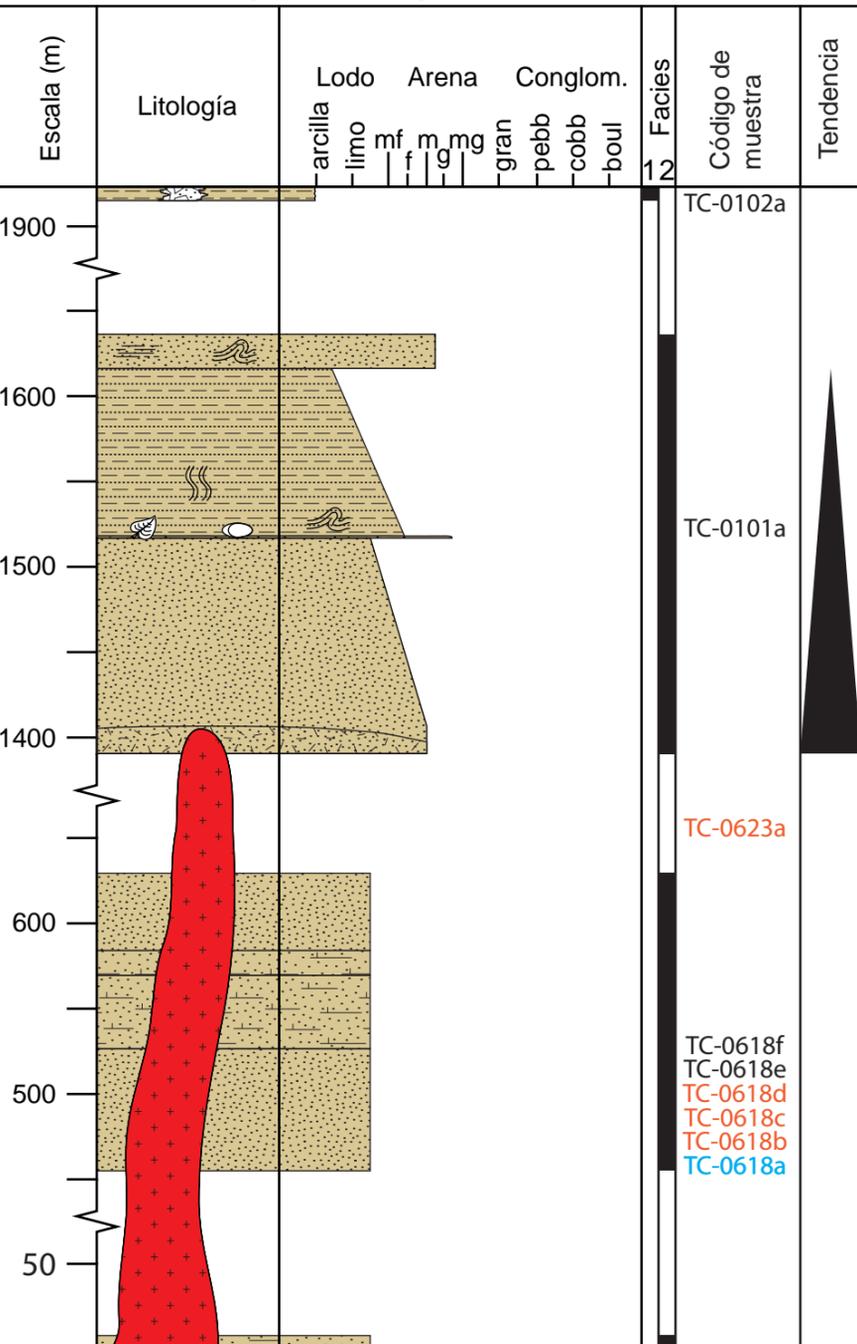
TC-0618b Muestra con sección delgada

TC-0618a Muestra con análisis micropaleontológico negativo

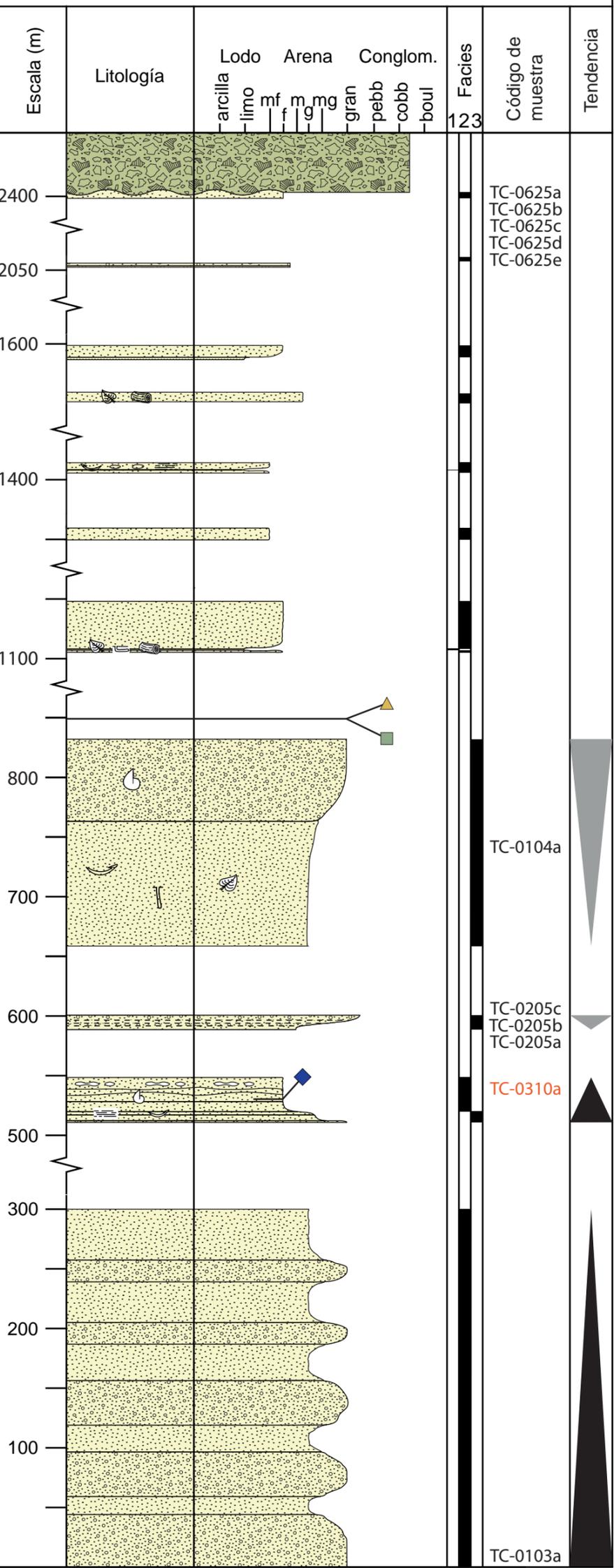
#### Leyenda

-  Lodolitas
-  Limolitas
-  Wackes
-  Wackes carbonatadas
-  Conglomerados
-  Ritmitas de lodolitas-wackes
-  Intrusión plutónica
-  Conglomerados guijarrosos
-  Alteración por contacto enfriado

#### Transecto 3: Lagarto-Changuenita



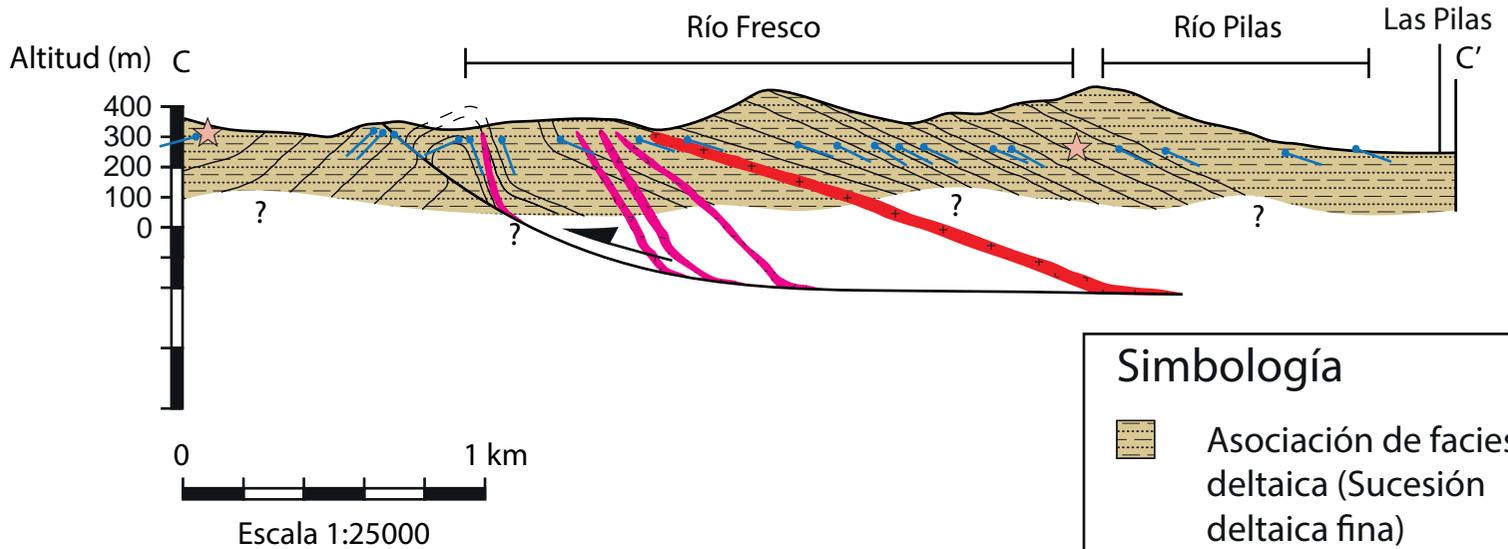
#### Transecto 3: Curré-La Escuadra





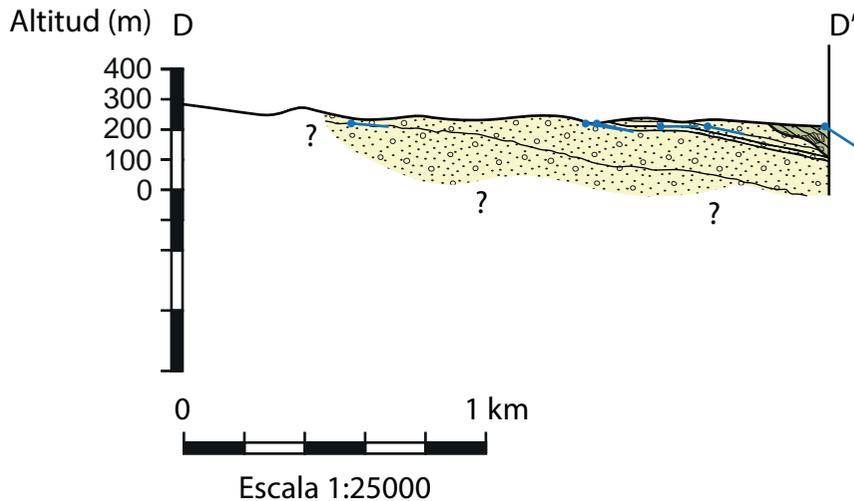
### A5.2.1. Perfil ríos Fresco-Pilas

38°



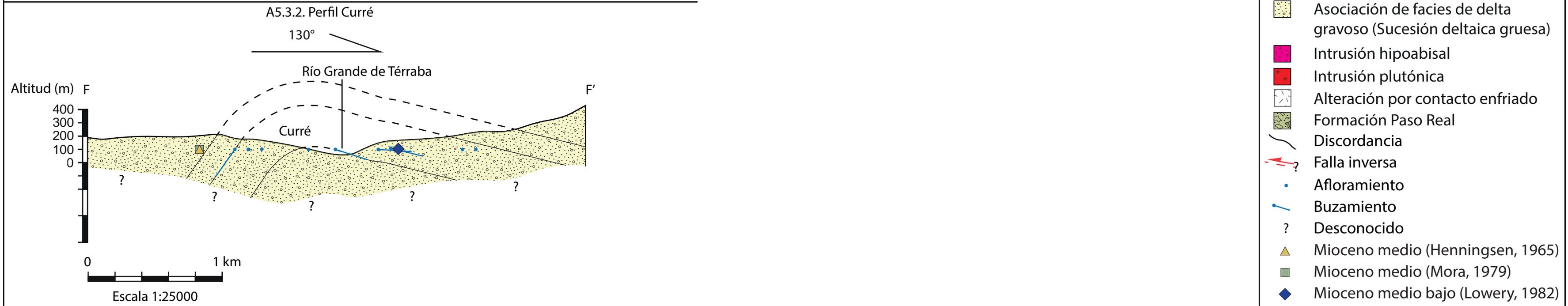
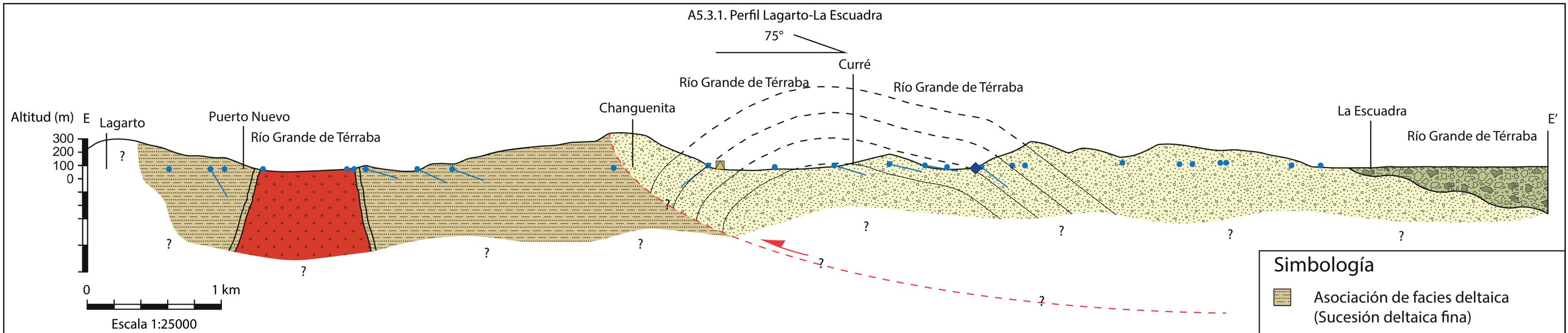
### A5.2.2. Perfil río Concepción

79°



### Simbología

- Asociación de facies deltaica (Sucesión deltaica fina)
- Asociación de facies de delta gravoso (Sucesión deltaica gruesa)
- Intrusión hipobasal
- Intrusión plutónica
- Formación Paso Real
- Discordancia
- Falla inversa
- Buzamiento
- Desconocido
- Mioceno inferior-medio



- #### Simbología
- Asociación de facies deltaica (Sucesión deltaica fina)
  - Asociación de facies de delta gravoso (Sucesión deltaica gruesa)
  - Intrusión hipoabisal
  - Intrusión plutónica
  - Alteración por contacto enfriado
  - Formación Paso Real
  - Discordancia
  - Falla inversa
  - Afloramiento
  - Buzamiento
  - Desconocido
  - Mioceno medio (Henningesen, 1965)
  - Mioceno medio (Mora, 1979)
  - Mioceno medio bajo (Lowery, 1982)