

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

**INTEGRACIÓN Y ACTUALIZACIÓN GEOLÓGICA DEL ÁREA DE  
CUMANACOA, ESTADO SUCRE A ESCALA 1:100.000**

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela  
Para optar al Título de Ingeniero Geólogo  
Por la Br. Navas C. Elieisimar

Caracas, 2018

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

**INTEGRACIÓN Y ACTUALIZACIÓN GEOLÓGICA DEL ÁREA DE  
CUMANACOA, ESTADO SUCRE A ESCALA 1:100.000**

**TUTOR:** Alezones Ricardo

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela  
Para optar al Título de Ingeniero Geólogo  
Por la Br. Navas C. Elieisimar

Caracas, 2018

*A **Dios**, por darme vida,  
Sabiduría y permitirme alcanzar esta meta.*

*A **Gloria**, mi mama  
Por apoyarme siempre y ser mi pilar fundamental.*

*A **Betania**, mi niña.  
Mi vida entera, por darme la fuerza necesaria.*

*A mis hermanas: **Jane** por tu sacrificio y por creer en mí; **Glori** por tu apoyo.*

*A **Jonathan**, mi esposo  
Por toda tu paciencia y comprensión.*

*“No deberían existir fronteras para el esfuerzo humano. Por muy dura que nos parezca la vida, mientras haya vida hay esperanza.”*

*Stephen Hawking / Eddie Redmayne.*

**NAVAS CARRILLO, ELIEISIMAR**

## **INTEGRACIÓN Y ACTUALIZACIÓN GEOLÓGICA DEL ÁREA DE CUMANACOA, ESTADO SUCRE A ESCALA 1:100.000**

**Tutor: Alezones Ricardo. Tesis, Caracas UCV. Facultad de Ingeniería. Escuela de  
Geología, Minas y Geofísica. 2018, p. 141.**

**Palabras clave:** Cartografía digital, Cumanacoa-estado Sucre, SIG, petrografía sedimentaria.

**Resumen:** el objetivo fundamental de esta investigación, fue realizar la actualización de la cartografía geológica digital, a través de información remota, cartas topográficas a escala 1:25.000 y 1:100.000, además de un análisis crítico de la topografía, geología y geomorfología de la zona de estudio. Para realizar la integración y actualización cartográfica, fue indispensable la recopilación de la información geológica de trabajos previos, y un análisis de muestras petrográficas (secciones finas), recolectadas por la compañía Creole Petroleum Corporation en el año 1959, con la finalidad de generar 16 mapas geológicos a escala 1:25.000 y uno regional a escala 1:100.000. Con todos los datos recolectados, se realizó una base de datos interactiva.

La zona de estudio cuenta con un área de 2.021 km<sup>2</sup>, la cual se divide topográficamente en dos unidades: Unidad de relieve alto y Unidad de relieve bajo; la primera unidad se caracteriza por poseer cerros y filas con alturas superiores a los 800 m y su orientación aproximada es NE. Por su parte la Unidad de relieve bajo cuyas alturas son menores a 700 m, consta de dos subunidades: la primera se denomina filas y cerros bajos y la última valles amplios en intramontinos. Cumanacoa, cuenta con dos cuencas exorreicas, cuyas aguas son trasladadas hacia el río San Juan y al Mar Caribe. El área estudiada se caracteriza por presentar un patrón de drenaje dendrítico (90%) y en ocasiones subparalelo (10%).

Geomorfológicamente, la topografía alta representa la franja dominante del mapa, debido a que se encuentra constituido por litología como areniscas muy duras, calcáreas, otorgándole resistencia a la erosión. Por otro lado, la topografía baja constituida por la franja norte y sur, se encuentra conformada por sedimentos menos competentes y por ende la variable climática se encuentra dominando y modelando el paisaje constantemente.

Respecto a la parte estructural, el área estudiada cuenta con un conjunto de pliegues cuyos ejes se orientan en sentido aproximado N 55°-60° E. Las estructuras mayores de la zona estudiada corresponden con el sinclinal Buena Vista situado en el extremo sur de la carta, y el anticlinal de Cerro Grande al este del mapa. Del mismo modo, se tiene la falla dextral San Francisco, la cual se encuentra atravesando los pliegues y a su vez divide a la Serranía del Interior en dos bloques: el bloque Caripe hacia el este y el Bloque Bergantín hacia el oeste. La identificación de las estructuras geológicas presentes, se realizó con la ayuda de tres cortes geológicos, los cuales contribuyeron con la deducción de los fenómenos o eventos geológicos que ocurrieron en la zona de estudio.

Cabe destacar, que mediante el análisis petrográfico se pudo diferenciar el Grupo Guayuta. Este grupo se encuentra ubicado en la zona central y sur del mapa. Partiendo de la evidencia fósil: *Globigerinelloides* sp, *Heterohelix* sp, *Gavelinella* sp, y *Dicarinella* sp; además de la litología más predominante, caracterizada por calizas y lutitas negras, permitió identificar a la Formación Querecual como posible unidad litoestratigráfica correspondiente. Del mismo modo, se tomó en cuenta la información de una columna estratigráfica del sureste de Cumanacoa, la cual aportó datos paleontológicos y paleoambientales, que fortalecieron dicha interpretación.

Los mapas geológicos actualizados, elaborados en este trabajo, forman parte de una herramienta física y digital innovadora, que pueden ser usados en futuros estudios científicos y para interpretaciones geológicas de superficie, así como instrumento fundamental en la planificación y ordenamiento territorial del país, también para impulsar la industria minera.

## ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS .....	x
ÍNDICE DE TABLAS .....	xvi
1. INTRODUCCIÓN.....	18
1.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	18
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	20
1.3. JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE .....	20
1.4. OBJETIVOS .....	21
1.4.1. OBJETIVO GENERAL .....	21
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	21
1.5. ANTECEDENTES.....	22
1.5.1. ANTECEDENTES GEOLÓGICOS .....	22
1.5.2. ANTECEDENTES METODOLÓGICOS.....	23
1.6. MARCO METODOLÓGICO.....	26
1.6.1. Etapa I: Recopilación y Compilación .....	27
1.6.2. Etapa II: Elaboración de mapas geológicos .....	27
1.6.3. Etapa III: Trabajo de oficina .....	28
1.6.3.1. Estudio petrográfico .....	28
2. GEOLOGÍA REGIONAL .....	29
2.1. GENERALIDADES .....	29
2.2. Cuenca Oriental de Venezuela.....	29
2.3. Evolución tectónica de la cuenca Oriental.....	31
2.4. Provincias geológicas de la cuenca Oriental.....	33
2.4.1. Provincia de Serranía del Interior .....	33
2.4.2. Provincia Transicional de Maturín .....	33

2.4.3.	Provincia de cuenca antepaís de Maturín .....	34
2.5.	Rasgos estructurales de la cuenca Oriental.....	34
3.	UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS .....	37
3.1.	Cretáceo Medio a Inferior.....	38
3.1.1.	Grupo Sucre .....	38
3.2.	Cretáceo Superior .....	46
3.2.1.	Grupo Guayuta.....	46
3.3.	Eoceno Cretáceo .....	48
3.3.1.	Grupo Santa Anita .....	48
3.4.	Oligoceno Inferior a Superior .....	50
3.4.1.	Grupo Merecure.....	50
3.5.	Plioceno .....	52
3.6.	Pleistoceno .....	53
4.	GEOGRAFÍA FÍSICA .....	55
4.1.	FISIOGRAFÍA Y RELIEVE .....	55
4.1.1.	Unidad de relieve alto.....	55
4.1.2.	Sub-unidad 1: Filas y cerros altos .....	55
4.1.3.	Unidad de relieve bajo.....	60
4.1.4.	Sub-unidad 2: filas y cerros bajos .....	60
4.1.5.	Sub-unidad 3: Valles amplios e intramontinos.....	62
4.2.	DRENAJES .....	64
4.3.	CLIMA .....	66
4.4.	VEGETACIÓN.....	66
4.5.	GEOMORFOLOGÍA.....	67
4.5.1.	Unidades Geomorfológicas.....	67

5. DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA.....	68
5.1. GENERALIDADES .....	68
5.2. Cretácico Medio a Inferior.....	68
5.2.1. Formación El Cantil (Kec).....	68
5.2.2. Formación Chimana (Kch) .....	70
5.3. Cretácico Superior .....	71
5.3.1. Grupo Guayuta (Kg) .....	71
5.4. Eoceno- Cretácico.....	86
5.4.1. Formación San Juan (Kj) .....	86
5.5. Formación Vidoño (Tpkv) .....	90
5.6. Formación Caratas (Tec) .....	99
5.7. Oligoceno inferior a superior .....	103
5.7.1. Grupo Merecure.....	103
6. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL.....	108
6.1. GENERALIDADES .....	108
6.2. Pliegues Concéntricos.....	111
6.3. Fallas.....	113
6.3.1. Falla San Francisco .....	114
6.3.2. Fallas de alto ángulo .....	115
6.3.3. Fallas Normales .....	115
7. HISTORIA GEOLÓGICA .....	117
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	122
8.1. CONCLUSIONES .....	122
8.2. RECOMENDACIONES .....	125
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	126

APÉNDICE A.....	132
ANEXOS .....	139

|

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación regional de la zona de estudio, abarcando los estados: Sucre, Monagas y Anzoátegui. Tomado de GEOMAP, 2018. ....	19
Figura 2. Ubicación de la hoja 7446: comprendida en la NC 20-6, 1:250.000. Mapa geológico de Venezuela, tomado de U.S. Geological Survey Open File Report, 2006. ....	19
Figura 3. Microscopio de luz polarizada marca ZEISS, modelo AXIOSKOP 40. ....	29
Figura 4. Cuencas petrolíferas de Venezuela (Tomado de YORIS Y OSTOS, 1997). L.E.B. = Lineamiento de El Baúl. ....	30
Figura 5. Corte geológico conceptual norte-sur, que muestra la morfología de la subcuenca de Guárico (Tomado de YORIS & OSTOS, 1997). ....	31
Figura 6. Corte geológico conceptual NO-SE, que muestra la morfología de la subcuenca de Maturín. (Tomado de YORIS & OSTOS, 1997). ....	31
Figura 7. Unidades presentes en Cumanacoa. (Mapa geológico de Venezuela, tomado de U.S. Geological Survey Open File Report, 2006). ....	37
Figura 8. Tabla de correlación de la cuenca Oriental de Venezuela. PDVSA-LÉXICO ESTRATIGRÁFICO (2011). ....	38
Figura 9. Mapa geológico generalizado donde resaltan las unidades estratigráficas de la zona de estudio. ....	54
Figura 10. Fisiografía de la zona central del área de estudio. ....	59
Figura 11. Rasgos fisiográficos del noreste de la zona de estudio. ....	63
Figura 12. Rasgos fisiográficos generales del sur de la carta. ....	63
Figura 13. Cuenca del Río Manzanares, con curso de agua meandriforme hacia el Mar Caribe. ....	65
Figura 14. Cuenca del Río Guarapiche, sus aguas confluyen en sentido sur-este. ....	65
Figura 15. Formación El Cantil Muestra 51658. Micrita fosilífera/ <i>Mudstone</i> / Micrita lodosa. Aspecto general de la roca, NP (A) y NC (B). 10x. ....	69
Figura 16. Formación El Cantil Muestra 74026. Micrita fosilífera/ <i>Mudstone</i> / Micrita lodosa. Aspecto general de la roca, NP (a) y NC (b). 2.5x; (c) y (d) Transformación de aragonito-calcita 10x. ....	70

Figura 17. Formación Chimana. Muestra 51564. Micrita dismicrita/ <i>Mudstone</i> / Micrita lodosa. A y B) Aspecto general de la roca, donde se observa porosidad vug, NP (A) y NC (B). 2.5x; (C) y (D) Reemplazo de sílice en caliza y fragmento fósil. NP (C) y NC (D). 10x. ....	71
Figura 18. Grupo Guayuta. Muestra 36849. Micrita fosilífera/ <i>Mudstone</i> / Micrita lodosa. A) Aspecto general de la roca, NC 10x; B) Cemento granular y posible bioturbación, NC. ...	72
Figura 19. Grupo Guayuta. Muestra 36850. Pelmicrita/ <i>Mudstone</i> / Micrita lodosa. A y B) Envoltorios micríticos, foraminíferos como <i>Heterohelix</i> sp., y pellets. (A) NP y (B) NC...	73
Figura 20. Grupo Guayuta. Muestra 36851. Biomicrita esparcida/ <i>Mudstone</i> / Micrita lodosa. A) Foraminífero <i>Gavelinella</i> sp (1). B) Foraminíferos <i>Dicarinella</i> sp (2). <i>Globigerinelloides</i> sp (3). (A) y (B) NP. ....	74
Figura 21. Grupo Guayuta. Muestra 36852. Biomicrita esparcida/ <i>Mudstone</i> / Micrita lodosa. A) Glauconita que se presenta como relleno de un fósil; NP 10x. B) Calcita baja en magnesio, que se desarrolla en forma de veta; NC 10x.....	75
Figura 22. Grupo Guayuta. Muestra 36854. Micrita dismicrita/ <i>Mudstone</i> / Micrita lodosa. A) Aspecto general de la roca. Porosidad disolución. NC; 2.5x. ....	75
Figura 23. Grupo Guayuta. Muestra 36855. Micrita dismicrita/ <i>Mudstone</i> / Micrita lodosa. A) Aspecto general de la roca. Porosidad disolución. NC, 2.5x.....	76
Figura 24. Grupo Guayuta. Muestra 51528. Micrita dismicrita/ <i>Mudstone</i> / Micrita lodosa. A) Aspecto general de la roca. Porosidad disolución. NP, 2.5x. ....	77
Figura 25. Grupo Guayuta. Muestra 51536. Biomicrita/ <i>Wackestone</i> / Micrita lodosa. A y B) Aspecto general de la roca, donde se observa la aglomeración (masa) de fósiles. (A) NP y (B) NC; 2.5x. C y D) Inversión homoaxial de fragmentos de moluscos. NC; 10x. ....	78
Figura 26. Grupo Guayuta. Muestra 51723. Biomicrita/ <i>Mudstone</i> / Micrita lodosa. A) Aspecto general de la roca. Porosidad disolución e intrapartícula. NC; 2.5x. B) Presencia de los fósiles: <i>Heterohelix globulosa</i> (1) y <i>Nodosaria</i> (2). NP; 10x .....	79
Figura 27. Grupo Guayuta. Muestra 51796. Micrita dismicrita / <i>Wackestone</i> / Micrita lodosa. A) Aspecto general de la roca. Silicificación de un fósil. (A) NP, (B) NC; 2.5x. ...	80
Figura 28. Grupo Guayuta. Muestra 106513. Micrita fosilífera / <i>Mudstone</i> / Micrita lodosa. A) Variedad de fósiles y fragmentos de moluscos. B) Ooide. C) Foraminífero. (D) Posible fósil: <i>Marginotruncana undulata</i> . (A y B) NC (C y D); 10x. ....	81

Figura 29. Grupo Guayuta. Muestra 106514. Micrita fosilífera / <i>Mudstone</i> / Micrita lodosa. A) Fósil NC. B) Foraminífero bentónico <i>Gavelinella sp.</i> , NP. 10x. ....	82
Figura 30. Grupo Guayuta. Muestra 106518. Biomicrita / <i>Mudstone</i> / Micrita lodosa. A) Aspecto general de la roca rica en materia orgánica; 2,5x. B) Foraminífero planctónico <i>Contusotuncana fornicata</i> (1). C) Foraminífero planctónico <i>Globigerinelloides sp</i> (2). D) Foraminífero planctónico <i>Heterohelix sp.</i> , y restos de moluscos. NC. ....	83
Figura 32. Grupo Guayuta. Muestra 106525. Biomicrita / <i>Mudstone</i> / Caliza aloquímica lodosa. A) Aspecto general de la roca, donde se observan masas de fósiles; 2.5x. B) Foraminífero pláncico <i>Heterohelix reussi</i> , 10x (A) y (B) NP. ....	85
Figura 33. Grupo Guayuta. Muestra 106526. Biomicrita / <i>Mudstone</i> / Caliza aloquímica lodosa. A) y B) Aspecto general de la roca, donde se observan abundantes envoltorios micriticos. (A) NC, (B) NP; 2.5x. C) Fragmento de molusco (1). D) foraminíferos: <i>Globigerinelloides sp</i> (2), <i>Marginotruncana renzi</i> (3) y <i>Heterohelix moremani</i> (4); NC, 10x. ....	86
Figura 34. Formación San Juan. Muestra 36881. Micrita y dismicrita/ <i>Wackestone</i> / Micrita lodosa. A) y B) Aspecto general de la roca; NC, (A) 2.5x (B) 10x.....	87
Figura 35. Formación San Juan. Muestra 51524. Micrita fosilífera/ <i>Mudstone</i> / Micrita lodosa. A) y B) Aspecto general de la roca. Porosidad disolución 10x.; (A) NC, (B) NP...88	88
Figura 36. Formación San Juan. Muestra 51527. Micrita fosilífera/ <i>Mudstone</i> / Micrita lodosa. A) y B) Aspecto general de la roca. Porosidad disolución e inducida. 10x.; (A) NC, (B) NP.....	89
Figura 37. Formación San Juan. Muestra 106512. Micrita fosilífera/ <i>Mudstone</i> / Micrita lodosa. A) Aspecto general de la roca, NC; 2.5x. B) Foraminíferos, entre ellos <i>Globigerinelloides</i> , NP. C y D) Posible fósil: <i>Lenticulina</i> (C) NC, (D) NP. 10x.....	89
Figura 38. Formación Vidoño. Muestra 36886. Arenisca cuarzosa. A) Aspecto general de la roca. NP; 2.5x. B) Contactos: suturado (1), longitudinal (2). NP; 10x.....	90
Figura 39. Formación Vidoño. Muestra 36887. Micrita fosilífera/ <i>Mudstone</i> / Micrita lodosa. A) Aspecto general de la roca. NC; 2.5x. B, C y D) Fósiles. (B, C y D) NP; 10x...91	91
Figura 40. Formación Vidoño. Muestra 36890. Arenisca cuarzosa. A) Aspecto general de la roca. NP; 2.5x. B) Contactos: suturado (1), longitudinal (2) y cóncavo-convexo (3). NP; 10x. ....	92

Figura 41. Formación Vidoño. Muestra 36890. Arenisca cuarzosa. A) Aspecto general de la roca. NP; 2.5x. B) Roca con inclusiones de mineral accesorio, posiblemente apatito (circulo). NP; 10x. ....	93
Figura 42. Formación Vidoño. Muestra 36907. Micrita dismicrita/ <i>Wackestone</i> / Micrita lodosa. A) Aspecto general de la roca, donde se observa porosidad disolución en matriz, grano y cemento. (A) NC, (B) NP; 2.5x. ....	94
Figura 43. Formación Vidoño. Muestra 36968. Biomicrita/ <i>Wackestone</i> / Micrita Arenosa. A y B) Aspecto general de la roca, (A) NC y (B) NP; 2,5x. C y D) Foraminíferos bentónicos y planctónicos. NC, 10x. ....	95
Figura 44. Formación Vidoño. Muestra 36969. Pelmicrita/ <i>Wackestone</i> / Micrita Arenosa. A y B) Aspecto general de la roca, (A) NC y (B) NP; 2,5x. C y D) Pellets y ooides. NP, 10x. ....	96
Figura 45. Formación Vidoño. Muestra 36970. Micrita fosilífera/ <i>Mudstone</i> / Micrita lodosa. A) Aspecto general de la roca, donde se observa porosidad intrapartícula y disolución, NC; 2,5x. B) Reemplazamiento de sílice en el fósil (1). Grano de glauconita (2). NP; 10x.....	97
Figura 46. Formación Vidoño. Muestra 51525. Sublitarenita. A) Aspecto general de la roca. NP; 2.5x. B) Roca con inclusiones de mineral accesorio, posiblemente apatito. NP; 10x...97	97
Figura 47. Formación Vidoño. Muestra 51526. Micrita dismicrita/ <i>Mudstone</i> / Micrita lodosa. A) Aspecto general de la roca. (A) NC, (B) NP; 2.5x.....	98
Figura 48. Formación Vidoño. Muestra 51951. Arenisca cuarzosa. A) Aspecto general de la roca, NP; 2,5x. B) Contactos: grano-matriz (1) y cóncavo-convexo (2), NP; 10x.....	99
Figura 49. Formación Caratas. Muestra 36892. Wacka feldespática. A y B) Aspecto general de la roca, (A) NC y (B) NP; 2,5x. C) Grano redondeado de calcita encerrado en el círculo. D) Restos de fósiles. (C) y (D) NP; 10x. ....	100
Figura 50. Formación Caratas. Muestra 36908. Wacka cuarzosa. A y B) Aspecto general de la roca, donde se observa veta de calcita. (A) NC y (B) NP; 2,5x.....	101
Figura 51. Formación Caratas. Muestra 36965. Wacka lítica. A y B) Aspecto general de la roca, donde se observa foraminiferos (1) y granos de glauconira (circulo rojo) (2). (A) NC y (B) NP; 2,5x.....	102

Figura 52. Formación Caratas. Muestra 36967. Micrita fosilífera/ <i>Wackestone</i> / Micrita lodosa. A) Aspecto general de la roca. NC. B) Reemplazamiento de sílice en el foraminífero <i>Heterohelix globulosa</i> . (A) y (B) NP; 2,5x. ....	103
Figura 53. Formación Los Jabillos. Muestra 36905. Micrita fosilífera/ <i>Mudstone</i> / Micrita lodosa. A y B) Aspecto general de la roca donde se muestran minerales accesorios (círculo rojo) .(A) NC y (B) NP; 2,5x. ....	104
Figura 54. Formación Los Jabillos. Muestra 36963. Arenisca cuarzosa. A) Aspecto general de la roca (grano fino), NC; 2.5x. B) Foraminífero (1). NP; 10x. ....	105
Figura 55. Formación Los Jabillos. Muestra 36964. Arenisca cuarzosa. A) Aspecto general de la roca (A) NC y (B) NP; 2.5x. C y D) Grano de glauconita, señalado en el círculo rojo. (C) NC y (D) NP; 10x. ....	105
Figura 56. Formación Los Jabillos. Muestra 36961. Micrita fosilífera/ <i>Wackestone</i> / Micrita lodosa. A y B) Aspecto general de la roca. Porosidad disolución (1) e intrapartícula (2) (A) NC y (B) NP; 10x. ....	106
Figura 57. Formación Los Jabillos. Muestra 36962. Biomicrita/ <i>Packstone</i> / Micrita lodosa. A y B) Aspecto general de la roca, donde se observan dos facies laterales, (A) NC y (B) NP; 2.5x. C) Fragmento de molusco. D) Cemento de aragonito alrededor del fósil, (C) NP y (D) NC; 10x. ....	107
Figura 58: Configuración tectónica de la cuenca del este de Venezuela. Tomado de Passalacqua <i>et al.</i> , (1995). ....	109
Figura 59. Perfil sísmico que muestra fallas normales en el área de la plataforma del frente. Ver figura 1 para la ubicación Passalacqua <i>et al.</i> , (1995). ....	109
Figura 60. Corte oblicuo de los pliegues ocasionado por la Falla San Francisco. ....	111
Figura 61. Tendencia de los pliegues mayores y pliegues menores de la zona de estudio. Imagen SRTM-1 tomado de la Nasa (2012). ....	113
Figura 63. Falla San Francisco- SFF. Serranía del interior dividida en dos bloques: Caripe (Caripe Block) y Bergantín (Bergantín Block). Tomado de Hung (2005). ....	114
Figura 64. Fallas que ponen en contacto a las Formaciones: Barranquín, El Cantil, Chimana, además del Grupo Guayuta y aluvión. ....	115
Figura 65. Fallas normales ubicadas al norte-este del mapa. Imagen SRTM-1 tomado de la Nasa (2012). ....	116

Figura 66. Reconstrucción palinspática del Caribe en el Jurásico Temprano. Teoría de origen del Caribe en el Pacífico. Modificado de Pindell y Kennan (2001). .....	117
Figura 67. Reconstrucción palinspática del Caribe en el Mioceno Tardío. Teoría de origen del Caribe en el Pacífico. Modificado de Pindell y Kennan (2001). .....	120
Figura 68. Mapa generalizado donde se muestran las principales estructuras generadas desde el Mesozoico Temprano hasta la configuración actual.....	121
Figura A.1. Clasificación de carbonatos según Folk. Imagen tomada y modificada de Folk (1962).....	133
Figura A.2. Clasificación de carbonatos según Dunham (1962). Imagen tomada y modificada de Moore (2001). .....	134
Figura A.3. Clasificación según Mount (1985). Tomado y modificado de Díaz (2014)....	134
Figura A.4. Esquema de la estructuración interna de un depósito detrítico. Tomado del Atlas de Petrología Sedimentaria (2007). .....	135
Figura A.5. Clasificación de areniscas según Dott (1964) y Méndez (2007). Tomado de Fajardo (2011).....	136
Figura A.6. Carta visual para la determinación de la esfericidad y redondez. Tomado de Corrales et al (1977). .....	137
Figura A.7. Tabla de estimación de porcentajes.....	137
Figura A.8. Contacto en granos sedimentarios. Tomado de Fajardo (2011). .....	138

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Modelo de base de datos.....	27
Tabla 2. Disposición de las cartas a escala 1:25.000 de la hoja 7446 a escala 1:100.000 perteneciente al Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar y al Ministerio de Energía y Minas. ....	28
.....	31
Tabla 3. Evolución tectónica de la cuenca Oriental por eras geológicas.....	32
Tabla 4. Miembros de la Formación Barranquín.....	39
Tabla 5. Miembros de la Formación El Cantil.....	41
Tabla 6. Miembros de la Formación Chimana .....	43
Tabla 7. Composición mineralógica de Micrita fosilífera/ <i>Mudstone</i> .....	68
Tabla 8. Composición mineralógica de Micrita fosilífera/ <i>Mudstone</i> .....	69
Tabla 9. Composición mineralógica de Micrita fosilífera/ <i>Mudstone</i> .....	70
Tabla 10. Composición mineralógica de Micrita fosilífera/ <i>Mudstone</i> .....	71
Tabla 11. Composición mineralógica de Pelmicrita/ <i>Mudstone</i> .....	72
Tabla 12. Composición mineralógica de Biomicrita esparcida/ <i>Mudstone</i> .....	73
Tabla 13. Composición mineralógica de Biomicrita/ <i>Mudstone</i> .....	74
Tabla 14. Composición mineralógica de Micrita dismicrita/ <i>Mudstone</i> .....	75
Tabla 15. Composición mineralógica de Micrita dismicrita/ <i>Mudstone</i> .....	75
Tabla 16. Composición mineralógica de Micrita dismicrita/ <i>Mudstone</i> .....	76
Tabla 17. Composición mineralógica de Biomicrita/ <i>Wackestone</i> .....	77
Tabla 18. Composición mineralógica de Biomicrita/ <i>Mudstone</i> .....	79
Tabla 19. Composición mineralógica de Micrita dismicrita/ <i>Wackestone</i> .....	79
Tabla 20. Composición mineralógica de Micrita fosilífera/ <i>Mudstone</i> .....	80
Tabla 21. Composición mineralógica de Micrita fosilífera/ <i>Mudstone</i> .....	81
Tabla 22. Composición mineralógica de Biomicrita/ <i>Mudstone</i> .....	82
Tabla 23. Composición mineralógica de Biomicrita/ <i>Mudstone</i> .....	83
Tabla 24. Composición mineralógica de Biomicrita/ <i>Mudstone</i> .....	84
Tabla 25. Composición mineralógica de Biomicrita/ <i>Mudstone</i> .....	85
Tabla 26. Composición mineralógica de Biomicrita/ <i>Mudstone</i> .....	86

Tabla 27. Composición mineralógica de Micrita y dismicrita/ <i>Wackestone</i> .....	87
Tabla 28. Composición mineralógica de Micrita fosilífera/ <i>Mudstone</i> .....	87
Tabla 29. Composición mineralógica de Micrita dismicrita/ <i>Mudstone</i> .....	88
Tabla 30. Composición mineralógica de Micrita fosilífera/ <i>Mudstone</i> .....	89
Tabla 31. Composición mineralógica de Arenisca cuarzosa .....	90
Tabla 32. Composición mineralógica de Micrita fosilífera/ <i>Mudstone</i> .....	91
Tabla 33. Composición mineralógica de Arenisca cuarzosa .....	92
Tabla 34. Composición mineralógica de Arenisca cuarzosa .....	92
Tabla 35. Composición mineralógica de Micrita dismicrita/ <i>Wackestone</i> .....	93
Tabla 36. Composición mineralógica de Biomicrita/ <i>Wackestone</i> .....	94
Tabla 37. Composición mineralógica de Pelmicrita/ <i>Wackestone</i> .....	95
Tabla 38. Composición mineralógica de Micrita fosilífera/ <i>Mudstone</i> .....	96
Tabla 39. Composición mineralógica de Sublitarenita .....	97
Tabla 40. Composición mineralógica de Micrita dismicrita/ <i>Mudstone</i> .....	98
Tabla 41. Composición mineralógica de Arenisca cuarzosa .....	98
Tabla 42. Composición mineralógica de Wacka feldespática .....	99
Tabla 43. Composición mineralógica de Wacka cuarzosa .....	100
Tabla 44. Composición mineralógica de Wacka lítica .....	101
Tabla 45. Composición mineralógica de Micrita fosilífera/ <i>Wackestone</i> .....	102
Tabla 46. Composición mineralógica de Micrita fosilífera/ <i>Mudstone</i> .....	103
Tabla 47. Composición mineralógica de Arenisca cuarzosa .....	104
Tabla 48. Composición mineralógica de Arenisca cuarzosa .....	105
Tabla 49. Composición mineralógica de Micrita fosilífera/ <i>Wackestone</i> .....	106
Tabla 50. Composición mineralógica de Biomicrita/ <i>Packstone</i> .....	107
A.1.1. Clasificación según FOLK (1962) .....	132
.....	134

## **1. INTRODUCCIÓN**

El siguiente Trabajo Especial de Grado se fundamenta en la actualización cartográfica-bibliográfica de trabajos previos elaborados en la zona de estudio, donde se realizó la reinterpretación de la información geológica con la finalidad de completar y unificar los criterios de los diferentes autores para lograr realizar una actualización geológica crítica, lógica y completa de la zona.

El objetivo fundamental es generar 16 mapas geológicos a escala 1:25.000 y un mapa geológico general a escala 1:100.000.

### **1.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

La zona de estudio se encuentra ubicada en la Serranía del Interior Oriental. Ocupa el suroeste del estado Sucre incluyendo los municipios Montes y Ribero; norte del estado Monagas específicamente el municipio Acosta; y una pequeña parte al este del estado Anzoátegui, dentro del municipio Freites. Tiene una superficie de 2.021 km<sup>2</sup>

Limitada por las coordenadas geográficas:

10° 14' 55.431" N

63° 55' 12.577" O

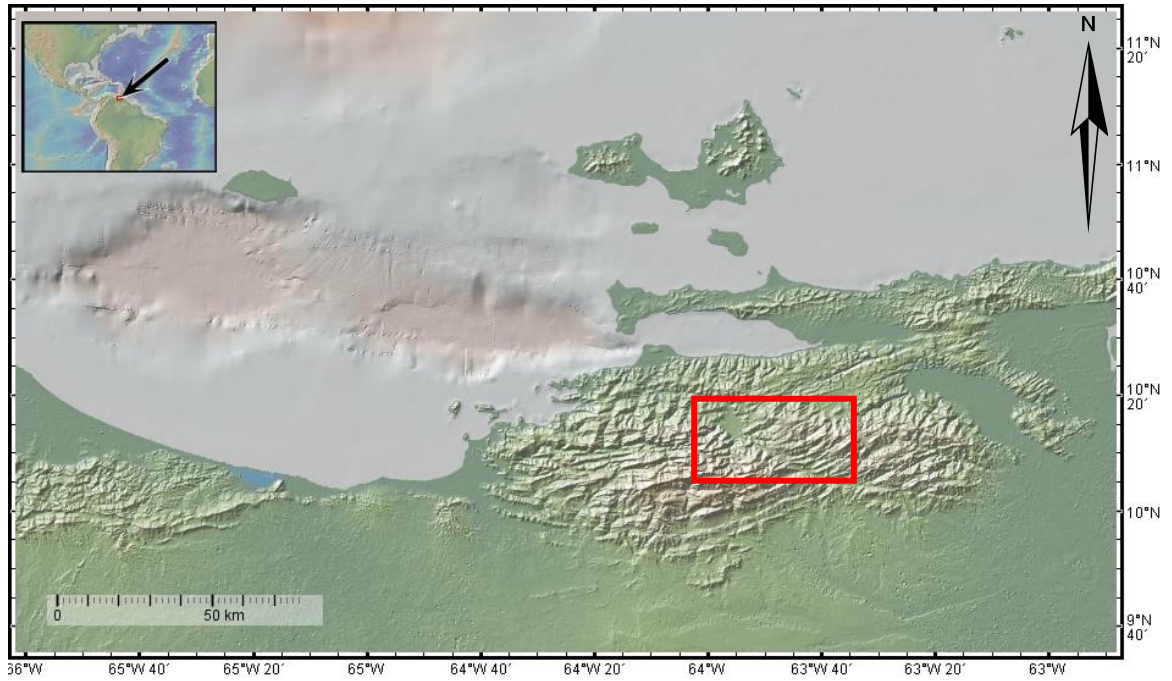


Figura 1. Ubicación regional de la zona de estudio, abarcando los estados: Sucre, Monagas y Anzoátegui. Tomado de GEOMAP, 2018.

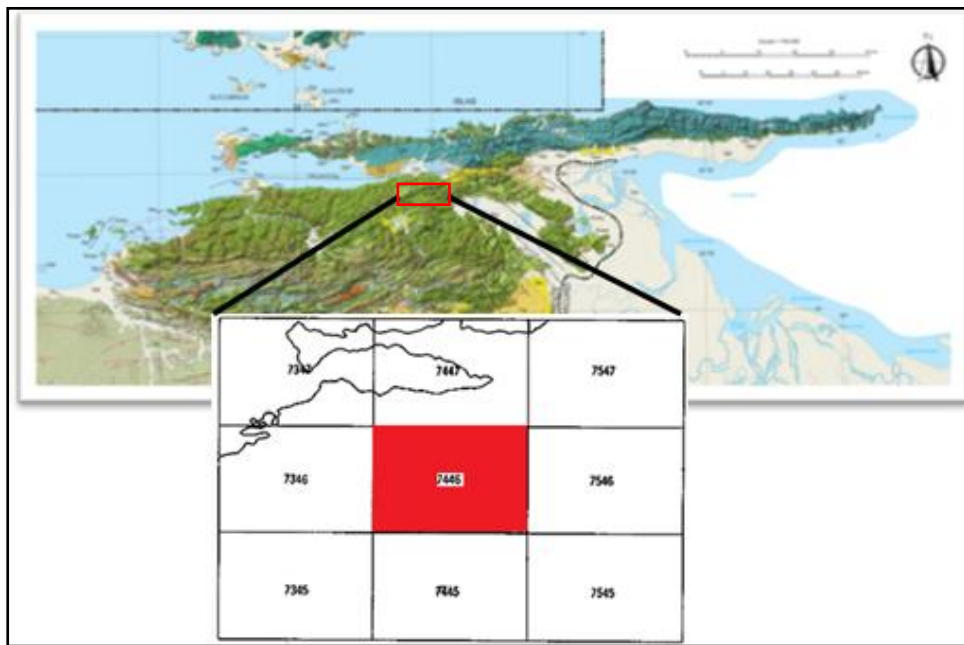


Figura 2. Ubicación de la hoja 7446: comprendida en la NC 20-6, 1:250.000. Mapa geológico de Venezuela, tomado de U.S. Geological Survey Open File Report, 2006.

## **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El ordenamiento de un territorio requiere poder conocer todo aquello que existe sobre y bajo ese sitio. La zona de Cumanacoa tiene una geología muy interesante, sin embargo, la cartografía geológica se encuentra desactualizada. Se han hecho algunos estudios de la geología superficial de la zona como los trabajos realizados por CARRIZALEZ (1983) y ATAY (1985), pero se hallan dispersos. Poder tenerlos todos reunidos en un solo volumen permitiría poder resolver el conocer geológicamente qué se halla presente en la zona desde el punto de vista de materiales y desde el punto de vista de evolución temporal de la geología. Por ende, es indispensable la actualización e integración geológica de los datos adquiridos en estas referencias.

## **1.3. JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE**

La elaboración de nuevas bases cartográficas geológicas, permiten un manejo adecuado del territorio, ayudando a mejorar el desarrollo económico y social de la nación e impulsando el diseño de planes de ordenamiento nacional, así como de infraestructuras. También es una herramienta aprovechable para nuevos estudios geológicos, y de otras ciencias afines que les sea de utilidad.

La realización de los mapas geológicos, permitirá a las entidades que así lo requieran, un acceso eficiente a la información actualizada de la geología de esta zona; promoviendo los estudios geotécnicos, de riesgo sísmico, mineros, entre otros.

El presente estudio generará como resultado un mapa geológico compilado y actualizado de la zona de Cumanacoa a escala 1:100.000, así como 16 mapas geológicos a escala 1:25.000; un informe con análisis crítico de la información geológica existente, así como una base de datos digital de la información geológica presente en la zona de estudio.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. OBJETIVO GENERAL**

Actualizar la información geológica, bibliográfica y cartográfica de Cumanacoa, estado Sucre, a escala 1:100.000.

### **1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Generar una base de datos digital a partir de toda la información geológica compilada (cartas geológicas, columnas estratigráficas, secciones verticales geológicas, cartas faunales, hojas sedimentológicas, informes geológicos, etc) analógica y/o digital.
- Elaborar un Sistema de Información Geográfico (SIG) con la información compilada.
- Describir e interpretar por medio de petrografías de secciones finas, las facies presente en la zona, dando una interpretación microscópica de la litología encontrada en el mapa 7446.
- Compilar y actualizar las columnas estratigráficas y secciones geológicas representativas del área de estudio, lo que permitirá mejorar la interpretación de la historia geológica de la zona.
- Generar un modelo digital de elevación, que permita exhibir las características del relieve, para comprender la distribución de fenómenos en la superficie estudiada.
- Realizar un mapa geológico a escala 1:100.000 que será el resultado de la compilación de 16 mapas geológicos a escala 1:25.000 de la zona de Cumanacoa.

## 1.5. ANTECEDENTES

### 1.5.1. ANTECEDENTES GEOLÓGICOS

Los siguientes trabajos han sido realizados en el área de estudio:

ROD & MAYNC (1954), dichos autores realizan una revisión de la estratigrafía cretácea en Venezuela y a su vez mejoran las definiciones de las formaciones Cogollo de occidente, La Luna, El Cantil del noreste de Venezuela, entre otros.

AMOS (1964), en su trabajo “Propuesta de simplificación de la nomenclatura estratigráfica de la cuenca oriental de Venezuela”, propone para la Cuenca Oriental de Venezuela una terminología estratigráfica más clara y más concisa. Esta nueva terminología se presenta en forma de seis cuadros de correlación, cuatro en dirección norte-sur atravesando el eje de la cuenca, y dos en dirección este-oeste a lo largo de sus flancos. En estos cuadros sólo se han empleado 42 nombres de formaciones y grupos. Mediante el uso de estos 42 términos estratigráficos es posible describir y analizar con exactitud y en debida forma la secuencia estratigráfica de la Cuenca Oriental de Venezuela.

KARSTEN (1970), realiza un artículo titulado “Contribución al conocimiento de las rocas del norte de Venezuela”, donde describe las rocas que conforman la parte nororiental de Venezuela y la morfología presente en las provincias de Caracas, Barcelona y Cumaná.

ODEHNAL Y RUIZ (1984), realizan un estudio geológico de una zona ubicada al noreste de Cumanacoa. Este trabajo constituye una recopilación obtenida a partir de un estudio geológico correspondiente al flanco norte de la Serranía del Interior Oriental, en dicha zona aflora rocas del grupo Sucre y Guayuta.

ATAY (1985), realiza el estudio geológico en la zona ubicada al norte de la población de Cumanacoa del estado Sucre, donde permitió tener un mayor conocimiento de la sedimentación del cretácico en la Serranía del Interior Oriental de Venezuela en su flanco

norte. Se diferenciaron cinco unidades litoestratigráficas formales correspondiente al Grupo Sucre del Cretácico Inferior y al Grupo Guayuta del Cretácico Superior.

CARRIZALEZ Y GUERRERO (1986), estudian la geología de un área situada al sureste de la ciudad de Cumanacoa estado Sucre, que comprende el flanco norte de la Serranía del Interior. Se identificaron rocas sedimentarias de cretácica con posible extensión al eoceno medio, representada por las formaciones Barranquin, El Cantil, Chimana, Querecual, San Antonio y Vidoño.

SUBIETA *et al* (1988), en su trabajo “Evolución tectonoestratigráfica de la Serranía del Interior y la subcuenca de Maturín”, plantea que las provincias morfotectónicas de la Serranía del Interior y la subcuenca de Maturin, que ocupan el borde noreste del continente suramericano, han sido formadas como resultado de una colisión oblicua entre las placas Caribe y América del Sur. Se reconocen cinco etapas principales en la evolución tectono-sedimentaria de estas provincias: Mesozoico Temprano, Cretácico Tardío a Eoceno Medio, Eoceno Tardío a Mioceno Temprano, Mioceno Medio a Tardío y Plio-Pleistoceno.

ERIKSON Y PINDELL (2012), “*Cretaceous through eocene sedimentation and paleogeography of a passive margin in northeastern Venezuela*”. Aproximadamente 5 km de estratos del Cretácico y del Paleógeno están expuestos en la Serranía del Interior del noreste de Venezuela y se han investigado las configuraciones de deposición y las condiciones paleoambientales de estas zonas, lo que ha llevado a 10 reconstrucciones paleogeográficas de sedimentación pasiva de margen. Los estratos del Cretácico inferior expuestos son generalmente de origen marino superficial y varían entre depósitos siliciclásticos de estantería y biohermos, depósitos de plataformas carbonáticas impuras.

### **1.5.2. ANTECEDENTES METODOLÓGICOS**

Los siguientes trabajos han sido realizados en diferentes áreas de estudio, y presentan un conjunto de procedimientos racionales muy similar a la utilizada en este trabajo de investigación.

LEÓN (2005), en su trabajo “Integración Geológica-Estructural de los cuadrantes 6044-iii ne, se, no, so y 6142-iii ne, se, no, so pertenecientes a los flancos norte y sur de los Andes Venezolanos”, seleccionó una ventana geológica a ambos flancos de Los Andes Venezolanos y buscó evidencias que permitieron validar uno de los modelos geológicos existentes. Realizó cortes, columnas y mapas geológicos bajo un sistema de información geográfica MAPINFO el cual permitió realizar el inventario geológico georeferenciado.

PENIN Y VILLARROEL (2005), trabajaron en la “Integración y Actualización Geológica del Área de Jacura y Capadare, Estado Falcón”, la cual se basaron en integrar y unificar los criterios de los diversos autores que han trabajado en la zona, de donde se obtuvo la actualización geológica –cartográfica obteniéndose 16 nuevos mapas a escala 1:25000 y uno a 1:50000 digitalizados.

COELLO (2012), en su trabajo pretende realizar la integración geológica entre poblados de los estados Lara y Yaracuy. Para llevar a cabo la investigación, se compilaron mapas geológicos locales y regionales de la zona, realizados por autores previos, y de cuya integración, junto al trabajo de campo propio, se generaron 15 cartas geológicas actualizadas a escala 1:25.000 y una carta geológica a escala 1:100.000.

NEVADO (2012), realiza la Integración geológica de la región Moroturo-Palmasola, estados Yaracuy y Lara, Venezuela. Para llevar a cabo dicho trabajo, se recolectaron mapas geológicos de la zona realizados por autores previos, y de cuya integración, junto al trabajo de campo propio se generaron 15 cartas geológicas actualizadas a escala 1:25.000 y una carta geológica a escala 1:100.000.

HERNÁNDEZ (2013), ejecuta la integración geológica de la región Bobare-San Felipe, estados Yaracuy y Lara, Venezuela. Dicha investigación basó su estudio en las rocas correspondientes a los complejos San Julián y Nirgua. En el río Guama se estudiaron afloramientos concernientes al Gneis de Yaritagua. Por otro lado, en el sector Buenos Aires se estudiaron las rocas pertenecientes al Esquisto de Aroa y en la quebrada Nonavana y La Virgen, se estudiaron el Esquisto de Mamey y La Formación Barquisimeto.

DÍAZ (2014), en su investigación “Geología de la región de Belén, San Juan de los Morros y San Sebastián de los Reyes, en los estados Carabobo, Guárico y Aragua” realiza la integración cartográfica mediante la recopilación de trabajos geológicos, de cartografías previas, y trabajo de campo. Con ello generaron 17 mapas geológicos a escala 1:25.000 y un mapa regional a escala 1:100.000.

HERNÁNDEZ (2014), en su trabajo “Geología de la región Terepaima-Sarare-San Rafael de Onoto, estados Portuguesa, Lara, Yaracuy y Cojedes”, tiene como propósito generar una base geológica actualizada con la cartografía geológica aunado a la información recopilada de trabajos previos y los aportes propios del trabajo, para obtener como resultado 16 mapas geológicos a escala 1:25.000 y un mapa general a escala 1:100.000; estos servirán de base para un estudio tectonoestratigráfico de orden regional.

MEDERO (2015), realiza la investigación titulada “Geología de la región Palmichal-Tinaco estados Yaracuy y Cojedes, Venezuela”. El área de estudio consta de cinco fajas tectónicas, que datan desde el Neoproterozoico hasta el Eoceno: Faja Caucagua-El Tinaco, Faja Ávila, Faja Caracas, Faja Villa de Cura, y la Faja Piemontina. Las fajas están separadas entre sí por amplios corrimientos y fallas. El presente trabajo tiene por objeto el estudio geológico de dicha zona, con éntasis en la cartografía geológica de las unidades que la comprenden.

MONTOYA (2015), en su trabajo “Geología de la región Barquisimeto-Nirgua, estados Lara y Yaracuy” el cual forma parte del proyecto LOCTI. Su estudio se enfocó en verificar la información recolectada del campo con la suministrada por diferentes autores y se llevo a cabo la actualización de la misma, generando 16 mapas geológicos a escala 1:25.000 y un mapa general a escala 1:100.000, los cuales serán utilizados para completar la base de datos geológica del norte del país.

NUÑEZ (2015), estudió la “Geología de la región Tinaquillo-Cachinche\_Chaparrote, estados Cojedes, Carabobo y Guárico”. Este trabajo se basa en el estudio geológico de dicha zona, con énfasis en la cartografía geológica de los diversos terrenos que la comprenden. El área estudiada consta de cinco fajas tectónicas, desde el Neoproterozoico

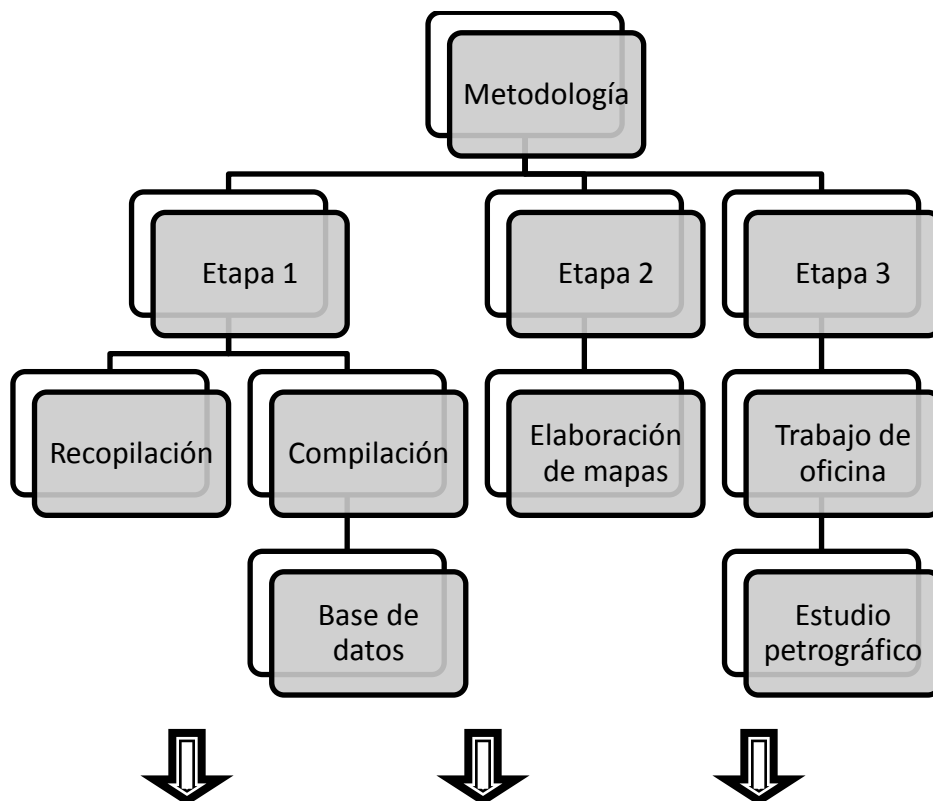
hasta el Eoceno: Faja Caucagua-El Tinaco, Faja Loma de Hierro, Faja Villa de Cura, Faja Caracas, y la Faja Piemontina. Estas fajas están separadas entre sí por corrimientos.

## 1.6. MARCO METODOLÓGICO

Según descripción previa de FIDIAS (2012), el nivel de la investigación es exploratorio. La investigación exploratoria es aquella que se efectúa sobre un tema u objeto desconocido o poco estudiado, por lo que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto, es decir, un nivel superficial de conocimientos.

De acuerdo al diseño, la investigación es de campo. FIDIAS (2012), define el diseño de campo como la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular variable alguna.

A continuación se presenta un esquema general de la metodología de estudio, el cual será explicado con más detalle.



## Elaboración del informe final

### 1.6.1. Etapa I: Recopilación y Compilación

Consistió en la recopilación de información geológica de trabajos previos, publicada en artículos de revistas científicas, Trabajos Especiales de Grado, memorias de congresos geológicos nacionales e internacionales, boletines geológicos y mapas topográficos.

Posteriormente se realizó la compilación e integración de toda la información bibliográfica y cartográfica. Con los datos obtenidos se elaboró una base de datos, donde se plasmó en una tabla todas aquellas características más resaltantes con el fin de utilizar dichos datos geológicos de manera eficiente.

Tabla 1: Modelo de base de datos.

Autor(es)	Año de Publicación	Título	Tipo de Documento	Bibliotecas/ Instituciones	Material Disponible
-----------	--------------------	--------	-------------------	----------------------------	---------------------

Se generó una revisión extensiva y detallada de las fotografías aéreas, imágenes satelitales, de radar, *Google Earth*, cartas geológicas, con el fin de realizar un informe crítico del aspecto geomorfológico y de geología superficial de la zona de estudio.

### 1.6.2. Etapa II: Elaboración de mapas geológicos

Se ejecutó la recolección de las dieciséis (16) hojas topográficas a escala 1:25.000, que fueron digitalizadas y transformadas en imagen raster. A partir de un software ArcGis (versión 10.2), se georeferenciaron y vectorizaron los mapas mencionados en coordenadas UTM. De esta forma se obtuvo la topografía, a partir de calcos de curvas de nivel cada 100 m, drenajes y vías de acceso, los cuales, fueron editados a través del software antes mencionado y corregidos en distintas capas con sus respectivos atributos.

Tabla 2. Disposición de las cartas a escala 1:25.000 de la hoja 7446 a escala 1:100.000 perteneciente al Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar y al Ministerio de Energía y Minas.

7446-IV-NO	7446-IV-NE	7446-I-NO	7446-I-NE
7446-IV-SO	7446-IV-SE	7446-I-SO	7446-I-SE
7446-III-NO	7446-III-NE	7446-II-NO	7446-II-NE
7446-III-SO	7446-III-SE	7446-II-SO	7446-II-SE

Generación de una base topográfica y geológica en Arcgis (Sistema de Integración Geográfica).

### **1.6.3. Etapa III: Trabajo de oficina**

#### 1.6.3.1. Estudio petrográfico

Se ejecutó el análisis pertinente de las secciones finas, obtenidas del estudio de campo realizado por la compañía petrolera Creole Petroleum Corporation durante sus operaciones en la cuenca oriental de Venezuela y que reposan en el Centro de Micropaleontología Dr. Pedro Joaquín Bermúdez de PDVSA Intevep, Los Teques. Dicho estudio se realizó mediante el uso de un microscopio de luz polarizada (figura 3). Dicho estudio permitió determinar el tipo de roca que luego fueron clasificados de acuerdo a sistemas de clasificación de rocas sedimentarias propuestos por autores como: DUNHAM (1962), FOLK (1962) y MOUNT (1985).

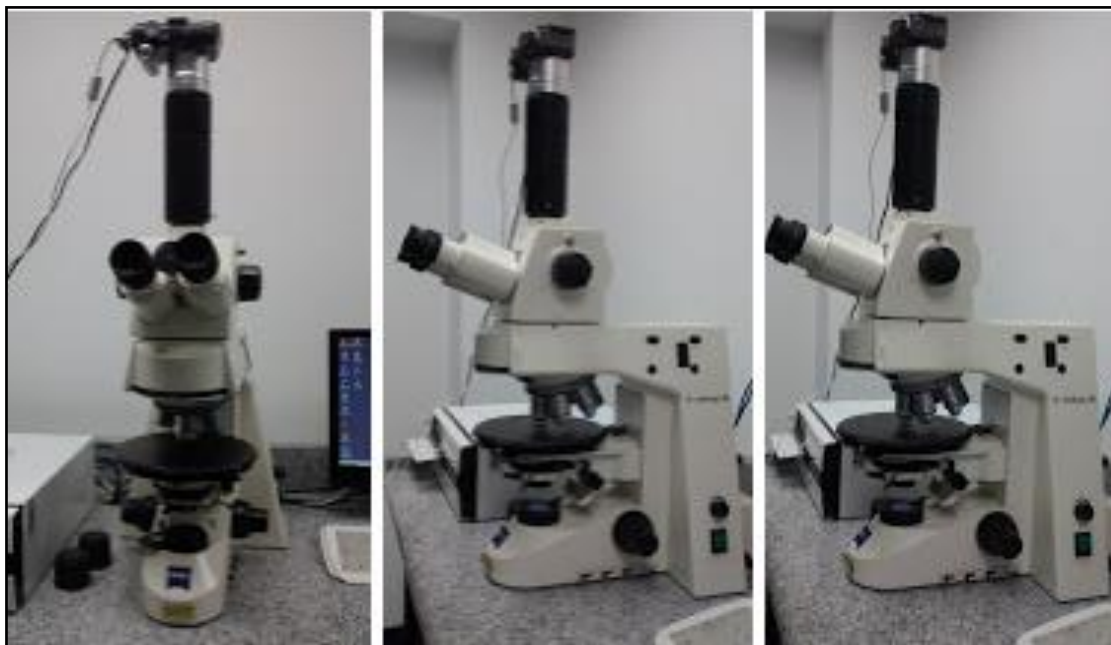


Figura 3. Microscopio de luz polarizada marca ZEISS, modelo AXIOSKOP 40.

Una vez vectorizada toda la información de los autores consultados, se añadieron los datos recolectados en el trabajo de oficina, para culminar con el diseño de 16 mapas geológicos a escala 1:25.000 y a partir de éstos se generó un mapa geológico a escala 1:100.000. Finalmente se hicieron los ajustes respectivos para que toda la información en conjunto tenga coherencia geológica, para así culminar con la elaboración del informe final.

## **2. GEOLOGÍA REGIONAL**

### **2.1. GENERALIDADES**

#### **2.2. Cuenca Oriental de Venezuela**

La cuenca Oriental de Venezuela, según estudios realizados por YORIS & OSTOS (1997), es la segunda cuenca petrolífera más importante de Venezuela. Se encuentra limitada al norte por la Cordillera de la Costa, al sur por el río Orinoco y el cratón de Guayana, al este por Trinidad y la plataforma del delta del Orinoco, y al oeste por el levantamiento del Arco del Baúl. La cuenca se halla dividida en dos subcuencas: Maturín y Guárico, las cuales,

EHRlich & BARRETT (1992) expresan, están delimitadas por el sistema del Arco de Urica, BARTOK (1993) señala que el límite entre ambas subcuencas por el sur está marcado por la falla de Anaco.

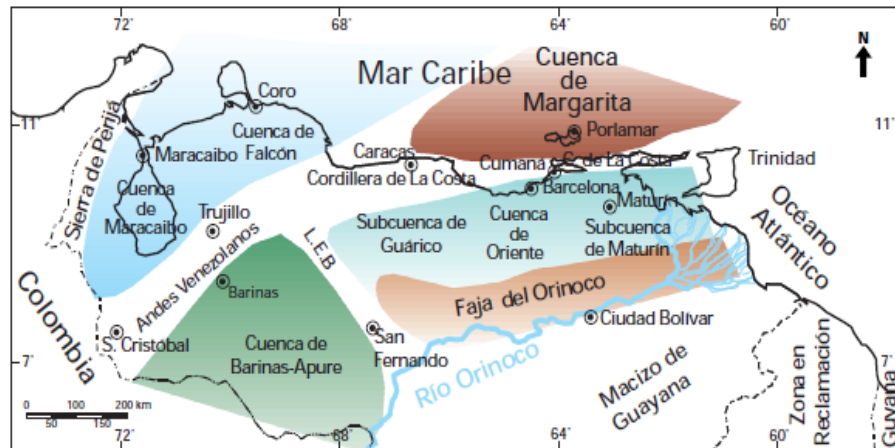


Figura 4. Cuencas petrolíferas de Venezuela (Tomado de YORIS Y OSTOS, 1997). L.E.B. = Lineamiento de El Baúl.

YORIS & OSTOS (1997), realizan la siguiente descripción de las subcuencas de la cuenca Oriental:

Subcuenca de Guárico: esta zona comprende los estados Guárico y Anzoátegui (parte meridional del estado). Por el flanco norte se encuentra asociado a la deformación causada por el sistema de fallas de Guárico, lo que se relaciona con el cinturón de los corrimientos de la Serranía del Interior Central. Hacia la zona sur, la cuenca tiene una morfología más sencilla, aunque posee evidencia de depresiones estructurales (graben de Espino) en las que se conservaron rocas jurásicas y paleozoicas.

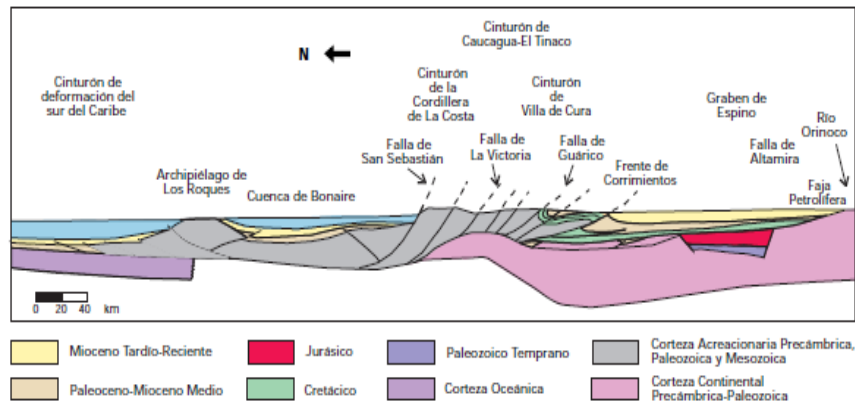


Figura 5. Corte geológico conceptual norte-sur, que muestra la morfología de la subcuenca de Guárico (Tomado de YORIS & OSTOS, 1997).

a) Subcuenca de Maturín: constituye la principal unidad petrolífera de la cuenca Oriental. Podría afirmarse que la deformación estructural y los acñamientos de las unidades estratigráficas al sur definen dos dominios operacionales, que se puede ubicar al norte y al sur del corrimiento de Pirital. La Serranía del Interior Oriental representa la mayor parte de la estratigrafía de la zona norte de la subcuenca de Maturín, mientras que el flanco sur de la cuenca mantiene un comportamiento sencillo y similar a la subcuenca de Guárico.

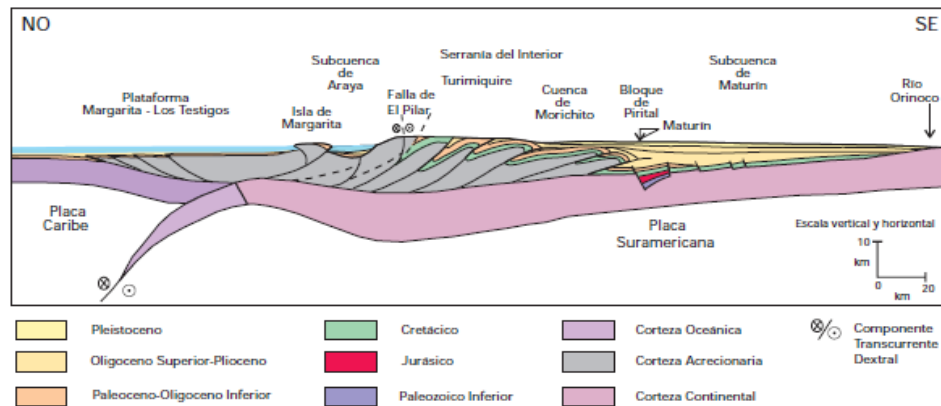


Figura 6. Corte geológico conceptual NO-SE, que muestra la morfología de la subcuenca de Maturín. (Tomado de YORIS & OSTOS, 1997).

### 2.3. Evolución tectónica de la cuenca Oriental

Según GONZALEZ DE JUANA *et al* (1980), puede expresarse resumidamente de la siguiente manera (tabla 3):

Tabla 3. Evolución tectónica de la cuenca Oriental por eras geológicas

ERA GEOLÓGICA	DESCRIPCIÓN
Paleozoico	Comienza la sedimentación de las formaciones Carrizal y Hato Viejo, hacia la zona norte del cratón de Guayana, en un área transicional en donde se puede considerar un ambiente fluvialdeltaico. Ocurre un levantamiento del cratón, a lo cual se une un largo período de erosión hacia la cuenca.
Mesozoico	Ocurren eventos volcánicos relacionados con el Arco del Baúl, en acompañamiento a un período de erosión sobre la mayor parte de la cuenca. Durante el período cretácico ocurre una transgresión de norte a sur. Sedimentación hacia la cuenca, preferiblemente de calizas y arenas, que más parte constituirán los prospectos actuales de petróleo (Formaciones El Cantíl, Canoa, El Tigre, etc.). A finales del cretácico, debido al movimiento hacia el este de la Placa Caribe, comienza el levantamiento de la Cordillera de la Costa.
Cenozoico	Sigue el levantamiento de la Cordillera de la Costa, debido al tectonismo. Emerge la Serranía del Interior Central y Oriental, formándose el conjunto de pliegues y

	<p>sobrecorrimientos que las caracterizan actualmente por ejemplo el Corrimiento Frontal de Guárico y el Corrimiento de Pirital. La evolución de la cuenca continua con la depositación de las formaciones de importantes intervalos petrolíferos (Formaciones Oficina, Merecure, Temblador, etc.)</p>
--	--

#### 2.4. Provincias geológicas de la cuenca Oriental

Las provincias geológicas, que están presentes en la cuenca Oriental de Venezuela, son señaladas por HUNG (1997):

##### 2.4.1. Provincia de Serranía del Interior

Corresponde a un conjunto de pliegues y corrimientos que poseen una orientación N70E. La serranía formada por 3 bloques tectónicos: Bergantín (oeste), Caripe (centro) y Santa Bárbara (este); que se encuentran delimitados por la presencia de las fallas de Úrica, San Francisco y Quiriquire. GONZÁLEZ DE JUANA *et al* (1980), agrega que la Serranía del Interior fue plegada y fallada por movimientos compresivos norte y sur, durante la colisión de la placa del Caribe y Suramérica; como resultado de esta compresión se formaron grandes corrimientos como Pirital.

##### 2.4.2. Provincia Transicional de Maturín

Esta zona corresponde al área media, entre la Serranía del Interior (norte) y la cuenca antepaís de la subcuenca Maturín (sur). Los límites de esta provincia son: el piedemonte de la serranía formada por los corrimientos Pirital, Furrial y Corocual, y el frente de deformación. Esta provincia está conformada por rocas pre-cretácicas a terciarias que han sido plegadas y deformadas.

#### 2.4.3. Provincia de cuenca antepaís de Maturín

Está limitada al norte por el frente de deformación, al sur por el río Orinoco y el flanco norte del cratón de Guayana, al este por el océano Atlántico. En esta área existen una serie de fallas normales que involucran al basamento que pueden tener buzamiento hacia el norte o hacia el sur.

#### 2.5. Rasgos estructurales de la cuenca Oriental

##### 2.5.1. Fallas

a) Falla de El Pilar: la falla de El Pilar en conjunto con otras fallas como: Boconó, San Sebastián, etc.; conforman parte de un gran sistema transcurrente dextral, que facilita el movimiento entre las placas Caribe y Suramérica. No obstante, esta frontera no está representada por un accidente tectónico único y más bien es una franja de deformación transpresiva en el oriente venezolano de más de 100 Km de ancho. La falla se extiende en dirección este-oeste unos 350 Km, entre la Fosa de Cariaco (oeste) hasta el Golfo de Paria (este), es esencialmente submarina, pero posee un tramo superficial en el estado Sucre que separa el Golfo de Paria del de Cariaco (AUDEMARD *et al*, 2006).

b) Corrimiento de Anaco: se encuentra en la zona central del estado Anzoátegui, con una longitud de 85 Km, se caracteriza por poseer un rumbo de dirección noreste y buzamiento de aproximadamente N45E. El desplazamiento de la falla decrece de este a oeste (7000' a 700'), a partir de información sismogénica se ha interpretado que esta falla antiguamente era normal y que luego sufrió una inversión hasta alcanzar la forma actual (GONZÁLEZ DE JUANA *et al*, 1980).

c) Corrimiento de Pirital: es una línea de rumbo noreste ubicada al extremo sur de la falla de Úrica. Se ubica en la parte norte del estado Monagas y presenta una extensión de 100 Km. Este corrimiento es responsable de la gran cantidad de deformación y acortamiento, y representa dos niveles de despegues, el primero involucra despegues intra-

cretácicos a terciarios y el segundo a profundidades pre-cretácicas a estructuras más viejas (HUNG, 1997).

d) Falla de Úrica: lineamiento transcurrente de componentes dextrales ubicado desde la zona petrolera de Tacata y siguiendo por la línea fronteriza entre los Estados Anzoátegui y Monagas hasta el NE de la población Úrica. Posee una extensión lineal de 107 Km, aproximadamente. Su traza se pierde al sur de Barcelona. Esta falla se considera como el límite meridional del Bloque de Paria y limite a su vez del flanco sur de la Subcuenca de Maturín (ROD, 1956).

e) Fallas normales (flanco sur de la cuenca): la característica estructural más destacada del flanco sur es un sistema de fallas normales con rumbos este-oeste aproximados y dominantes, que a veces buzan hacia la cuenca pero más frecuentemente presentan inclinación y desplazamiento sur. Las más importantes son la falla principal de Tucupita y las fallas de Pílon, Jobo y Temblador, las cuales buzán hacia el sur. Varios autores han postulado estas estructuras como fallas de crecimiento, entre los cuales HEDBERG et al (1947, citado en GONZÁLEZ DE JUANA *et al*, 1980), expresa la siguiente hipótesis de que dichas fallas son producto del levantamiento diferencial y arqueamiento del Escudo de Guayana, debido a la tensión generada en la zona meridional de la cuenca cerca del área donde el basamento buza hacía el norte más pronunciadamente (GONZÁLEZ DE JUANA *et al*, 1980).

#### 2.5.2. Graben de Espino

Según SALAZAR (2007), el graben de Espino representa una depresión en el basamento orientada en sentido NE-SO, que pudo haberse formado durante la separación de Norteamérica y Suramérica en el Paleozoico, el cual se encuentra bordeado por un conjunto de fallas normales, y que contiene rocas de edades paleozoicas y jurásicas. El graben de Espino, está delimitado lateralmente por las siguientes fallas principales: Ruiz – Saban, Guamal – Saban, Tinajones Anibal – Ron, Altamira y Anaco.

### 2.5.3. Fosa de Cariaco

Es una depresión transtensional asociada a la falla transcurrente dextral de El Pilar. La fosa limita al norte con la Ensenada de Barcelona y al sur con el Alto de La Tortuga con una orientación este – oeste y profundidades aproximadas de 1350 m. SCHUBERT (1982), interpreta la Fosa de Cariaco como una cuenca pull-apart, con un relleno sedimentario de aproximadamente 4100 m de espesor conformado por rocas sedimentarias de edad Plioceno – Pleistoceno.

### 2.5.4. Basamento de la cuenca Oriental

El basamento cristalino de las cuencas sedimentarias de Venezuela (Oriental y Barinas – Apure), es descrito por FEO CODECIDO *et al* (1984), como un complejo de rocas ígneas y metamórficas sin diferenciar, que han sido interpretadas como complicada extensión de las rocas precámbricas del escudo de Guayana, las cuales subyacen bajo las secuencias sedimentarias del paleozoico. La cuenca Oriental de Venezuela, está constituida por dos clases de basamento, de edades precámbricas y paleozoicas respectivamente, en donde el complejo de basamento precámbrico se extiende hacia el este (conocido también como bloque Piarra), donde se localiza exactamente la subcuenca de Maturín, por otra parte hacía el oeste, en la subcuenca de Guárico el basamento es tanto paleozoico como precámbrico, estando el primero conformado por rocas como granitos, sienitas, y rocas metamórficas cuyas edades varían de 433 a 277 M.a. a partir de datación radiométrica. Al sur de Guárico se ubica un graben, cuyo basamento se ha interpretado de edad precámbrica, al cual se le ha estimado una profundidad de aproximadamente 6,100 m. (FEO CODECIDO *et al.*, 1984), sugiere que el graben conocido como graben de Espino, se extiende desde Guárico hasta el norte de Anzoátegui en Barcelona. En el área de Machete, hacía el sur de la subcuenca de Guárico, PÉREZ (2005) señala que, las rocas del basamento consisten en rocas precámbricas ígneas y metamórficas del cratón de Guayana. A lo que agrega que, el basamento paleozoico presente en Guárico, es un terreno acrecionado de rocas ígneas y metamórficas que se extiende desde el occidente de Venezuela hasta Guárico.

### 3. UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS

La franja septentrional y meridional, se encuentran representadas por sedimentos mayormente de edad cretácica, situados hacia la base, y hacia el tope están conformados por sedimentos de edad reciente (figura 7).

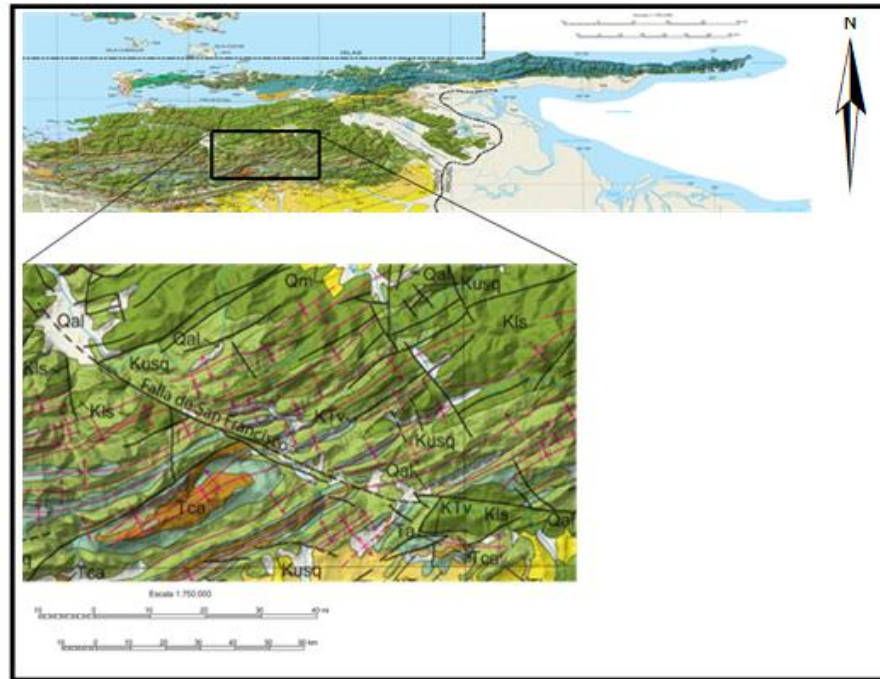


Figura 7. Unidades presentes en Cumanacoa. (Mapa geológico de Venezuela, tomado de U.S. Geological Survey Open File Report, 2006).

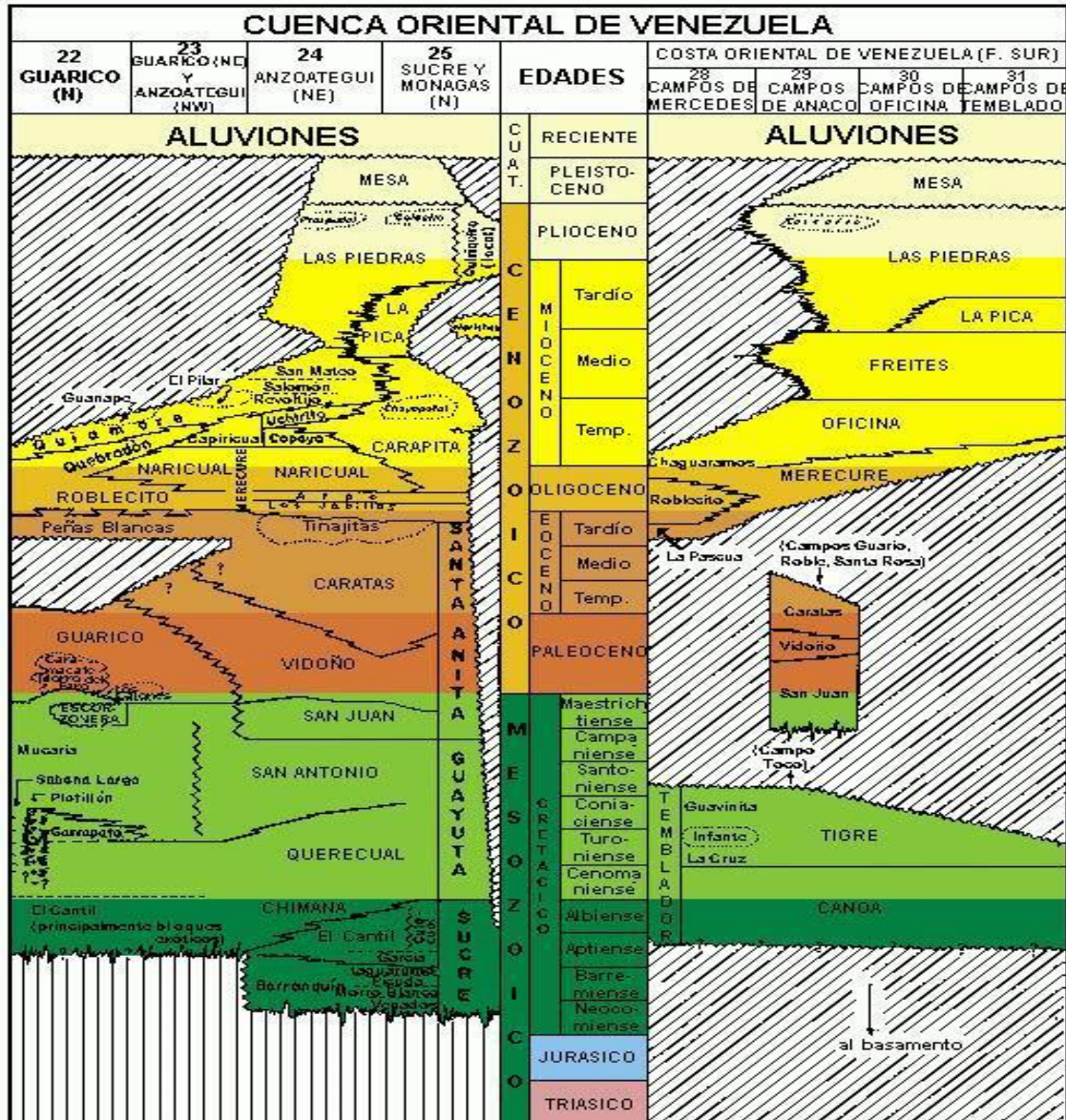


Figura 8. Tabla de correlación de la cuenca Oriental de Venezuela. PDVSA-LÉXICO ESTRATIGRÁFICO (2011).

### 3.1. Cretáceo Medio a Inferior

#### 3.1.1. Grupo Sucre

La Formación Barranquín (Kba) de edad Cretácico Temprano, cuyo nombre fue publicado por primera vez por LIDDLE (1928), para rocas siliciclásticas con intercalaciones carbonáticas, aflorantes en los alrededores de la población de Barranquín, al sureste de Cumaná. Esta formación aflora extensamente en toda la Serranía del Interior Oriental,

extendiéndose así por los estados Anzoátegui, Sucre y Monagas. En el subsuelo de Anzoátegui nororiental, la unidad ha sido reconocida en base a su litología, aunque se desconocen los espesores (CAMPOS *et al*, 1985).

LIDDLE (1928, 1946) definió la Formación Barranquín, como "un gran espesor de areniscas cuarcíticas, rojizo-blanquecino, intercaladas con lutitas varicoloreadas con capas ocasionales de calizas verdosas o negras, más comunes en la parte superior" (calcula en 1.500 m el espesor de la formación en su área tipo).

VON DER OSTEN (1953-54, 1957-a), define y distingue miembros, en los cuales las calizas macizas se hallan en la mitad inferior y no superior de la formación, además incluye la descripción de areniscas cuarcíticas, de grano medio a grueso, y hasta subconglomeráticas en el miembro basal. En la región de Santa Fe, definió de la siguiente manera los miembros, de base a tope (tabla 4):

Tabla 4. Miembros de la Formación Barranquín

MIEMBROS	DESCRIPCIÓN
Venados	Cuarcitas macizas blancas en paquetes de hasta 20 m de espesor, con estratificación cruzada, intercaladas con lutitas arenosas de color gamuza, no fosilíferas.
Morro Blanco	Secuencia de calizas biostrómicadas de escala métrica a submétrica, intercaladas con intervalos limolíticos y arenosos, de menos de 10 m de espesor.
Picuda	Secuencia de capas decamétricas de areniscas cuarcíticas blancas, intercaladas con lutitas de colores vivos en menor cantidad, lutitas arenosas (ritmitas); las calizas son raras y de carácter lenticular.
Taguarumo	El miembro superior es tratado en este

	Léxico como formación aparte (GUILLAUME <i>et al.</i> , 1972).
--	---

Las capas de areniscas cuarcíticas forman cuevas de buzamientos prominentes, en toda la serranía (LIDDLE, 1946). Forma montañas de relieve abrupto, con escasa vegetación, y laderas cubiertas de bloques rodados de arenisca cuarcítica y lomas redondeadas.

El contacto superior fue ubicado por HEDBERG & PYRE (1944) en el inicio de la alternancia de calizas, areniscas y lutitas de la Formación El Cantil, GUILLAUME *et al.*, (1972), al separar el miembro Taguarumo como Formación, describen un contacto transicional, por interdigitación vertical y lateral, con el resto de la Formación Barranquín.

De acuerdo a las investigaciones de LIDDLE (1928, 1946), HEDBERG & PYRE (1944) y HEDBERG (1950-a), hasta ROSALES (1976), y GONZÁLEZ DE JUANA *et al.*, (1980), las areniscas arcósicas de la Formación Barranquín han sido estimadas como fluviales, y las lutitas carbonáceas, como depositadas en ambientes versátiles desde marino poco profundo hacia la cuenca, a paludales en complejo deltáico hacia la plataforma, y que a veces se alternan verticalmente. VON DER OSTEN (1954) consideró que la Formación Barranquín s.l. se depositó en aguas marinas poco profundas y en posición cercana a la playa, la cual a veces osciló entre aguas más profundas. GUILLAUME *et al.* (1972) le confirió un ambiente litoral y ambiente marino somero a la Formación Barranquín, por el hecho de carecer de faunas de ammonites, pero con la presencia general de foraminíferos bentónicos marinos como *Choffatella decipiens* S.

LIDDLE (1928) introdujo el nombre de Formación El Cantil (Kec) para designar calizas y lutitas suprayacentes a la Formación Barranquín e infrayacentes a la Formación (hoy Grupo) Guayuta. La formación ubicada en la Serranía del Interior, Venezuela nororiental, preexiste desde Cretácico (Aptiense-Cenomaniense) y es muy variable lateralmente. Constituida por calizas fosilíferas macizas, frecuentemente con aspecto arrecifal, que localmente constituyen el mayor volumen de la formación. De resto, están separadas entre sí por cantidades apreciables de arenisca, lutita y caliza finamente estratificadas. Esta

variabilidad se aprecia en las secciones columnares de la Formación Borracha presentadas por ROD & MAYNC (1954), quienes designaron una capa persistente de margas y lutitas fosilíferas cerca de la base con el nombre de Miembro García.

FURRER & CASTRO (1997), describen los siguientes miembros en el sector Caripe, río Caripe, quebrada El Dató, estado Monagas (tabla 5):

Tabla 5. Miembros de la Formación El Cantil

MIEMBROS	DESCRIPCIÓN
Mapurite	Representada por arcillitas, limilitas y limolitas arenosas de color negro, con bivalvos, nódulos de pirita, nódulos arcillosos de color negro ó fragmentos leñosos; areniscas de grano fino a grueso y microconglomerados en canales, de color blanco, gris ó negro; calizas arenosas de color gris a negro, con bioturbaciones silicificadas oscuras.
Guácharo:	El contenido litológico está representado por calizas macizas, micritas y biomicritas de color negro a gris; wackestone de color gris y coquinas de bivalvos. Se observan intercalaciones margosas de color negro a gris de espesor variable con areniscas de color blanco a beige.
Mapurite	Miembro detrítico constituido por capas delgadas de areniscas de grano fino a medio y otras capas más espesas de areniscas de grano grueso a microconglomerático. Existen algunas capas de lutitas negras

	micáceas.
Guácharo	Constituido por capas de calizas macizas bioclásticas de color gris oscuro, calizas bioclásticas nodulosas dentro de una matriz de marlita gris, calizas margosas y unas capas de calizas micríticas.

En el sector río Cristalino, río La Palencia, río del Medio, Caripito, Las Parcelas, se encuentran los miembros Mapurite y Guacharo reducidos.

El contacto basal con la Formación Barranquín es concordante y transicional. En los ambientes cercanos a la costa norte, en Anzoátegui y Sucre, el contacto se coloca arbitrariamente por debajo de las calizas espesas características de la Formación Borracha. En el flanco sur de la Serranía el tope de la Formación El Cantil está marcado por la aparición de calizas negras, concrecionarias, finalmente estratificadas, características de la Formación Querecual; en los ambientes que prevalecieron cerca de la costa septentrional, donde la parte superior de El Cantil se denomina Formación Chimana, el contrato es concordante, transicional y diacrónico.

FURRER & CASTRO (1997) señalan un paleoambiente de plataforma interna en el flanco sur del anticlinal de Punceres; en la sección del sinclinal Velazquez, cerro Los Encantados le asignan un paleoambiente de plataforma interna, con energía media a alta; en el sector Caripe, río Caripe, quebrada El Dató, estado Monagas el paleoambiente es de plataforma externa subsidente, con aportes detríticos y energía media a alta. El Miembro Mapurite tiene un paleoambiente de plataforma interna, tipo deltaico y el Miembro Guacharo, según los rudistas es de plataforma interna con alta energía. En la carretera Santa Rosa-río Patacual, en el estado Sucre, ambiente marino.

La Formación Chimana (Kch) de edad Cretácico-Albiense, ha sido reconocida en toda la Serranía del Interior y las islas frente a Puerto La Cruz. En el subsuelo, ha sido reportada hasta una línea casi este-oeste, entre Anaco y el área mayor de Santa Bárbara.

HEDBERG & PYRE (1944) introdujeron y definieron el término Formación Chimana, para sustituir el de Capas de Bergantín, asignado por MAURY (1925) y HEDBERG (1937-a), a las areniscas y calizas mal expuestas en el río Querecual, por debajo de la Formación Querecual. La definición original de HEDBERG & PYRE K (1944), se empleó para el desarrollo predominantemente lutítico, ubicado entre las formaciones El Cantil y Querecual en su área tipo, y posteriormente, se extendió a la litología heterogénea comprendida entre ambas unidades en Venezuela nororiental asimilando así, dentro del término Formación Chimana, a las formaciones Boquerón, Majagual y Valle Grande. HAY Y AYMARD (1977) reportan en el subsuelo, al norte y noreste de Anaco (Anzoátegui septentrional), una litología compuesta por areniscas masivas de grano fino a muy fino, color gris y calcáreas; calizas delgadas y conchíferas y lutitas gris oscuro, calcáreas y arenosas. GONZÁLEZ DE JUANA *et al.* (1980) definen a la Formación Chimana como "una invasión marina que cubrió extensas zonas del oriente de Venezuela", y señalan que su contenido de areniscas aumenta rápidamente hacia el sur de su área tipo.

YORIS (1984, 1985-a) considera a la Formación Chimana, como una serie de cambios verticales y laterales de facies que, al ser definidos apropiadamente, constituyen unidades litoestratigráficas diferenciables entre sí, así como también separables litológicamente de las formaciones Querecual y El Cantil; los miembros propuestos por este autor son Caripe, Corral Viejo (término rescatado), Caripito, Chimana Grande y Putucual (tabla 6).

Tabla 6. Miembros de la Formación Chimana

MIEMBROS	DESCRIPCIÓN
Caripe	Transición lutítico-carbonático-arenosa entre las formaciones Chimana y El Cantil. Posee abundancia de lutitas y margas intercaladas entre las calizas de tipo

	variable y las areniscas generalmente calcáreas, lo cual lo diferencia claramente de las calizas masivas sin fracción terrígena (Miembro Guácharo).
Corral Viejo	Definido originalmente para designar el desarrollo glauconítico-margoso de la Formación Chimana; fue desechado (ROSALES, 1959, 1960) y rescatado por YORIS (1985a, 1988) que lo describe como lutitas gris a negro, calcáreas e intercalaciones de calizas gris a negro, delgadas. Las calizas margosas presentan ammonites. Lateralmente se presentan desarrollos de areniscas marrones no calcáreas, micáceas y frecuentemente glauconíticas.
Caripito	Capas espesas de areniscas calcáreas y calizas arenosas, glauconíticas-dolomíticas, que suprayace al Miembro Caripe en la región al oeste de Caripito, estado Monagas. Las areniscas son típicamente subarcósicas a feldespáticas. La litología minoritaria la constituyen calizas negras glauconíticas, a veces dolomíticas, lutitas gris a negro y conglomerados de gránulos muy feldespáticos.
Chimana Grande	Constituida por una secuencia hemipelágica de lutitas oscuras y calizas oscuras, de aspecto arenoso, con abundante microfauna. La glauconita también se encuentra presente. También representa las

	facies hemipelágicas del talud, lateralmente equivalentes a los miembros más arenosos de la Formación Chimana (Caripe y Caripito) y posiblemente a la parte superior extrema de la Formación El Cantil.
Putucual	Secuencia rítmica de calizas grises a negro (con espesores menores o iguales a 50 cm en la mayoría de la sección), con lutitas frecuentemente negras y calcáreas. La característica litológica más resaltante entre esta unidad y el Miembro Chimana Grande infrayacente, es la mayor potencia de muchos intervalos carbonáticos del Miembro Putucual, que incluso presentan aspecto bioclástico, pero que son de origen eminentemente mixto. La diferencia litológica entre ambos miembros es la proporción, espesores individuales y tipos de calizas presentes, lo que constituye un reflejo directo de los ambientes predominantemente hemipelágicos (Miembro Chimana Grande) y los de sedimentación rápida profunda con material calcarenítico aloctono de la plataforma (Miembro Putucual).

Los primeros trabajos sobre esta unidad, le dan un ambiente plataformal generalizado (ROSALES, 1959), cuya sedimentación era controlada por las barreras geográficas. GONZÁLEZ DE JUANA *et al.* (1980), le atribuyen un carácter transgresivo, que implicaría una profundización de ambientes respecto a la Formación El Cantil infrayacente.

## 3.2. Cretáceo Superior

### 3.2.1. Grupo Guayuta

La Formación Querecual (Kq) de edad Cretácico (Albiense Tardío-Santonense). El primero en dar nombre a la secuencia fue LIDDLE (1928), quien la incluyó dentro de su Formación Guayuta. Posteriormente, HEDBERG (1937-a) al elevar el término Guayuta, a rango de grupo, asignó el término de Formación Querecual. Sus afloramientos abarcan toda la Serranía del Interior en Venezuela nororiental, así como hasta el Archipiélago Guaiquerí, frente a Puerto La Cruz y se fundamenta de calizas arcillosas con estratificación delgada, laminadas, carbonácea-bituminosas y lutitas calcáreas, ambas de color oscuro (negro), aunque también han sido reportados colores claros para la unidad, en el subsuelo de la cuenca oriental (HAY & AYMARD, 1977), la laminación alcanza valores entre 10 y 20 láminas por pulgada, (HEDBERG, 1950), atribuidas a la alternancia de foraminíferos planctónicos con material carbonoso.

El contenido de pirita de la unidad, es característico y es el responsable de las fuentes sulfurosas que repetidamente se exhiben en sus afloramientos. La presencia de capas fanáticas o calizas silíceas negras, es una característica de la parte superior de la formación.

Autores como FURRER & CASTRO (1997), señalan que la Formación Querecual fue encontrada en el río Malvascual, en un afloramiento que presenta alternancias de calizas margosas, negras, laminadas, fétidas y marlitas negras, laminadas, fétidas. En el sinclinal de Las Naranjas, la Formación Querecual, está constituida por calizas negras, laminadas, muy fétidas, con una meteorización típica de alternancia de rayas negras y claras. En el sector Cangrejal-río Coicual, estado Sucre, se encuentra por encima de la Formación Cutacual, con una zona transicional de espesor variable. Se observa una alternancia monotonía e irregular de lutitas y calizas negras finamente laminadas. Todas las facies presentan un fuerte olor a hidrocarburos.

En su sección tipo (Río Querecual, en Anzoátegui nororiental), el contacto inferior se encuentra fallado y ha sido descrito como "de marcado contraste litológico con las unidades del Grupo Sucre infrayacente", y fundamentalmente, concordante con las formaciones

Chimana o El Cantil (HEDBERG, 1950). Su contacto superior es concordante y transicional con la Formación San Antonio, cuando esta última es fundamentalmente fanítica. Este contacto se coloca por debajo de la primera capa de arenisca continua de la Formación San Antonio suprayacente, en su sección tipo y la característica principal de diferenciación entre ambas formaciones, es el aumento en la proporción de areniscas y capas de fanita negra, característicos de la Formación San Antonio (HEDBERG, 1950); no obstante, en numerosos sitios de la Serranía del Interior, no es posible establecer una clara distinción entre ambas unidades.

Muchos autores han expresado su conformidad con el ambiente marino (oceánico) euxínico y profundo de la unidad, pero no hay datos exactos sobre su batimetría. Incluyen a las formaciones Querecual y San Antonio dentro de su Provincia Pelágica.

HEDBERG (1937-a, b, c), en su estudio detallado de la estratigrafía cretácica de Venezuela oriental, elevó la Formación Guayuta de LIDDLE (1928), mal definida, a rango de grupo, constituida por las formaciones Querecual, inferior, y San Antonio, superior.

La Formación San Antonio (Ksa) de edad Cretácico Tardío, ubicada en la parte septentrional de los estados Monagas, Anzoátegui y Guárico, consiste esencialmente de calizas y lutitas negras, como la Formación Querecual, infrayacente, pero además contiene numerosas capas de areniscas duras de color gris claro y de chert. Una característica típica es la presencia de diques anastomósicos de areniscas, analizados detalladamente por LAUBSCHER (1961). Las cantidades y proporciones de areniscas y chert son muy variables; en algunos sitios son tan escasas que es imposible diferenciar la unidad de la Formación Querecual cuyo contacto es transicional. En otros lugares el gran desarrollo de areniscas hace que la Formación San Antonio se confunda con la Formación San Juan, suprayacente, donde conservan contacto transicional (ROSALES, 1960).

MARCUCCI (1976, p. 1285), en sus estudios sobre el origen de las fanitas cretácicas de Venezuela, concluyó que el ambiente de la Formación San Antonio era transicional entre el ambiente euxínico de Querecual y el ambiente oxigenado (pero no nerítico), presumiendo

la presencia de "corrientes periódicas, capaces de transportar clásticos y oxígeno a las aguas estancadas del fondo" y una sedimentación lenta. Añadió que la relación  $K_2/Na_2O$  indica aguas profundas, y que la composición química de las ftanitas favorece un origen biogénico para ellas.

### 3.3. Eoceno Cretáceo

#### 3.3.1. Grupo Santa Anita

La Formación San Juan (Kj) de edad Cretácico (Maastrichtiense Tardío), cuyo término proviene de la quebrada San Juan, afluente de la margen derecha del río Querecual y el holoestratotipo se halla en el curso medio del río Querecual, y al suroeste de la población de Bergantín, estado Anzoátegui (HEDBERG, 1937-a), consiste de una alternancia monótona de capas de areniscas de 0,3 a 1 m de espesor, muy duras, gris a gris claro de grano fino, bien escogidas, escasamente glauconíticas y localmente calcáreas. Estas capas de areniscas se intercalan con capas centimétricos de lutitas negras, arenáceas, localmente calcáreas y limolitas negras. Las capas de arenisca son tabulares, y su color de meteorización es crema y rojizo (ROSALES, 1960). El holoestratotipo mide 97 m, según HEDBERG & PYRE (1944-a).

Constituye una de las unidades más resistentes de la Serranía del Interior oriental; el tope del pico Turimiquire, está constituido por la cuesta de buzamiento de las areniscas de esta formación (GONZÁLEZ DE JUANA *et al.*, 1980). El contacto inferior es concordante pero abrupto, con las limolitas negras de la Formación San Antonio infrayacente. Su contacto superior es gradacional a las pelitas negras de la Formación Vidoño, suprayacente.

Según FURRER & CASTRO (*op. cit.*) en el río Aragua, estado Monagas se presenta una limolita arenosa negra con moldes internos de foraminíferos pláncnicos tales como *Abathomphalus* sp., *Globotruncanidae*; foraminíferos bénticos, *Recurvoides* sp., *Ammodiscus cretaceus* entre otros. Para ROSALES (1960), RENZ (1962) y GONZÁLEZ DE JUANA *et al.*, (1980) el ambiente de sedimentación de la Formación San Juan, es de origen fluvial a marino somero, regresivo con ambientes litorales-costeros.

La formación Vidoño (Tpkv), de edad Cretácico (Campaniense) - Eoceno Temprano está constituida por lutitas oscuras, ricas en foraminíferos (en río Guarapiche, está representado por foraminíferos pláncnicos tales como *Globotruncana cf. aegyptiaca* y los foraminíferos bénticos tales como *Recurvoides* sp., *Ramesella varians*, *Lenticulina navarroensis extruatus*, *Dentalina cf. consobrina*, *Coryphostoma cf. incrassatus*, *Gavelinella rubiginosa*, entre otros) con capas menores de areniscas y limolitas calcáreas duras, con glauconita. En la sección tipo la Formación Vidoño consiste de una secuencia de lutitas negras, silíceas, y calcáreo-arenáceas, frecuentemente glauconíticas y piritosas, con fractura en astilla o punta de lápiz y con intercalaciones menores de limolitas calcáreas, gris verdoso y areniscas de grano fino, gris oscuro, de espesores centimétricos (Macsoy *et al.* 1986).

El contacto inferior con la Formación San Juan y el superior con la Formación Caratas, es concordante y transicional. HEDBERG (1950) indica que la Formación Vidoño descansa directamente sobre el Grupo Guayuta, por acuñamiento de las Areniscas de San Juan, mientras que, al este, se interdigita con las formaciones San Juan y Caratas, desapareciendo hacia el sur a favor de la Formación San Juan.

GALEA (1985), propone una sedimentación en el talud, a una profundidad mayor de 2000 m. Vivas en MACSOTAY *et al.* (1966) en base al rango batimétrico de foraminíferos bentónicos e icnofósiles, le adjudica ambiente marino profundo, batial a abisal.

La formación Caratas (Tec), de edad Eoceno Temprano a Tardío la cual consiste en una secuencia compleja de limolitas pluridecamétricas y areniscas plurimétricas, que pueden ser marcadamente glauconíticas, dolomíticas o calcáreas (Hedberg y Pyre, 1944). En el río Querecual, es de carácter pelítico-arenoso (RENTZ, 1962), y va pasando gradualmente a secuencias más arenosas hacia el sureste (ROSALES, 1960) y más pelíticas hacia el noroeste (MACSOTAY *et al.*, 1986), pero en todas las áreas presenta una anomalía carbonática plurimétrica en su tope, que constituye el Miembro Tinajitas.

La Formación Caratas *sensu stricto*, en la región-tipo, consiste en la alternancia de los litosomas ya citados. Las areniscas son de grano fino a medio, gris verdosas, que meteorizan a pardo oscuro y pardo rojizo, de espesores centimétricos a métricos, pero que

llegan a formar paquetes pluridecamétricos. Las limolitas y lutitas son de color gris oscuro, monótono, en las que se intercalan ocasionalmente calcarenitas o marlitas. CAMPOS *et al.* (1985) describieron a la formación en el subsuelo del noreste del estado Anzoátegui (Pozo La Vieja-1) compuesta predominantemente de calizas grises a gris verdoso, masivas, recristalizadas y glauconíticas, con ocasionales intercalaciones de lutita y arcilita.

La Formación Caratas aflora en toda la región piemontina del norte de los estados Anzoátegui y Monagas, desde Barcelona al oeste, hasta las cercanías del cerro Punceres. La base de la Formación Caratas es concordante y diacrónica sobre la Formación Vidoño; el Miembro Tinajitas es de carácter transicional con la Formación Caratas *sensu stricto*, aunque localmente dicho contacto puede ser abrupto, por su parte, el contacto superior de la Formación Caratas *sensu lato* es de concordancia estratigráfica en el área tipo.

ROSALES (1960) encontró, en la base de la formación a *Globogerina aspensis*, *G. senni*, *G. lozanoi* y *Globorotalia aragonensis* y, en la parte superior (Miembro Tinajitas), a *Lepidocyclina* sp. cf. *L. yurnagunensis*, *L. (Pliolepidina) pustulosa*, *Discocyclina (Asterocyclina) asterica*, *Operculinoides trinitatensis* y *O. kugleri*.

La Formación Caratas fue depositada en varios ambientes sedimentarios, que representan una regresión con respecto a la Formación Vidoño, infrayacente (ROSALES, 1960) y marino, de aguas someras (RENZ, 1962), que se tornan más marinas hacia el este, fue depositada en un medio marino hemipelágico, en la parte media y superior del talud epicontinental pero no turbidítico, como sugirió GALEA (1985) para el extremo occidental de la serranía. Para el extremo oriental de la misma, se ha sugerido ambiente batial.

### 3.4. Oligoceno Inferior a Superior

#### 3.4.1. Grupo Merecure

La formación Los Jabillos (T $\Phi$ j) de edad Oligoceno, autores como MACSOTAY *et al.* (1986, p. 7156) describieron la formación como principalmente de areniscas cuarcíferas, de grano medio a grueso, en capas de gran espesor, con intercalaciones de lutitas limosa y comúnmente rítmicas, las cuales forman prominentes cuestas de buzamiento a lo largo del

piedemonte de la Serranía del Interior en el norte de Anzoátegui y Monagas. La formación es discordante sobre formaciones más viejas, desde Tinajitas hasta Querecual, en el bloque sobrecorrido de la Falla de Pirital del norte de Monagas. En el Campo La Vieja, el contacto Los Jabillos-Naricual es transicional, estando ausentes las lutitas de la Formación Areo.

POTIE (1989) refirió a asociaciones de *Nonion belridigensis*, *Cibicides americanus*, *C. floridanus*, *Globigerina concinna* cf. *G. ciperoensis*, y cita a ROSALES (1968) y VIVAS (1986) quienes describieron a la macrofauna de bivalvos: *Flabellipecten guajatacus*, *Aequipecten* sp. y *Amusium* cf. *antiguensis* y los gasterópodos *Turritella andreasi* y *T. boweni*. MULLER (*vide* POTIE, *op. cit.*) identificó al nannoplancton *Sphenolithus ciperoensis* en Los Jabillos del río Capiricual. MACSOTAY *et al.* (1986) reportaron la presencia de los icnofósiles *Ophiomorfa*, *Cylindrites* y *Rhizocorallium*.

Su ambiente ha sido descrito convencionalmente como marino litoral con influencia fluvial (ROSALES, 1967, p. 7). El ambiente indicado por la fauna de FURRER & CASTRO (1997) es de plataforma externa o talud superior.

La formación Areo (T $\Phi$ ar) del Oligoceno, en su descripción original mencionan como litología predominante, lutitas de color gris con capas delgadas de concreciones, glauconíticas de ferrolita amarillenta a rojiza, asociadas con moluscos. Además, capas ocasionales de areniscas cuarcíticas duras, gris claro a blanco, de 1 a 10 m de espesor, con fracturas perpendiculares a la estratificación. Se encuentran también algunas calizas duras y delgadas. La Formación Areo yace concordantemente sobre la Formación Los Jabillos. Hacia el tope, está en contacto concordante y diacrónico con la Formación Naricual. Al este del área tipo, la formación yace concordantemente con ligera discordancia, bajo la Formación Carapita.

Varios autores identificaron foraminíferos pláncnicos tales como *Globigerina praebulloides*, *Globigerina venezuelana*; foraminíferos béticos tales como *Cyclammina cancellata*, *Cyclammina* cf. *gasparensis*, *Gaudryina* sp., entre otros.

SOCAS (*op. cit.*) interpretan un ambiente de plataforma media. VIVAS & MACSOTAY (*op. cit.*) como un ambiente sedimentario de plataforma externa a batial superior.

La formación Naricual (T $\Phi$ n) de edad Oligoceno Tardío-Mioceno Temprano, está compuesta por un tramo inferior de 488 m de lutitas carbonosas, lutitas arenosas y areniscas masivas, de color claro, cuarzosas, friables a cuarcíticas y de grano medio a grueso, un tramo medio de 914-1.067 m que contiene los "paquetes" carboníferos de Santa María, Mallorquín y Aragüita, y un intervalo superior de 457 m de areniscas gruesas intercaladas con lutitas grises no-fosilíferas y algunos carbones todo finamente laminado. Las lutitas y limolitas son de color gris a negro o achocolatadas, blandas, físciles o pizarrosas, arenáceas, micáceas, carbonáceas, jarosíticas, meteorizan amarillento, rojizo, marrón; son prácticamente estériles de microfósiles.

PEIRSON (1965-a, p. 24) notó que Naricual es bruscamente transicional, vertical y lateralmente, con las formaciones Areo, Carapita y Capiricual. El contacto superior, con la Formación Capaya, es transicional, puesto en donde las areniscas limpias de Naricual pasan a las areniscas ftaníticas de Capaya.

LIDDLE (1946, p. 387) mencionó a los macrofósiles *Acila*, *Pecten* y *Turritella* en la base de Naricual. Los fósiles son muy escasos, con la excepción de impresiones de plantas.

El ambiente sedimentario indicado por PEIRSON (1965-a, p. 100) es de una fase regresiva en aguas dulces a muy salobres, relacionado a un sistema deltaico grande o una región amplia de tierras bajas pantanosas; este autor sugirió una fuente de sedimentos en el Escudo de Guayana para Naricual y una fuente hacia el norte de terrenos en levantamiento para las unidades ftaníticas sobreyacentes.

### 3.5. Plioceno

La formación Quiriquire (Tpmq) de edad Plioceno, consta de una fracción superior de la formación constituida por los Miembros Alfa a Delta, que consisten en un conjunto de peñones, peñas, guijarros, grava y arena, con capas de arcilla. Según REGAN (*op. cit.*), los sedimentos están distribuidos en lentes cuyo material cementante es principalmente

carbonato cálcico, transportado por aguas superficiales, desde las calizas cretácicas de la Serranía del Interior, al norte. El Miembro Epsilon es mayormente arenoso, con capas delgadas de arcilla. El Miembro Zeta es también arenoso, pero en el tope, presenta una capa formada por láminas muy delgadas de lutita y arena de grano fino, con laminillas de lignito. Los miembros Eta y Theta, son litológicamente similares a los de la porción superior. En la base del Theta, se encuentra gran cantidad de glauconita re TRABAJADA y arcillas verdes (BORGER, *op. cit.*).

La formación yace con gran discordancia angular, sobre las formaciones La Pica y/o Carapita, del Mioceno. El tope de la formación emerge, salvo donde está parcialmente cubierta por la Formación Mesa, del Pleistoceno. Lateralmente pasa a la Formación Las Piedras. Dado el tipo de sedimentación, la formación es poco fosilífera. Sin embargo, se mencionan ejemplares de macrofauna de aguas salobres, tales como *Policines* sp., *Modiolus* sp., etc., con restos de cangrejos y plantas, además de foraminíferos re TRABAJADOS en la base del intervalo.

Los sedimentos gruesos de la formación, indican la existencia de conos aluviales de un ambiente formado posiblemente por lagunas costeras. El Marcador Laminar del Miembro Zeta, correspondería a un período de poca actividad erosiva, la cual recrudesció durante la sedimentación de la porción superior. La fuente de sedimentos corresponde a la Serranía del Interior, al norte del área.

### 3.6. Pleistoceno

La formación Mesa (Qpm) de edad Cuaternario (Pleistoceno), en los límites norte y sur de la Mesa de Guanipa, consiste de arenas de grano grueso y gravas, con cemento ferruginoso; conglomerado rojo a casi negro, arenas blanco-amarillentas, rojo y púrpura, con estratificación cruzada; además contiene lentes discontinuos de arcilla fina arenosa y lentes de limolita. En la Mesa de Tonoro se encuentran capas lenticulares de conglomerado, arenas, y algunas arcillas. Al noroeste de Santa Rosa existe una capa lenticular de conglomerado, con delgadas intercalaciones de arenas. Los sedimentos de la Formación Mesa, gradan de norte a sur, de más gruesos a más finos al alejarse de las cadenas

montañosas del norte; desde la parte central de Monagas al macizo de Guyana, gradan de más finos a más gruesos.

En la sección de río Cristalino, río La Palencia, río del Medio, Caripito y Las Parcelas se encuentra discordante sobre las formaciones Querecual, San Antonio y San Juan (FURRER & CASTO, 1997, comentarios enviados al CIEN).

En la Formación Mesa se han encontrado fósiles de agua dulce, asociados con arcillas ligníticas y restos de madera silicificada (GONZÁLEZ DE JUANA *et al.*, 1980).

Según González de Juana (1946), la Formación Mesa es consecuencia de una sedimentación fluvio-deltáica y paludal, producto de un extenso delta que avanzaba hacia el este en la misma forma que avanza hoy el delta del río Orinoco.

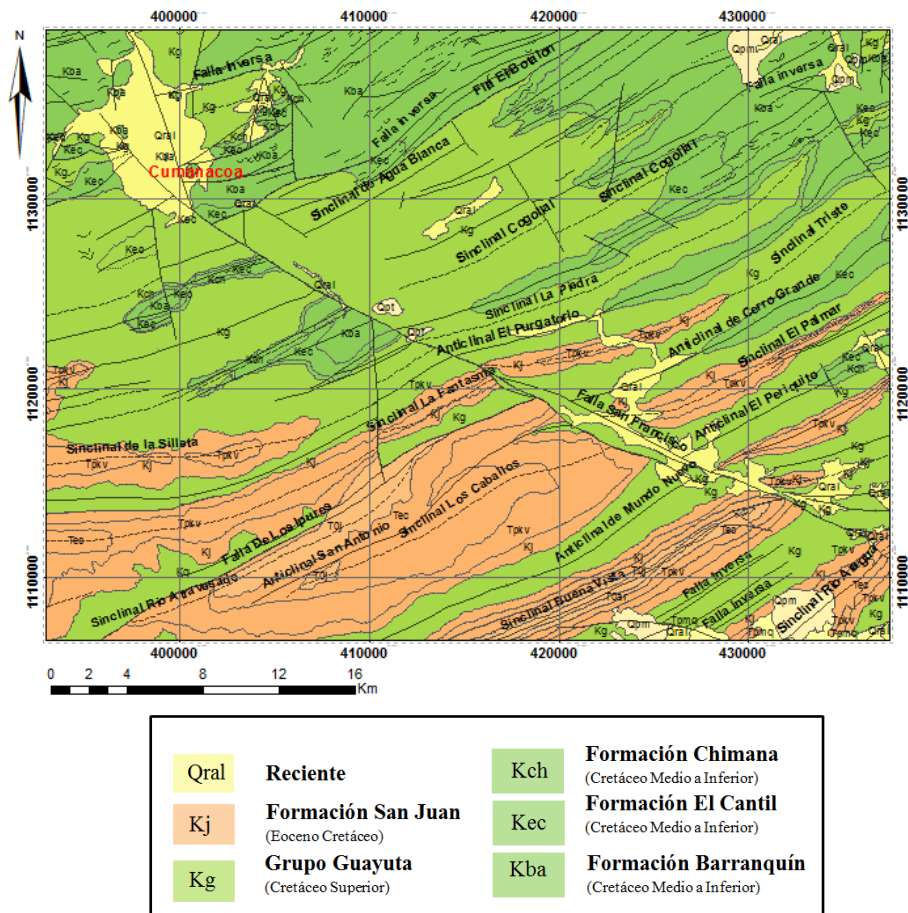


Figura 9. Mapa geológico generalizado donde resaltan las unidades estratigráficas de la zona de estudio.

## 4. GEOGRAFÍA FÍSICA

### 4.1.FISIOGRAFÍA Y RELIEVE

La zona de estudio se encuentra ubicada en la Serranía del Interior Oriental ocupando parte de los estados Anzoátegui Monagas y Sucre. Esta se eleva con alturas que van desde los 200 m hasta una altura de más de 2400 m en el Cerro Turimiquire, el cual corresponde al cerro más alto de la carta.

El relieve se dividió en dos unidades predominantes. Relieve alto, que está constituido por filas y cerros altos, el cual se encuentra atravesando la depresión topográfica. Esta depresión es denominada unidad de relieve bajo (con cotas menores a los 700 m), la cual se divide a su vez en dos subunidades, la primera es filas y cerros bajos y la segunda subunidad de valles amplios e intramontinos.

#### 4.1.1. Unidad de relieve alto

Representa el 70% del área total de estudio. Esta unidad presenta alturas que van de 800m a 2400m s.n.m, dominada por filas y cerros que se encuentran orientadas en su mayoría en sentido N-E. (figura 10).

#### 4.1.2. Sub-unidad 1: Filas y cerros altos

Este conjunto de altos topográficos se encuentran distribuidos hacia el este y suroeste de la carta. Entre las expresiones topográficas más resaltantes se tienen:

*Fila Lomas de José Barreto:* situada al norte del mapa, al oeste de Chorrerón y al este de la quebrada Monte Bonito. Dicha fila tiene una orientación N 65° E, con alturas de 1400m s.n.m. La cresta de la fila tiene geometría mixta y tope agudo. Las laderas son asimétricas con tendencia cóncava, y pendiente abrupta hacia el sur mientras que al norte es moderada; la ladera norte presenta estribaciones con un grado de entallamiento alto a consecuencia del drenaje.

*Fila de Barbas:* se encuentra ubicada en la parte central del mapa, al sureste del río Los Chorros y al norte de la quebrada Barbas. Con alturas superiores a los 1100m s.n.m. Se orienta en dirección noreste, dicha fila presenta una línea de cresta irregular, con laderas asimétricas y pendiente moderada e irregular.

*Filas del Viento:* ubicada al sur de Cumanacoa y al norte de la Sabana. La orientación de la fila es este-oeste. Su altura supera los 1200m s.n.m, el tope de la fila sigue una geometría curva, cuyo grado de asimetría de las laderas es moderado y a su vez tiene una pendiente entre 10 y 18° aproximadamente. Hacia el sur de la fila se desprenden algunos estribos derivados del drenaje cuyas aguas se vierten a la quebrada Lloroco.

*Fila Boquerón:* ubicada al sur del río Cocollar. La fila alargada posee una orientación noreste con alturas de 1000m s.n.m. En cuanto a la línea de cresta, ésta tiene forma sinuosa con algunos quiebres notorios, las laderas son asimétricas. La ladera norte tiene pendiente irregular mientras que la sur posee pendiente uniforme.

*Fila Triste:* ubicada al sur de la Fila Boquerón y al norte del poblado Los Corocillos. Esta fila presenta una dirección preferencial este-oeste, con alturas de 1000m. La forma de la cresta es irregular, en cuanto a las laderas son asimétricas, con un grado de entallamiento alto y pequeñas estribaciones que se derivan de la ladera sur de la fila.

*Fila Grande- Fila Las Campanas:* ambas filas se encuentran ubicadas al noreste del río Guarapiche. Ambas presentan características similares ya que son subparalelas con alturas de 1000m y se encuentran separadas por el río Cerro Grande, tienen una orientación preferencial N 58° E, y sus líneas de cresta tienen forma irregular, sus laderas son asimétricas cuya pendiente es moderadamente abrupta y el grado de entallamiento de ambas filas es alto debido a que son atravesadas por drenajes circundantes (quebrada Banqueano, río Cerro Grande, quebrada Bucaral) que a su vez vierten sus aguas en el río Guarapiche. Ambas filas tienen pequeñas y numerosas estribaciones que se desprenden hacia el sur para la fila Las Campanas y hacia el norte para fila Grande.

*Fila Capirigua:* ubicada al noreste de la población San Francisco y al sur del poblado Las Misiones. Esta fila tiene una orientación norte-este, con alturas de 800m s.n.m. Esta pequeña fila alargada presenta una línea de cresta con una geometría recta y un leve declive con dirección noreste. Las laderas son asimétricas, con tendencia cóncava y la pendiente de la ladera sur es más abrupta con respecto a la ladera norte.

*Fila Las Llaves:* Ubicado al norte de la población San Lorenzo y al sur de la población La Bandola. La fila alargada tiene una dirección preferencial hacia el noreste, con alturas que superan los 1000m s.n.m, la línea de cresta tiene una geometría mixta (recta hacia el noreste

y sinuosa hacia el suroeste), sus laderas son asimétricas con pendiente moderadamente abrupta, de las que se desprenden diversas estribaciones.

*Fila Los Deseos:* se ubica al oeste de la carta, específicamente al norte del río Manzanares y al este del poblado Las Culatas. La fila posee una orientación noreste, con alturas superiores a los 1400m s.n.m. La línea de cresta tiende a ser curvilínea con declive hacia el noreste, las laderas son asimétricas, la vertiente norte presenta pendiente cóncava y la sur convexa, ambas pendientes son abruptas. Las estribaciones o ramales que se desprenden de las laderas drenan sus aguas hacia el río Manzanares mediante sus afluentes hacia el sur y la quebrada La Bomba hacia el norte.

*Fila La Montaña:* ubicada al sur del río Negro y al norte del poblado Los González. Dicha fila presenta una orientación N 35 °E y alturas de 1600m s.n.m., la línea de cresta tiene geometría mixta y tope irregular por el cual corre un curso de agua paralela a la misma (río Oro), las laderas son asimétricas ya que la vertiente norte tiene pendiente cóncava y la sur tiene pendiente convexa siendo esta última la más abrupta.

*Fila Piñero:* se encuentra ubicado al sur de la población de Buenos Aires y el Alto Amundarai. Se encuentra orientada con un rumbo de N25°E, alcanzando alturas aproximadas de 800m s.n.m. La línea de cresta tiene forma curvilínea, la ladera norte posee pendiente convexa mientras que la sur es cóncava, por lo que se observa que ambas laderas son asimétricas. La ladera sur presenta estribaciones producto de los afluentes por el cual circula el agua hacia el río Piralito situado a su vez al este de dicha fila.

*Fila Agua Blanca:* dicha fila alcanza alturas de 2200 m y se encuentra ubicada al suroeste del mapa, entre los cerros Tristeza y Tucuyucal. Se trata de una fila alargada en dirección oeste- noreste, cuya cresta presenta geometría sinuosa. Las laderas son escarpadas de las cuales se despliegan numerosos ramales producto del drenaje, provenientes del río Las Piedras hacia el norte y los ríos Areo, Negro y Colorado hacia el sur.

*Cerro El Cachimbo:* ubicado al norte de la carta, al sureste del río Tacarigua y al oeste del poblado Tierra Blanca. El cerro El Cachimbo posee alturas superiores a los 800m s.n.m, en cuanto a sus características se evidencia que presenta una geometría general redondeada cuyo punto más alto o cresta tiene forma ovalada y a su vez es moderadamente angosta. Por otra parte, la pendiente de las laderas norte y este es moderada, en contraste con la ladera oeste cuya pendiente es más inclinada, estas laderas se observan convexas. En cuanto al

drenaje, este es medianamente denso y encajado hacia el oeste y este del cerro e intermitente hacia el Norte del mismo.

*Cerro El Culón:* ubicado en el noroeste del mapa, específicamente entre el poblado El Chirel (al norte) y el río Caribe (al sur). Cerro El Culón tiene alturas superiores a los 1.000 metros s.n.m, presenta geometría redondeada al igual que la cresta. La pendiente de las laderas sur, este y oeste es moderada y presenta forma convexa, mientras que la ladera norte tiene una pendiente de 40° aproximadamente y su forma es cóncava. En cuanto al drenaje se evidencia que se encuentra cortando la ladera Este, y las demás laderas muestran un drenaje intermitente medianamente denso.

*Cerro Negro:* es el segundo cerro más alto de la carta, con alturas de 2200m s.n.m. se encuentra ubicado al este de la carta, al sur del límite entre los estados Monagas y Sucre y al norte de la población Curiene. Es un cerro pseudotriangular, de tope irregular, cuyas laderas asimétricas divergen con pendiente moderada, de las cuales se derivan algunas estribaciones.

*Cerro El Toro:* ubicado al este de la carta y de la población San Agustín. Cerro alargado con orientación noreste y con alturas de hasta 1600m s.n.m, sus laderas son asimétricas y su pendiente moderada.

*Cerro El Guácharo:* se ubica al oeste de la población Caripe, alcanza alturas de 1600m. Dicho cerro presenta una orientación noreste, su cresta tiene forma irregular, sus laderas son asimétricas con pendiente moderada.

*Cerro Las Dos Sabanas:* se encuentra ubicado al este de la carta, entre el poblado El Guácharo y río Chiquito. La orientación preferencial del cerro es noreste, se evidencia una geometría irregular cuyas laderas presentan un rango de pendientes entre 2° y 5° aproximadamente. En esta zona se encuentran numerosas estribaciones tales como: Cerro La Cuchilla (1200m), Cerro El Manguito (1300m) y Cerro Pueblo Viejo (1300m).

*Cerro Grande:* con alturas de 1000m se encuentra situado entre las poblaciones El Hormiguero y Los Pérez. Se trata de un cerro alargado con orientación este- oeste, pendiente moderada y uniforme.

*Cerro El Perú:* ubicado al oeste de la población La Loma de La Virgen, se orienta N 35° W. Se trata de un cerro alargado con cresta en forma de silla cuyas alturas superan los



#### **4.1.3. Unidad de relieve bajo**

Constituye el 30% del área total de la zona de estudio. Esta unidad se encuentra conformada por dos sub-unidades: las filas y cerros bajos y valles amplios e intramontinos los cuales se ubican al norte y en el suroeste de la zona de estudio.

#### **4.1.4. Sub-unidad 2: filas y cerros bajos**

Se encuentra ocupando un 25% de toda la unidad, caracterizándose por poseer alturas que van desde los 300m de altitud en el cerro Portachuelo, hasta una altura máxima de 700m en el Pico García. En general, se tienen las expresiones topográficas predominantes:

*Fila Lomo de Caballo:* ubicada al norte del mapa, específicamente al noreste del río Tacarigua. Posee una orientación N 60° E con cotas que superan los 600m s.n.m. Se trata de una fila alargada con laderas asimétricas y pendiente moderada, siendo más suave la pendiente de la ladera norte.

*Fila Macanillar:* ubicada al noreste de la carta, al este del río Don José y al norte de la quebrada Naranjo. Esta fila posee una orientación preferencial noreste, con cotas que superan los 600 m s.n.m. Se trata de una fila que posee línea de cresta con geometría irregular y pendiente moderadamente abrupta, con laderas asimétricas, donde la ladera norte posee pendiente cóncava y la sur convexa y en las cuales se evidencia numerosos ramales o estribos producto del drenaje.

*Fila Chaguarama:* Ubicada al sur de la carta, al norte de la población Los Carrizales y al sur del pueblo Los mangos. La fila posee un rumbo de N40°E, sus mayores alturas corresponden a 700m. La línea de cresta es sinuosa con declive en ambas direcciones, las laderas presentan muy poca simetría y sus pendientes son moderadas.

*Cerro Marín:* Ubicada entre las quebradas María y La Pica, al noroeste de la carta. Su forma es alargada con irregularidades, es decir, se presentan varios puntos altos con forma aguda, uno en el tope de la colina a 700 metros aproximadamente y otros intercalados a 600 metros. La ladera oeste de la colina presenta una pendiente más inclinada a la ladera este pero ambas presentan pendiente convexa, por lo tanto son asimétricas, por otro lado al norte de la colina se tiene una pendiente cóncava. Finalmente, la red de drenaje es poco densa, la cual se encuentra cortando solo la ladera norte.

*Cerro Morahal:* ubicado en el noroeste del mapa, al sur de la quebrada Puerto Escondido. Dicho cerro presenta una forma redondeada irregular, con dos picos que se encuentran a

alturas mayores a los 600 metros. El pico ubicado al este de la colina, tiene una geometría redondeada mientras que el que se encuentra al oeste tiene forma plana y a su vez alargada. En general, las laderas de la colina son convexas con pendiente uniforme. Por último, la red de drenaje es poco densa y se encuentra cortando sólo la ladera norte.

*Cerro Maraca:* se encuentra situado al noroeste del mapa, al este del río Manzanares y al oeste de la población Maraca. Esta colina se encuentra a 600m s.n.m, presenta forma pseudotriangular con tope irregular. Las laderas de la colina presentan diferente pendiente, es decir, son asimétricas ya que la ladera norte posee una pendiente menor a las de las laderas sur, este y oeste; por otro lado la ladera norte es convexa mientras que las demás tienen forma cóncava. Con respecto a la red de drenaje de la colina Maraca, ésta presenta un drenaje intermitente poco denso, el cual se presenta por igual para todas sus laderas.

*Cerro La Paracua- Cerro La Horqueta- Cerro Las Caras:* ubicados entre los poblados Cumanacoa y Los Mangos, al este del río Manzanares. Todos estos cerros poseen alturas similares comprendidas entre los 500 y 600m s.n.m. se trata de cerros cuya geometría es pseudotriangular. Los Cerros La paragua y La Horqueta tienen una orientación preferencial N 45° E y líneas de crestas irregulares, por otro lado el Cerro Las Caras tiene una orientación de N 65° E y su tope es alargado. Las laderas de estos tres cerros tienen pendiente moderada irregular.

*Pico García:* ubicado al sureste del mapa entre la quebrada Grande y la quebrada de La Batea. Con alturas de 700m, este pico tiene forma redondeada al igual que su cresta, y se encuentra bisectado por los drenajes provenientes de la quebrada Grande, los cuales drenan a su vez hacia el río Aragua. Una de las estribaciones generadas por el río Aragua, es el cerro El Pegón la cual tiene una orientación N 50° E cuyas alturas superan los 400m.

*Cerro Portachuelo:* se encuentran ubicado entre las poblaciones Portachuelo y El Pegón. El cerro Portachuelo se orienta en dirección N 50° E tiene alturas superiores a los 300m, con laderas asimétricas, siendo la ladera norte más abrupta con respecto a la sur.

*Cerro Los Pérez- Cerro La Placeta:* ambos cerros están ubicados entre las poblaciones Los Pérez y Quebrada Seca, estos se encuentran divididos por el río Aragua sin embargo mantienen la misma dirección N 20° W y aturas de 500m aproximadamente. El cerro Los Pérez tiene forma de colina con cresta redondeada, a diferencia del cerro La Placeta que

tiene forma y tope irregular. Estos cerros tienen laderas asimétricas con pendiente moderada.

*Cerro Los Mangueres:* se encuentra ubicado entre las poblaciones Guanaguana y Pueblo Viejo, se trata de un cerro con alturas superiores a los 600m, con terminación irregular, la cual se encuentra bisectado por numerosos drenajes de las quebradas La Lapa y Potrerito, sus laderas son asimétricas y de pendiente moderada.

*Cerro de Paja:* situado entre la quebrada Cangrejal y la quebrada El Limón, con alturas superiores a los 500m. Este cerro tiene laderas asimétricas con pendiente convexa hacia el norte y cóncava hacia el sur.

*Cerro Grande:* se encuentra ubicado entre el río Guarapiche y el río Capiricual, se trata de un cerro con altura superiores a los 600m, es pseudotriangular con terminación aguda. Dicho cerro se encuentra orientado en sentido N 40° W, sus laderas son bastante simétricas con pendiente moderada, sin embargo a medida que las cotas descienden hacia el noreste y se van acercando al río Guarapiche, se hacen cada vez más escarpadas y de poca extensión.

*Cerro El Mango:* se ubica entre las poblaciones de Maripa y Buena Vista, orientada N 25° W, con alturas superiores a los 600m. Se trata de un cerro alargado con terminación en silla, cuyas laderas son asimétricas, su ladera norte tiene pendiente suave, mientras que su ladera sur es más abrupta.

#### **4.1.5. Sub-unidad 3: Valles amplios e intramontinos**

Se encuentran distribuidos en toda la zona de estudio y representa el 5% del área, la cual está dominada por alturas inferiores a los 300m s.n.m hasta alturas de entre 500-700m.

Los valles amplios tienen un relieve plano con pendientes inferiores al 1%, las cuales van aumentando su valor de pendiente progresivamente.

En esta depresión se encuentran asentadas las principales ciudades y poblados de la región: el primero de ellos es la ciudad de Cumanacoa ubicado en el oeste del mapa, cuya orientación es norte-oeste y se caracteriza por ser un valle de fondo amplio cuyas vertientes captura sus aguas a partir de los drenajes principales del río Manzanares, uno de los más importantes de la carta. Otro de los valles está situado al norte, con orientación norte-este, donde se ubican las poblaciones de: Santa María, Sabana de Concepción, Santa Bárbara con una línea de talweg que corresponde con el río Santa María. Por último al sur-este de la carta se tiene un valle de orientación E-W con una pendiente mayor (aproximadamente 5%)

cuyas aguas se vierten hacia dos redes de drenajes opuestos, uno es el río Guarapiche (oeste) y el otro es el río Aragua (este) y en las cuales se hallan las ciudades: Aparicio, Quebrada Seca, La Colonia, entre otros.

Por otro lado, están los valles intramontinos, que ocupan los espacios entre los cerros y filas alargadas que constituyen la Serranía de Turimiquire. En la parte central del mapa se evidencian valles estrechos que tienen en su mayoría una dirección preferencial norte-este y su línea de talweg coinciden con los ríos Cocollar e Ipure, o en su defecto, por quebradas que dispersan sus aguas hacia esos ríos. Por su parte, se tiene el valle estrecho situado al este de la carta con orientación N-S.

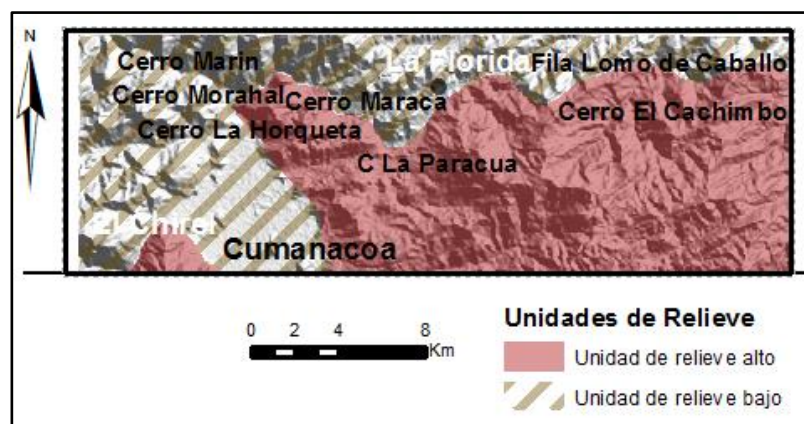


Figura 11. Rasgos fisiográficos del noreste de la zona de estudio.

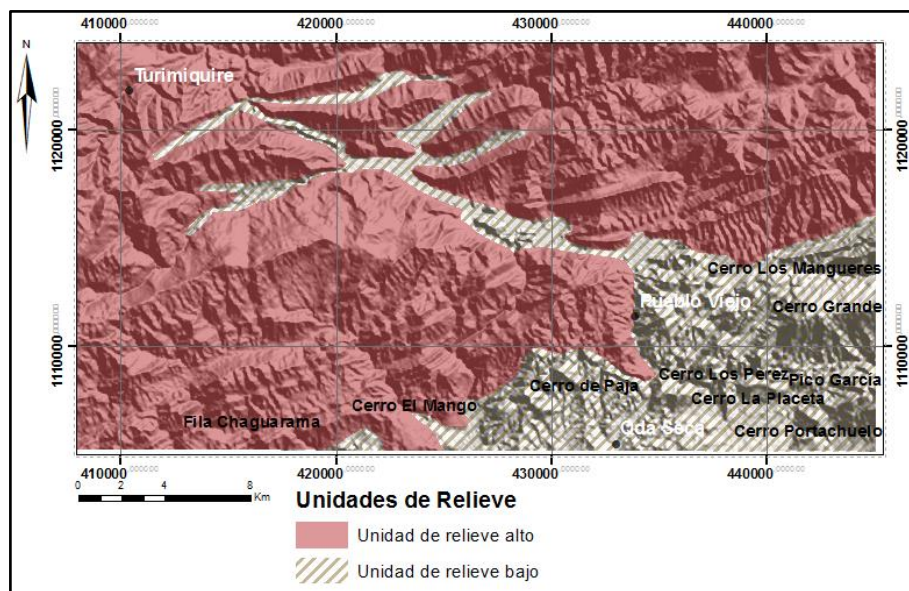


Figura 12. Rasgos fisiográficos generales del sur de la carta.

## 4.2.DRENAJES

La zona de estudio presenta dos grandes cuencas exorreicas, una de ellas es la cuenca del río Guarapiche que traslada sus aguas hasta el río San Juan y por otro lado se tiene la cuenca del río Manzanares que a su vez pertenece a la cuenca del Mar Caribe. Estas cuencas generan un gran número de afluentes que caen todos en el curso de agua principal.

La cuenca del río Guarapiche se encuentra ubicada en el centro hacia el sur de la zona de estudio, ocupando un área de 60%. Este río principal nace en el macizo de Turimiquire, mantiene una dirección preferencial N-S y N-W aguas abajo, el cual vierte sus aguas hacia el sur. Este río, mantiene una geometría irregular (Schumm, 1963) durante todo el trayecto. El río Guarapiche, está constituido por diversos ríos de cauce corto. Entre los principales ríos afluentes se tiene el río Colorado, que nace en el flanco sur de la Serranía de Turimiquire, cuyas aguas confluyen en sentido sur-este hasta conectarse al colector principal. Por otro lado, se encuentra el río Capiricual del que se evidencia un cambio notorio en el rumbo de la corriente según un ángulo de casi 90°, manteniéndose esta en N 65° E aguas arriba en el cual el cauce presenta un curso rectilíneo y N 35° W aguas abajo pero con una geometría transicional.

Existen algunos cauces fluviales ubicados en el sur- oeste, que no drenan sus aguas hacia el río Guarapiche, se trata del río Los Chorros, río Areo y río Amana.

La cuenca del río Manzanares se encuentra ubicada al norte del mapa y ocupa un área de 40%. El río nace en la Serranía de Turimiquire, donde se identifica un tramo inicial del río el cual presenta un curso meandriforme que se orienta con una tendencia aproximada E-W, posteriormente se experimenta una variación obvia en la dirección de la corriente de agua adoptando un rumbo N 40° W que posteriormente va cambiando aguas abajo para finalizar con un rumbo aproximado de N 70° W pero con geometría irregular en todo el trayecto. También destaca la presencia de las subcuencas hidrográficas de los ríos: Agua Blanca (N30°W), Aricagua (N55°E), Cribé (N55°E), Arenas (E-W) y río San Juan cuyas aguas son esparcidas al río Manzanares.

El patrón de drenaje general de la zona es dendrítico (90% del drenaje), sin embargo se observan tributarios con patrón de drenaje sub-paralelo.

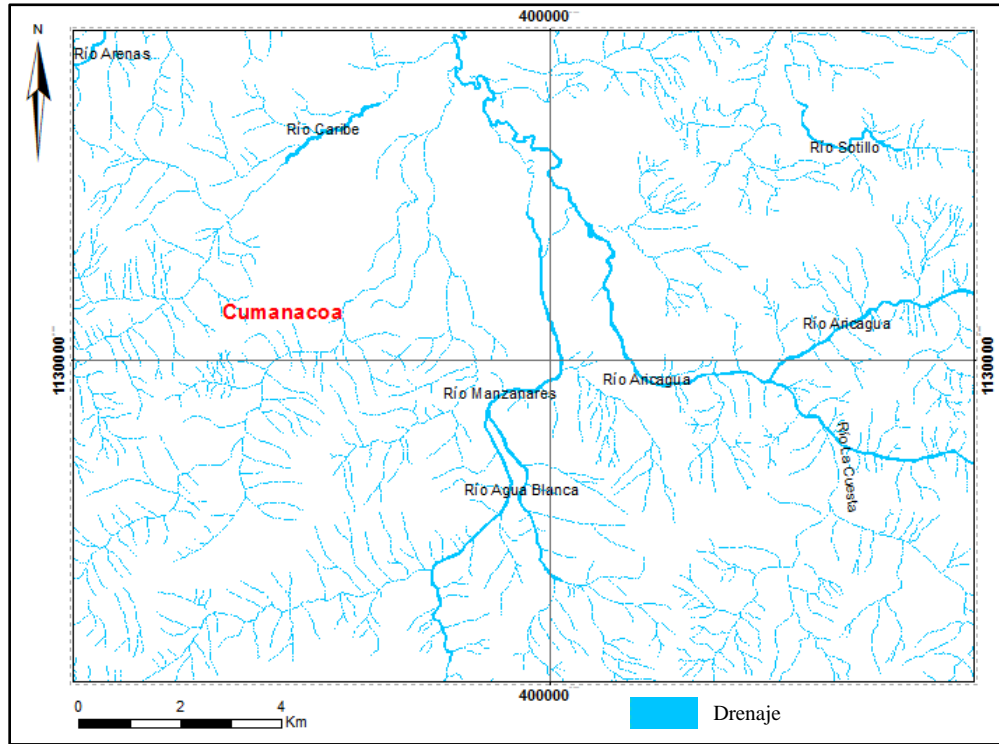


Figura 13. Cuenca del Río Manzanares, con curso de agua meandriforme hacia el Mar Caribe.

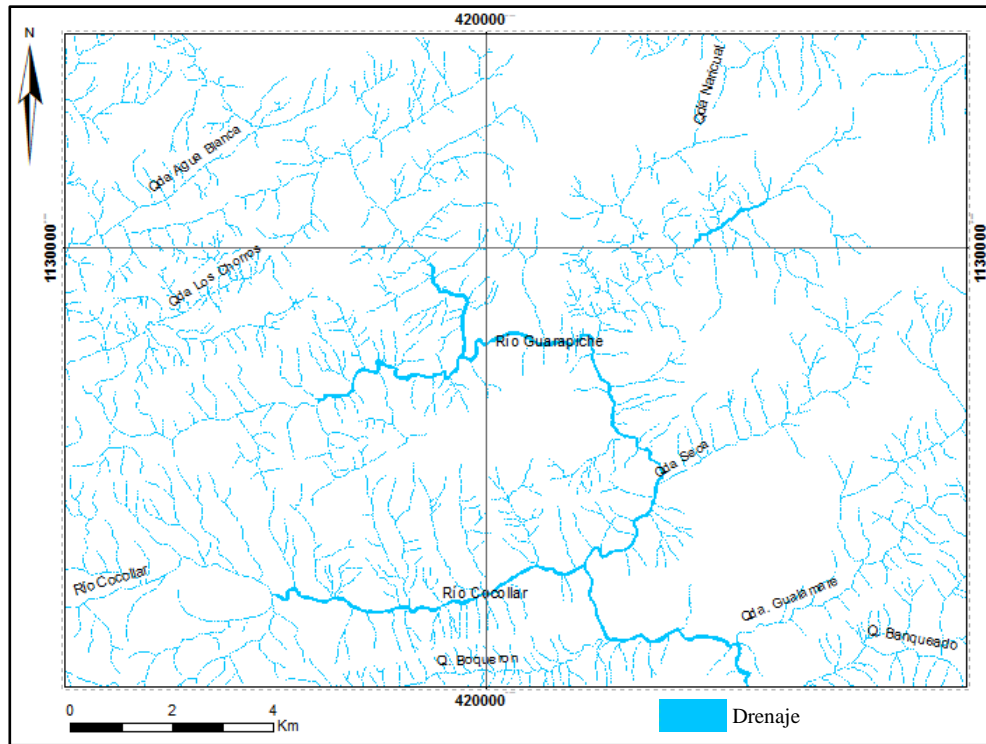


Figura 14. Cuenca del Río Guarapiche, sus aguas confluyen en sentido sur-este.

### 4.3. CLIMA

Según FUNDACIÓN EMPRESAS POLAR (2009), la variedad climática del estado Sucre viene definida por varios factores y elementos climáticos que se describen a continuación:

Los vientos alisos del noreste, es un proceso que ocurre entre junio y agosto, cuando las temperaturas aumentan y se produce una mayor evaporación, por ende es el periodo en el que se registran mayores precipitaciones. Por su parte se tiene el efecto Foehn, la cual se trata de la colisión de masas aire húmedas, con el sistema montañoso de la Serranía de Turimiquire, La Paloma y Paria, que al descender por la ladera de barlovento, se enfrían, condensan y forman lluvias en esta vertiente, donde los valores anuales alcanzan los 2200 mm y 1600 mm. En la vertiente de sotavento los vientos son secos.

De acuerdo a los datos identificados en las estaciones Cumanacoa – La Granja y Las Palomas, el clima es descrito con tendencia biestacional. Las precipitaciones son altas (1404,52 mm y 1811 mm), en general muestran un incremento a partir de julio, donde los valores mensuales se mantiene por encima de los 100 mm y durante tres meses (agosto y octubre) superan los 200 mm.

### 4.4. VEGETACIÓN

La formación vegetal predominante en el estado Sucre es la arbórea, abarcando un 69,76% del estado, la cual está compuesta por los bosques montanos, los bosques secos y semicaducifolios, los bosques siempreverdes de las tierras bajas y los manglares costeros. Entre las formaciones arbustivas destacan los espinares y cardonales, los matorrales y entre las formaciones herbáceas, los herbazales de pantano, (Fundación Empresas Polar, 2007).

En las máximas elevaciones de estos conjuntos montañosos se desarrollan los bosques nublados. En la Serranía del Turimiquire se observan a partir de 2.000 msnm. Entre las especies endémicas encontradas en la serranía están la *Perissocarpa steyermarkii* spp. *Steyermarkii*, *Crotton Turimiquensis*, entre otros, (Fundación Empresas Polar, 2009).

## **4.5. GEOMORFOLOGÍA**

La zona de estudio se puede dividir en dos unidades geomorfológicas: la unidad de relieve alto y unidad de relieve bajo las cuales se encuentran dispuestas en franjas orientadas en sentido norte-este. La franja ubicada en el centro del mapa es la más relevante con alturas de hasta 2400m, las franjas ubicadas al norte y al sur se encuentran deprimidas siendo la franja sur la de menor altura. Las geofomas que se generan en el área estudiada, se encuentran estrechamente relacionadas a variables exógenas como el clima que actúan mediante la meteorización y la erosión, y las variables endógenas como la litología y estructuras.

### **4.5.1. Unidades Geomorfológicas**

#### **5.5.1.1. Unidad de relieve alto**

La sub-unidad 1 hacia el este y suroeste del mapa, representa la franja predominante del mapa, la cual presenta alturas de 800 y 2400 msnm. Estructuralmente forma parte de un sinclinal colgado cuyo eje tiene una orientación de N 65° E. Esta estructura es afectada por una falla normal cuya dirección es N-S la cual a su vez es controlada por la falla San Francisco con orientación N 30° W. Litológicamente esta unidad posee areniscas muy duras, calcáreas y escasamente glauconíticas de edad Cretácica (Formación San Juan), lo que le otorga una alta resistencia a la erosión y a su vez representa la expresión topográfica con mayor altura del área de estudio.

#### **4.5.1.2. Unidad de relieve bajo**

La sub-unidad 2, presenta alturas menores. Las franja norte y sur se caracteriza por valles y algunos cerros y filas, que están constituidos por material menos competente por los que las variables litológicas y climáticas se encuentran dominando e influyen directamente en el modelado del paisaje, por ende estas franjas representan los menores binomios de dureza, siendo las filas y cerros de material más competente. Con respecto a la variable estructural, esta se encuentra controlada por la falla transcurrente dextral San Francisco.

## 5. DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA

### 5.1. GENERALIDADES

A continuación se presenta la descripción petrográfica de 44 muestras de origen carbonático y siliciclástico. Dichas muestras fueron clasificadas por unidad y son las más representativas del mapa, ya que en ellas se concentra la mayor información estratigráfica y estructural de la zona de estudio.

El estudio fue realizado con muestras obtenidas de los trabajos de campo realizado por la compañía petrolera Creole Petroleum Corporation durante sus operaciones en la cuenca oriental de Venezuela y que reposan en el Centro de Micropaleontología Dr. Pedro Joaquín Bermúdez de PDVSA Intevep, Los Teques.

### 5.2. Cretácico Medio a Inferior

#### 5.2.1. Formación El Cantil (Kec)

Muestra 51658: Micrita fosilífera/ *Mudstone*/ Micrita lodosa; carbonato compuesto por 96% de ortoquímicos principalmente micrita, 2% de aloquímicos como foraminíferos planctónicos y 2% de extraclásticos. Durante el proceso diagenético sufrido por la roca, se formaron envoltorios micriticos producto de la erosión, además de los procesos físicos-químicos el cual fueron los responsables de la formación de microespato de sílice precipitado con textura granular (figura 15).

Tabla 7. Composición mineralógica de Micrita fosilífera/ *Mudstone*

Muestra	Aloquímicos	Extraclásticos	Micrita
51658	2%	2%	96%

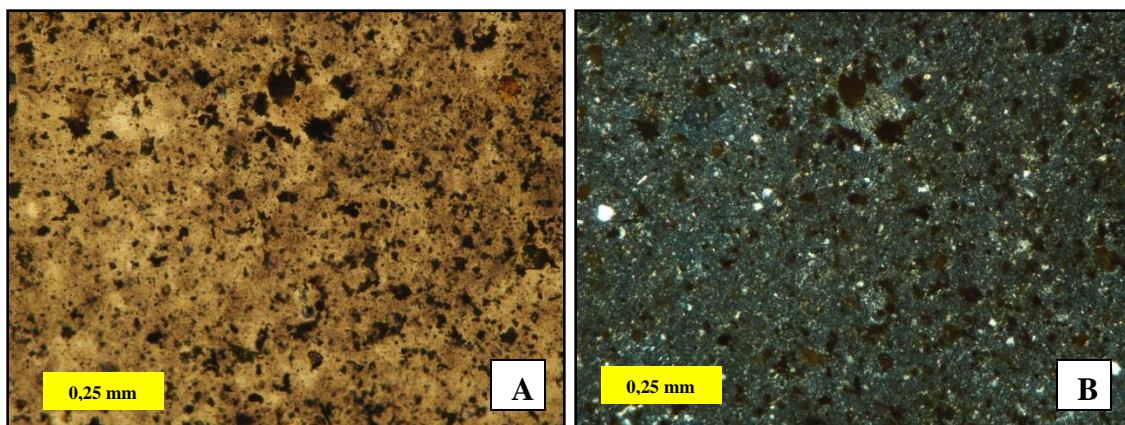


Figura 15. Formación El Cantil Muestra 51658. Micrita fosilífera/ *Mudstone*/ Micrita lodosa. Aspecto general de la roca, NP (A) y NC (B).

Muestra 74026: Micrita fosilífera/ *Mudstone*/ Micrita lodosa; esta muestra corresponde a una caliza constituida por 85% de ortoquímicos, 14% de aloquímicos y 1% de extraclástos. En los componentes ortoquímicos la roca se encuentra formada principalmente por matriz micrita, la cual se ve evidenciada en las partículas esqueléticas y en envoltorios, además se tiene microespato en menor proporción generada por la precipitación de aragonito. En los aloquímicos resalta la presencia de fragmentos de moluscos y algas rojas (figura 16). Estas características indican un ambiente de plataforma interna con poco o nada de aporte detrítico Furrer & Castro (1997).

Tabla 8. Composición mineralógica de Micrita fosilífera/ *Mudstone*

Muestra	Aloquímicos	Extraclásticos	Micrita
74026	14%	1%	85%

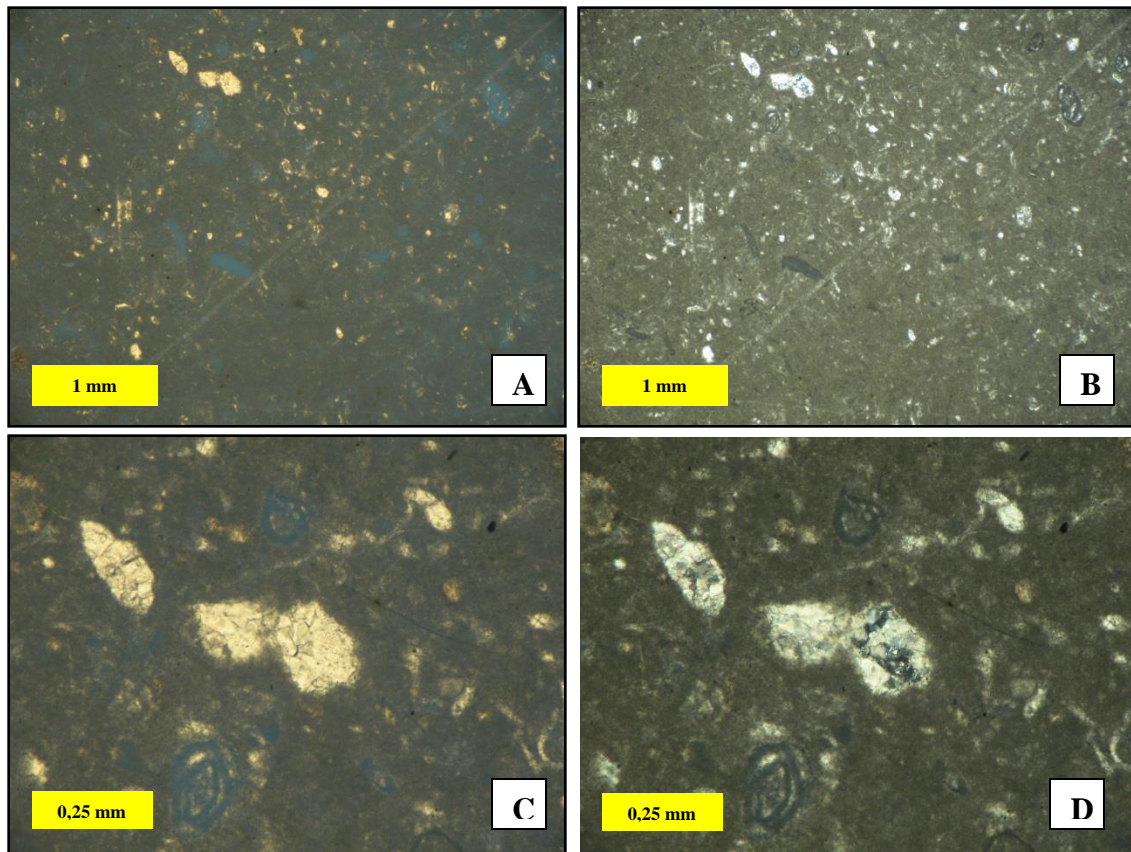


Figura 16. Formación El Cantil Muestra 74026. Micrita fosilífera/ *Mudstone*/ Micrita lodosa. Aspecto general de la roca, NP (A) y NC (B). (C) y (D) Transformación de aragonito-calcita.

### 5.2.2. Formación Chimana (Kch)

Muestra 51564: Micrita dismicrita/ *Mudstone*/ Micrita Lodosa; se trata de una caliza conformada por un 98% de componentes ortoquímicos como matriz micrita, además de escasos foraminíferos (1%) y componentes detríticos (1%). La muestra presenta cavidades irregulares características de la porosidad de tipo vug (figura 17). Esta roca se depositó posiblemente en una plataforma carbonatada poco profunda y protegida de las corrientes (Wilson, 1975).

Tabla 9. Composición mineralógica de Micrita fosilífera/ *Mudstone*

Muestra	Aloquímicos	Extraclásticos	Micrita	Porosidad
51564	14%	1%	85%	30%

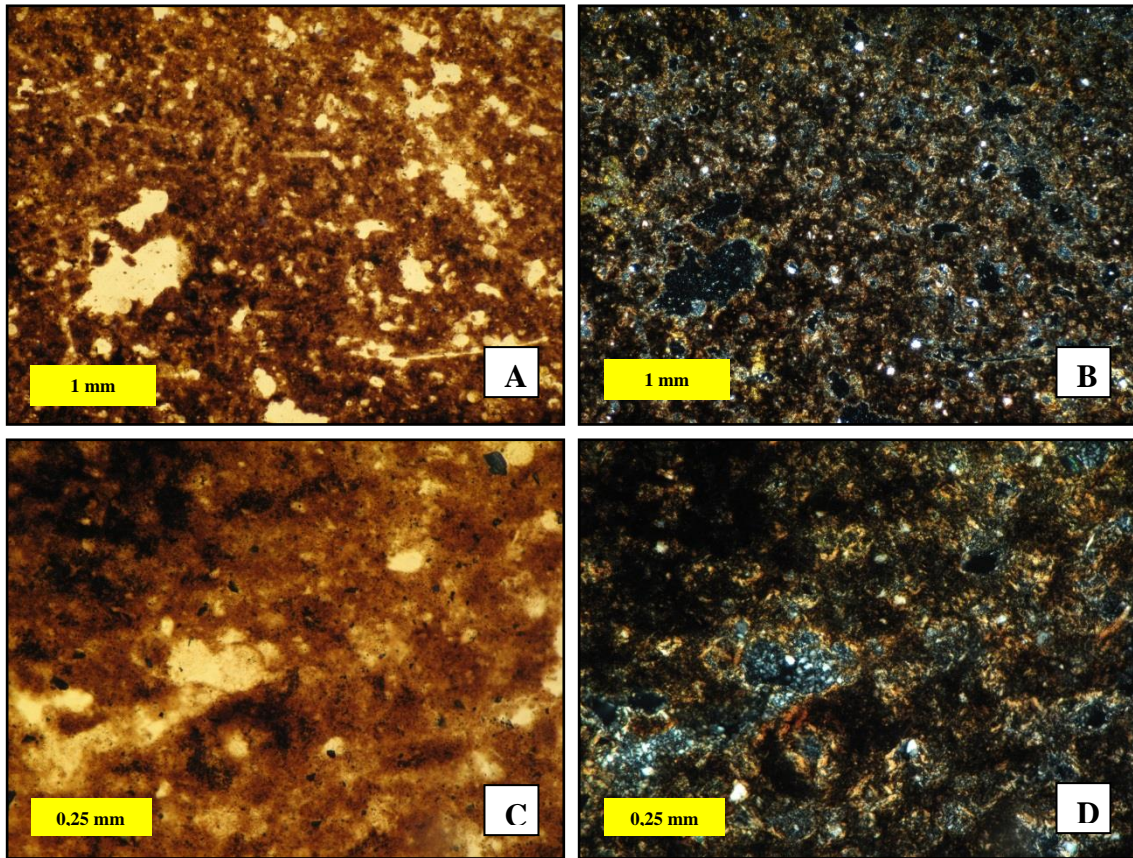


Figura 17. Formación Chimana. Muestra 51564. Micrita dismicrita/ *Mudstone*/ Micrita lodosa. A y B) Aspecto general de la roca, donde se observa porosidad vug, NP (A) y NC (B). (C) y (D) Reemplazo de sílice en caliza y fragmento fósil. NP (C) y NC (D).

### 5.3. Cretácico Superior

#### 5.3.1. Grupo Guayuta (Kg)

Muestra 36849: Micrita fosilífera/ *Mudstone*/ Micrita lodosa; caliza lodosa compuesta por 94% de ortoquímicos, 5% de aloquímicos y 1% de extraclastos. En los ortoquímicos la roca se encuentra constituida mayoritariamente por cemento (50%) y micrita (44%) baja en Mg (figura 18). En los aloquímicos resalta la presencia de granos no esqueléticos o pellets, indicando un ambiente de baja energía, de plataforma carbonatada marina profunda con poco o nada de aporte detrítico Furrer & Castro (1997).

Tabla 10. Composición mineralógica de Micrita fosilífera/ *Mudstone*

Muestra	Aloquímicos	Extraclásticos	Micrita	Cemento
36849	5%	1%	44%	50%

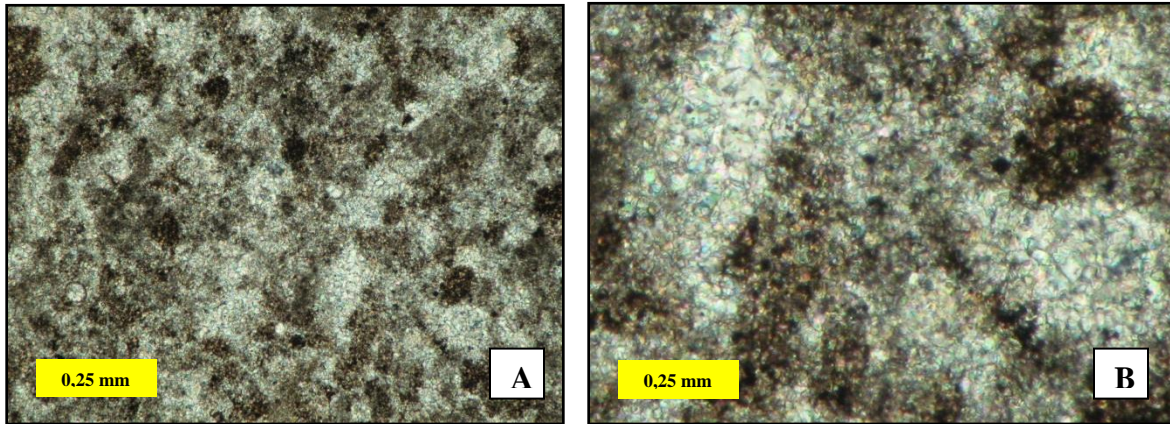


Figura 18. Grupo Guayuta. Muestra 36849. Micrita fosilífera/ *Mudstone*/ Micrita lodosa. A) Aspecto general de la roca, NC B) Cemento granular y posible bioturbación, NC.

Muestra 36850: Pelmicrita/ *Mudstone*/ Micrita lodosa; se trata de una roca carbonatita oscura, con alto contenido de materia orgánica la cual está constituida por 60% de componentes ortoquímicos entre ellos micrita (55%) y microespato (5%) de calcita cuya textura es granular, y 40% de componentes aloquímicos en su mayoría pellets (25%) además de foraminíferos (*Heterohelix sp.*) (figura 19).

Tabla 11. Composición mineralógica de Pelmicrita/ *Mudstone*

Muestra	Ortoquímicos		Aloquímicos	
	Matriz	Cemento	Fósiles	Pellets
36850	55%	5%	15%	25%

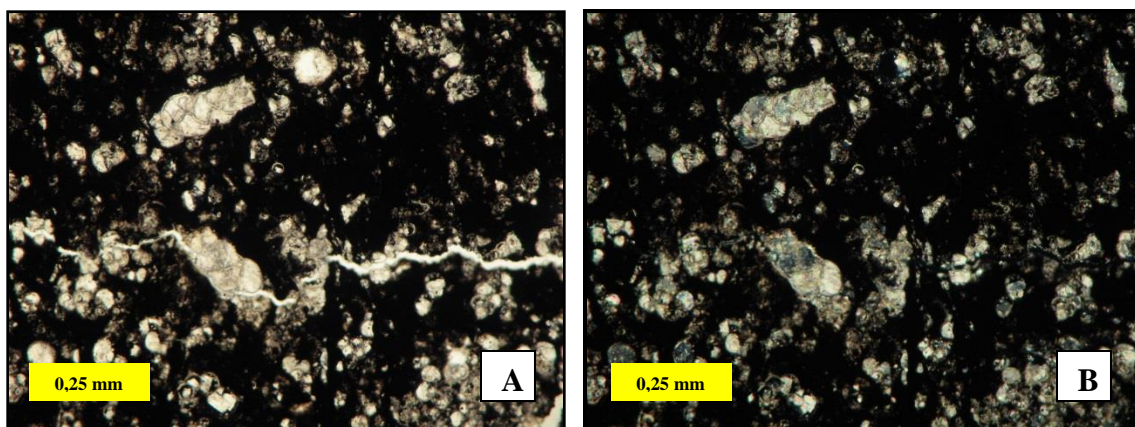


Figura 19. Grupo Guayuta. Muestra 36850. Pelmicrita/ *Mudstone*/ Micrita lodosa. A y B) Envoltorios micríticos, foraminíferos como *Heterohelix* sp., y pellets. (A) NP y (B) NC.

Muestra 36851: Biomicrita esparcida/ *Mudstone*/ Micrita lodosa; carbonato compuesto por un 60% de ortoquímicos en los que se destaca la micrita (55%), seguido por el cemento microespato, por su parte la roca cuenta con un 40% de aloquímicos como foraminíferos bentónicos *Gavelinella* sp (Kertzus, 2002) y planctónicos *Globigerinelloides* sp y *Dicarinella* sp, (25%) y pellets (figura 20). Posiblemente la roca experimentó glauconitización, lo que indica condiciones reductoras en un ambiente marino, interrumpido por largos episodios de oxigenación que permitieron la instalación de los organismos bentónicos.

Tabla 12. Composición mineralógica de Biomicrita esparcida/ *Mudstone*

Muestra	Ortoquímicos		Aloquímicos	
	Matriz	Cemento	Fósiles	Pellets
36851	55%	5%	25%	15%

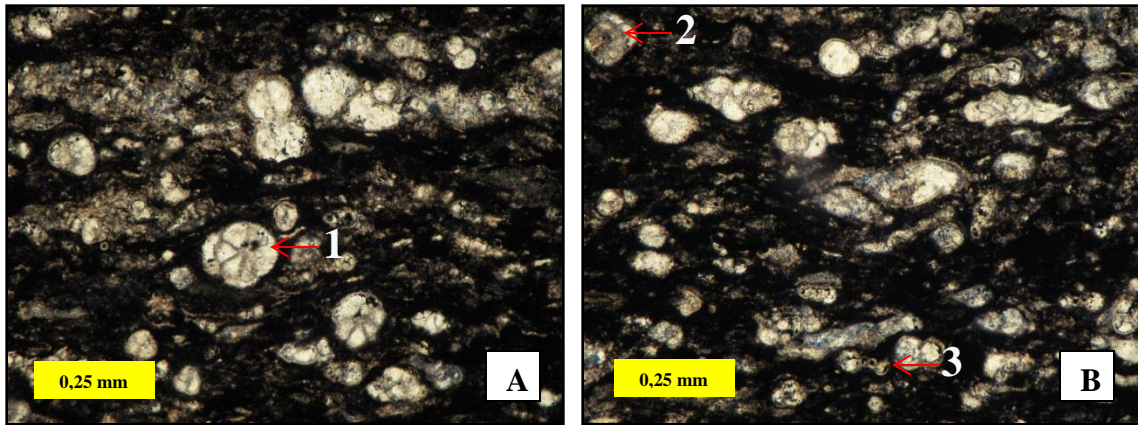


Figura 20. Grupo Guayuta. Muestra 36851. Biomicrita esparcida/ *Mudstone*/ Micrita lodosa. A) Foraminífero *Gavelinella sp* (1). B) Foraminíferos *Dicarinella sp* (2). *Globigerinelloides sp* (3). (A) y (B) NP.

Muestra 36852: Biomicrita/ *Mudstone*/ Micrita lodosa; caliza lodosa constituida por 70% de ortoquímicos entre los cuales se destaca la micrita (65%), y el resto está conformado por cemento microesparita, cuya presentación es de manera equigranular. Por su parte, el porcentaje remanente se encuentra conformado por aloquímicos como foraminíferos (25%) y pellets (5%) (figura 21).

Tabla 13. Composición mineralógica de Biomicrita/ *Mudstone*

Muestra	Ortoquímicos		Aloquímicos	
	Matriz	Cemento	Fósiles	Pellets
36852	55%	5%	25%	15%

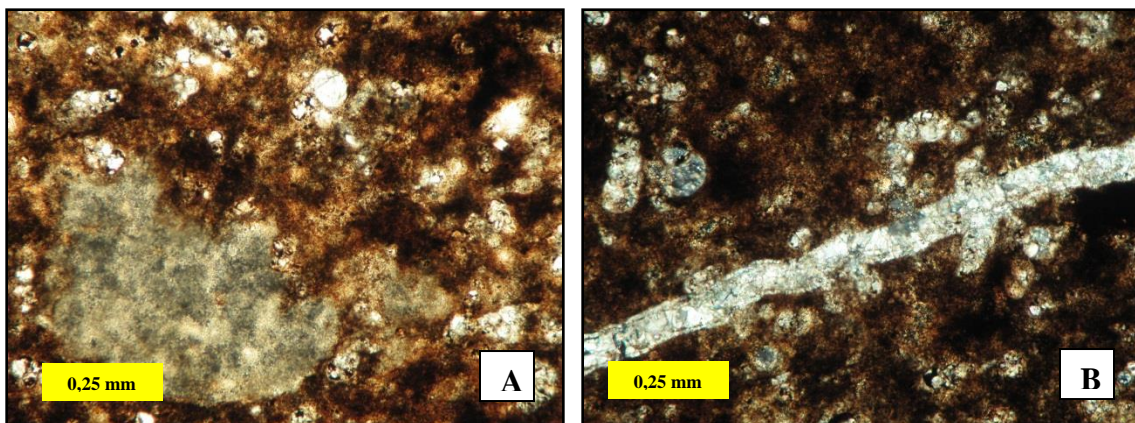


Figura 21. Grupo Guayuta. Muestra 36852. Biomicrita esparcida/ *Mudstone*/ Micrita lodosa. A) Glauconita que se presenta como relleno de un fósil; NP. B) Calcita baja en magnesio, que se desarrolla en forma de veta; NC.

Muestra 36854: Micrita dismicrita/ *Mudstone*/ Micrita lodosa; carbonato compuesto por 3% de componentes extraclásticos y 97% de componentes ortoquímicos. En cuanto a los ortoquímicos la matriz está conformada completamente por micrita (figura 22). El poco aporte detrítico puede estar asociado a una roca cuya diagénesis es de un ambiente de cuenca de agua profunda, comúnmente por debajo del nivel de oxigenación (Wilson, 1975).

Tabla 14. Composición mineralógica de Micrita dismicrita/ *Mudstone*

Muestra	Micrita	Cuarzo	Porosidad
36854	97%	3%	10%

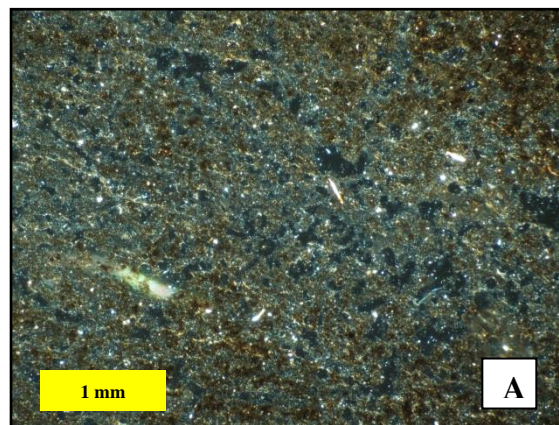


Figura 22. Grupo Guayuta. Muestra 36854. Micrita dismicrita/ *Mudstone*/ Micrita lodosa. A) Aspecto general de la roca. Porosidad disolución. NC.

Muestra 36855: Micrita dismicrita/ *Mudstone*/ Micrita lodosa; la roca caliza está compuesta principalmente por matriz micrita (97%), por su parte, el aporte siliciclástico es pobre (3%) y en cuanto a los aloquímicos (1%), se aprecian pocos restos de foraminíferos posiblemente planctónicos (figura 23). Se observa que la muestra atravesó un proceso químico de disolución generando porosidad secundaria.

Tabla 15. Composición mineralógica de Micrita dismicrita/ *Mudstone*

Muestra	Micrita	Extraclásticos	Porosidad
36855	97%	3%	15%

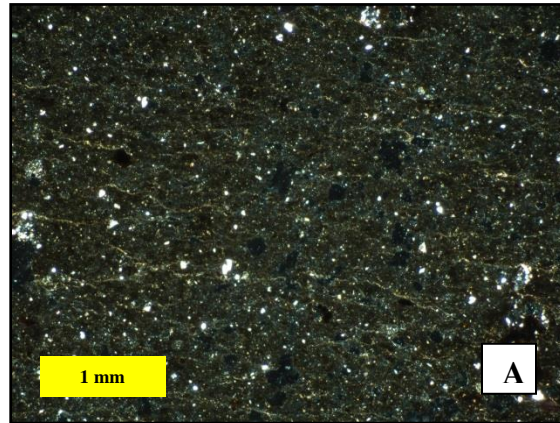


Figura 23. Grupo Guayuta. Muestra 36855. Micrita dismicrita/ *Mudstone*/ Micrita lodosa. A) Aspecto general de la roca. Porosidad disolución. NC.

Muestra 51528: Micrita dismicrita/ *Mudstone*/ Micrita lodosa; lodo carbonático constituido esencialmente por 97% componentes ortoquímicos y 3% de componentes extraclásticos (cuarzo policristalino). Los ortoquímicos lo conforma exclusivamente la matriz micrita (figura 24). A partir de estas características se puede deducir que la roca fue formada en un ambiente de plataforma interna, donde la circulación del agua debió ser restringida (Wilson, 1975).

Tabla 16. Composición mineralógica de Micrita dismicrita/ *Mudstone*

Muestra	Micrita	Extraclásticos	Porosidad
51528	97%	3%	10%

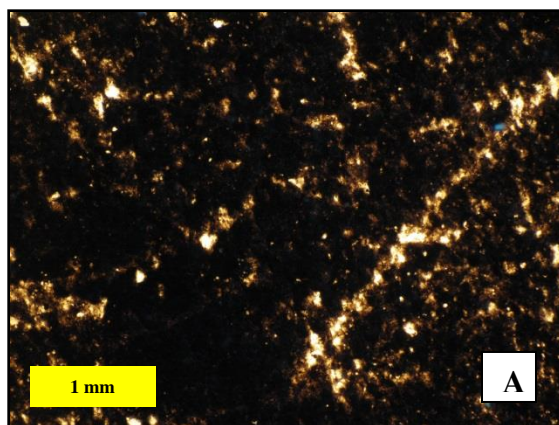


Figura 24. Grupo Guayuta. Muestra 51528. Micrita dismicrita/ *Mudstone*/ Micrita lodosa. A) Aspecto general de la roca. Porosidad disolución. NC.

Muestra 51536: Biomicrita/ *Wackestone*/ Micrita lodosa; caliza constituida por 70% de ortoquímicos, y 30% de extraclásticos. En cuanto a los componentes ortoquímicos, la roca está formada principalmente por micrita (67%), sin embargo también presenta cemento microespato (3%) (de calcita) cuya textura es granular. Por su parte, la muestra tiene aglomeraciones de foraminíferos planctónicos (20%) *Globigerinelloides* sp y *Heterohelix* sp., además de foraminíferos bentónicos (3%), fragmentos de moluscos (2%) y pellets (5%). Los fragmentos de moluscos presentan neomorfismo, específicamente inversión homoaxial (figura 25). El paleoambiente se interpretó como el de un ambiente euxínico y aguas bien oxigenadas, sobre fondos ricos en materia orgánica con corrientes que permitieron la instalación de los foraminíferos (Furrer & Castro, 1997).

Tabla 17. Composición mineralógica de Biomicrita/ *Wackestone*

Muestra	Ortoquímicos		Aloquímicos	
	Micrita	Microespato	Fósiles	Pellets
51536	67%	3%	25%	5%

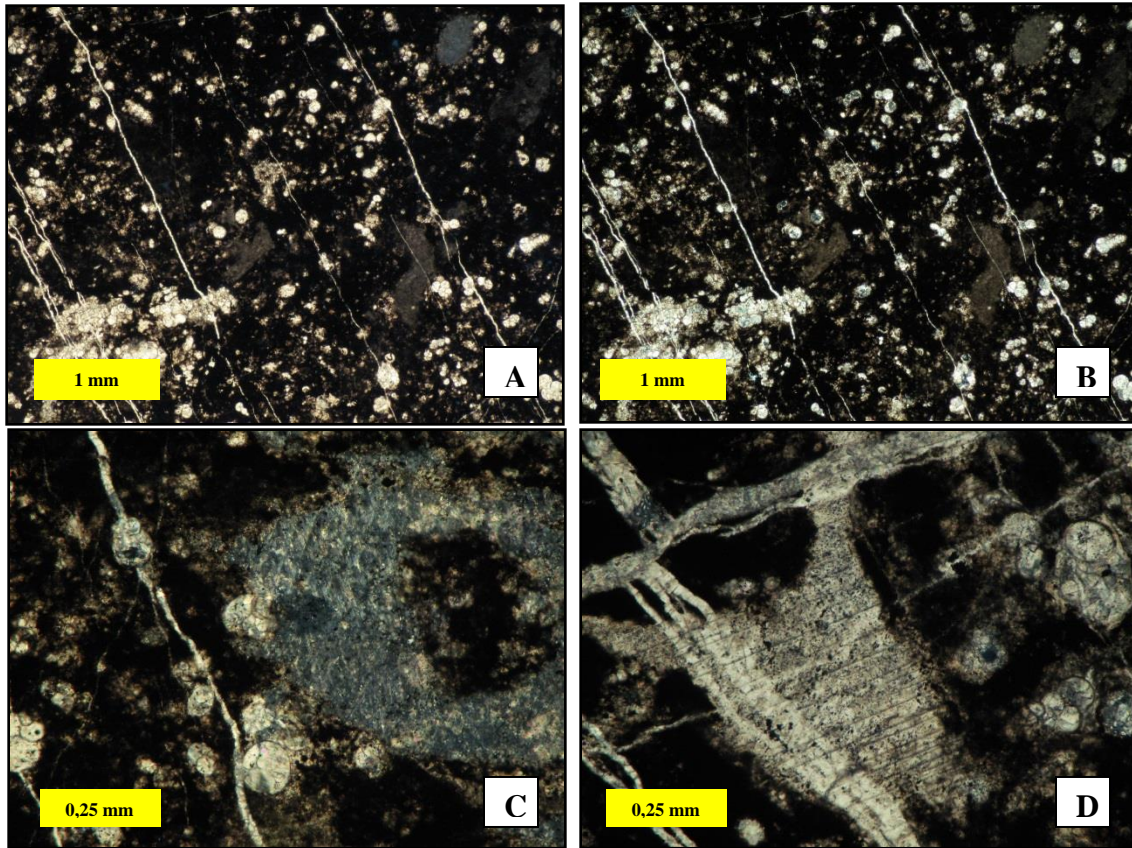


Figura 25. Grupo Guayuta. Muestra 51536. Biomicrita/ *Wackestone*/ Micrita lodosa. A y B) Aspecto general de la roca, donde se observa la aglomeración (masa) de fósiles. (A) NP y (B) NC; 2. C y D) Inversión homoaxial de fragmentos de moluscos. NC.

Muestra 51723: Biomicrita/ *Mudstone*/ Micrita lodosa; carbonato formado por 75% de componentes ortoquímicos especialmente matriz micrita (65%) y microespato (10%). También se tiene 25% de componentes aloquímicos como foraminíferos planctónicos (22%) y foraminíferos bentónicos (3%), entre ellos están *Nodosaria* y *Heterohelix globulosa* (Ehrenberg, 1840). Las asociaciones de foraminíferos bentónicos como la forma unicelular representada por el fósil *Nodosaria* (figura 26), indican condiciones de plataforma interna. Para el caso de la forma planctónica (*Heterohelix*), ha sido relacionada con entornos neríticos, (Kugler y Bolli, 1967; Koutsoukos y Merrick, 1986; Koutsoukos y Hart, 1990).

Tabla 18. Composición mineralógica de Biomicrita/ *Mudstone*

Muestra	Ortoquímicos		Aloquímicos
	Micrita	Microespato	Fósiles
51723	65%	10%	25%

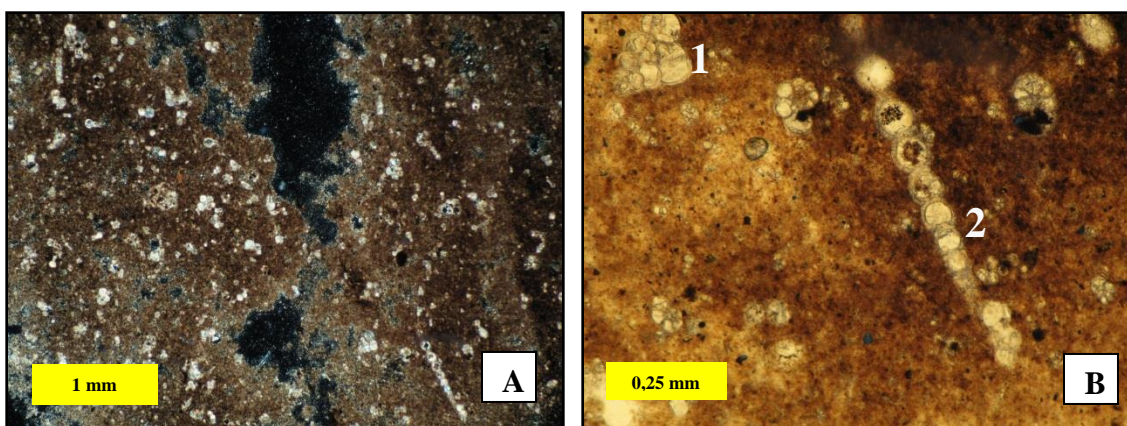


Figura 26. Grupo Guayuta. Muestra 51723. Biomicrita/ *Mudstone*/ Micrita lodosa. A) Aspecto general de la roca. Porosidad disolución e intrapartícula.NC. B) Presencia de los fósiles: *Heterohelix globulosa* (1) y *Nodosaria* (2). NP;

Muestra 51796: Micrita dismicrita/ *Wackestone*/ Micrita lodosa; roca carbonosa conformada por un 53% de componentes ortoquímicos, 45% de componentes extraclásticos y un 2% de aloquímicos. En los componentes ortoquímicos se tiene un alto contenido de micrita. En los componentes extraclásticos, resalta la presencia de cuarzo microcristalino (40%) y en menor proporción se tiene cuarzo policristalino. De los componentes aloquímicos se tienen foraminíferos, los cuales han sufrido reemplazamiento de sílice o silicificación (figura 27). El ambiente de formación asociado a la roca, es posiblemente de márgenes de plataforma profunda, al pie del talud (Wilson, 1975).

Tabla 19. Composición mineralógica de Micrita dismicrita/ *Wackestone*

Muestra	Ortoquímicos	Extraclásticos	Aloquímicos
51796	53%	45%	2%

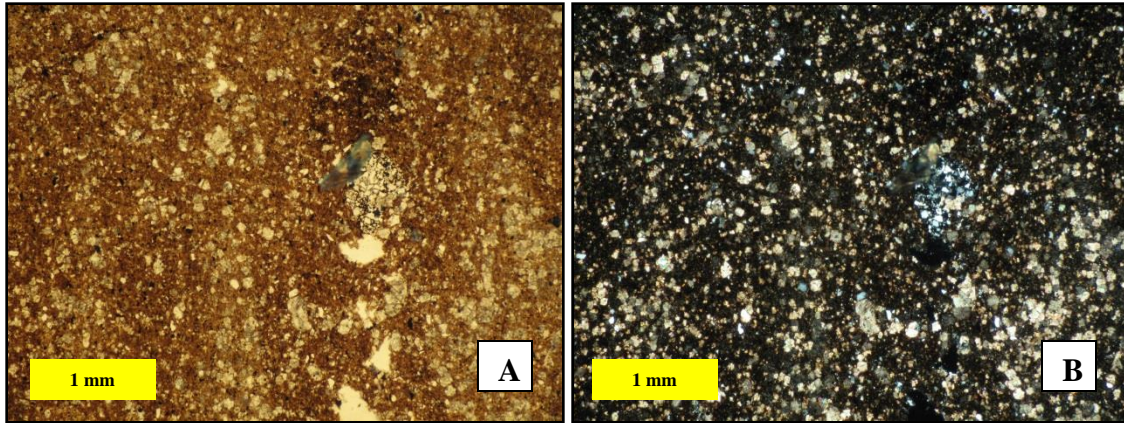


Figura 27. Grupo Guayuta. Muestra 51796. Micrita dismicrita / *Wackestone*/ Micrita lodosa. A) Aspecto general de la roca. Silicificación de un fósil. (A) NP, (B) NC.

Muestra 106513: Micrita fosilífera/ *Mudstone*/ Micrita lodosa; carbonato conformado por 87% de componentes ortoquímicos, 10% de componentes aloquímicos y un 3% de extraclásticos. En los ortoquímicos la matriz es mayormente micritica (80%) (calcio de bajo magnesio) con escaso cemento de microespato situado en los fragmentos fósiles, con respecto a los aloquímicos se tiene fragmentos de moluscos el cual presenta posiblemente inversión heteroaxial, además de foraminíferos como *Globigerinelloides* sp, y finalmente ooides (figura 28).

Tabla 20. Composición mineralógica de Micrita fosilífera/ *Mudstone*

Muestra	Ortoquímicos	Aloquímicos	Extraclásticos
106513	87%	10%	3%

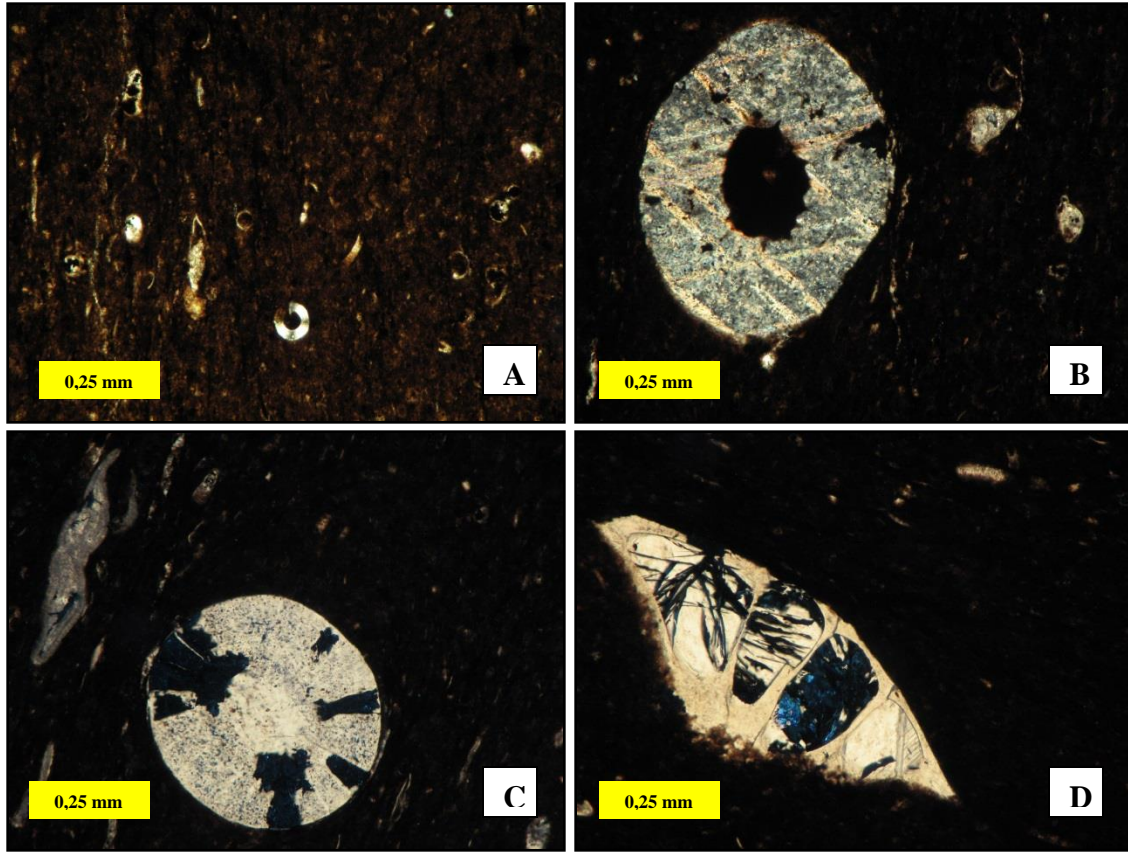


Figura 28. Grupo Guayuta. Muestra 106513. Micrita fosilífera / *Mudstone*/ Micrita lodosa. A) Variedad de fósiles y fragmentos de moluscos. B) Ooide. C) Foraminífero. (D) Posible fósil: *Marginotruncana undulata*. (A y B) NC (C y D).

Muestra 106514: Micrita fosilífera/ *Mudstone*/ Micrita lodosa; roca carbonatica compuesta por 94% de lodo carbonatico, así como 5% de aloquímicos, entre ellos foraminíferos, fragmentos de moluscos y de gasterópodos, por último se visualizan escasos granos de cuarzo (1%). Se observa un proceso de micritización de partículas esqueléticas (figura 29). El ambiente sedimentario de la roca es en una cuenca de agua profunda, comúnmente por debajo de nivel de oxigenación (Wilson, 1975).

Tabla 21. Composición mineralógica de Micrita fosilífera/ *Mudstone*

Muestra	Micrita	Aloquímicos	Extraclásticos
106514	94%	5%	1%

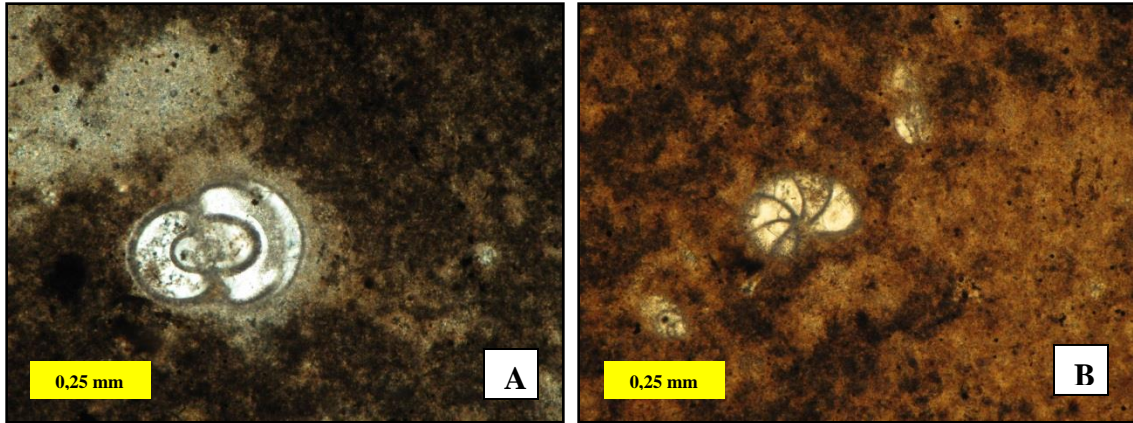
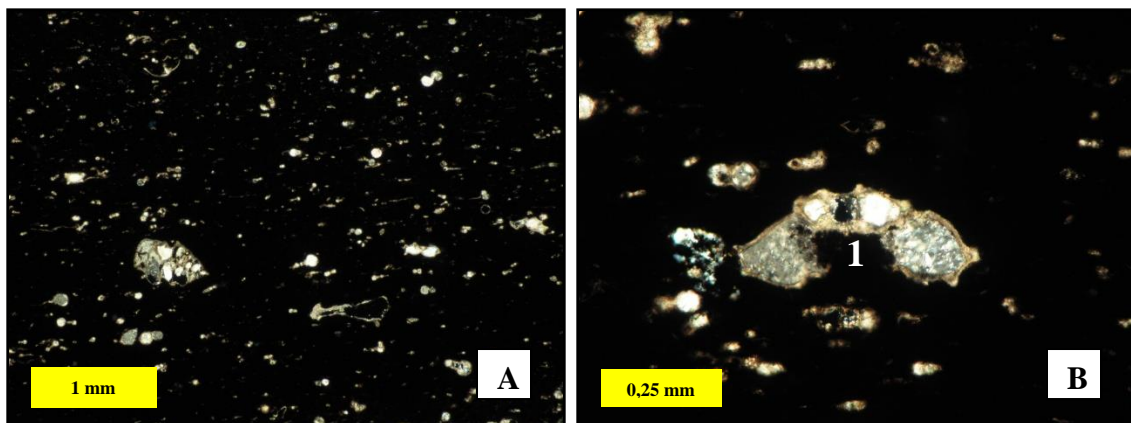


Figura 29. Grupo Guayuta. Muestra 106514. Micrita fosilífera / *Mudstone*/ Micrita lodosa. A) Fósil NC. B) Foraminífero bentónico *Gavelinella sp.*, NP.

Muestra 106518: Biomicrita/ *Mudstone*/ Micrita lodosa; roca carbonatada conformada por 70% de ortoquímicos como micrita y 30% de aloquímicos tales como foraminíferos entre ellos *Globigerinelloides sp*, además de fragmentos de moluscos con evidencias de inversión homoaxial y silicificación (figura 30). Dicha roca se sedimentó posiblemente en una plataforma de mar abierto, por debajo del nivel base de olas-tormentas (ambiente nerítico) (Wilson, 1975).

Tabla 22. Composición mineralógica de Biomicrita/ *Mudstone*

Muestra	Micrita	Fósiles
106518	70%	30%



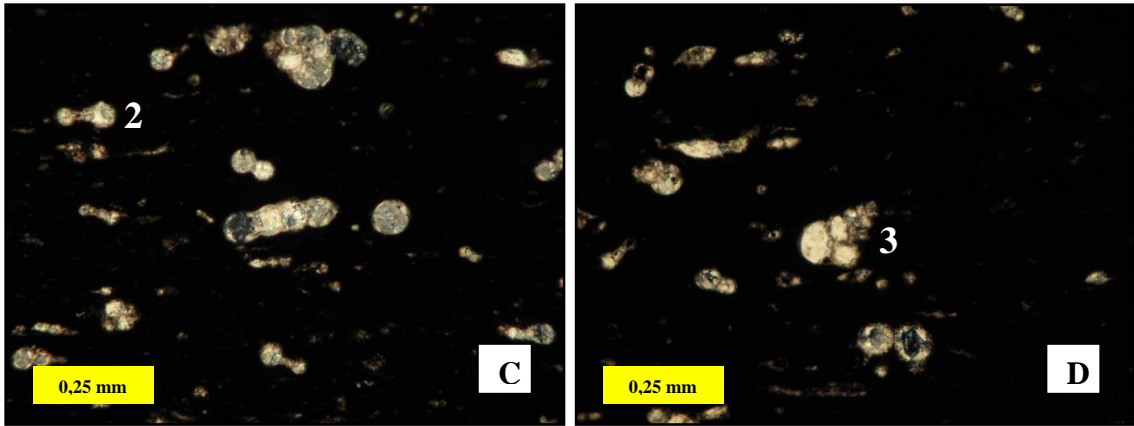


Figura 30. Grupo Guayuta. Muestra 106518. Biomicrita / *Mudstone*/ Micrita lodosa. A) Aspecto general de la roca rica en materia orgánica; 2,5x. B) Foraminífero planctónico *Contusotuncana fornicata* (1). C) Foraminífero planctónico *Globigerinelloides* sp (2). D) Foraminífero planctónico *Heterohelix* sp, y restos de moluscos. NC.

Muestra 106519: Biomicrita/ *Mudstone*/ Micrita lodosa; al igual que la muestra anterior, esta roca carbonática está formada por 70% de ortoquímicos que se encuentran distribuidos en 50 % de micrita y 20% de pseudoespato de calcita. Por otro lado, se tiene 30% de aloquímicos tales como foraminíferos (28%) como *Globigerinelloides* sp, y *Heterohelix* sp, algas rojas (1%) y fragmentos de moluscos (1%) (figura 31).

Tabla 23. Composición mineralógica de Biomicrita/ *Mudstone*

Muestra	Ortoquímicos		Aloquímicos
	Micrita	Pseudoespato	Fósiles
106519	50%	20%	30%

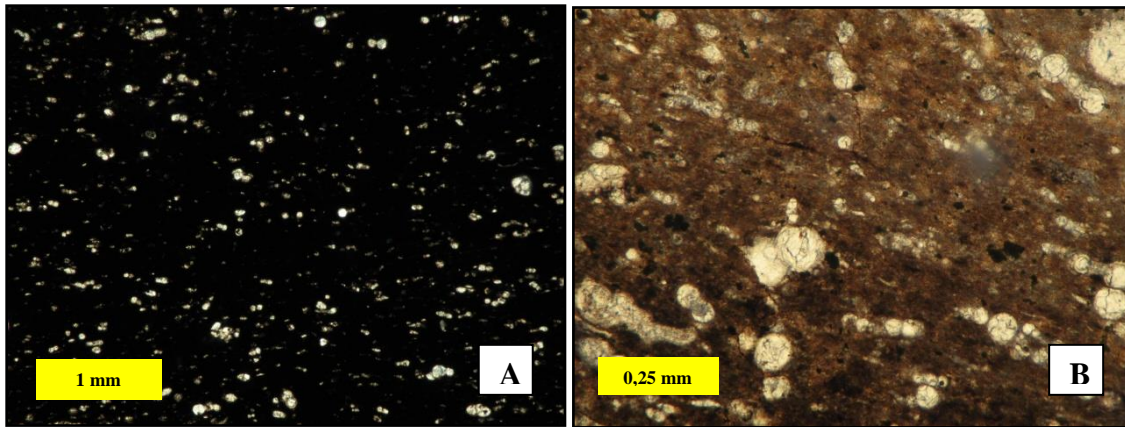


Figura 31. Grupo Guayuta. Muestra 106519. Biomicrita / *Mudstone*/ Micrita lodosa. A) Aspecto general de la roca. Envoltorios micriticos; NC. B) Foraminífero planctónico *Globigerinelloides* sp (1). NP.

Muestra 106525: Biomicrita/ *Mudstone*/ Caliza aloquímica lodosa; carbonato formado por 60% de componentes ortoquímicos y 40% de componentes aloquímicos. Los ortoquímicos presentan 35% de matriz micrita y 25% de microespato. Por otro lado, se tienen aloquímicos como foraminíferos planctónicos *Heterohelix reussi* (Cushman, 1938) el cual se presenta como aglomeraciones o masas de fósiles (figura 32).

Tabla 24. Composición mineralógica de Biomicrita/ *Mudstone*

Muestra	Micrita	Microespato	Fósiles
106525	35%	25%	40%

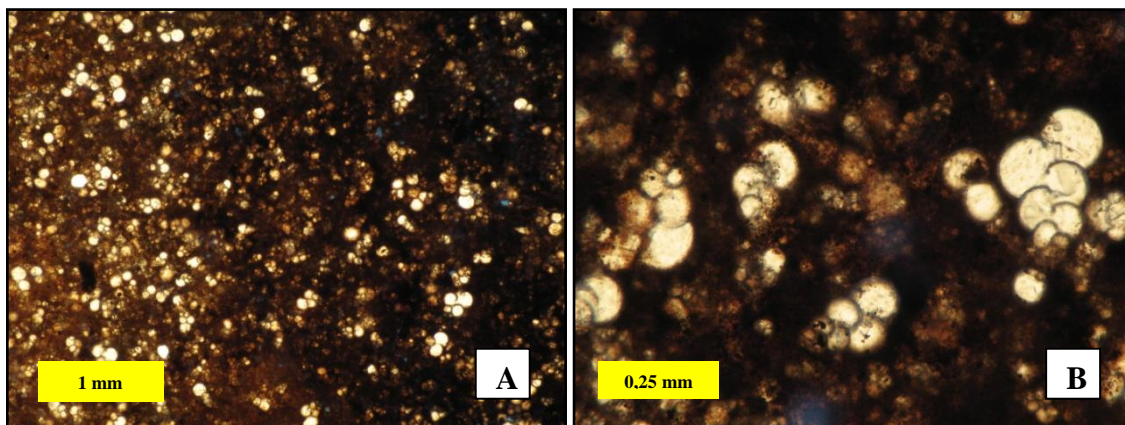
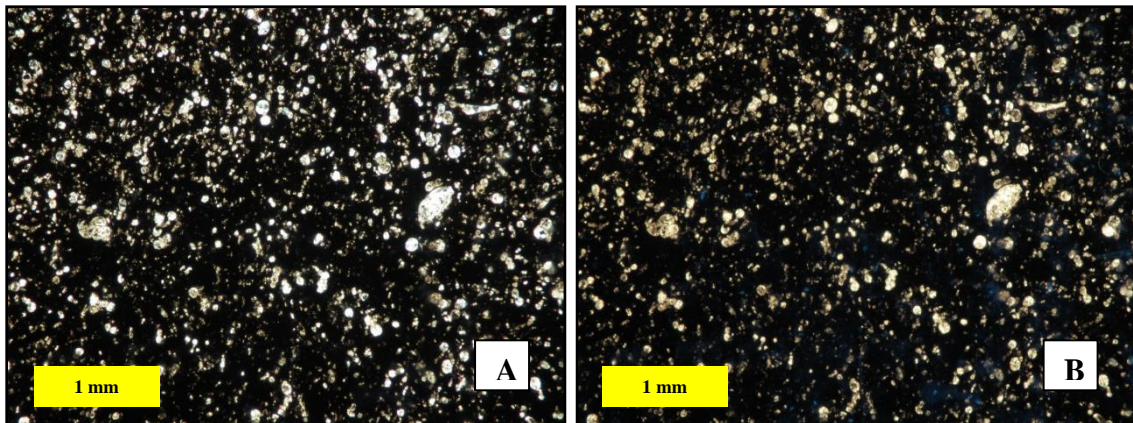


Figura 32. Grupo Guayuta. Muestra 106525. Biomicrita / *Mudstone*/ Caliza aloquímica lodosa. A) Aspecto general de la roca, donde se observan masas de fósiles. B) Foraminífero pláctico *Heterohelix reussi*, 10x (A) y (B) NP.

Muestra 106526: Biomicrita/ *Mudstone*/ Caliza aloquímica lodosa; roca carbonatica conformada por 55% de ortoquímicos principalmente micrita (35%), además de cementos como microespato (10%) y pseudoespato (5%) los cuales presentan una textura granular. Por su parte, se observó 45% de aloquímicos tales como foraminíferos, posiblemente *Globigerinelloides* sp, *Marginotruncana renzi* (Gandolfi, 1942) y *Heterohelix moremani* (Cushman, 1938) y fragmentos de moluscos (figura 33). El paleoambiente se interpretó como alternancia de ambiente entre la plataforma nerítica, por debajo del nivel base entre olas-tormentas y entre la zona pelágica (epipelágica y mesopelágica) (Wilson, 1975).

Tabla 25. Composición mineralógica de Biomicrita/ *Mudstone*

Muestra	Ortoquímicos	Aloquímicos
106526	55%	45%



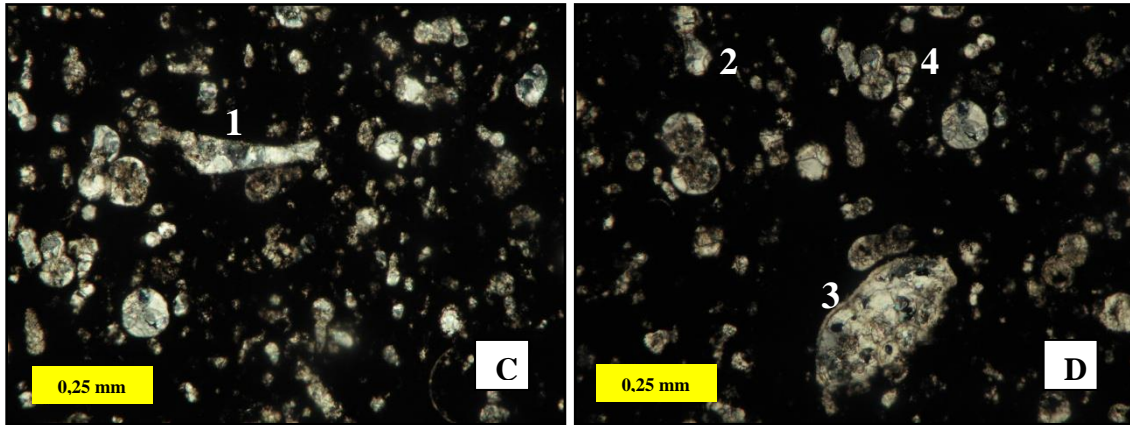


Figura 33. Grupo Guayuta. Muestra 106526. Biomicrita / *Mudstone*/ Caliza aloquímica lodosa. A) y B) Aspecto general de la roca, donde se observan abundantes envoltorios micriticos. (A) NC, (B) NP. C) Fragmento de molusco (1). D) foraminíferos: *Globigerinelloides* sp (2), *Marginotruncana renzi* (3) y *Heterohelix moremani* (4); NC.

## 5.4. Eoceno- Cretácico

### 5.4.1. Formación San Juan (Kj)

Muestra 36796: Biomicrita/ *Mudstone*/ Micrita lodosa; caliza conformada por 70% de componentes ortoquímicos entre ellos micrita (50%), microespato (15%) y espato (5%), 22% de aloquímicos como foraminíferos, pellets y restos de moluscos. El aporte detrítico de la muestra es bajo con un 8%, por lo que posiblemente se formó en un ambiente de talud medio a inferior.

Tabla 26. Composición mineralógica de Biomicrita/ *Mudstone*

Muestra	Ortoquímicos			Aloquímicos			Extraclástos
	Micrita	Microespato	Espato	Fósiles	Pellets	Moluscos	Cuarzo
36796	50%	15%	5%	20%	1%	1%	8%

Muestra 36881: Micrita y dismicrita/ *Wackestone*/ Micrita lodosa; se trata de una caliza que está conformada por un 29% de extraclástos mayormente cuarzo policristalino, 1% de aloquímicos posiblemente foraminíferos el cual presenta silicificación y 70% de ortoquímicos en su totalidad micrita y lodo (figura 34). Esta caliza es típica del Cretácico

(Maastrichtense Tardío) y ha sido depositada en un ambiente pelágico específicamente batial, basado en la presencia de foraminíferos (Macsotay et al, 1986).

Tabla 27. Composición mineralógica de Micrita y dismicrita/ Wackestone

Muestra	Ortoquímicos	Aloquímicos	Extraclastos
36881	70%	1%	29%

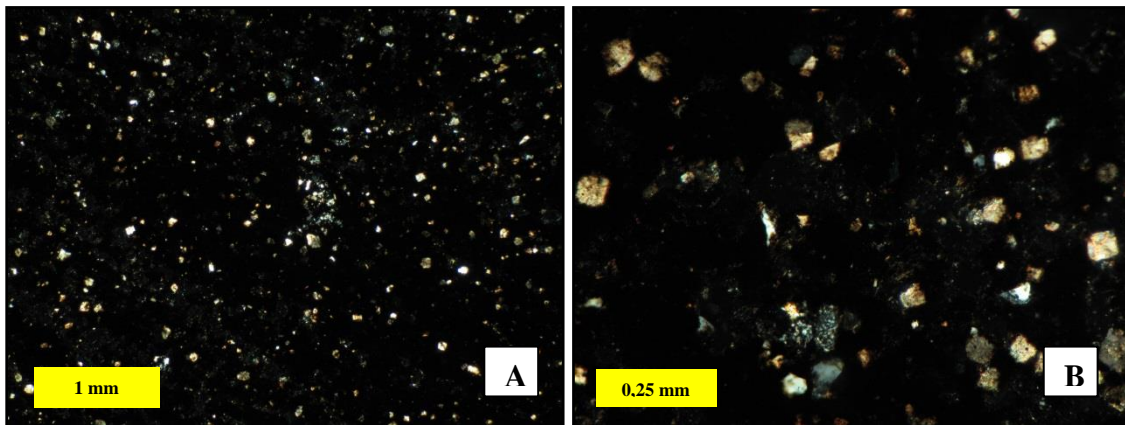


Figura 34. Formación San Juan. Muestra 36881. Micrita y dismicrita/ Wackestone/ Micrita lodosa. A) y B) Aspecto general de la roca; NC, (A) 2.5x (B).

Muestra 51524: Micrita fosilífera/ *Mudstone*/ Micrita lodosa; lodo carbonatico constituido principalmente por 93% de matriz micrita, 2% de cemento de microespato el cual adquirió textura de mosaico, los aloquímicos con un 2% están conformados por foraminíferos, por último la muestra tuvo un aporte siliciclástico pobre de 3% de cuarzo policristalino (figura 35). De acuerdo a las características descritas el posible ambiente de formación de la roca es en aguas profundas, talud medio-inferior (Furrer & Castro (*Op. Cit.*)).

Tabla 28. Composición mineralógica de Micrita fosilífera/ *Mudstone*

Muestra	Micrita	Microespato	Fósiles	Cuarzo
51524	93%	2%	2%	3%

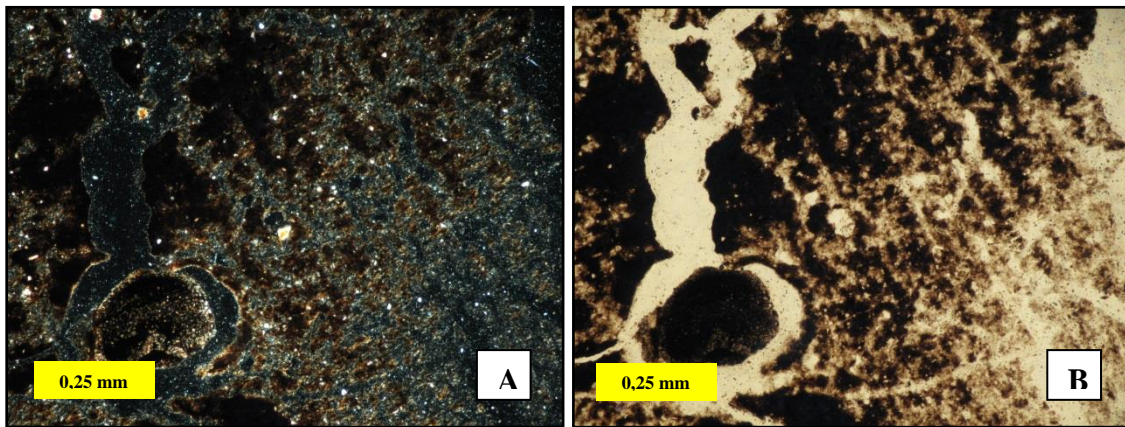


Figura 35. Formación San Juan. Muestra 51524. Micrita fosilífera/ *Mudstone*/ Micrita lodosa. A) y B) Aspecto general de la roca. Porosidad disolución. (A) NC, (B) NP.

Muestra 51527: Micrita dismicrita/ *Mudstone*/ Micrita lodosa; caliza lodosa compuesta principalmente por 87% de matriz micrita y 3% de componentes extraclásticos como cuarzo policristalino (figura 36). A partir de estas características se puede inferir que la roca fue formada en un ambiente de plataforma interna, donde la circulación del agua puede ser restringida (Wilson, 1975).

Tabla 29. Composición mineralógica de Micrita dismicrita/ *Mudstone*

Muestra	Micrita	Cuarzo	Porosidad
51527	87%	3%	20%

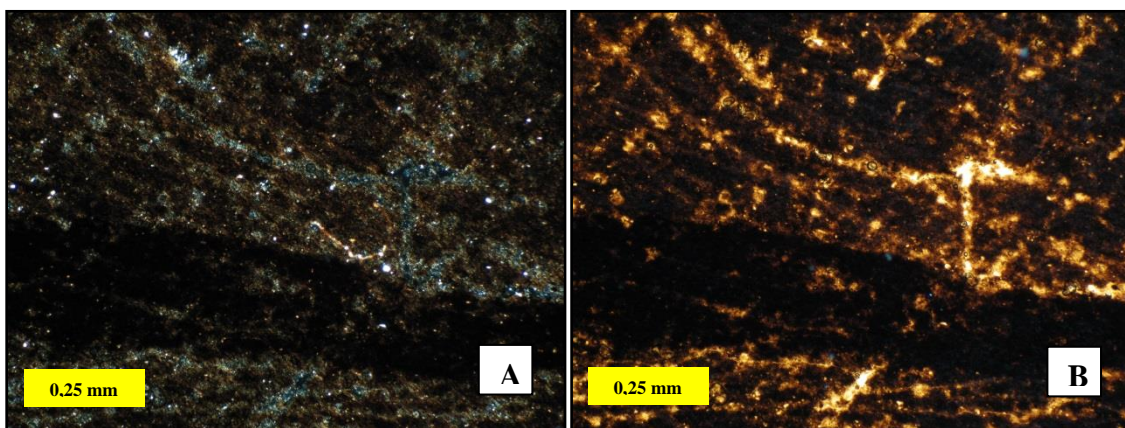


Figura 36. Formación San Juan. Muestra 51527. Micrita fosilífera/ *Mudstone*/ Micrita lodosa. A) y B) Aspecto general de la roca. Porosidad disolución e inducida. (A) NC, (B) NP.

Muestra 106512: Micrita fosilífera/ *Mudstone*/ Micrita lodosa; carbonato constituido principalmente por 95% de agregados finos o matriz micrita. En dicha matriz se encuentran numerosos foraminíferos. Entre estos destacan los *Globigerinelloides*, *Heterohelix* y *Lenticulina* (figura 37). Por la abundancia de materia orgánica, el posible ambiente sedimentario es en plataformas profundas, de baja energía, llegando ocasionalmente a medio epipelágico a mesopelágico superior, favoreciendo la acumulación de los foraminíferos (Furrer & Castro (*Op. Cit.*)).

Tabla 30. Composición mineralógica de Micrita fosilífera/ *Mudstone*

Muestra	Micrita	Aloquímicos
106512	95%	5%

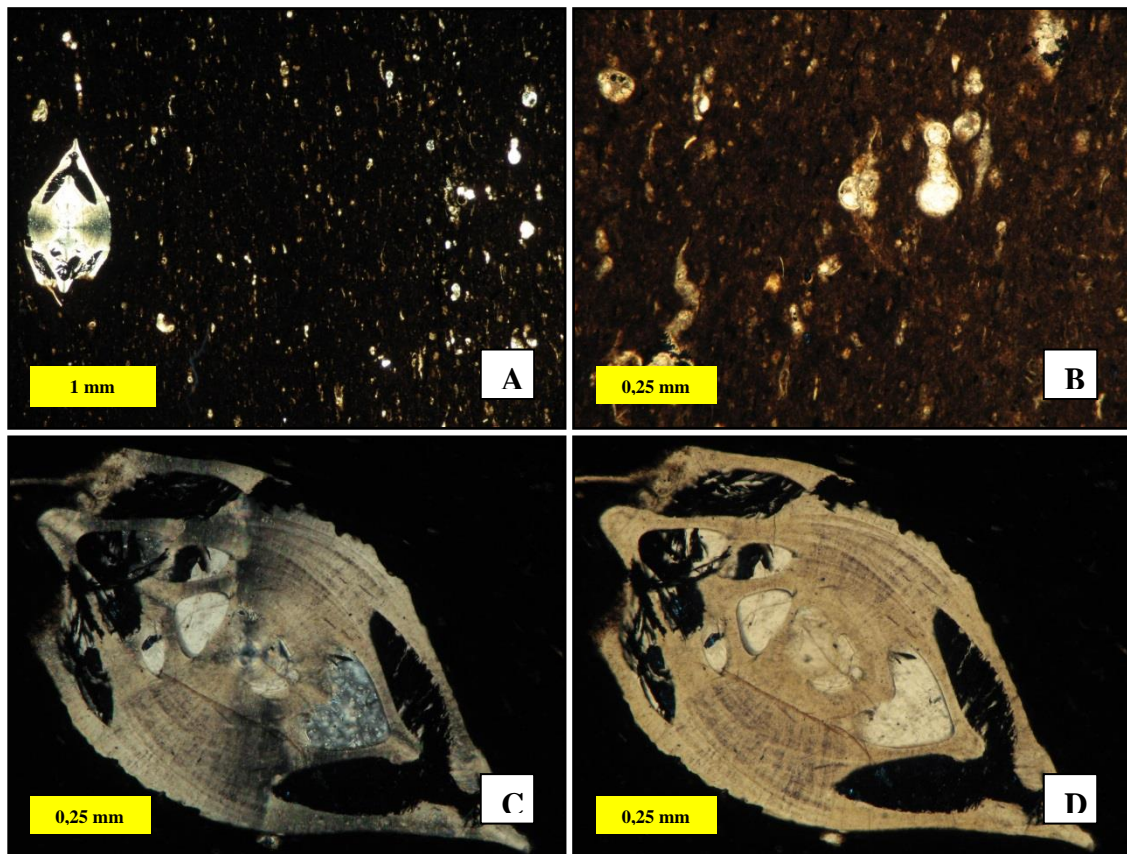


Figura 37. Formación San Juan. Muestra 106512. Micrita fosilífera/ *Mudstone*/ Micrita lodosa. A) Aspecto general de la roca, NC. B) Foraminíferos, entre ellos *Globigerinelloides*, NP. C y D) Posible fósil: *Lenticulina* (C) NC, (D) NP.

## 5.5. Formación Vidoño (Tpkv)

Muestra 36886: arenisca de tamaño de grano de 0.04 a 4.2 mm, mal escogido cuyos granos son subredondeados y subangulosos y el contacto entre ellos es longitudinal, cóncavo-convexo, grano-matriz y suturado. Dicha arenisca se encuentra conformada por un 90% de granos en los que destaca el cuarzo con un 85%, además de feldespato (ortosa 1%) y escasos fragmentos de roca metamórfica (figura 38). De acuerdo a la mineralogía, la roca se clasificó como arenisca cuarzosa.

Tabla 31. Composición mineralógica de Arenisca cuarzosa

Muestra	Granos (90%)			Matriz (3%)	
	Cuarzo	Feldespato	Fr Met.	Arcilla	Calcita
36886	87%	2%	1%	2%	1%

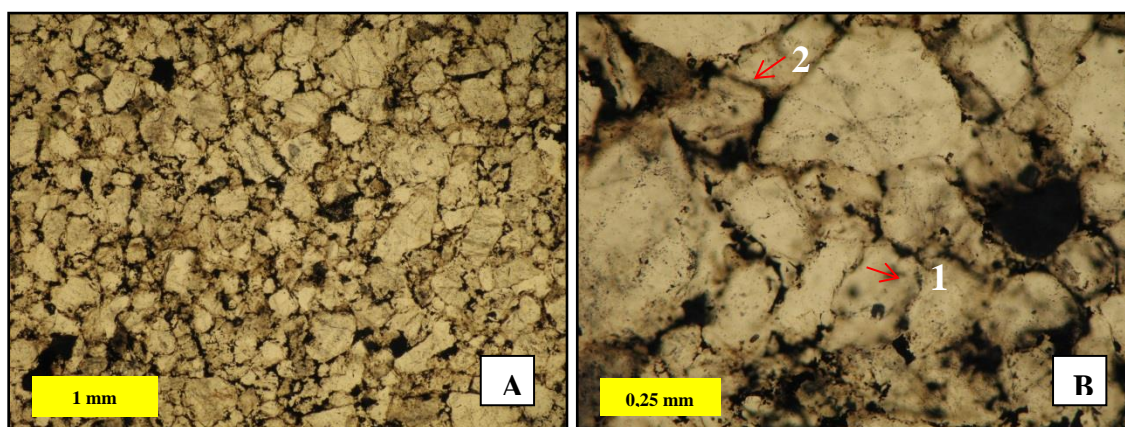


Figura 38. Formación Vidoño. Muestra 36886. Arenisca cuarzosa. A) Aspecto general de la roca. NP. B) Contactos: suturado (1), longitudinal (2). NP.

Muestra 36887: Micrita fosilífera/ *Mudstone*/ Micrita lodosa; carbonato compuesto por 5% de extraclastos, 10% de aloquímicos y 85% de ortoquímicos. En los componentes extraclásticos resalta la presencia de cuarzo policristalino. Los componentes aloquímicos están constituidos por foraminíferos bentónicos específicamente *Bulimina sp.* (Kertzus, 2002). Por otro lado en los componentes ortoquímicos predomina la micrita con un 80% mientras que del cemento microespato de sílice se tiene un 5% y mantiene una textura de mosaico dentro de los fragmentos fósiles (figura 39).

Tabla 32. Composición mineralógica de Micrita fosilífera/ *Mudstone*

Muestra	Ortoquímicos	Aloquímicos	Extraclásticos
36887	85%	10%	5%

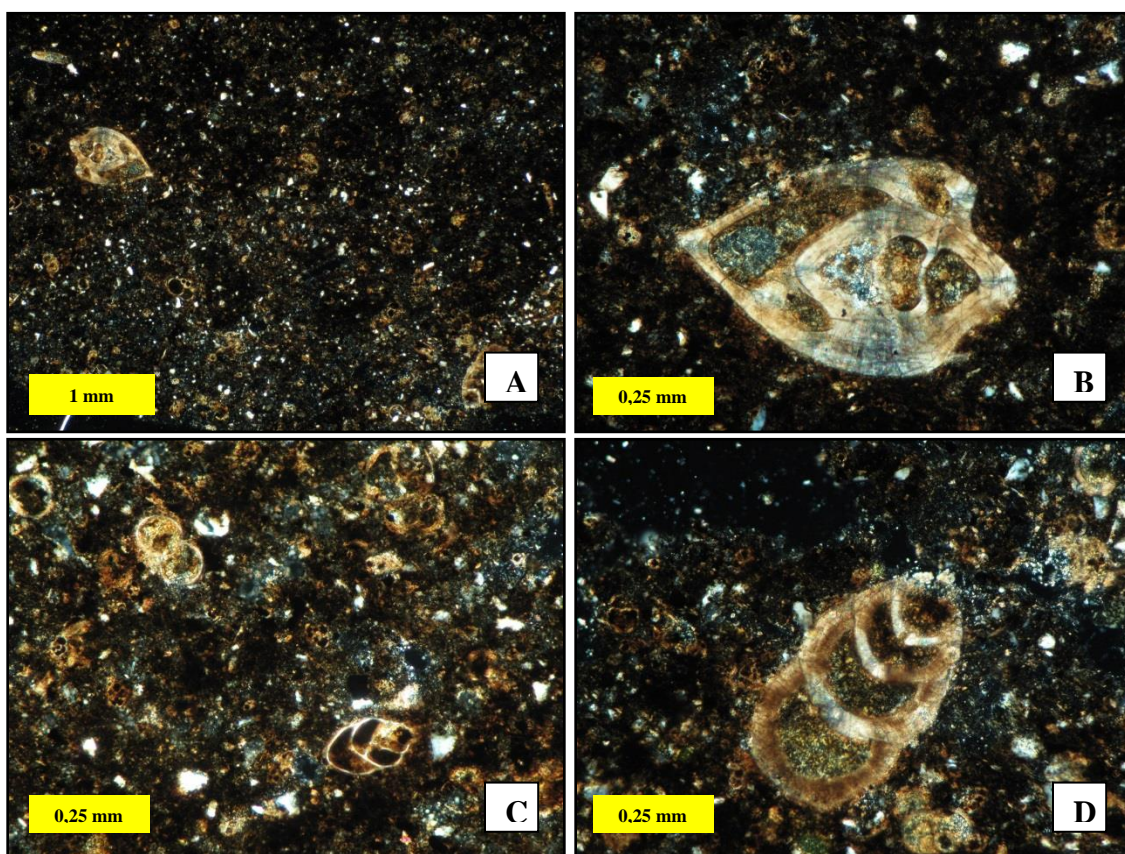


Figura 39. Formación Vidoño. Muestra 36887. Micrita fosilífera/ *Mudstone*/ Micrita lodosa. A) Aspecto general de la roca. NC. B, C y D) Fósiles. (B, C y D) NP.

Muestra 36890: arenisca de tamaño de grano de 0.1 a 0.8 mm, bien escogida, con granos que van de subredondeados a sub angulosos y contactos cóncavo-convexo, longitudinal y suturado. En cuanto a la mineralogía, está formado por un 85% de granos de cuarzo microcristalino, un 10% de minerales arcillosos (figura 40). De acuerdo a estas características la roca se clasifica como una arenisca cuarzosa.

Tabla 33. Composición mineralógica de Arenisca cuarzosa

Muestra	Granos	Matriz	Porosidad
36890	85%	10%	5%

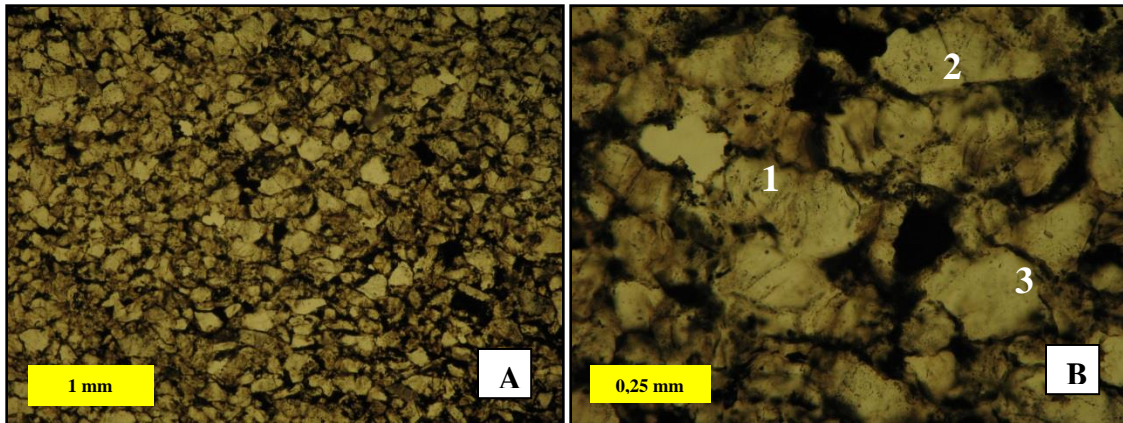


Figura 40. Formación Vidoño. Muestra 36890. Arenisca cuarzosa. A) Aspecto general de la roca. NP. B) Contactos: suturado (1), longitudinal (2) y cóncavo-convexo (3). NP.

Muestra 36906: arenisca de tamaño de grano de 0.01 a 1.2 mm, medianamente escogida, con granos subredondeados y contactos grano-cemento, longitudinal, cóncavo-convexo y suturado. La roca se encuentra compuesta por un 82% de granos en los que resalta el cuarzo (78%), ortosa (2%) y chert (2%); un 10% de cemento de material carbonático y de óxido de hierro (figura 41). A partir de esta relación mineralógica se clasificó como arenisca cuarzosa.

Tabla 34. Composición mineralógica de Arenisca cuarzosa

Muestra	Granos (82%)			Cemento (10%)
	Cuarzo	Feldespato	Chert	Calcita + Oxido Fe
36906	78%	2%	1%	10%

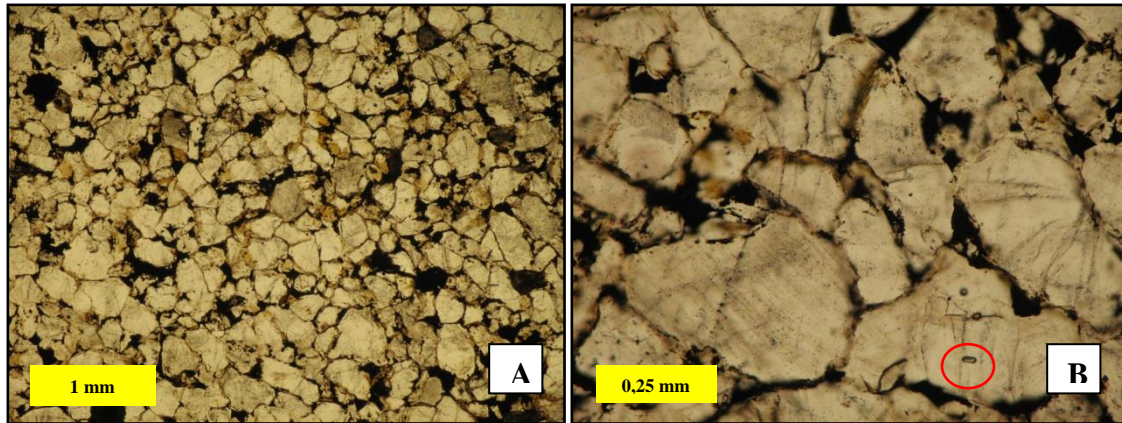


Figura 41. Formación Vidoño. Muestra 36890. Arenisca cuarzosa. A) Aspecto general de la roca. NP. B) Roca con inclusiones de mineral accesorio, posiblemente apatito (circulo). NP.

Muestra 36907: Micrita dismicrita/ *Wackestone*/ Micrita lodosa; carbonato compuesto por 15% de extraclásticos (cuarzo), 84% de ortoquímicos principalmente micrita (80%), además de pseudoespato (4%) (figura 42). En cuanto a los componentes aloquímicos, se tienen escasos restos de foraminíferos posiblemente bentónicos. El ambiente sedimentario asociado a las características de esta roca oscila entre plataforma externa y talud superior llegando ocasionalmente a batial y generalmente empobrecido de oxígeno (Furrer & Castro, 1997), facilitando la acumulación de materia orgánica y a su vez la acumulación de material siliciclástico (Kaminsky *et al.*, 1986).

Tabla 35. Composición mineralógica de Micrita dismicrita/ *Wackestone*

Muestra	Ortoquímicos	Aloquímicos	Extraclásticos
36907	84%	1%	15%

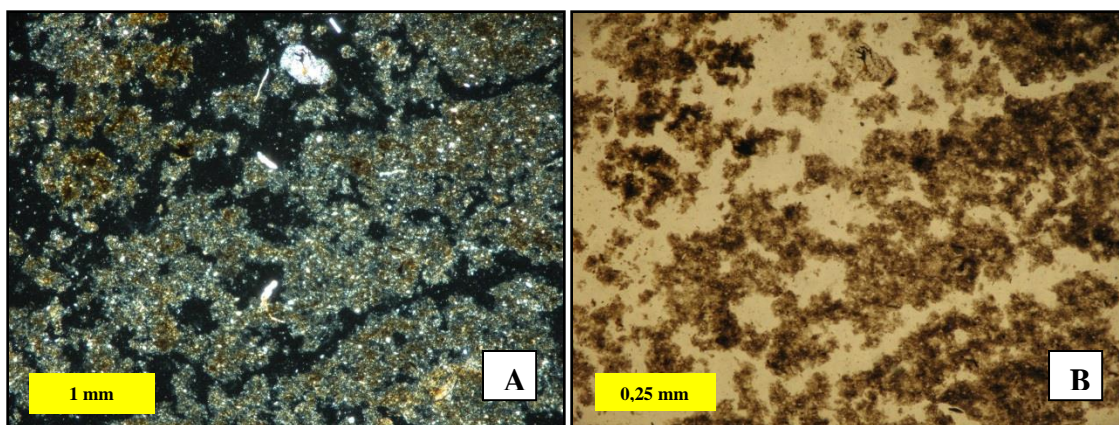
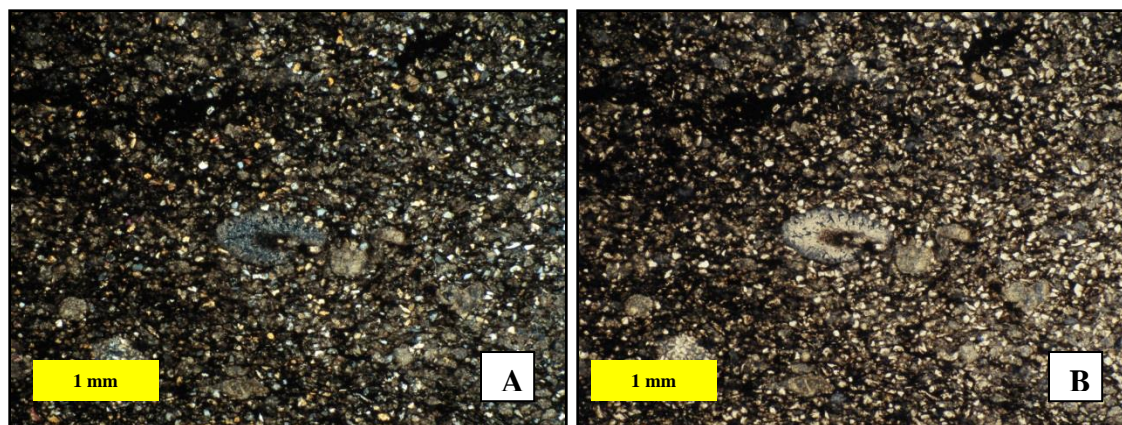


Figura 42. Formación Vidoño. Muestra 36907. Micrita dismicrita/ *Wackestone*/ Micrita lodosa. A) Aspecto general de la roca, donde se observa porosidad disolución en matriz, grano y cemento. (A) NC, (B) NP.

Muestra 36968: Biomicrita/ *Wackestone*/ Micrita Arenosa; compuesta por 40% de extraclásticos entre ellos, cuarzo microcristalino (30%), feldespato (5%) y plagioclasas (5%), 30% de aloquímicos como foraminíferos, fragmentos de moluscos y pellets, 25% de micrita y 5% de microespato (figura 43). Se observa un proceso en el que se forman envoltorios micriticos y reemplazamiento de material carbonatico por sílice.

Tabla 36. Composición mineralógica de Biomicrita/ *Wackestone*

Muestra	Extraclásticos	Ortoquímicos	Aloquímicos
36968	40%	30%	30%



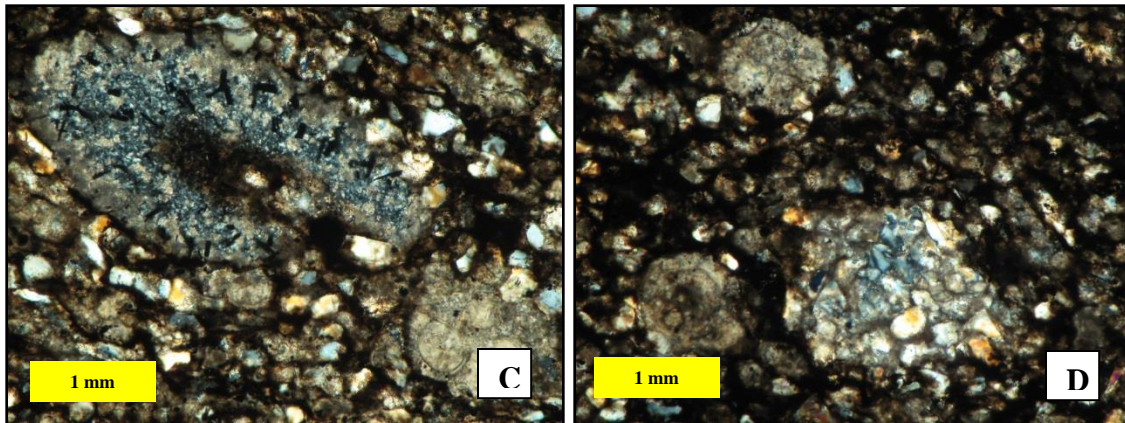
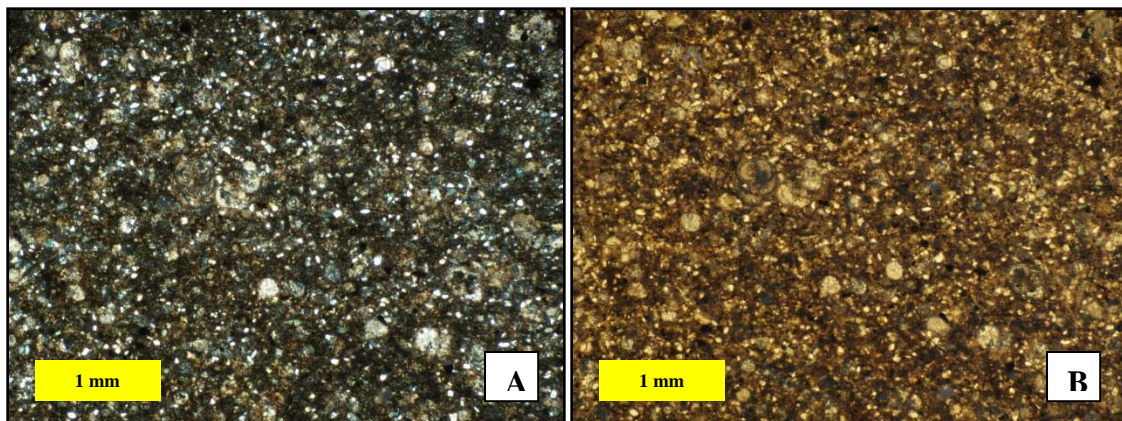


Figura 43. Formación Vidoño. Muestra 36968. Biomicrita/ *Wackestone*/ Micrita Arenosa. A y B) Aspecto general de la roca, (A) NC y (B) NP. C y D) Foraminíferos bentónicos y planctónicos. NC.

Muestra 36969: Pelmicrita/ *Wackestone*/ Micrita Arenosa; se trata de una roca carbonática constituida por 30% de aloquímicos (foraminíferos) que en su mayoría presenta agregados homogéneos bien redondeados de caliza microcristalina además de escasos ooides; 40% de ortoquímicos específicamente micrita y por ultimo 40% de extraclastos (cuarzo). Se evidencian procesos de silicificación sobre las partículas esqueléticas (figura 44).

Tabla 37. Composición mineralógica de Pelmicrita/ *Wackestone*

Muestra	Extraclásticos	Ortoquímicos	Aloquímicos
36969	40%	40%	30%



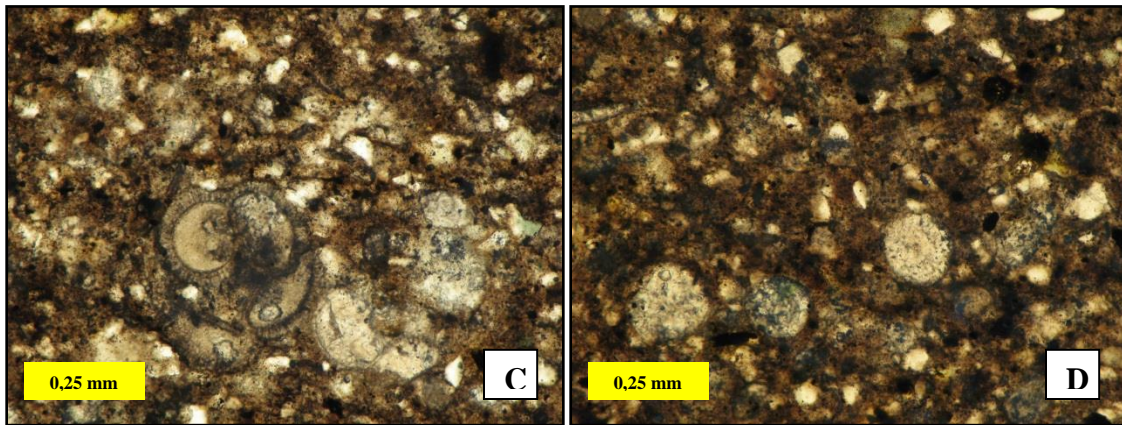


Figura 44. Formación Vidoño. Muestra 36969. Pelmicrita/ *Wackestone*/ Micrita Arenosa. A y B) Aspecto general de la roca, (A) NC y (B) NP. C y D) Pellets y ooides. NP.

Muestra 36970: Micrita fosilífera/ *Mudstone*/ Micrita lodosa; carbonato compuesto por 10% de extraclástos entre ellos cuarzo y plagioclasa; 87% de ortoquímicos en su mayoría micrita y proporciones menores de microspato; 3% de aloquímicos como foraminíferos y pellets. El tipo de cemento observado es equigranular. Se observa procesos de reemplazamiento de las partículas de carbonato por material silíceo y glauconítico (figura 45).

Tabla 38. Composición mineralógica de Micrita fosilífera/ *Mudstone*

Muestra 36970	Extraclásticos		Ortoquímicos		Aloquímicos	
	Cuarzo	Plagioclasas	Matriz	Cemento	Fósiles	Pellets
	9%	1%	82%	5%	2%	1%

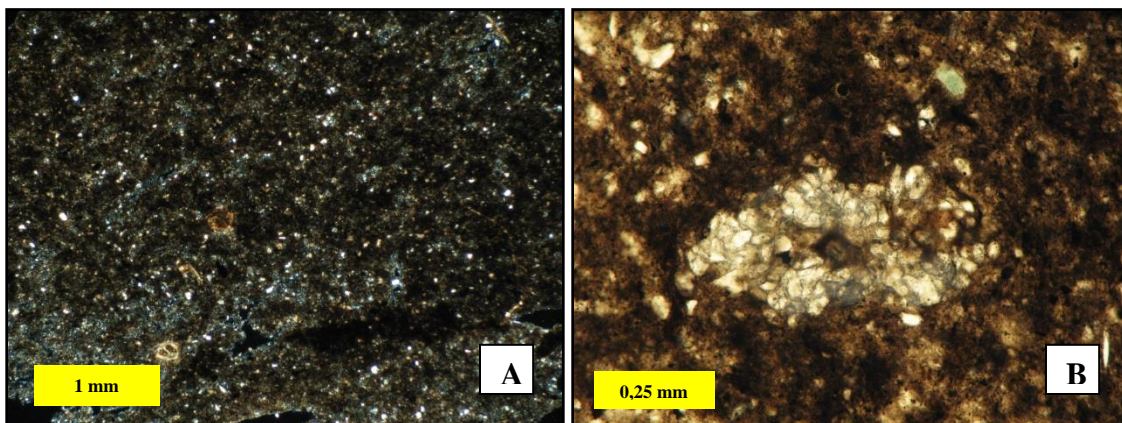


Figura 45. Formación Vidoño. Muestra 36970. Micrita fosilífera/ Mudstone/ Micrita lodosa. A) Aspecto general de la roca, donde se observa porosidad intrapartícula y disolución, NC. B) Reemplazamiento de sílice en el fósil (1). Grano de glauconita (2). NP.

Muestra 51525: arenisca de tamaño de grano de 0.09 a 1.9 mm, mal escogida, de subredondeada a muy angulosa y contactos longitudinal, puntual, cóncavo-convexo y grano-matriz. La roca se encuentra compuesta por un 85% de granos en los que resaltan el cuarzo monocristalino, ortosa, fragmentos de roca, chert y un mineral accesorio. Por otro lado, se tiene 5% de matriz conformada de material carbonatico. Partiendo del porcentaje mineralógico la roca fue clasificada como sublitarenita (figura 46).

Tabla 39. Composición mineralógica de Sublitarenita

Muestra	Granos	Matriz	Porosidad
51525	85%	5%	10%

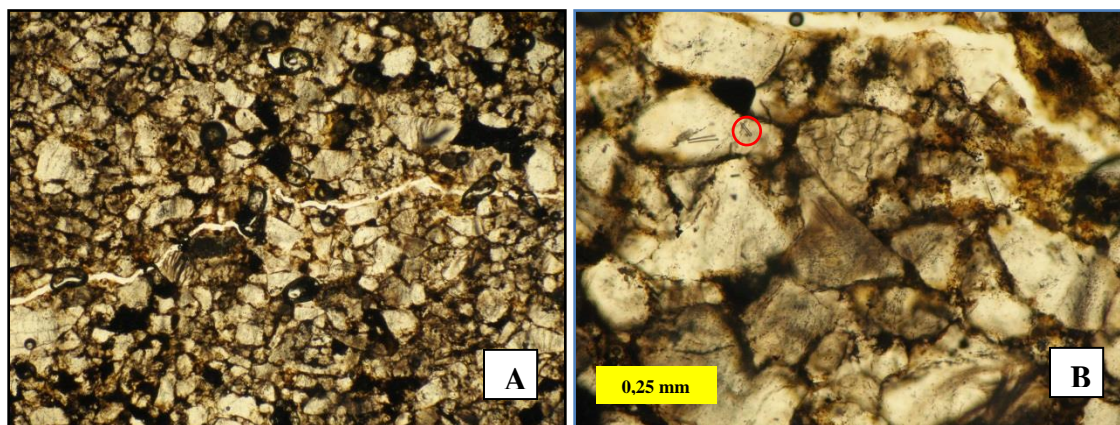


Figura 46. Formación Vidoño. Muestra 51525. Sublitarenita. A) Aspecto general de la roca. NP. B) Roca con inclusiones de mineral accesorio, posiblemente apatito. NP.

Muestra 51526: Micrita dismicrita/ *Mudstone*/ Micrita lodosa; lodo carbonático compuesto principalmente por 87% de matriz micrita y 3% de cuarzo policristalino (figura 47). A partir de estas características se puede inferir que la roca se formó en un ambiente de plataforma interna, donde la circulación del agua puede ser restringida (Wilson, 1975).

Tabla 40 Composición mineralógica de Micrita dismicrita/ *Mudstone*

Muestra	Micrita	Cuarzo
51526	40%	40%

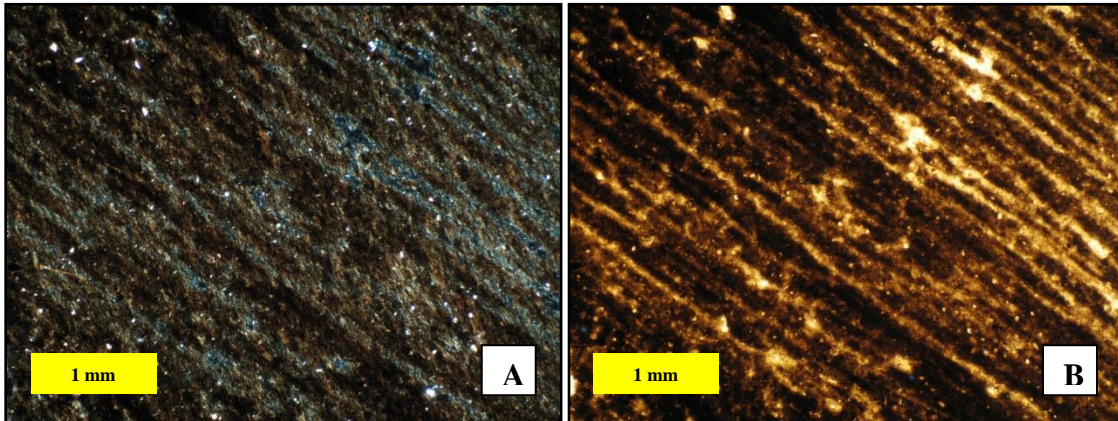


Figura 47. Formación Vidoño. Muestra 51526. Micrita dismicrita/ *Mudstone*/ Micrita lodosa. A) Aspecto general de la roca. (A) NC, (B) NP.

Muestra 51951: arenisca con tamaño de grano de 1.5 a 1 mm, mal escogida cuyos granos se muestran de subredondeados a subangulosos. Los contactos son grano-matriz, cóncavo-convexo y tangencial. La roca se encuentra compuesta por 55% de granos entre ellos 50% de cuarzo monocristalino y el resto de cuarzo policristalino; por otro lado, se tiene 30% de matriz de sílice (28%) y arcilla (2%) (figura 48). A partir de esta relación mineralógica, se clasificó la roca como arenisca cuarzosa.

Tabla 41. Composición mineralógica de Arenisca cuarzosa

Muestra	Granos	Matriz	Porosidad
51951	55%	30%	15%

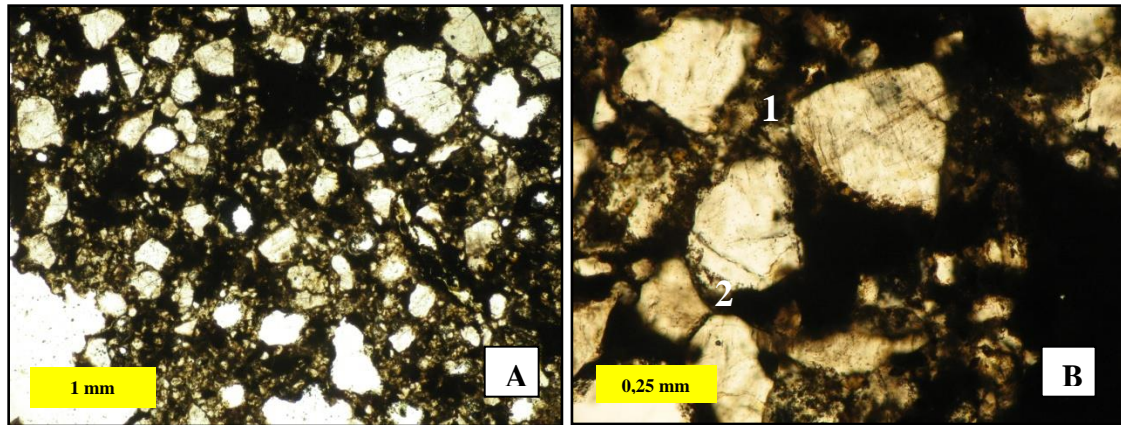


Figura 48. Formación Vidoño. Muestra 51951. Arenisca cuarzosa. A) Aspecto general de la roca, NP. B) Contactos: grano-matriz (1) y cóncavo-convexo (2), NP.

### 5.6. Formación Caratas (Tec)

Muestra 36892: arenisca de tamaño de grano de 0.1 a 0.9 mm, muy bien escogida, subredondeado, y contactos cóncavo-convexo, grano-matriz y puntual. La roca se encuentra compuesta por un 75% de granos, entre ellos cuarzo (70%) feldespato (3%) y calcita (2%); un 20% de matriz de material carbonatico\* (fósiles) (figura 49). Partiendo de la relación mineralógica la roca se clasificó como wacka feldespática.

Tabla 42. Composición mineralógica de Wacka feldespática

Muestra	Granos 75%			Matriz 20%
	Cuarzo	Feldespato	Calcita	Mat Carb*
36892	70%	3%	2%	20%

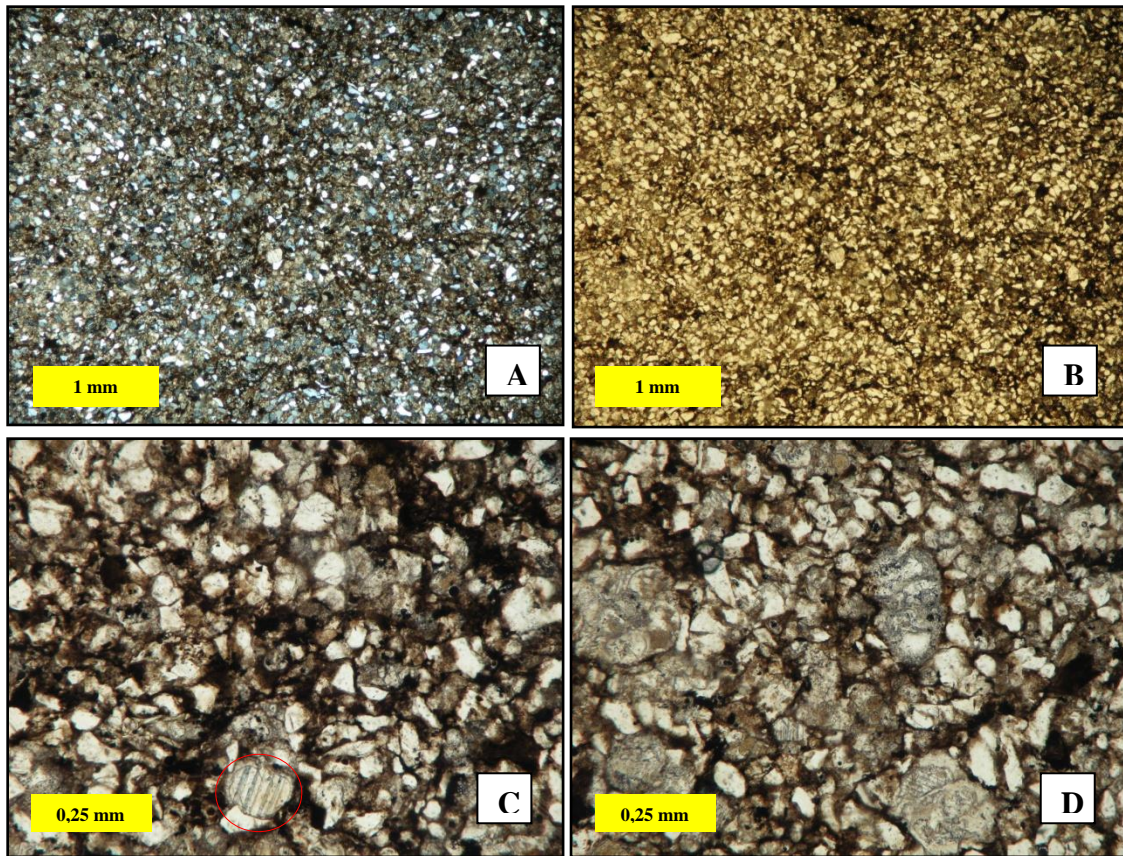


Figura 49. Formación Caratas. Muestra 36892. Wacka feldespática. A y B) Aspecto general de la roca, (A) NC y (B) NP. C) Grano redondeado de calcita encerrado en el círculo. D) Restos de fósiles. (C) y (D) NP.

Muestra 36908: arenisca de tamaño de grano de 0.1 a 2.9 mm, mal escogida, subredondeado a subanguloso, y contactos cóncavo convexo y puntual. La roca está constituida por un 45% de granos de cuarzo, 40% de matriz arcillosa y 5% de cemento de calcita (vetas) (figura 50). De acuerdo a los componentes mineralógicos la roca clasificada es una wacka cuarzosa.

Tabla 43. Composición mineralógica de Wacka cuarzosa

Muestra	Granos	Matriz	Cemento
36908	Cuarzo 45%	Arcilla 40%	Calcita 5%

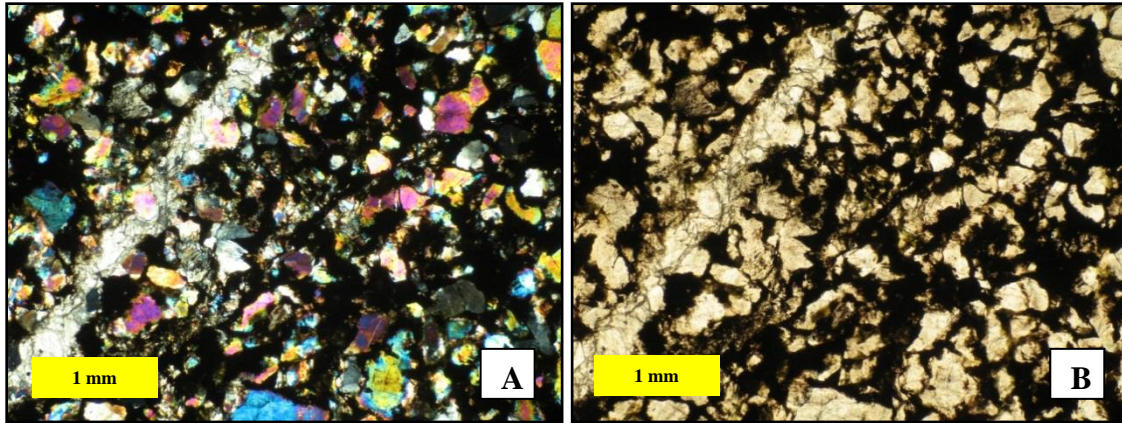


Figura 50. Formación Caratas. Muestra 36908. Wacka cuarzosa. A y B) Aspecto general de la roca, donde se observa veta de calcita. (A) NC y (B) NP.

Muestra 36965: arenisca con un tamaño de grano de 0.01 a 1.5 mm, medianamente escogida, subredondeado a subanguloso, y contactos grano-matriz, puntual longitudinal y cóncavo-convexo. La roca tiene una composición de 50% de granos, en su mayoría cuarzo (45%), seguido por fragmentos de roca metamórfica\* (3%) y clorita (1%). Un 35% de matriz carbonática y arcillosa la cual contiene foraminíferos y algas rojas. A partir de estos datos la roca se clasifico como wacka lítica (figura 51).

Tabla 44. Composición mineralógica de Wacka lítica

Muestra	Granos 50%			Matriz 35%
	Cuarzo	Fr Met*	Clorita	Fósil + Arcilla
36965	45%	3%	1%	35%

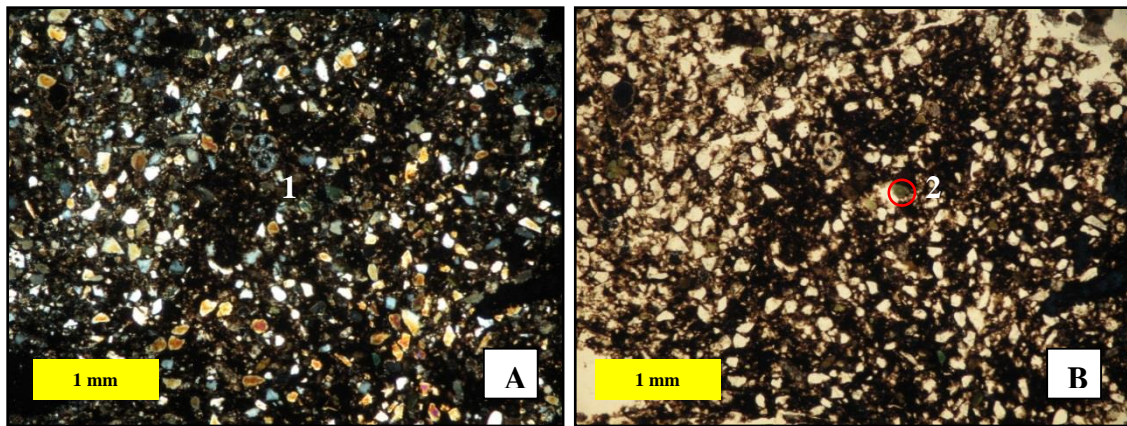


Figura 51. Formación Caratas. Muestra 36965. Wacka lítica. A y B) Aspecto general de la roca, donde se observa foraminíferos (1) y granos de glauconira (circulo rojo) (2). (A) NC y (B) NP.

Muestra 36967: Micrita fosilífera/ *Wackestone*/ Micrita lodosa; se trata de una caliza compuesta por 15% extraclásticos, 2% de aloquímicos y 83% de ortoquímicos. En los extraclásticos se encuentran mayormente granos de cuarzos policristalino y microcristalino, y una proporción mínima de plagioclasas. Por su parte en los aloquímicos se encuentran fragmentos de algas rojas, pellets y foraminíferos los cuales algunos han sido reemplazados por material siliciclástico. En los ortoquímicos resalta la micrita en su totalidad (figura 52).

Tabla 45. Composición mineralógica de Micrita fosilífera/ *Wackestone*

Muestra	Ortoquímicos	Extraclásticos	Aloquímicos
36967	83%	15%	2%

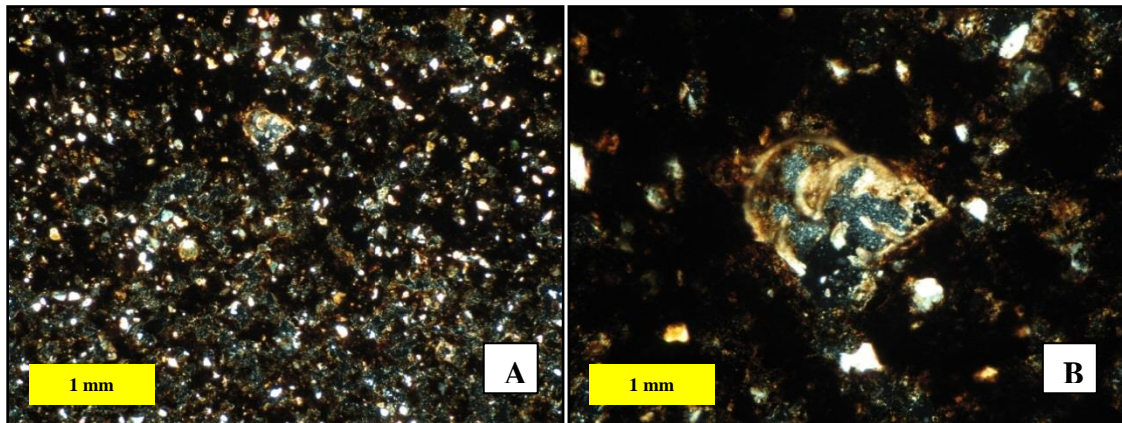


Figura 52. Formación Caratas. Muestra 36967. Micrita fosilífera/ *Wackestone*/ Micrita lodosa. A) Aspecto general de la roca. NC. B) Reemplazamiento de silice en el foraminífero *Heterohelix globulosa* . (A) y (B) NP.

## 5.7. Oligoceno inferior a superior

### 5.7.1. Grupo Merecure

#### 5.7.1.1. Formación Los Jabillos (Tφj)

Muestra 36905: Micrita fosilífera/ *Mudstone*/ Micrita lodosa; se trata de una caliza micritica conformada por un 10% de componentes extraclásticos (cuarzo), 5% de aloquímicos como foraminíferos bentónicos y planctónicos y 85% de componentes ortoquímicos específicamente micrita. La muestra presenta alta porosidad posiblemente inducida por el deterioro de la sección delgada (figura 53). Por su parte, tomando en cuenta las características de la roca, sugieren un ambiente de plataforma externa a media (Furrer & Castro, 1997).

Tabla 46. Composición mineralógica de Micrita fosilífera/ *Mudstone*

Muestra	Micrita	Cuarzo	Fósiles
36905	85%	10%	5%

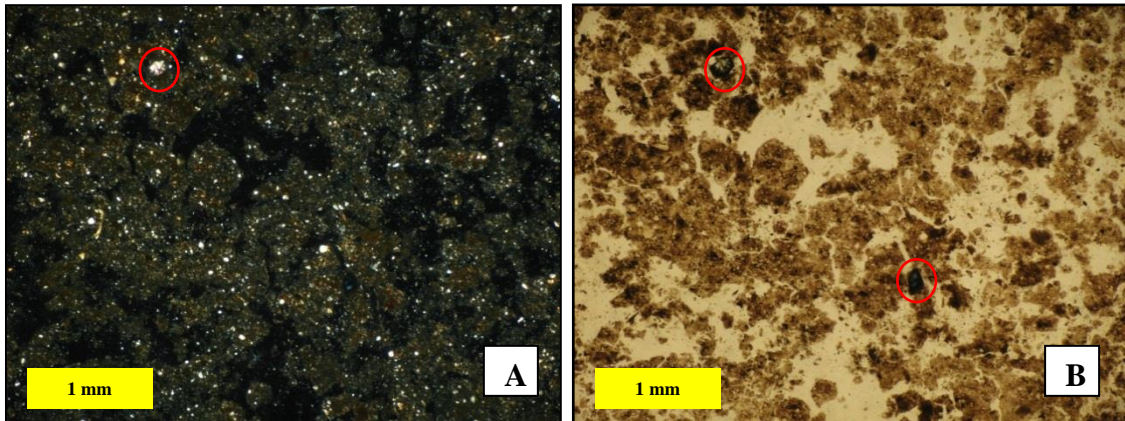


Figura 53. Formación Los Jabillos. Muestra 36905. Micrita fosilífera/ *Mudstone*/ Micrita lodosa. A y B) Aspecto general de la roca donde se muestran minerales accesorios (circulo rojo) .(A) NC y (B) NP.

Muestra 36963: arenisca de tamaño de grano de 0.1 a 0.5 mm, bien escogido, con granos redondeados a subangulosos, y contactos cóncavo-convexo, puntual y longitudinal. La arenisca de grano fino se encuentra formada de un 50% de granos de cuarzo, 10% de matriz carbonática y 30% de cemento (figura 54). La roca se clasificó como arenisca cuarzosa.

Tabla 47. Composición mineralógica de Arenisca cuarzosa

Muestra	Granos	Matriz	Cemento
36963	50%	10%	30%

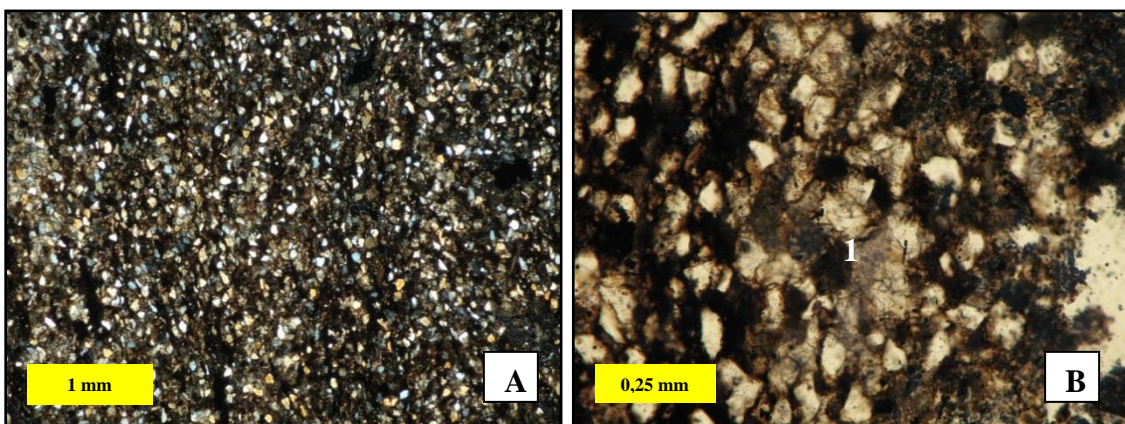


Figura 54. Formación Los Jabillos. Muestra 36963. Arenisca cuarzosa. A) Aspecto general de la roca (grano fino), NC. B) Foraminífero (1). NP.

Muestra 36964: arenisca de tamaño de grano de 0.1 a 1.5 mm, bien escogida, con granos redondeados a subangulosos, y contactos cóncavo-convexo, longitudinal, suturado, grano-cemento y grano-matriz. La roca se encuentra compuesta por un 70% de granos en el que resalta el cuarzo (68%), seguido por chert (1%) y posiblemente circón (1%); por su parte se tiene 10% de matriz arcillosa y 15% de cemento de calcita (figura 55). Basándose en la relación mineralógica la roca se clasificó como arenisca cuarzosa.

Tabla 48. Composición mineralógica de Arenisca cuarzosa

Muestra	Granos	Matriz	Cemento
36964	70%	10%	15%

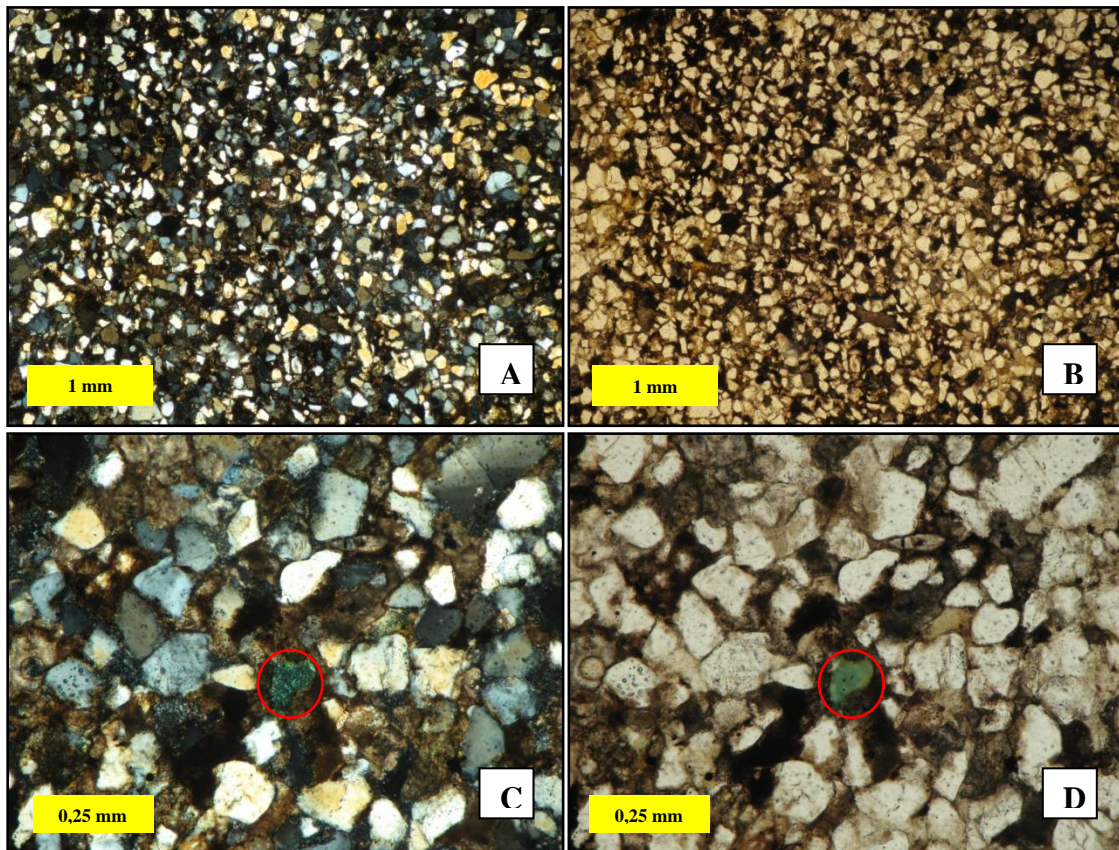


Figura 55. Formación Los Jabillos. Muestra 36964. Arenisca cuarzosa. A) Aspecto general de la roca (A) NC y (B) NP. C y D) Grano de glauconita, señalado en el círculo rojo. (C) NC y (D) NP.

### 5.7.1.2. Formación Areo (Tφar)

Muestra 36961: Micrita fosilífera/ *Wackestone*/ Micrita lodosa; carbonato constituido por 35% de extraclástos entre los que se tiene abundante cuarzo (24%) de tamaño de grano arena fina limo, feldespato (4%), plagioclasas (4%), biotita, muscovita y apatito; 60% de micrita y 5% de aloquímicos como algas y granos no esqueléticos o pellets (figura 56). Todas las características de la roca indican una diagénesis de plataforma media (Vivas & Macsotay, 1986).

Tabla 49. Composición mineralógica de Micrita fosilífera/ *Wackestone*

Muestra	Extraclásticos	Ortoquímicos	Aloquímicos
36961	35%	60%	5%

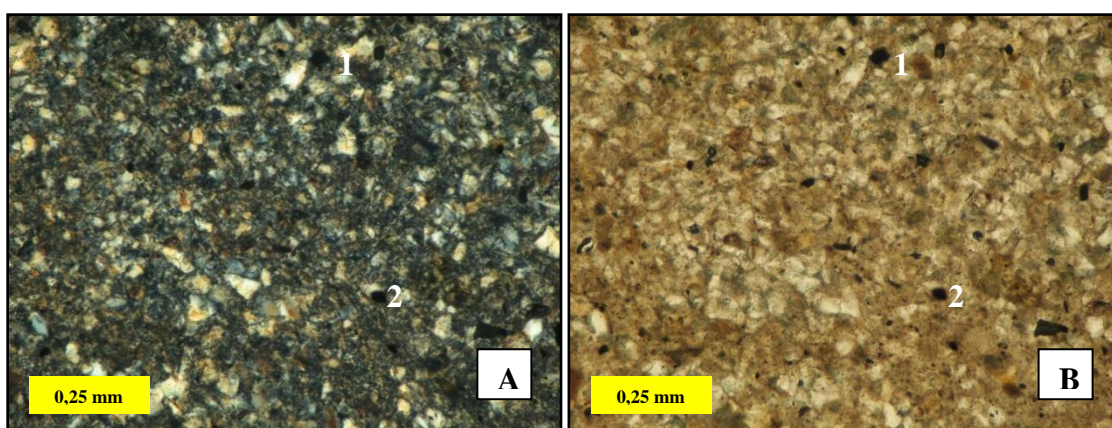


Figura 56. Formación Los Jabillos. Muestra 36961. Micrita fosilífera/ *Wackestone*/ Micrita lodosa. A y B) Aspecto general de la roca. Porosidad disolución (1) e intrapartícula (2) (A) NC y (B) NP.

Muestra 36962: lámina delgada en el límite de dos facies carbonáticas; en un límite se tiene una arenisca de grano muy fino. Por otro lado, se tiene Biomicrita/ *Packstone*/ Micrita lodosa; carbonato formado por 35% de componentes extraclásticos, donde resalta el cuarzo (30%), posibles minerales accesorios (pirita y apatito), un 20% de componentes aloquímicos entre ellos fragmentos de moluscos (12%) el cual presenta inversión homoaxial, foraminíferos planctónicos (7%) y algas rojas (1%). En cuanto a los componentes ortoquímicos (45%), se tiene 25% de micrita y un 20% de microespato

(figura 57). La acumulación de los sedimentos adyacentes, tiende a ser una transición gradual que posiblemente se asocia a la plataforma externa a batial (Vivas & Macsotay, 1986).

Tabla 50. Composición mineralógica de Biomicrota/ *Packstone*

Muestra	Extraclásticos	Ortoquímicos	Aloquímicos
36961	35%	45%	20%

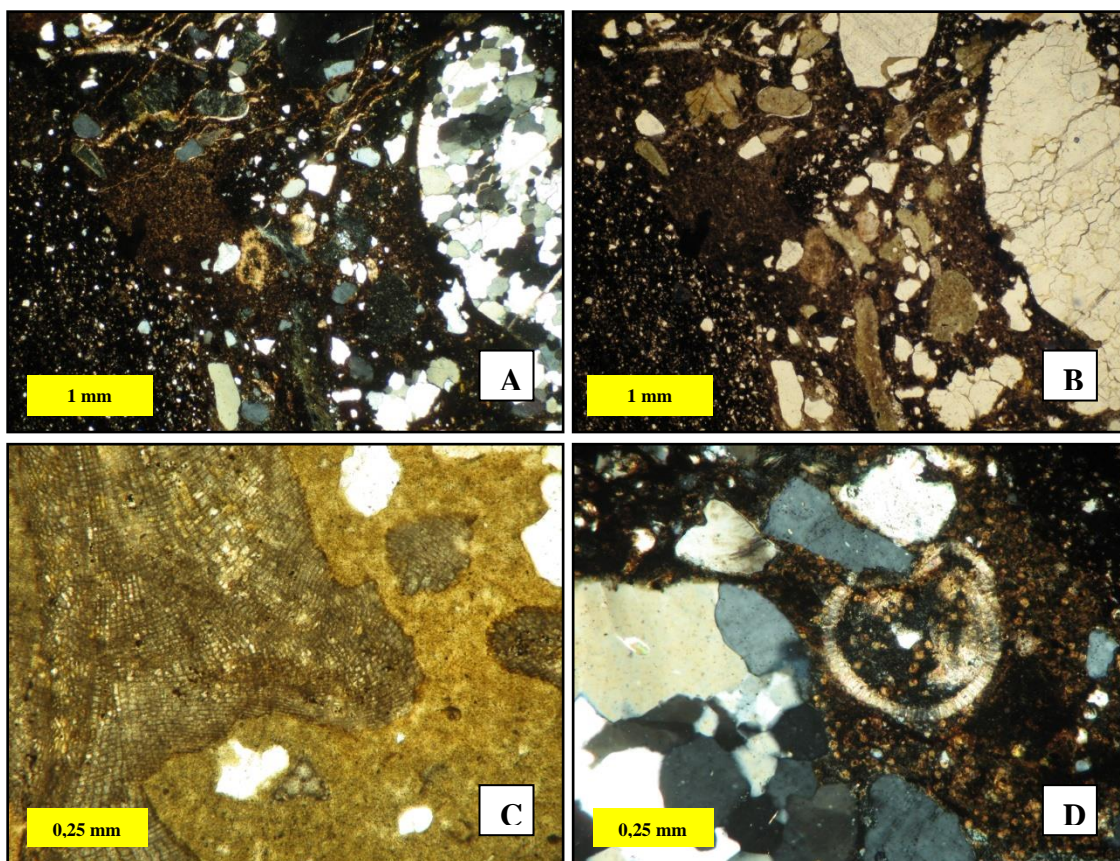


Figura 57. Formación Los Jabillos. Muestra 36962. Biomicrota/ *Packstone*/ Micrita lodosa. A y B) Aspecto general de la roca, donde se observan dos facies laterales, (A) NC y (B) NP; 2.5x. C) Fragmento de molusco. D) Cemento de aragonito alrededor del fósil, (C) NP y (D) NC.

## 6. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

### 6.1. GENERALIDADES

La Cuenca Oriental de Venezuela es una estructura de tipo antepaís, constituida durante el Cenozoico producto del choque oblicuo de las placas Caribe y Suramericana. La Serranía del Interior tiene una dirección N 50° E, asimétrica y paralela a la Subcuenca de Maturín, (Barrios & Acosta, 2009).

El flanco sur de la subcuenca de Maturín está apoyado sobre el basamento ígneo-metamórfico del Escudo de Guayana, y se caracteriza por fallamiento normal. El flanco norte se encuentra asociado a frentes de corrimientos de grandes bloques corticales desplazados hacia el Sur, y se caracteriza por la presencia de estructuras compresivas asociadas a la colisión entre la Placa Caribe y la Suramericana (Passalacqua, Fernández y Roure 1991), (figura 58).

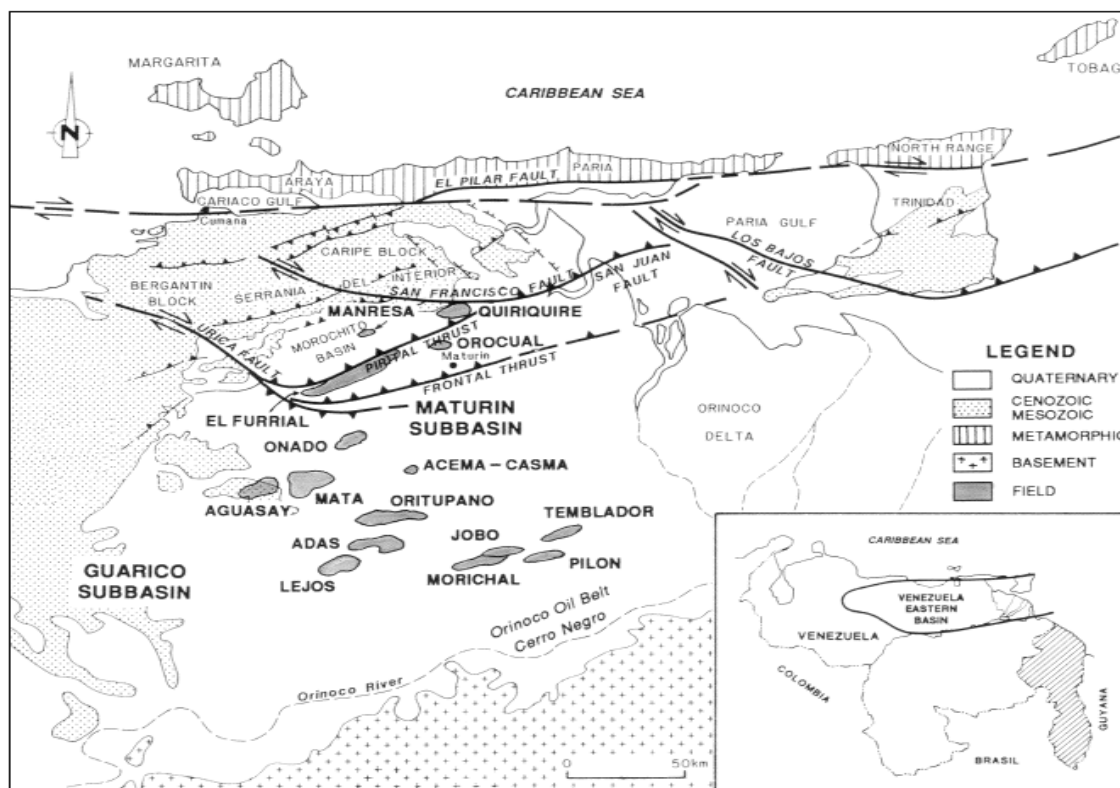


Figura 58: Configuración tectónica de la cuenca del este de Venezuela. Tomado de Passalacqua *et al.*, (1995).

Se han reconocido dos provincias tectónicas diferentes según Parnaut *et al.* 1995: la provincia autóctona y la provincia alóctona.

La provincia autóctona se extiende desde el eje de la cuenca del río Orinoco. Es extensional y se caracteriza por presentar fallas normales con tendencia N 60°-70° E (ver figura 59) y fallas transcurrentes. Por su parte, también se tienen fallas de deslizamiento con tendencias N 70° W las cuales también se encuentran presentes en la parte norte de la provincia, que afecta tanto depósitos del Cretáceo como los del Paleógeno. Fallas de colapso gravitacional hacia el norte afectan las rocas sedimentarias mioceno-pleiocenas (Parnaut *et al.* 1995).

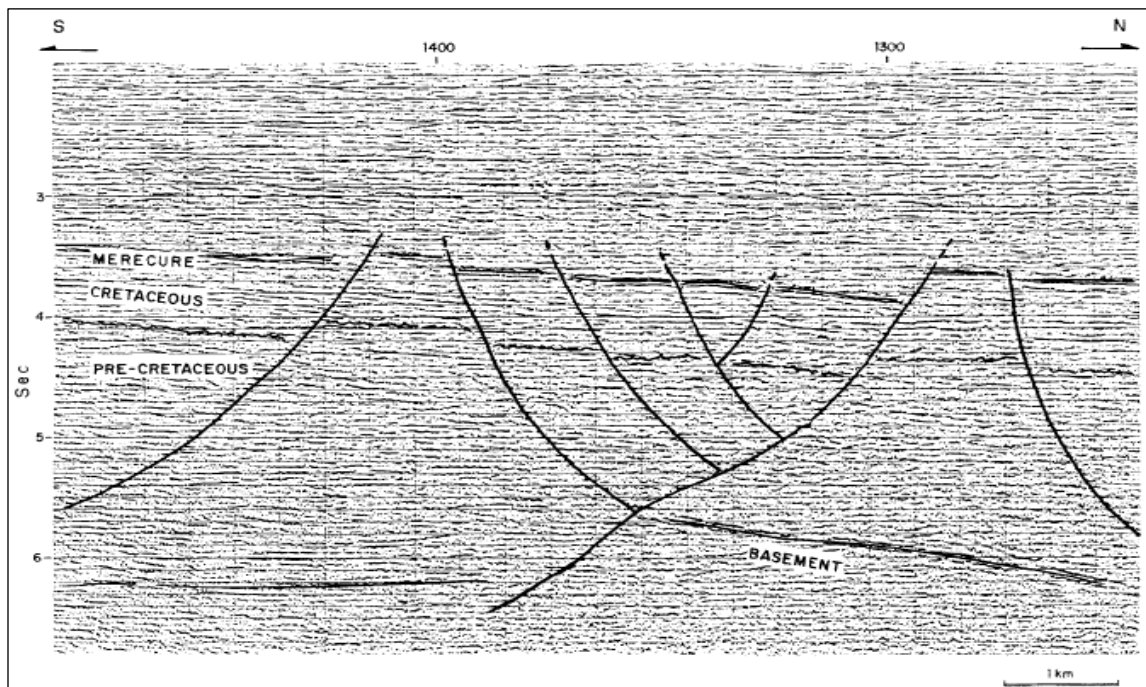


Figura 59. Perfil sísmico que muestra fallas normales en el área de la plataforma del frente. Ver figura 58 para la ubicación Passalacqua *et al.*, (1995).

La provincia alóctona se encuentra conformada por la falla El Pilar (una falla importante de deslizamiento dextral que constituye la traza superficial del límite de placa caribeño-sudamericano) (Parnaud *et al.*, 1995), los terrenos de la Cordillera de La Costa, la

Serranía del Interior, las Penínsulas de Paraguaná, Araya y Paria, isla de Margarita y las demás islas del Caribe Venezolano (WEC Venezuela, 1997).

El estilo estructural compresivo se caracteriza por lo siguiente:

El frente de deformación de la provincia alóctona corresponde localmente a una zona triangular, con cuñas progresivas. Otras estructuras de cola de pez o triángulo ocurren detrás del frente de deformación, es decir, a lo largo del Alto Pirital.

Las fallas transcurrentes dextrales con una dirección N 50°-60° W (fallas de Urica, San Francisco y Los Bajos), (figura 58) separan la Serranía del Interior en áreas de evolución estructural diacrónica (Munro y Smith, 1984).

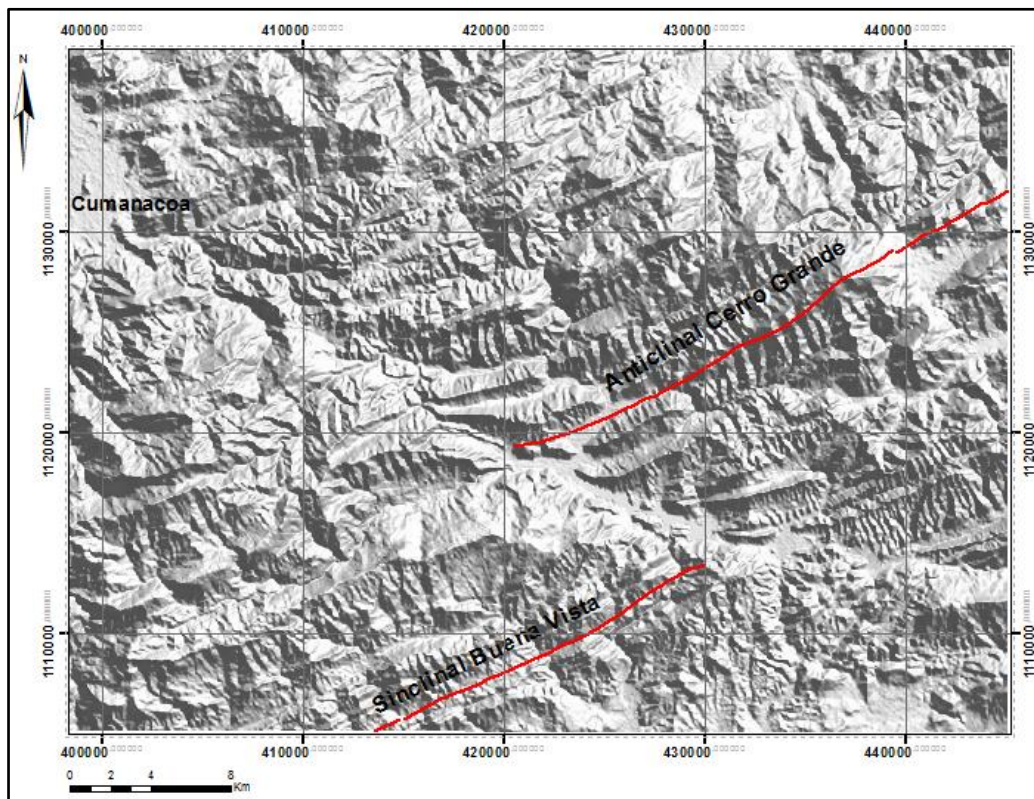
La Serranía del Interior está conformada por una cuña de sedimentos no metamorfizados de margen pasivo, los cuales han sufrido acortamiento producto de una compresión de edad Mioceno. Una parte de los acortamientos fueron realizados de forma frágil ocasionando cabalgamientos, fallas rumbo-deslizantes, fallas normales y pequeñas estructuras, (Subieta T, *et al.* 1988).

La serranía del Interior cuenta con un estilo de pliegues y cabalgamientos con un sentido de vergencia hacia el sureste. La falla rumbo-deslizante más importante de la carta estudiada (D-10-B y D-10-D; D-11-A y D-11-C pertenecientes a la Creole Petroleum Corporation) es la falla de San Francisco la cual corta oblicuamente a pliegues y cabalgamientos (ver figura 60).



espesor de los estratos ya que se encuentran sometidos a iguales condiciones de esfuerzo y sobrecarga de sedimentos, (Subieta, 1988).

En la zona de estudio, se encuentra un conjunto de pliegues cuyos ejes se orientan en sentido aproximado N 55°-60° E. Las estructuras mayores de la zona estudiada corresponden con el sinclinal Buena Vista situado en el extremo sur de la carta, el cual abarca una distancia de 70 km de largo por 5 km de ancho. Por su parte se tiene el anticlinal de Cerro Grande con un tamaño de 45 km de largo por 4 km de ancho. Las formaciones El Cantil y San Juan constituyen el esqueleto de ambas estructuras. Estas grandes estructuras vienen acompañadas por pliegues menores de origen tectónico y otros pliegues formados por colapsos gravitacionales, (Subieta T, 1988), entre ellos: el anticlinal de Mundo Nuevo con buzamiento de 64°NW, sinclinal Río Aragua (ubicado en el sur-este) cuyo declive es 85° NE, (ver figura 61).



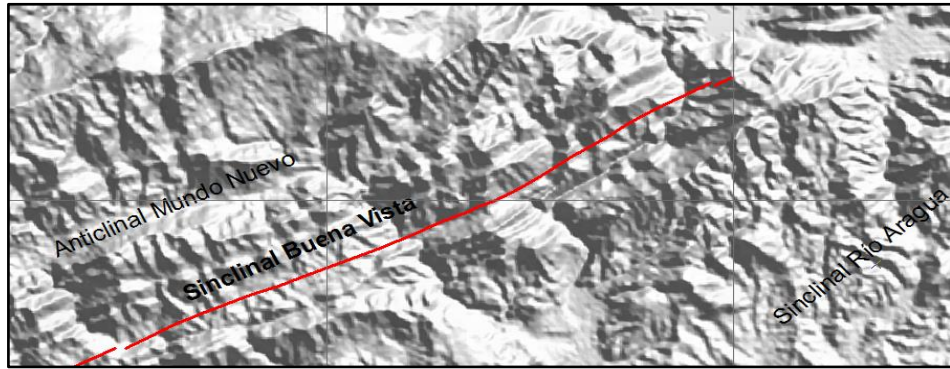


Figura 61. Tendencia de los pliegues mayores y pliegues menores de la zona de estudio. Imagen SRTM-1 tomado de la Nasa (2012).

Por otro lado se evidencia que las unidades plegadas se encuentran divididas por la falla San Francisco, logrando que las estructuras ubicadas por encima (NE) de ésta no coincidan o no sigan una secuencia con las que se encuentran por debajo (SW).

### 6.3. Fallas

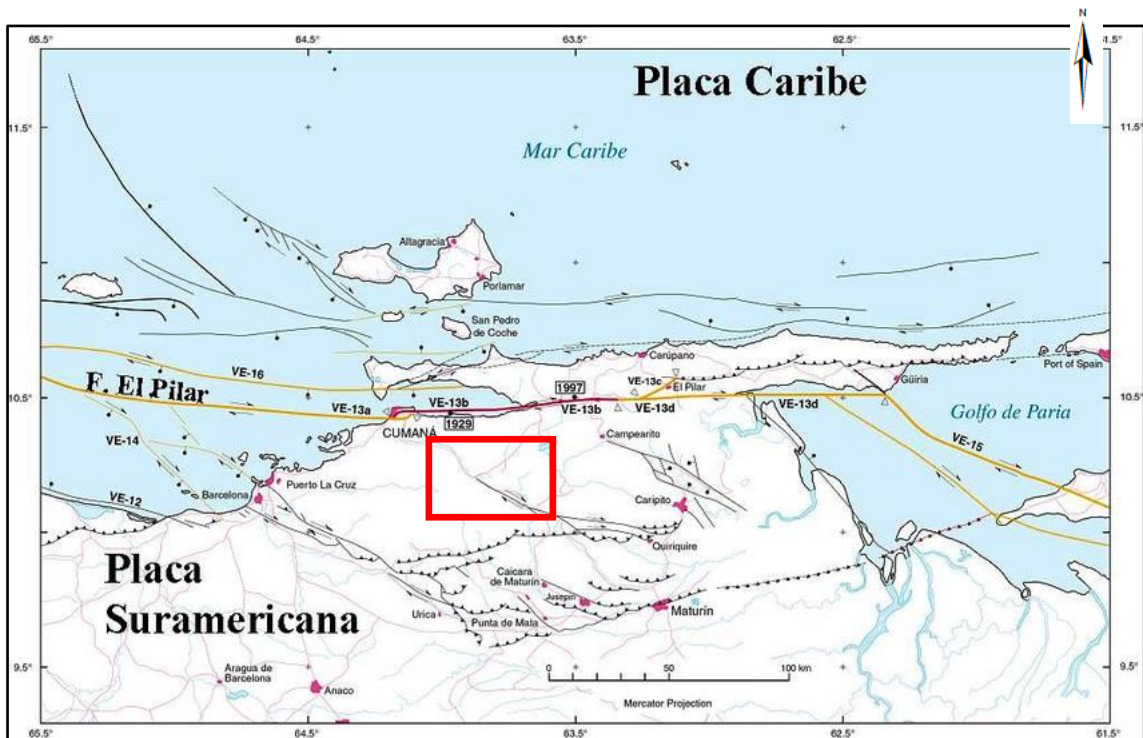


Figura 62. Mapa de fallas cuaternarias del nor-orient de Venezuela. En color rojo se resalta la zona de estudio. Tomado de Audemard et al (2000).

### 6.3.1. Falla San Francisco

La falla de San Francisco ha sido estudiada por H. Rosales, 1969; su direcci3n es noroeste-sureste, pasando gradualmente a este-oeste. Al norte, desaparece en el "pull- apart" de Cumanacoa. Esta falla es vertical en la parte norte y se horizontaliza al sur, cerca del campo Quiriquire donde se une con el cabalgamiento de Pirital (Subieta, 1988) (ver figura 1 y 3). El mismo autor indica que el desplazamiento de la falla es contempor3neo con la formaci3n del plegamiento, raz3n por la cual no existe una correspondencia absoluta entre los pliegues de uno y otro lado de la falla.

La falla San Francisco divide a la Serran3a del Interior en dos bloques: el bloque Caripe hacia el este y el Bloque Bergant3n hacia el oeste (Gonz3lez de Juana et al, 1980) (ver figura 63).

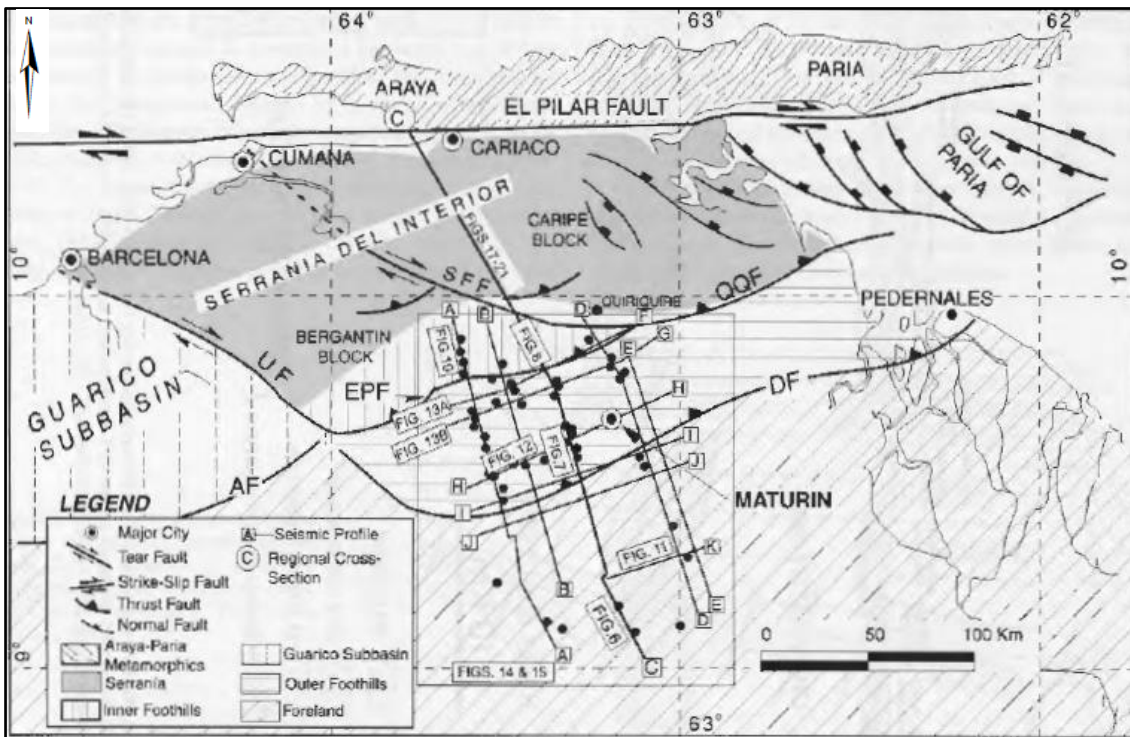


Figura 63. Falla San Francisco- SFF. Serran3a del interior dividida en dos bloques: Caripe (Caripe Block) y Bergant3n (Bergant3n Block). Tomado de Hung (2005).

### 6.3.2. Fallas de alto ángulo

Hacia la zona norte del área de estudio se encuentra un conjunto de fallas que se orientan en sentido aproximado N 50°-60° E, que cortan a las formaciones Barranquín, El Cantil, Chimana, Grupo Guayuta y algunos depósitos aluviales (ver figura 64). Estas fallas se encuentran paralelas a las estructuras geológicas. Por otro lado, al sur del área de estudio se tienen otras fallas con la misma orientación. La más característica de estas fallas es la falla de Los Ipures, que se encuentra entre el sinclinal Río Atravesado y el sinclinal La Fantasma y se extiende hasta la falla San Francisco.

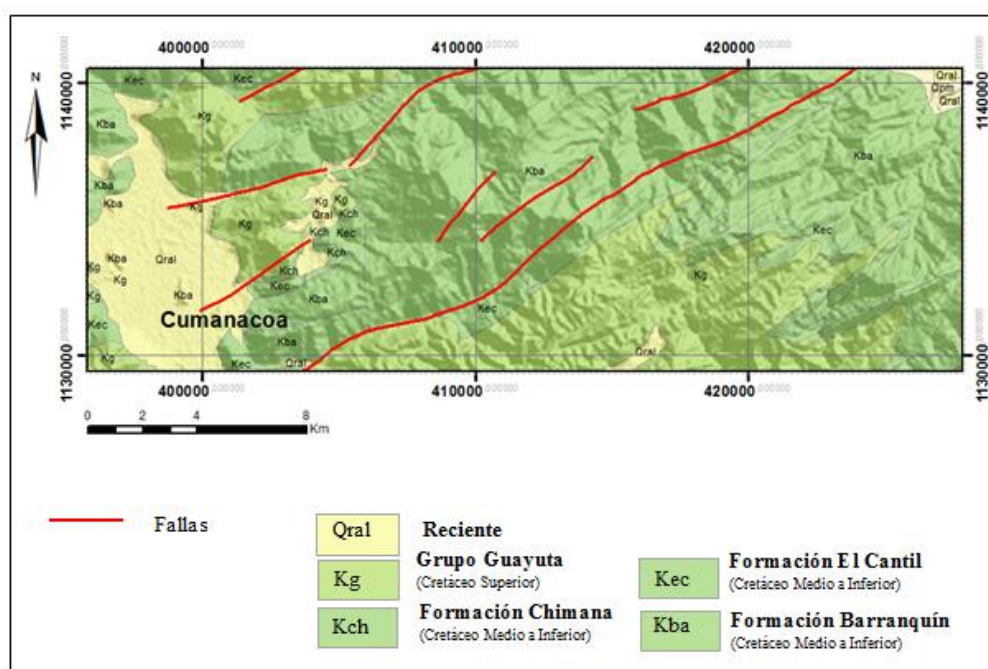


Figura 64. Fallas que ponen en contacto a las Formaciones: Barranquín, El Cantil, Chimana, además del Grupo Guayuta y aluvión.

### 6.3.3. Fallas Normales

Las fallas normales más importantes cortan la Serranía del Interior en forma perpendicular a las estructuras, (Subieta, 1988). Éstas se encuentran ubicadas en la zona norte-este del

mapa y se caracterizan por presentar un rumbo aproximado norte-sur y otras norte-oeste (N 20°-30° W) dichas fallas son de poca extensión (ver figura 65).

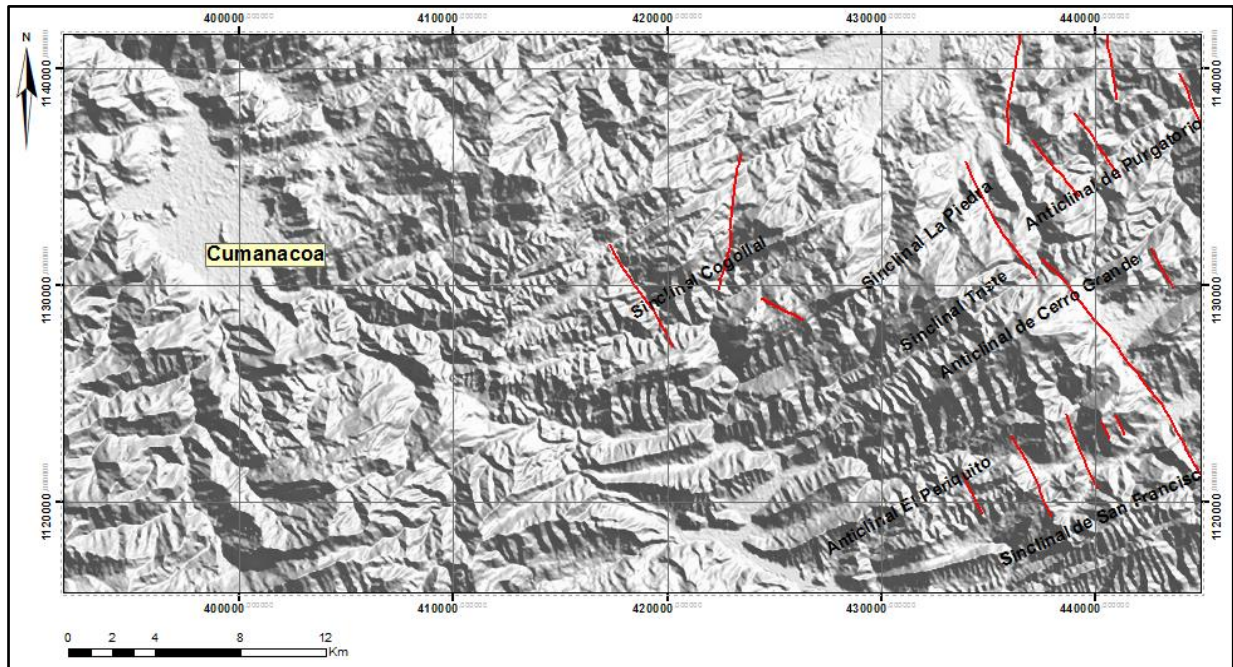


Figura 65. Fallas normales ubicadas al norte-este del mapa. Imagen SRTM-1 tomado de la Nasa (2012).

## 7. HISTORIA GEOLÓGICA

A continuación se presenta la evolución geológica de la zona de estudio, desde el Mesozoico Temprano hasta la configuración actual.

**Mesozoico Temprano:** tectónica extensional (Subieta, *et al* 1988).

Durante el Jurásico ocurrió la separación o “rifting” en el borde norte del continente Sudamericano, generando estructuras en forma de semi-grabens de dirección este-oeste (Subieta, *et al* 1988; figura 66). Posteriormente, se inicia el levantamiento del cratón quedando expuestos a la erosión los sedimentos triásicos-jurásicos formando un sistema de margen pasivo.

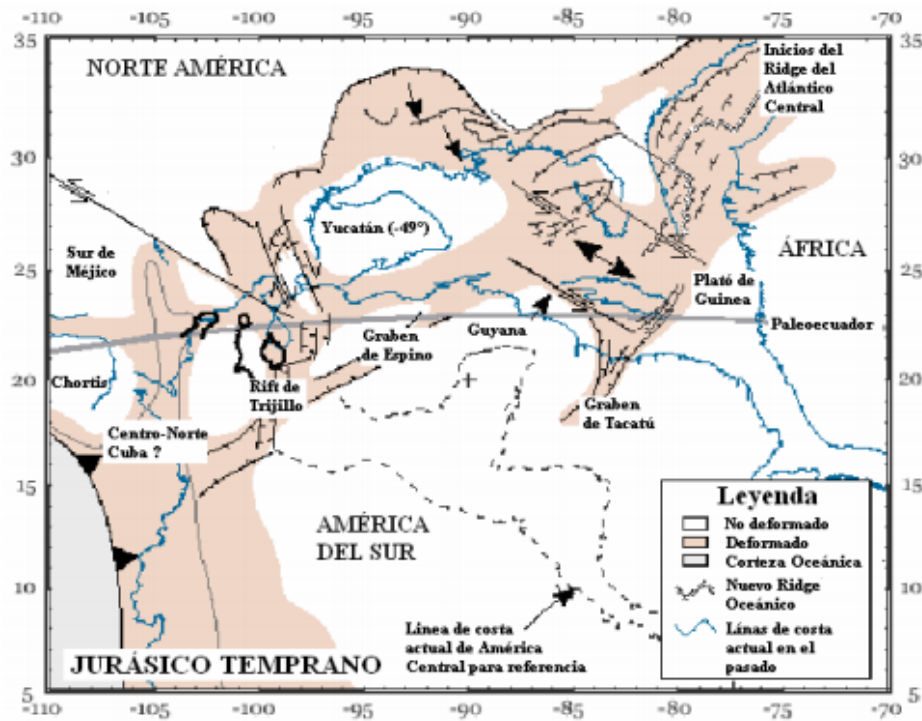


Figura 66. Reconstrucción palinspática del Caribe en el Jurásico Temprano. Teoría de origen del Caribe en el Pacífico. Modificado de Pindell y Kennan (2001).

A lo largo del Cretácico ocurre la máxima transgresión marcada por la depositación de arenas y carbonatos plataformales que se formaron diacrónicamente de norte a sur en toda

la Cuenca Oriental, donde se incluyen las Formaciones Barranquín, El Cantil, Querecual y San Antonio y hacia el sur la Formación El Tigre (Tearpock *et al*, 1998).

### **Cretácico Tardío- Eoceno Medio**

Durante el Cretácico ocurrieron tres episodios diferentes donde hubo una sedimentación ininterrumpida. En ella se registraron tres secuencias progradantes (Subieta *et al*, 1988).

1. Cenomaniense-Santoniense: al norte se depositan sedimentos de origen batial de la Formación Querecual formados por cherts, calizas pelágicas, el cual demuestra un hundimiento de la cuenca. Más adelante, hacia el sur se tiene un cambio de facies donde los sedimentos de plataforma marina pasan a continentales del Grupo Temblador. En esta etapa ocurre fragmentación y subsidencia que marcan la transgresión mayor (Turonense).
2. Campaniense-Maestrichtiense: al norte continúa la depositación de los sedimentos de la Formación Querecual, con un aumento progresivo de capas de areniscas de la Formación San Antonio que posteriormente progradan a abanicos clásticos de la Formación San Juan. Al finalizar el aporte de clásticos gruesos, se depositan lutitas (Formación Vidoño).
3. Al sur de la cuenca se encuentra truncada la secuencia por el Mioceno.
4. Paleoceno a Eoceno Medio: continúa la sedimentación al norte de material clástico, los cuales progradan de sur a norte creando depósitos de talud de plataforma de la Formación Caratas. Por último, el período finaliza con la depositación de calizas de plataforma exterior del miembro Tinajitas, indicando levantamiento y nueva depositación de sedimentos, no visibles en el flanco sur.

La fase extensional menor ocurrió durante la depositación de secuencias Cretácicas (Pérez de Armas, 2005).

### **Eoceno Tardío a Mioceno Temprano**

Durante este periodo se produce la aproximación entre la placa Caribe y la placa Sudamericana, culminando así el ambiente tectónico pasivo. Se produjo el levantamiento inicial de la Serranía del Interior y una depresión al sur que da inicio a la formación de la subcuenca de Maturín, cuyo aporte sedimentario proviene del norte (Subieta *et al*, 1988).

La evolución de la subcuenca de Maturín inicia en el Eoceno Tardío cuando se depositan arenas de plataforma de la Formación Los Jabillos, provenientes de la Serranía del Interior. Consecuentemente, ocurre transgresión marina hacia el sur y se depositan las arenas marinas el Grupo Merecure (Subieta *et al*, 1988).

En el Oligoceno se acentúa el hundimiento de la subcuenca de Maturín generando cambios de facies intrincados producto de las flexiones y compresiones sufridas. Sobre la secuencia anterior (Formación Los Jabillos), continúa la depositación de clastos (Formación Naricual), luego hacia el centro de la cuenca hay un cambio de facies pasando a lutitas de la Formación Areo. En el flanco sur de la cuenca, continua la depositación de las arenas del Grupo Merecure. En el Mioceno inferior se depositan lutitas batiales que a su vez pasan al oeste a facies más someras (Subieta *et al*, 1988).

Méndez (1985) plantea que en el Oligoceno Temprano se inicia el levantamiento de la Serranía del Interior, aunque el plegamiento inició posiblemente en el Oligoceno Superior-Mioceno Inferior, según el autor, fue causado por la compresión producida por masas metamórficas existentes en el Caribe, que quizás desde el Cretácico se desplazaban hacia el sur.

#### **Mioceno Medio-Tardío:** colisión oblicua.

Durante el Mioceno Medio la conformación de la Serranía del Interior está asociada al desplazamiento progresivo del frente de deformación y el desplazamiento del eje de la cuenca, ambos hacia el sur (Subieta *et al*, 1988).

Estratigráficamente, al norte se depositaron sedimentos de la Formación Carapita que consta de lutitas batiales con areniscas turbidíticas. Mientras tanto al sur, se depositan sedimentos de plataforma de las Formaciones Oficina y Freites, evidenciando asimetría en la cuenca más profunda hacia el norte (Subieta *et al*, 1988).

Tectónicamente, ocurre un levantamiento y a su vez erosión que se relacionan con discordancias intraformacionales y cabalgamientos imbricados que atraviesan el conjunto de sedimentos hasta la paleosuperficie existente, (Subieta *et al*, 1988). Esos mismos

esfuerzos que formaron los corrimientos dieron origen a fallas transcurrentes como la falla de Urica y San Francisco (Méndez, 1985).

En este periodo se forman pliegues asimétricos contemporáneos con los cabalgamientos, solo al norte ya que al sur se tiene un periodo de estabilidad (figura 67).

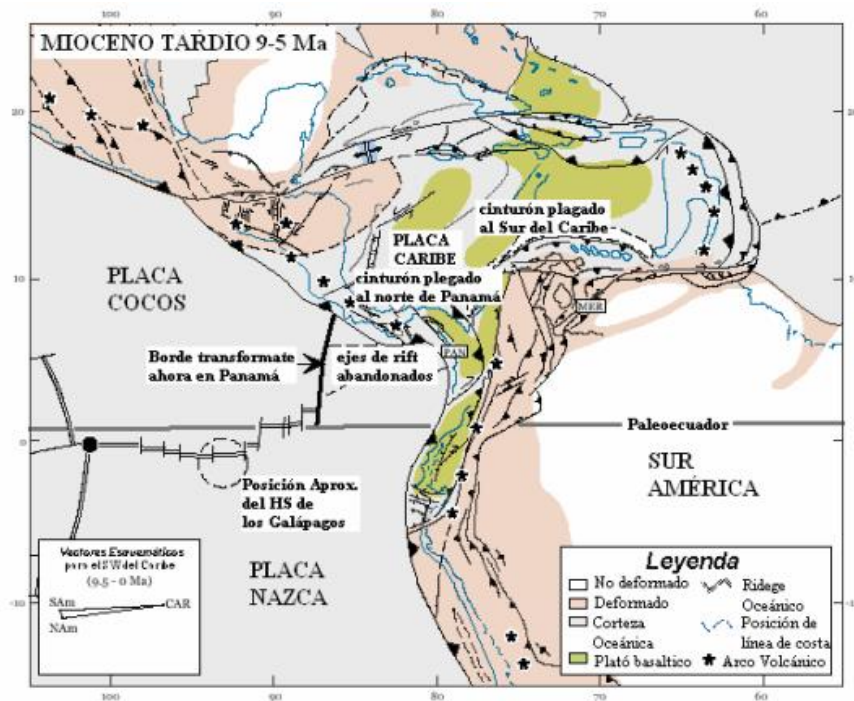


Figura 67. Reconstrucción palinspática del Caribe en el Mioceno Tardío. Teoría de origen del Caribe en el Pacífico. Modificado de Pindell y Kennan (2001).

Más tarde en el Mioceno Tardío se rejuvenece el alto de Pirital cuando se depositan sedimentos más jóvenes como conglomerados de Morichito con sedimentos provenientes de la Serranía del interior, los cuales no pasan al sur debido a un violento cambio de facies entre las Formaciones Carapita y La Pica (Subieta *et al*, 1988).

El levantamiento de la cuenca seguido por la erosión, produce truncamiento de la sección de Carapita y pre-Carapita. Además durante este periodo cambia la dirección del sistema de drenaje del Paleo-Orinoco a su dirección actual suroeste-noreste.

Por último, en el Plio-Pleistoceno se produce una regresión marina hacia el este ocasionando que el régimen fluvial Proto-Orinoco crezca y favorezca el relleno de la cuenca, generando a su vez que los ambientes sedimentarios cambien progresivamente a continentales (Formaciones Las Piedras y Mesa) (Méndez, 1985).

Desde el punto de vista tectónico, el frente de deformación posiblemente se desplaza hacia el este (Trinidad), por lo que se formaron los últimos cabalgamientos que atraviesan las series sin llegar a la superficie.

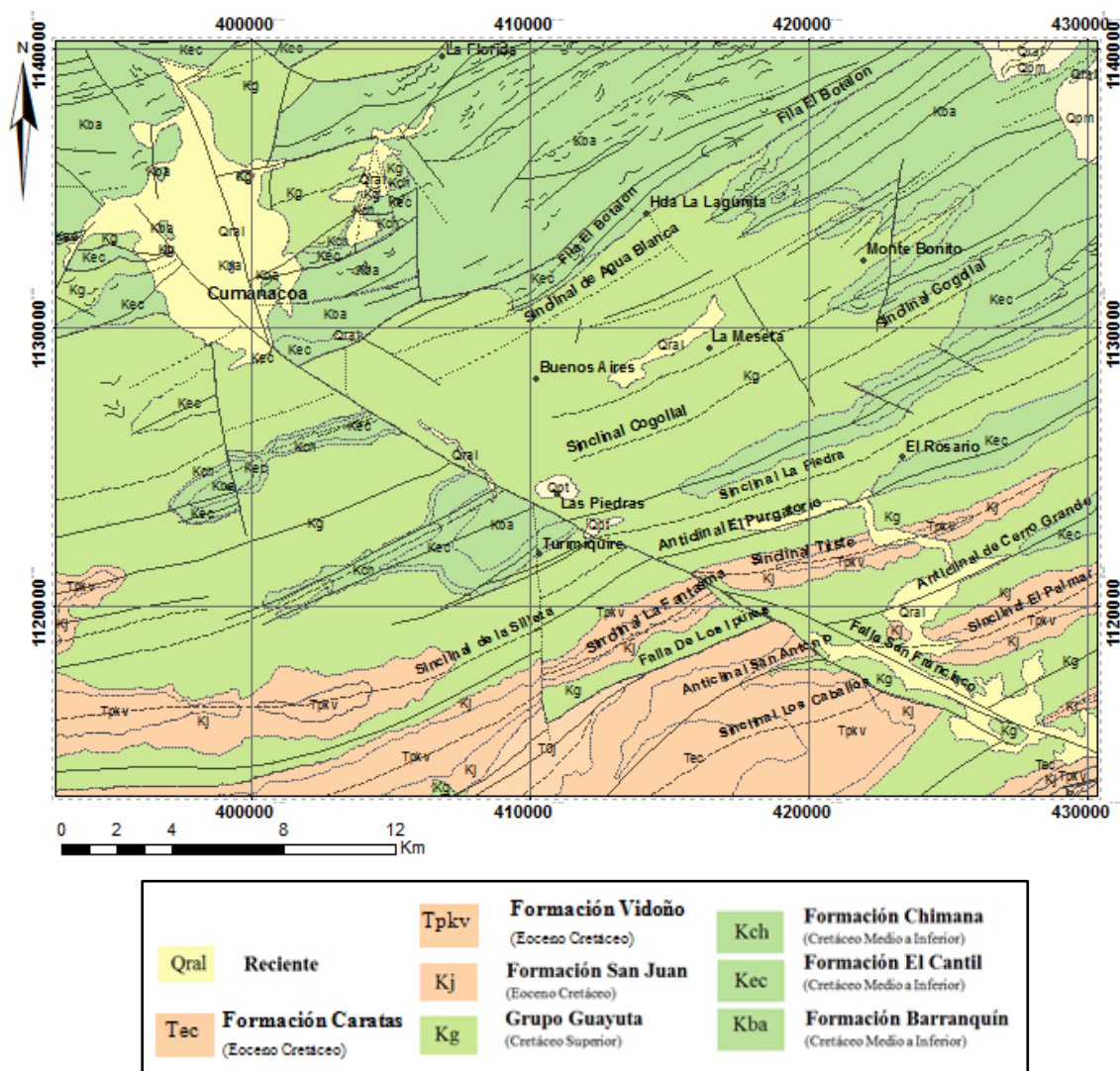


Figura 68. Mapa generalizado donde se muestran las principales estructuras generadas desde el Mesozoico Temprano hasta la configuración actual.

## 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 8.1. CONCLUSIONES

Con base a lo anteriormente expuesto se tienen las siguientes conclusiones:

Se logró generar una base de datos interactiva, a partir de toda la información geológica compilada y vinculada a la base cartográfica, incrementando la eficiencia a la hora de hallar la información de carácter geológica en la zona estudiada.

Dicha base de datos tiene la capacidad de visualizar los datos de artículos de publicaciones científicas que están estrechamente relacionados con el área de estudio, además de un catálogo de las muestras más representativas del mismo, todo de manera interactiva. La manera como se presenta la información en el presente trabajo ofrece la opción de descargarla sin tener conexión a internet. Mientras más vínculos se puedan generar con la base de datos, más información automatizada puede obtenerse, y las interpretaciones y tomas de decisiones tendrán más soporte.

Del mismo modo, se integró de manera organizada por capas y con sus respectivos atributos toda la información topográfica y geológica adquirida de 16 mapas a escala 1:25.000 y 4 mapas geológicos a escala 1:50.000 respectivamente, a través del *software ArcGis 10.2*. De esta forma, al señalar un objeto dentro del mapa, se conocen de manera automática todas sus características geográficas, topográficas y geológicas. Por otro lado, al separar la información en diferentes capas, la herramienta permite trabajar de forma rápida, sencilla y con los datos de mayor interés.

Esta información geológica fue diseñada y almacenada de manera de poder manipularla eficientemente de forma digital y en toda sus aspectos, por ende este sistema de información geográfico se convierte en una herramienta con un alto potencial con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión territorial, con potenciales rasgos tectónicos ya que toda la zona de estudio se encuentra afectada por la falla dextral San Francisco, así como también es de gran utilidad para las instituciones encargadas en la búsqueda de recursos minerales como caliza ya que con base a los análisis realizados en este trabajo especial de grado todo el área de estudio se encuentra constituido por rocas sedimentarias con alto contenido de material calcáreo, entre otros.

Una vez realizado el análisis de 44 muestras de rocas sedimentarias que fueron adquiridas del campo realizado por la Compañía Creole Corporation Petroleum se corroboró la siguiente información:

- Las muestras estudiadas correspondientes a la Formación El Cantil fueron clasificadas como Micrita fosilífera/ *Mudstone*/ Micrita lodosa. De acuerdo a éstas características litológicas, la unidad fue comparada con lo descrito en el Léxico Estratigráfico de Venezuela y concuerda con un ambiente de formación de plataforma interna con poco o nada de aporte detrítico.
- Las muestras observadas de la Formación Chimana se clasificaron como Micrita dismicrita/ *Mudstone*/ Micrita Lodosa.
- El Grupo Guayuta, se encuentra en el mapa geológico como una unidad litoestratigráfica sin diferenciar. Se clasificaron 16 muestras petrográficas, donde de manera general la mayoría corresponde a rocas con alto contenido de fósiles como: *Heterohelix reussi*, *Globigerinelloides* sp, *Marginotruncana renzi*, *Heterohelix moremani*. Del mismo modo, las muestras se caracterizan por presentar calizas y lutitas negras. Todas estas características junto a la información paleontológica y paleoambiental aportada por la columna estratigráfica del sureste de Cumanacoa, permitieron identificar a la Formación Querecual como la posible unidad litoestratigráfica.
- Cabe destacar, que se logró establecer el posible contacto litoestratigráfico correspondiente a la Formación Querecual. Dicho contacto inferido ha sido identificado y cartografiado en el mapa geológico al sureste entre los sinclinales: Río Aragua y Buena Vista.
- Las muestras de la Formación San Juan se encuentran constituidas principalmente por lodo carbonático, y algunas presentan foraminíferos.
- Las Formaciones Vidoño y Caratas, están conformadas principalmente por areniscas de grano fino, angulosos que indican poco transporte, algunos con inclusiones de mineral apatito y matriz carbonática. Por su parte, también se cuenta con calizas que han sido clasificadas algunas como *Mudstone* y otras como *Wackestone*, ambas presentan foraminíferos.

Se creó un modelo digital de elevación con el *software ArcGis 10.2* de tal forma de exhibir junto con el mapa final las características del relieve. Este modelo digital y las imágenes satelitales, permitieron comprender y clasificar el relieve de la zona de estudio en dos unidades importantes: Unidad de relieve, alto constituida por una subunidad de filas y cerros altos y Unidad de relieve alto formada por dos subunidades, la primera de filas y cerros bajos y la última de valles amplios e intramontinos. Geomorfológicamente, la unidad de relieve alto representa la franja más predominante del mapa debido a que se encuentra conformado por areniscas calcáreas muy duras de la Formación San Juan, lo que le otorga alta resistencia a la erosión y a su vez la expresión topográfica con mayor altura de la zona estudiada. Por su parte, la unidad de relieve bajo representada por la franja norte y sur, se encuentra conformada por una litología menos competente, donde la variable climática se encuentra afectando dicha unidad.

De forma generalizada se clasificaron tres tipos de fallas en el área estudiada, mediante tres cortes geológicos ubicados en los extremos este y oeste, y en la parte central del mapa. La Falla San Francisco, representa la estructura más importante de la carta, ya que se encuentra atravesando oblicuamente toda el área de estudio, las fallas de alto ángulo, se encuentran ubicadas mayormente al norte con una orientación aproximada N50°-60°E, y las fallas normales ubicadas al noreste de la carta, las cuales se caracterizan por cortar los pliegues. Estas fallas también han sido responsables de la configuración geomorfológica actual, en donde la variable tectónica ha desempeñado un papel trascendental como agente modelador del paisaje.

## 8.2. RECOMENDACIONES

Debido a la importancia que genera el tener actualizada la cartografía geológica de Venezuela, se recomienda extender dicho proyecto a las demás zonas de la Serranía del Interior con fines de mejorar el ordenamiento territorial, ya que los mayores asentamientos poblacionales se encuentran ubicados al norte de Venezuela donde hay mayor riesgo sísmológico y para un mejor aprovechamiento de los recursos minerales presentes en la zona estudiada. La cartografía digital debe ir acompañada de un informe de la geología de cada zona.

Realizar campañas de levantamiento geológico de superficie, en aras de obtener datos recientes y de calidad. Del mismo modo, realizar datación de las rocas para establecer edades más específicas. Dichas campañas serán útiles para confirmar si el contacto litoestratigráfico inferido corresponde a la Formación Querecual, la cual fue establecido en el sureste de la carta.

Se requiere la diferenciación entre las unidades de la Formación Caratas y la Formación Los Jabillos, y entre las formaciones Areo y Los Jabillos, ubicadas al noreste y al sureste respectivamente del anticlinal Cerro La Paloma, los cuales se encuentran ocupando un solo polígono cada uno.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abreviatura: **UCV-G** = Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ingeniería, Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Trabajo Especial de Grado para optar al título de Ingeniero Geólogo, inédito.

- AMOS, S. 1964. Proposed simplification of the stratigraphic nomenclature in the eastern Venezuela basin. Asociación Venezolana de Geología, Minería y Petróleo (AVGMP). Boletín Informativo, Vol. 7 No. 6.
- ASCANIO, G. 1969. Geología de los cerros Caigüire, Cumaná, estado Sucre, IV Congr. Geol. Venez., Caracas, Mem. 1972, 3: 1279-1288.
- ATAY, L. 1985. Estudio geológico de una zona ubicada al Norte de Cumanacoa Distritos Montes y Mejías estado Sucre. UCV-G.
- AUDEMARD, F. 2006 Surface rupture of the Cariaco July 09, 1997 Earthquake on the El Pilar fault, northeastern Venezuela. *Tectonophysics* 424: 19-39.
- BARRIOS, Y *et al.* 2009. Caracterización tectono-estratigráfica del Mioceno Temprano en el límite Occidental de la Subcuenca de Maturín. AAPG, pp. 1-9.
- BARTOK, P. 1993. Prebreakup geology of the Gulf of Mexico-Caribbean : its relation to Triassic and Jurassic rift systems of the region. *Tectonics* 12 : 441-459.
- CAMPOS, V.; R. LANDER Y S. DE CABRERA, 1985. Evolución estructural en el noroeste de Anzoátegui y su relación con el norte de Monagas. VI Cong. Geol. Venez., Caracas, 4: 2397-2414.
- CAMPOS, V.; S. DE CABRERA Y R. LANDER, 1985. Estratigrafía del noroeste de Anzoátegui. VI Cong. Geol. Venez., Caracas, 1: 156-200.
- CARRIZALEZ C., GUERRERO A. 1986. Estudio geológico de un área situada al Sur-Este de la ciudad de Cumanacoa estado Sucre.
- COELLO R. R. 2012. Integración geológica de la región Bobare-Farriar, entre los estados Lara y Yaracuy, Venezuela. UCV-G.
- DÍAZ G. P. 2014. Geología de la región de Belén, San Juan de Los Morros y San Sebastián de Los Reyes, en los estados Carabobo, Guárico y Aragua. UCV-G.
- DUNHAM, J. 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: W.E. Ham (Editor), *Classification of Carbonate Rocks*. AAPG, pp. 108-182.

- ERIKSON J., Y PINDELL J. 2012. Cretaceous through eocene sedimentation and paleogeography of a passive margin in northeastern Venezuela. SEPM Special Publication No 58. Society for Sedimentary Geology ISBN 1 56576 041 7.
- ERLICH, R. and S. BARRETT. 1992. Petroleum Geology of the Eastern Venezuelan Foreland Basin in Foreland Basins and Fold Belts. Editores R.W.Macqueen and D.A.Leckie. *Memorias de la AAPG* 55: 341-362.
- FEO-CODECIDO, G., SMITH, F., ABOUD, N., & DI GIACOMO, E. 1984. Basement and paleozoic rocks of the Venezuelan Llanos Basin. *Geological Society of America*, 175-187.
- FIDIAS, A. 2012. El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica (6a ed). Caracas.
- FOLK, R. 1962. Spectral subdivision of limestone types. En W. E. HAM (ed.), *Classification of carbonate rocks: Am. Assoc. of Petrol. Mem.* 1: 62-84.
- FUNDACIÓN EMPRESAS POLAR. 2008. *Geo Venezuela*, Tomo 7. Caracas Venezuela. 37-55p.
- FURRER, M. Y M. CASTRO, 1997. Notas geológicas sobre datos inéditos de LAGOVEN S.A., en la cuenca oriental de Venezuela. En prensa, 27 p.
- GANDOLFI R. 1942. Ricerche micropaleontologiche e stratigraphiche sulla Scaglia e sul Flysch cretacici dei dintorni di Balerna (Canton Ticino). *Rivista Italiana di Paleontologia Memoria* 4 p. 1-160
- GONZÁLEZ DE JUANA, C.; Iturralde, J.M. y Picard, X. 1980. *Geología de Venezuela y de sus Cuencas Petrolíferas*. Ediciones Foninves, (Caracas): 2 tomos, 1021, 1031 p. (dos tomos).
- GUILLAUME, H. A., H. M. BOLLI Y J. P. BECKMANN, 1972. Estratigrafía del Cretácico Inferior en la Serranía del Interior, Oriente de Venezuela. *Bol. Geol., Caracas, Pub. Esp.* 5(3): 1619-1655.
- HACKLEY P., URBANI F., KARLSEN A. W., GARRITY C. P. 2006. Mapa geológico de Venezuela a escala 1:750.000. U.S. Geological Survey, Open File Report 2006-1109. <http://pubs.usgs.gov/of/2006/1109/>.
- HAY, J. Y R. AYMARD, 1977. El Cretáceo en el subsuelo de Anzoátegui y parte de Monagas, cuenca de Venezuela oriental. En: Espejo, A.; D. Zozaya, C. Key y E.

- Vásquez (Eds.). Memoria V Congreso Geológico Venezolano (4): 1557-1574.
- Hedberg H., 1937a. Stratigraphy of the río Querecual section of northeastern Venezuela. *Geol. Soc. Am. Bull.* 48(12): 1971-2024.
- HEDBERG, E. D., 1950. Geology of the eastern Venezuela basin (Anzoátegui-Monagas-Sucre-eastern Guárico portion), *Geol. Soc. Am., Bull.*, 61(11): 1173- 1216.
- HEDBERG, E. D. AND A. PYRE, 1944. Stratigraphy of northeastern Anzoátegui, Venezuela, *Am. Assoc. Petrol. Geol., Bull.*, 28(1): 1-28.
- HEDBERG, H. D., 1937-a. Estratigrafía de la sección del río Querecual en el noreste de Anzoátegui. *Bol. Geol. y Min., Minis. Fomento, Caracas*, 1(2-4): 235-265, 48(12): 1971-2024.
- HEDBERG, H. D., 1937-b. Estratigrafía de la sección del río Querecual en el noreste de Anzoátegui, Venezuela. *Bol. Geol. y Min., Caracas*, 1(2-4): 253-265.
- HEDBERG, H. D., 1937-c. Stratigraphy of the Rio Querecual section of northeastern Anzoátegui, *Bol. Geol. y Min.*, 1(2-4): 239-250.
- HEDBERG, H. *et al.* 1947. Oil fields of the greater Oficina área, central Anzoátegui, Venezuela. *Bulletin American Association of Petroleum Geologist*, V. 31, No. 12: 1089- 2169 p.
- HERNÁNDEZ A. C. 2013. Integración geológica de la región Bobare - San Felipe, estados Lara y Yaracuy. UCV-G.
- HERNÁNDEZ M. R. 2014. Geología de la región Terepaima-Sarare-San Rafael de Onoto, estados Portuguesa, Lara, Yaracuy y Cojedes. UCV-G.
- HUNG E. 1997. Foredeep and trust belt interpretation of the Maturín subbasin, Eastern Venezuela basin. Rice University, Houston, Texas, Master of Arts Thesis, 125 p.
- KARSTEN, H. 1970. Contribución al conocimiento de las rocas del norte de Venezuela. *Asociacion Venezolana de Geologia, Minería y Petroleo (AVGMP). Boletín Informativo*, Vol. 13 No. 1.
- KOUTSOUKOS, E.A.M., and HART, M.B. 1990. Cretaceous foraminiferal morphogroup distribution patterns, paleocommunities and trophic structures: A case study from the Sergipe Basin, Brazil. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh, Earth Sciences*, 81: 221-246.

- KOUTSOUKOS, E.A.M, and MERRICK, K.A. 1986. Foraminiferal paleoenvironments from the Barremian to Maastrichtian of Trinidad, West Indies. I Geological Conference of the Geological Society of Trinidad & Tobago, pp. 85-101.
- KUGLER, H.G., and BOLLI, H.M. 1967. Cretaceous biostratigraphy in Trinidad. Boletín Informativo, Asociación Venezolana de Geología, Minería y Petróleos, 10: 209-236.
- LAUBSCHER, H. P., 1961. Die Mobilisierung Klabstischer Massen. I Teil: Die Sandstelngänge in der San Antonio Formation (Senon) des Rio Querecual, Ostvenezuela. II Teil: Die Mobilisierung Klabstischer Massen und ihre geologische Dokumentation. Eclog Geol. Helv., 54(2): 283-334.
- LEÓN A, (2005). Integración Geológica-Estructural de los cuadrantes 6044-iii ne, se, no, so y 6142-iii ne, se, no, so pertenecientes a los flancos norte y sur de los Andes Venezolanos. UCV-G.
- LIDDLE, R. A., 1928. The geology of Venezuela and Trinidad, J. P. MacGowan, Fort Worth, Texas, 552, 562 p.
- LIDDLE, R. A., 1946. The geology of Venezuela and Trinidad. 2 ed., Paleont. Res. Inst. Ithaca, N. Y., 890 p.
- MACSOTAY, O.; V. VIVAS; N. PIMENTEL Y A. BELLIZIA, 1985. Estratigrafía y tectónica del Cretáceo-Paleoceno de las islas al norte de Puerto La Cruz-Santa Fe y regiones adyacentes. Excursión. VI Cong. Geol. Venez., Caracas. 10: 7125-7175.
- MARCUCCI, E., 1976. Las ftanitas del Cretáceo Superior de Venezuela occidental y oriental: Tipo, origen, ambiente de formación y cambios diagenéticos. Mem., II Congr. Latin. Geol., Caracas, 1973, Minis. Min. e Hidrocarb., 5: 1277-1307.
- MEDERO G. R. 2015. Geología de la región Palmichal-Tinaco estados Yaracuy y Cojedes, Venezuela. UCV-G.
- MONTOYA V. K. 2015. Geología de la región Barquisimeto-Nirgua, estados Lara y Yaracuy. UCV-G.
- MOUNT J. 1985. Mixed siliciclastic and carbonate sediments: a proposed first-order textural and compositional classification. *Sedimentology. International Association of Sedimentologists*, 32(3):435-442.

- NEVADO P. F. 2012. Integración geológica de la región Moroturo-Palmasola, estados Yaracuy y Lara, Venezuela. UCV-G.
- NÚÑEZ G. S. 2015. Geología de la región Tinaquillo-Cachinche\_Chaparrote, estados Cojedes, Carabobo y Guárico. UCV-G.
- ODEHNAL M., RUIZ R. 1984. Estudio geológico de un área situado al nor-este de la ciudad de Cumanacoa estado Sucre. UCV-G.
- PARNAUD *et al.* 1995. *Petroleum Geology of the Central Part of the Eastern Venezuelan Basin*. AAPG Memoir 62, p. 741–756.
- PDVSA-LÉXICO ESTRATIGRÁFICO (2011). <http://www.pdv.com/lexico/> [Consulta 03 de Julio de 2016].
- PENIN J., Y VILLARROEL V. 2005. Integración y Actualización Geológica del Área de Jacura y Capadare, Estado Falcón. UCV-G.
- PEREZ DE ARMAS, J. G. 2005. Tectonic and Thermal History of the Western Serrania del Interior Foreland Fold and Thrust Belt and Guárico Basin North Central Venezuela: Implications of the new Apatite Fission Track Analysis and Seismic Interpretation. PhD Thesis. Rice University. Houston.
- PETTIJHON F. J., POTTER, P. E. & R. SIEVER. 1972. *Sand and sandstones*. New York: Springer Verlag eds., 618 p.
- ROD E (1956a) Earthquakes of Venezuela related to strike slip faults? Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull. 40: 2509-2512.
- ROD E (1956b) Strike-slip faults of northern Venezuela. Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull. 40: 457-476.
- ROD, E. AND W. MAYNC, 1954. Revision of Lower Cretaceous stratigraphy of Venezuela, Am. Assoc. Petrol. Geol., Bull., 38(2): 193-283.
- ROSALES, H., 1959. Discusión sobre la Formación El Cantil del noreste de Venezuela. Bol. Geol., Caracas, 5(10): 99-105.
- ROSALES, H., 1960. Estratigrafía del Cretáceo Paleoceno-Eoceno de la Serranía del Interior Venezuela nororiental. Bol. Geol., Caracas, Pub. Esp. 2(3): 471-495.
- ROSALES, H., 1976. Excursión N° 5: Venezuela nororiental-Serranía del Interior. I parte: Maturin - Muelle de Cariaco. 2 Cong. Latinoam. Geol., Caracas. 2: 467-493.

- SALAZAR, M. 2007. Evolución Estructural e Implicaciones Tectónicas del Graben de Espino. Tesis de Maestría. Universidad Simón Bolívar. Caracas.
- SCHUBERT C. 1982. Origin of Cariaco basin, southern Caribbean Sea. *Marine Geology*, 48, 16 p.
- SUBIETA T., CARNEVALLI J., HUNTER V. 1988. Evolución tectonoestratigráfica de la Serranía del Interior y la Subcuenca de Maturín. III Simposio Bolivariano, LAGOVEN, S.A.
- VON DER OSTEN, E., 1953-54. Geología de la región de la bahía de Santa Fé, (estado Sucre), *Boll de Geol. (Venezuela)*, 3(8): 123-211.
- VON DER OSTEN, E., 1957-a. A Fauna from the Lower Cretaceous Barranquín Formation of Venezuela. *Jour. Paleont.*, 31(3): 571-594, pls. 63-65.
- YORIS, F. G., 1984. Definición de la Formación Chimana en la Serranía del Interior, Venezuela nororiental. XXXIV Conv. Anual ASOVAC, Cumaná.
- YORIS, F. G., 1985a. Revisión de la estratigrafía del Cretáceo inferior al sur y este de la Serranía del Interior, Venezuela nororiental. En: Espejo, A.; J. H. Ríos y N. P. Bellizzia, de (Eds.) VI Cong. Geol. Ven., Caracas. 2: 1343-1393.
- YORIS, F. G., 1988. Localidades tipo para los miembros de la Formación Chimana en la Serranía del Interior, Venezuela nororiental. *Bol. Soc. Ven. Geol.*
- YORIS F., M. OSTOS & L. ZAMORA. 1997. Petroleum Geology of Venezuela. En SCHLUMBERGER SURENCO C.A. Venezuela WEC 1997 Well Evaluation Conference. Jolley Printing Inc, Houston, p 32-43.

## APÉNDICE A

### MÉTODOS UTILIZADOS EN EL ESTUDIO DE LAS ROCAS SEDIMENTARIAS

---

A continuación se describirán las clasificaciones petrográficas utilizadas para dar nombre a las rocas de las muestras estudiadas.

#### **A.1. Rocas sedimentarias carbonáticas.**

La clasificación de las rocas carbonáticas se basó en las propuestas de tres autores las cuales son:

##### A.1.1. Clasificación según FOLK (1962)

Clasificación de carbonatos que se basa en el tipo de partículas y la naturaleza y proporción de la matriz y /o el cemento presente. Robert Folk definió tres componentes principales para las calizas, estos son: los aloquímicos, que incluyen varios tipos de granos y partículas; la micrita (matriz fangosa formada por calcita microcristalina) y la esparita (cemento de calcita esparítica). Los principales aloquímicos son: los bioclásticos, los pellets, los intraclásticos y los ooides. Al definir una caliza según Folk la roca se nombra en función de la naturaleza del material que rellena los espacios entre las partículas (matriz micrita o cemento de esparita), con un prefijo formado por la abreviatura que corresponda a los principales aloquímicos presentes: bio- para los bioclastos, pel- para los pellets, oo- para los ooides e intra- para los intraclastos. Las calizas que carecen de aloquímicos y sólo están compuestas por micritas se denominan “micritas” (Dismicrita es un término usado para micritas con cavidades fenestrales). Las calizas formadas orgánicamente se denominan biolitita.

En su esquema textural (figura A.1), diferencia tres tipos básicos de calizas: aloquímicas (con >10% de granos), micríticas (con <10% de granos) y biolititas.













		Rocas Aloquímicas (> 10% aloquímicos)		Rocas Ortoquímicas
Composición Aloquímicos	Intraclastos	Cemento Carbonático  Intraesparita	Matriz Carbonática  Intramicrita	 Micrita Matriz carbonática (<1% aloquímicos)
	Ooides	 Ooesparita	 Oomicrita	 Esparita Cemento carbonático (<1% aloquímicos)
	Fósiles	 Bioesparita	 Biomicrita	 Dismicrita cemento y matriz carbonático
	Pellets	 Pelesparita	 Pelmicrita	Rocas arrecifales ( autóctonas)   Biolitita

Figura A.1. Clasificación de carbonatos según Folk. Imagen tomada y modificada de Folk (1962).

#### A.1.2. Clasificación según DUNHAM (1962)

Esta clasificación distingue dos tipos generales de carbonatos (rocas y sedimentos carbonáticos). El primero se refiere a los que presentan **textura deposicional reconocible**, y el segundo a los que presentan **textura cristalina**, no siendo posible reconocer la textura deposicional (figura A.2).

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

Figura A.2. Clasificación de carbonatos según Dunham (1962). Imagen tomada y modificada de Moore (2001).

### A.1.3. Clasificación según MOUNT (1985)

Esta clasificación se cumple para rocas carbonáticas que presentan más de 10% de componentes siliciclásticos. El sistema de clasificación se basa en un tetraedro, pero el autor también diseñó un sistema de preguntas que lleva al nombre de la roca (figura A.3), (Díaz, 2014).

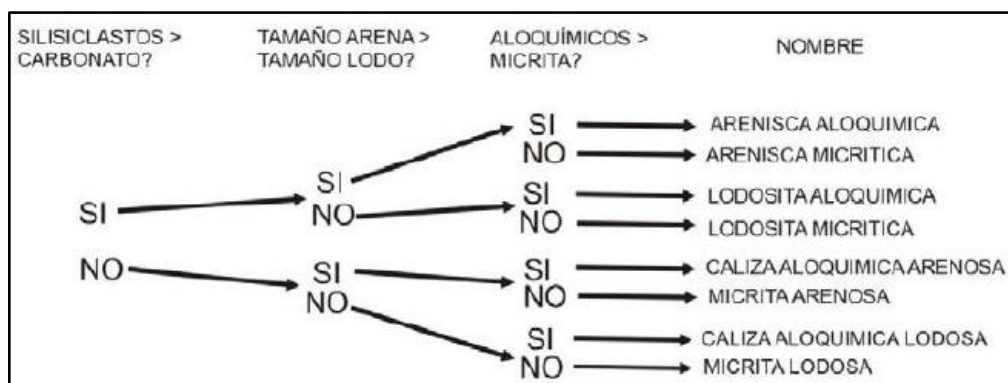


Figura A.3. Clasificación según Mount (1985). Tomado y modificado de Díaz (2014).

## A.2. Rocas sedimentarias clásticas: areniscas.

Las rocas clásticas están constituidas por un esqueleto de granos, matriz, cemento, poros (figura A.4). Los granos y la matriz son generalmente depositados después de ser transportados por distancias de cientos de kilómetros a sólo algunos metros.

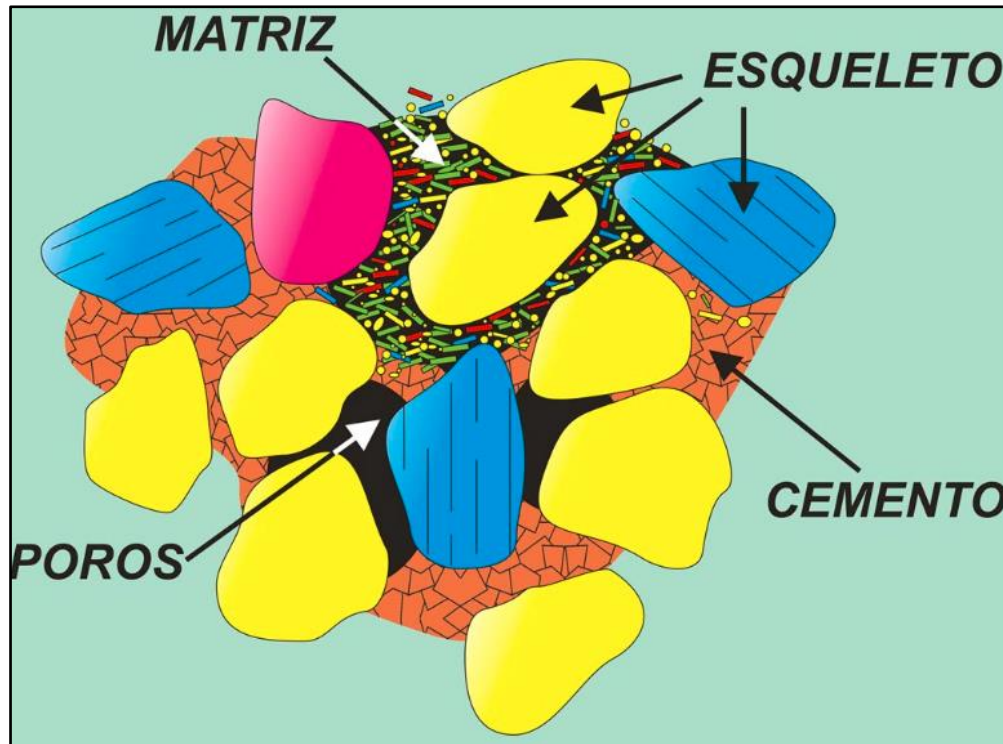


Figura A.4. Esquema de la estructuración interna de un depósito detrítico. Tomado del Atlas de Petrología Sedimentaria (2007).

### A.2.1. Clasificación de areniscas propuesto por DOTT en 1964 y modificado por J. PETTIJOHN en 1972.

La clasificación se fundamenta en un esquema que separa las areniscas en dos grandes familias basándose en el contenido de matriz, donde las areniscas contienen menos de 15% de matriz y las Wacas o Grauvacas tienen entre 15 y 75% de matriz.

La subdivisión de las areniscas y wacas está basada en la abundancia relativa de Cuarzo, Feldespato y Fragmentos de Rocas (figura A.5). Es por ello que luego de establecer el porcentaje de la composición de todos los granos, se debe realizar un recalcu al 100%

para los constituyentes esenciales antes mencionados, sin incluir el cemento, matriz, minerales pesados, minerales accesorios, fósiles, micas, etc.

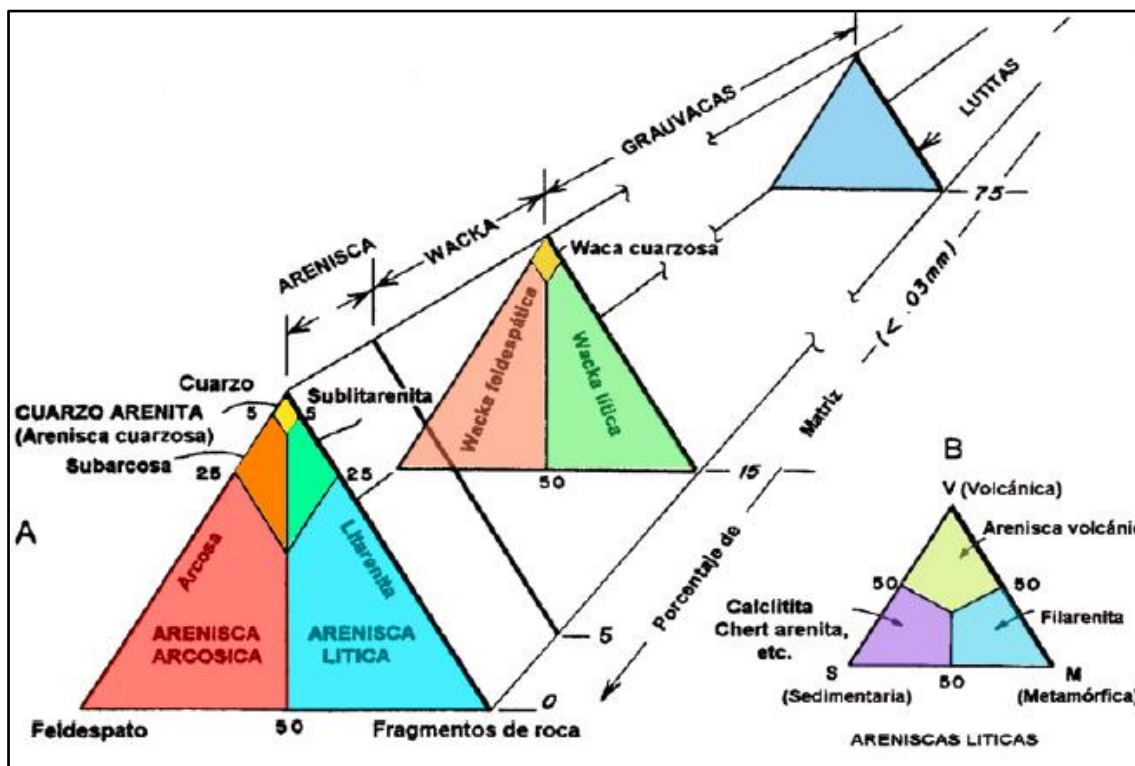


Figura A.5. Clasificación de areniscas según Dott (1964) y Méndez (2007). Tomado de Fajardo (2011).

Para la clasificación de las areniscas, fueron utilizados los siguientes gráficos, tablas y cartas visuales.

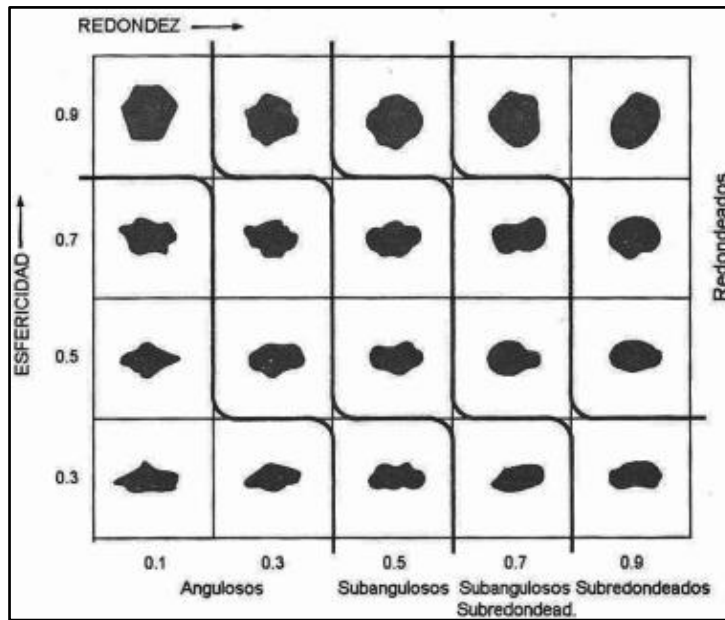


Figura A.6. Carta visual para la determinación de la esfericidad y redondez. Tomado de Corrales et al (1977).

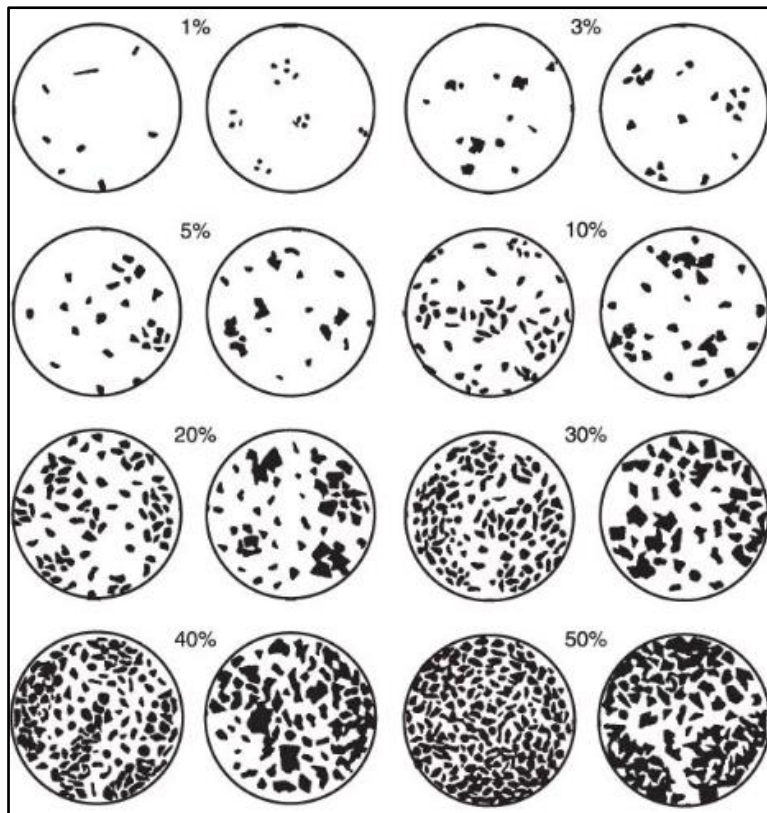


Figura A.7. Tabla de estimación de porcentajes.

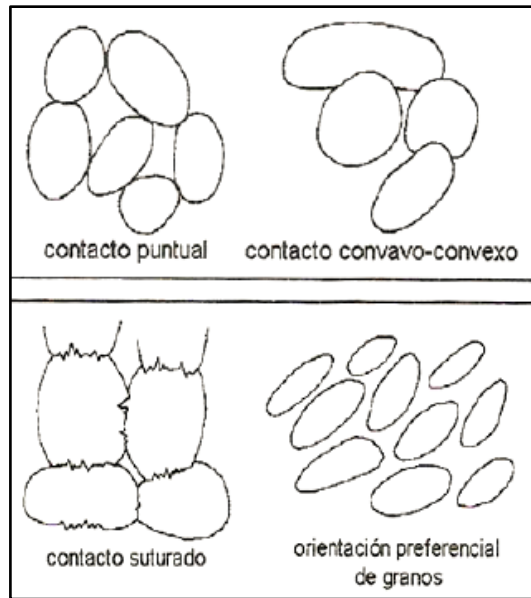


Figura A.8. Contacto en granos sedimentarios. Tomado de Fajardo (2011).

## **ANEXOS**