

**COLUMNA TIPO Y ESTRATIGRAFÍA SECUENCIAL DEL SISTEMA
PETROLÍFERO ASOCIADO A UN MIEMBRO DEL GRUPO CALCÁREO BASAL,
LA FORMACIÓN TABLAZO EN EL VALLE MEDIO DEL MAGDALENA.**

**ANDREA JOHANA SÁNCHEZ SALAS
LAURA LISSETH ESTEBAN BLANCO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICOQUÍMICAS
ESCUELA DE GEOLOGÍA
BUCARAMANGA**

2012

**COLUMNA TIPO Y ESTRATIGRAFÍA SECUENCIAL DEL SISTEMA
PETROLÍFERO ASOCIADO A UN MIEMBRO DEL GRUPO CALCÁREO BASAL,
LA FORMACIÓN TABLAZO EN EL VALLE MEDIO DEL MAGDALENA.**

**ANDREA JOHANA SÁNCHEZ SALAS
LAURA LISSETH ESTEBAN BLANCO**

Proyecto de grado presentado como requisito para optar el título de geóloga

**DIRECTOR
M.Sc. ALBERTO ORTIZ FERNÁNDEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICOQUÍMICAS
ESCUELA DE GEOLOGÍA
BUCARAMANGA**

2012

DEDICATORIA

*A mis padres Silvestre Sánchez y Blanca Nelly Salas por el ejemplo y el apoyo
brindado durante toda mi carrera.*

*A mis hermanas Sandra Sánchez y Yanet Sánchez por su colaboración e
incondicionalidad en todo momento.*

*A mis sobrinas Lisbeth Natalia Díaz e Isabel Sofía Niuman que siempre han sido
fuente de inspiración para lograr todas mis metas propuestas.*

*Y a todas aquellas personas que aportaron su granito de arena para hacer de este
sueño una realidad.*

Andrea Sánchez

A Dios por darme la fuerza para alcanzar este sueño.

*A mis abuelos Venancio Esteban y Gloria Blanco por el apoyo brindado durante
toda mi carrera.*

A mis padres y hermanas que son mi vida, por su cariño y colaboración.

*Y a ti por brindarme felicidad y tenerme tanta paciencia durante la realización de
este proyecto.*

Laura Esteban.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	21
OBJETIVOS	22
1. GENERALIDADES	23
1.1 LOCALIZACIÓN	23
1.2 ESTRATIGRAFÍA	25
1.2.1 Formación Paja	25
1.2.2 Formación Tablazo (San Gil Inferior)	25
1.2.3 Formación Simití (San Gil Superior)	26
1.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	27
1.3.1 Fallas	27
1.3.1.1 Fallas Normales	27
1.3.1.2 Fallas Inversas	28
1.3.2 Pliegues	28
1.4 GEOMORFOLOGÍA	28
1.4.1 Formas de origen denudacional	29
1.4.1.1 Pie de ladera.	29
1.4.1.2 Zona escarpada.	29
1.4.1.3 Grandes conos de deyección y remoción en masa.	30
1.4.2 Formas de origen denudacional estructural	30
1.4.2.1 Escarpes.	30
1.4.2.2 Mesas/Altiplanos.	30
1.4.2.3 Colinas Aisladas.	30
1.5 EVOLUCIÓN TECTÓNICA	30
1.5.1 Jurásico superior – Aptiano: Fase Syn-rift (extensión)	31

1.5.2 Albiano medio - Maastrichtiano: Fase post rift (subsistencia térmica)	32
1.6 AMBIENTE DE DEPOSITACIÓN	33
1.6.1 Ambiente de Plataforma de Carbonatos	33
1.6.1.1 Plataforma interior	33
1.6.1.2 Plataforma media	33
1.7 CLIMA	34
1.8 VEGETACIÓN	35
1.9 HIDROGRAFÍA	36
1.10 GEOGRAFÍA	37
1.11 GEOLOGÍA ECONÓMICA	37
1.12 ESTUDIOS PREVIOS	38
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	40
3. METODOLOGÍA	41
3.1 FASE DE PRECAMPO	42
3.2 FASE DE CAMPO	42
3.3 FASE DE LABORATORIO Y OFICINA	43
3.3.1 Descripción petrográfica	43
3.3.2 Edición de la tesis	44
4. GEOLOGÍA	45
4.1 FORMACIÓN PAJA	45
4.2 FORMACIÓN TABLAZO (SAN GIL INFERIOR)	46
4.2.1 Formación Simití (San Gil superior)	46
4.2 FORMACIÓN TABLAZO	47
4.4 ESTRATIGRAFÍA DE SECUENCIAS	109
4.4.1 Facies	109
4.4.1.1 Facies shale.	112
4.4.1.2 Facies arenisca.	112

4.4.1.3 Facies packestone.	113
4.4.1.4 Facies grainstone.	113
4.4.1.5 Facies mudstone.	114
4.4.1.6 Facies wackestone.	114
4.4.2 Parasecuencias	114
4.5 INTERPRETACIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITACIÓN DE LA FORMACIÓN TABLAZO	120
5. COLUMNA TIPO	122
6. SISTEMA PETROLÍFERO	124
CONCLUSIONES	126
RECOMENDACIONES	128
BIBLIOGRAFÍA	129
ANEXOS	132

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación de la zona de estudio.	24
Figura 2. Flujograma de actividades desarrolladas en el proyecto.	41
Figura 3. Segmento 1 de la Formación Tablazo donde se tomaron las muestras de subarcosa.	48
Figura 4. Segmento 2 de la Formación Tablazo compuesto por cuarzoarenisca.	49
Figura 5. Cuarzoarenisca que compone el segmento 2 de la Formación Tablazo.	50
Figura 6. Techo del segmento 2 de la Formación Tablazo compuesto por cuarzoarenisca.	51
Figura 7. Segmento 3 de la Formación Tablazo compuesto por intercalación de <i>shale</i> y subarcosa.	52
Figura 8. Segmento 3 de la Formación Tablazo compuesto por subarcosa.	53
Figura 9. Segmento 4 de la Formación Tablazo compuesto por <i>grainstone</i> .	54
Figura 10. Segmento 5 de la Formación Tablazo compuesto por <i>shale</i> .	55
Figura 11. Segmento 6 de la Formación Tablazo compuesto por <i>mudstone</i> .	56
Figura 12. Segmento 7 de la Formación Tablazo compuesto por <i>shale</i> .	56
Figura 13. <i>Shale</i> TES-01-13 que compone el segmento 7 de la Formación Tablazo	57
Figura 14. Segmento 8 de la Formación Tablazo compuesto por <i>wackestone</i> .	58
Figura 15. Segmento 9 de la Formación Tablazo compuesto por <i>shale</i> .	58
Figura 16. <i>Shale</i> TES-01-14 que compone el segmento 9 de la Formación Tablazo.	59
Figura 17. Segmento 10 de la Formación Tablazo compuesto por <i>mudstone</i> .	60
Figura 18. <i>Mudstone</i> TES-01-15 que compone el segmento 10 de la Formación Tablazo	61

Figura 19. Segmento 11 de la Formación Tablazo compuesto por cuarzoarenisca.	61
Figura 20. Segmento 12 de la Formación Tablazo compuesto por <i>grainstone</i> .	62
Figura 21. <i>Grainstone</i> TES-01-17 que compone el segmento 12 de la Formación Tablazo.	63
Figura 22. Segmento 13 de la Formación Tablazo compuesto por subarcosa.	63
Figura 23. Segmento 14 de la Formación Tablazo compuesto por <i>grainstone</i> .	64
Figura 24. <i>Grainstone</i> que compone el segmento 14 de la Formación Tablazo.	65
Figura 25. Segmento 15 de la Formación Tablazo compuesto por subarcosa.	65
Figura 27. Segmento 16 de la Formación Tablazo compuesto por <i>packestone</i> .	67
Figura 28. <i>Packestone</i> que compone el segmento 16 de la Formación Tablazo.	67
Figura 29. Segmento 17 de la Formación Tablazo compuesto por <i>shale</i> .	68
Figura 30. <i>Shale</i> TES-01-22 que compone el segmento 17 de la Formación Tablazo.	69
Figura 31. Segmento 18 de la Formación Tablazo compuesto por <i>packestone</i> .	69
Figura 32. <i>Packestone</i> que compone el segmento 18 de la Formación Tablazo.	70
Figura 33. Segmento 19 de la Formación Tablazo compuesto por zona de derrubio.	71
Figura 34. Segmento 20 de la Formación Tablazo compuesto por <i>wackestone</i> .	72
Figura 35. <i>Packestone</i> que compone el segmento 20 de la Formación Tablazo.	72
Figura 36. Segmento 21 de la Formación Tablazo compuesto por <i>shale</i> .	73
Figura 37. <i>Shale</i> que compone el segmento 21 de la Formación Tablazo	74
Figura 38. Segmento 22 de la Formación Tablazo compuesto por <i>packestone</i> .	74
Figura 39. <i>Packestone</i> que compone el segmento 22 de la Formación Tablazo.	75
Figura 40. Segmento 23 de la Formación Tablazo que corresponde a una zona de derrubio con bloques movidos de <i>shale</i> y caliza.	75
Figura 41. Segmento 24 de la Formación Tablazo compuesto por <i>shale</i> .	76
Figura 42. <i>Shale</i> que compone el segmento 24 de la Formación Tablazo	77
Figura 43. Segmento 25 de la Formación Tablazo compuesto por cuarzoarenisca.	77

Figura 44. Cuarzoarenisca que compone el segmento 25 de la Formación Tablazo.	78
Figura 45. Segmento 26 de la Formación Tablazo compuesto por litoarenita feldespática.	79
Figura 46. Litoarenita feldespática TES-01-28 que compone el segmento 26 de la Formación Tablazo.	80
Figura 47. Litoarenita feldespática TES-01-30 que compone el segmento 26 de la Formación Tablazo.	81
Figura 48. Segmento 28 de la Formación Tablazo compuesto por <i>shale</i> .	82
Figura 49. <i>Shale</i> que compone el segmento 28 de la Formación Tablazo.	82
Figura 50. Segmento 29 de la Formación Tablazo compuesto por <i>packestone</i> .	83
Figura 51. Segmento 30 de la Formación Tablazo compuesto por <i>shale</i> .	84
Figura 52. Segmento 31 de la Formación Tablazo compuesto por <i>wackestone</i> .	85
Figura 53. Segmento 32 de la Formación Tablazo compuesto por <i>shale</i> .	86
Figura 54. Segmento 33 de la Formación Tablazo compuesto por <i>wackestone</i> .	87
Figura 55. Segmento 35 de la Formación Tablazo compuesto por <i>grainstone</i> .	88
Figura 56. <i>Grainstone</i> que compone el segmento 35 de la Formación Tablazo.	89
Figura 57. Segmento 41 de la Formación Tablazo compuesto por <i>shale</i> .	90
Figura 58. <i>Shale</i> que compone el segmento 42 de la Formación Tablazo.	91
Figura 59. Segmento 42 de la Formación Tablazo compuesto por <i>mudstone</i> .	92
Figura 60. <i>Mudstone</i> TES-01-41 que compone el segmento 42 de la Formación Tablazo.	93
Figura 61. Segmento 44 de la Formación Tablazo compuesto por una intercalación de <i>packestone</i> y <i>shale</i> .	94
Figura 62. Segmento 45 de la Formación Tablazo compuesto por <i>shale</i> .	95
Figura 63. <i>Shale</i> TES-01-44 que compone el segmento 45 de la Formación Tablazo.	95
Figura 64. Segmento 48 de la Formación Tablazo compuesto por <i>mudstone</i> .	96
Figura 65. <i>Mudstone</i> TES-01-46 que compone el segmento 48 de la Formación Tablazo	97

Figura 66. Segmento 49 de la Formación Tablazo compuesto por <i>packestone</i> .	98
Figura 67. <i>Packestone</i> TES-01-49 que compone el segmento 49 de la Formación Tablazo.	99
Figura 68. Segmento 50 de la Formación Tablazo compuesto por <i>mudstone</i> .	99
Figura 69. Segmento 51 de la Formación Tablazo compuesto por <i>packestone</i> .	100
Figura 70. Segmento 52 de la Formación Tablazo compuesto por <i>shale</i> .	101
Figura 71. Segmento 53 de la Formación Tablazo compuesto por una intercalación de <i>shale</i> y <i>packestone</i> .	102
Figura 72. Segmento 54 de la Formación Tablazo compuesto por <i>packestone</i> .	103
Figura 73. Segmento 56 de la Formación Tablazo compuesto por una intercalación de <i>shale</i> y <i>grainstone</i> .	104
Figura 74. <i>Wackestone</i> TES-01-57 que compone el segmento 57 de la Formación Tablazo.	105
Figura 75. <i>Wackestone</i> TES-01-58 que compone el segmento 57 de la Formación Tablazo.	106
Figura 76. Segmento 58 de la Formación Tablazo compuesto por <i>shale</i> .	106
Figura 77. <i>Shale</i> TES-01-59 que compone el segmento 58 de la Formación Tablazo.	107
Figura 78. Segmento 59 de la Formación Tablazo compuesto por una intercalación de <i>grainstone</i> y <i>shale</i> .	108
Figura 79. Intercalación de <i>grainstone</i> TES-01-61 y <i>shale</i> TES-01-62 que componen el segmento 59 de la Formación Tablazo.	109
Figura 80. Esquema de asociación asimétrica negativa en las parasecuencias de la base de la Formación Tablazo.	111
Figura 81. Esquema explicativo de parasecuencia.	114
Figura 82. Esquema explicativo de las parasecuencias desarrolladas en la base de la Formación Tablazo	115
Figura 83. Esquema explicativo de las parasecuencias desarrolladas en el techo de la Formación Tablazo	116

Figura 84. Esquema comparativo entre el modelo de agradación y un segmento de la parte superior de la Formación Tablazo.	118
Figura 85. Esquema comparativo entre el modelo de progradación y un segmento de la parte superior de la Formación Tablazo	119
Figura 86. Esquema explicativo de ambientes de facies carbonatadas.	120
Figura 87. Esquema explicativo de ambientes marinos.	121
Figura 88. Columna tipo de la Formación Tablazo.	122

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Resumen de Unidades morfológicas	29
Tabla 2. Principales características geográficas de Barichara	37
Tabla 3. Cuadro cuantificación de facies.	111

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 Columna tipo de la Formación Tablazo en el Valle Medio del Magdalena

ANEXO 2 Catálogo macroscópico muestras

ANEXO 3 Catálogo microscópico de muestras

ANEXO 4 Listado de muestras macroscópicas

RESUMEN

TÍTULO: COLUMNA TIPO Y ESTRATIGRAFÍA SECUENCIAL DEL SISTEMA PETROLÍFERO ASOCIADO A UN MIEMBRO DEL GRUPO CALCÁREO BASAL, LA FORMACIÓN TABLAZO EN EL VALLE MEDIO DEL MAGDALENA*

AUTORES: ANDREA JOHANA SÁNCHEZ SALAS
LAURA LISSETH ESTEBAN BLANCO**

PALABRAS CLAVES: COLUMNA TIPO, ESTRATIGRAFÍA SECUENCIAL, FORMACIÓN TABLAZO, VALLE MEDIO MAGDALENA.

En la zona de estudio, Valle Medio del Magdalena, afloran rocas sedimentarias del Aptiano Superior-Albiano Inferior representadas por la Formación Tablazo, la cual suprayace a la Formación Paja e infrayace a la Formación Simití. El tipo de contacto entre la Formación Tablazo, la Formación Paja y la Formación Simití es de tipo concordante. La Formación Tablazo presenta capas de areniscas muy compactas de grano muy fino a fino, paquetes de calizas de textura *packestone*, *grainstone*, *wackestone* y *mudstone*.

Las rocas en el sector estudiado han sido sometidas a moderado fracturamiento y suave plegamiento en diversos eventos geológicos. También se define morfológicamente como un terreno de pendientes escalonadas con presencia de escarpes y mesas, debido a la alternancia de rocas duras y rocas blandas. La red hidrográfica de la zona está compuesta principalmente por el Río Suárez y quebradas influentes a éste.

Según el análisis de estratigrafía de secuencias realizado mediante el levantamiento de la columna, se diferenciaron 6 tipos de facies estratigráficas predominando el *shale* que corresponde al 33.63% con un espesor de 46.80 metros, seguido por arenisca 20.90% con un espesor de 29.09 metros, *packestone* 16.60% con un espesor de 23.10 metros, *grainstone* 16.12% con un espesor de 22.44 metros, *mudstone* 10.20% con un espesor de 14.20 metros y *wackestone* 2.55% con un espesor de 3.55 metros. El espesor acumulado total corresponde a 139.18 metros. También se reconocieron 22 parasecuencias, las cuales muestran un aumento en el tamaño de grano de base a techo, es decir, granocrecientes.

*Proyecto de grado

**Facultad de Ingenierías Físico-Químicas. Escuela de Geología. Director: M.Sc Alberto Ortiz Fernández.

ABSTRACT

TITLE: REFERENCE COLUMN AND SEQUENCE STRATIGRAPHY OF THE PETROLEUM SYSTEM ASSOCIATED TO A MEMBER OF THE CALCÁREOUS BASAL GROUP, THE TABLAZO FORMATION IN THE MID-MAGDALENA VALLEY*

AUTHORS: ANDREA JOHANA SÁNCHEZ SALAS
LAURA LISSETH ESTEBAN BLANCO**

KEYWORDS: REFERENCE COLUMN, SEQUENCE STRATIGRAPHY, TABLAZO FORMATION, MID-MAGDALENA VALLEY.

In the zone of interest, at the Mid-Magdalena Valley, there are outcrops of sedimentary rocks of Upper Aptian-Albian ages, represented by the Tablazo Formation, the one that overlays the Paja Formation and remains under the Simití Formation. The type of contact between these three Formations is conformable. Tablazo Formation consists of beds of very tight sandstones that are very fine to fine grained, packages of limestones with packstone, grainstone, wackestone and mudstone textures.

The rocks of the zone have been affected by moderate fracturing and smooth folding during different geological events. Also from the morphologic point of view, it's defined as a zone of terraced slopes with the presence of escarpments and tables, due to the alternation of hard and soft rocks. The hydrographic features are mainly dominated by the Suarez River and the creeks of its zone of influence.

According to the sequence stratigraphy analysis done through the making of the column, we defined seven types of stratigraphic facies: a predominant 33.63% of Shale with a thickness of 46.80 meters, followed by a 20.90% of Sandstone with a thickness of 29.09 meters, 16.60% of Packstone with a thickness of 23.10 meters, 16.12% of Grainstone with a thickness of 22.44 meters, 10.20% of Mudstone with a thickness of 14.20 meters and 2.55% of Wackestone with a thickness of 3.55 meters. The total thickness is 139.18 meters. We also recognized twenty two parasequences, which showed an increase of grain size from the bottom to the top, in other words, coarsening upward.

*Project of degree

**Faculty of physics chemical engineering, Geology School, Director: M.Sc Alberto Ortiz Fernández.

INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta la falta de información sobre estratigrafía de secuencias en el Valle Medio Magdalena, se procedió a realizar una serie de estudios en un área específica, este estudio inicia con un recorrido general por el Valle Medio Magdalena, donde aflora la Formación Tablazo, con el objetivo de escoger el mejor sitio para el levantamiento de la columna estratigráfica. Finalmente se tiene que una buena zona de estudio, de fácil acceso y que muestra las características geológicas necesarias, se encuentra sobre la vía que conduce de Barichara a Guane, municipios de Santander, ubicados en la provincia de Guantánamo. En esta zona y sobre la carretera, aflora la Formación Tablazo en contacto con las Formaciones Paja y Simití, lo cual facilita el levantamiento de la columna y la toma de muestras pertinentes.

Se escogió la Formación Tablazo con el fin de analizarla bajo conceptos de estratigrafía de secuencias, se hizo el levantamiento de la columna a escala 1:200 y a partir del análisis litológico de esta se determinaron facies y parasecuencias, de ellas se dedujeron secuencias y ambiente de depositación.

Para tener una visión global del documento se presenta la siguiente estructura: En el primer capítulo se encuentran las generalidades del área de estudio. En el segundo capítulo se trata la metodología utilizada desde el inicio del trabajo, fase de precampo donde se escoge la zona de estudio, la fase de campo donde se hace el levantamiento de la columna y la fase de oficina donde se realiza un estudio macro y microscópico de las muestras para su posterior análisis de estratigrafía de secuencial finalizando con la digitalización de la información.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Revisar y actualizar bajo conceptos de estratigrafía de secuencias y columna tipo en donde se reconozca el sistema petrolífero asociado a un miembro del Grupo Calcáreo Basal, la Formación Tablazo de la cuenca del Valle Medio del Magdalena.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reconocer e identificar las unidades litológicas de la Formación Tablazo en la zona de estudio a partir del levantamiento de una columna estratigráfica.
- Determinar las facies que componen la Formación Tablazo a partir de las muestras obtenidas en campo.
- Obtener las diferentes parasecuencias por medio de la columna estratigráfica.
- Obtener una caracterización detallada de las litologías reconocidas en la Formación Tablazo, mediante el análisis microscópico de secciones delgadas.
- Deducir el ambiente de depositación de la Formación Tablazo, a partir de las muestras analizadas y mediante sus características identificadas.

1. GENERALIDADES

1.1 LOCALIZACIÓN

La principal vía de acceso a la zona de estudio es la carretera principal que comunica a Bucaramanga con los municipios de San Gil, Barichara y Guane. Localizada a 110 km de Bucaramanga y 21 km de San Gil, se llega por vía pavimentada.

La zona de estudio se encuentra ubicada sobre la vía que conduce de Barichara a Guane, municipios de Santander, ubicados en la provincia de Guanentá, el levantamiento de la columna estratigráfica en la Formación Tablazo se realizó a 2 Km del municipio de Barichara.

En la figura 1 se puede observar las vías que se deben tomar para llegar a la zona de estudio, partiendo de la ciudad de Bucaramanga se debe pasar por los municipios de Floridablanca, Piedecuesta, Cepita, Aratoca, curití, San Gil y Barichara.

Al llegar a Barichara se toma la vía que conduce de este municipio al de Guane, hasta llegar al punto inicial de la columna estratigráfica que corresponde a las coordenadas siguientes:

X= 1'226.773 m.N.

Y= 1'094.343 m.E.

Z= 1192 m.s.n.m

Para llegar al punto final de la columna estratigráfica se debe regresar hacia el municipio de Guane, este punto se encuentra ubicado cerca al salto del Mico que corresponde a las siguientes coordenadas:

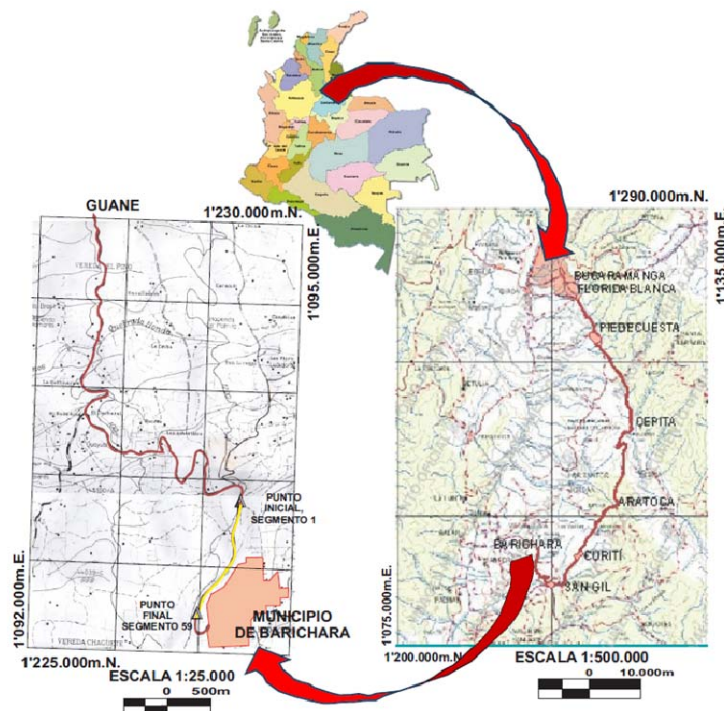
X= 1'225.469 m.N..

Y= 1'093.914 m.E.

Z= 1299 m.s.n.m.

La zona en la cual se hizo el levantamiento de la columna estratigráfica se encuentra señalada en la vía que conduce del Municipio de Barichara a Guane con color amarillo en la figura 1.

Figura 1. Ubicación de la zona de estudio.



Modificado de Instituto geográfico Agustín Codazzi (2007), cartografía oficial de Colombia, hoja No. 5-06, departamentos de Antioquía, Bolívar, Boyacá, Cesar, Córdoba, Norte de Santander, Santander y Sucre, escala 1:500.000, hoja No. 135-II-C, departamento de Santander escala 1:25.000.

1.2 ESTRATIGRAFÍA

1.2.1 Formación Paja

Unidad descrita inicialmente por O.O. Wheeler (en Morales, 1958) para referirse a una sucesión de *shales* negros algo calcáreos y micáceos, con un espesor entre 125 y 625 metros (m). Su nombre deriva de la Quebrada La Paja situada entre Bucaramanga y San Vicente de Chucurí. En el área de la Plancha 135 (San Gil) la unidad conserva características similares a la de la localidad tipo, es decir, arcillolitas de color negro a gris castaño e intercalaciones de caliza con nódulos calcáreos hasta 25 centímetros (cm) de diámetro, generalmente piritosos, y esporádicas intercalaciones de láminas de yeso. El espesor se ha calculado entre 100m hasta 380m con base en cortes estructurales. Al sur en la Plancha 151 en el municipio de Charalá, el espesor medido varía entre 374m hasta 204m. Los límites estratigráficos tanto superior como inferior son de carácter normal. Esta unidad hacia el sur desarrolla en su parte inferior un miembro arenoso, el cual fue reconocido en los alrededores del municipio del Páramo (Pulido, 1979). La edad para la Formación Paja se considera del Barremiano inferior al Aptiano inferior (Ward et al, 1973).

Esta unidad en parte es correlacionable con la Formación Tibú-Mercedes (Morales, 1958).

1.2.2 Formación Tablazo (San Gil Inferior)

El nombre fue dado por Wheeler O.O. (Morales, 1958), refiriéndose a unas calizas duras, cristalinas en la parte superior y arcillosas en la parte inferior, la localidad tipo se ubica en El Tablazo, donde la carretera Bucaramanga – San Vicente de Chucurí atraviesa el Río Sogamoso. Hubach (1953) designa este conjunto con el término de San Gil. Etayo (1968) lo refiere como Grupo San Gil en la región de

Villa de Leiva. En la región la Formación Tablazo aflora en gran extensión principalmente en los flancos de estructuras como el Sinclinal de Simacota, el Sinclinal del Páramo y en los bordes de La Mesa de Barichara. La sucesión estratigráfica levantada cerca de Simacota muestra en general una alternancia de caliza gris azulosa cristalina, en parte fosilífera y arcillolita gris oscura, generalmente calcárea y micácea. Hacia el tope presenta delgadas intercalaciones de arenisca. El espesor medido alcanza en este sector 239m. Hacia el sur en el área que cubre la Plancha 151, el espesor se incrementa hasta los 354m.

La unidad descansa en concordancia con la Formación Paja y le infrayace normalmente a la Formación Simití. La edad se considera Aptiano superior - Albiano inferior (Pulido, 1979).

Esta unidad en parte es cronoestratigráficamente correlacionable con la Formación Aguardiente (Morales, 1958).

1.2.3 Formación Simití (San Gil Superior)

Según Morales (1958), el nombre proviene de los geólogos de la INTERCOL, para referirse a una sucesión de arcillolitas de color gris oscuro localmente calcáreas, con un espesor de 410m, determinado en la Ciénaga de Simití (Santander). Etayo (1968) se refiere a la Formación Simití en la región de Villa de Leiva, denominándola Formación San Gil Superior. Esta unidad se presenta en las partes altas de la región de Mesas y Cuestas en la parte norte y sur de San Gil formando superficies suavemente onduladas. Consta de arcillolitas de colores gris a crema con nódulos ferruginosos, alternando con areniscas arcillosas de color gris a pardas de grano fino, micáceas, con esporádicos nódulos ferruginosos y en ocasiones con lentes de caliza algo arcillosa de colores gris a pardo. La unidad suprayace en concordancia a la Formación Tablazo y su límite superior no es

reconocido. Su edad se ha establecido como Albiano superior-Cenomaniano. (Ulloa y Rodríguez, 1979). (Pulido, 1979).

La Formación Simití parece ser equivalente con estratos de la Formación Capacho (Morales, 1958).

1.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Las rocas en el sector estudiado han sido sometidas a moderado fracturamiento y suave plegamiento en diversos eventos geológicos. Las principales estructuras del área de estudio se describen a continuación:

1.3.1 Fallas

La zona de estudio se encuentra afectada por esfuerzos de compresión que generan pliegues y cuando ocurre la ruptura de estos dan paso a las discontinuidades como fallas de tipo normal que producen la pérdida de espesor litológico y por fallas inversas que generan un aumento en el espesor litológico, formadas por esfuerzos tectónicos que ocurren en el interior de la corteza.

1.3.1.1 Fallas Normales

- Falla El Arbolito: Localizada al sur de Villanueva, con una orientación aproximada N 30° E, presenta un trazo sinuoso y pone en contacto lateral la Formación Tablazo y la Formación Simití. (Mendoza y Ramirez, 1994).
- Falla Ubigará: Localizada al Oeste de Barichara, presenta un trazo sinuoso con una longitud aproximada de cinco kilómetros (km), con dirección NE. (Mendoza y Ramirez, 1994).

- Falla El Pulpito: Situada al Norte de Barichara en la vereda Butaregua, su trazo de 3 km está orientado hacia el Noreste (Mendoza y Ramirez, 1994).

1.3.1.2 Fallas Inversas

- Falla del Suárez: Esta falla se extiende una longitud aproximada de 120 Km desde el sur de Barbosa hasta la Falla de Bucaramanga-Santa Marta 5 Km al Norte de Bucaramanga; su trazo tiene una dirección N 20° E y N 25° E con inclinación al Occidente y sigue el curso de los ríos Suárez y Sogamoso. Es una falla de ángulo alto, con una componente vertical importante. París y Sarria (1988) calculan una velocidad de desplazamiento vertical de 0.1 mm/año; además, se trata de una falla de rumbo con desplazamiento sinistral. El desplazamiento vertical se ha calculado entre 400 y 2.300 m (WARD, et al. 1973) (Royero y Clavijo, 2000).

1.3.2 Pliegues

- Sinclinal de Barichara: Se localiza paralelo a la quebrada Barichara, es un pliegue abierto, suave y asimétrico.(Royero y Clavijo, 2000).

1.4 GEOMORFOLOGÍA

Desde el punto de vista regional, el área de estudio está definido morfológicamente como un terreno de pendientes escalonadas con presencia de escarpes y mesas, debido a la alternancia de rocas duras (Formaciones Los Santos, Rosa Blanca y Tablazo) y rocas blandas (Formaciones Paja y Simití).

Con base en la metodología del (ITC) International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences de Holanda, propuesta por Vanzuidman (1985), criterios que

también son utilizados por el INGEOMINAS; realizaron la identificación y clasificación de unidades morfológicas de acuerdo a su forma y origen, teniendo en cuenta los factores denudacionales y estructurales que determinan las diferentes geoformas. La nomenclatura con la cual están descritas las unidades geomorfológicas refleja las diferentes variaciones de las características de cada unidad (disección, longitud, pendientes, etc).

Tabla 1. Resumen de unidades morfológicas

FORMAS DE ORIGEN DENUACIONAL	FORMAS DE ORIGEN DENUACIONAL ESTRUCTURAL
Pie de ladera	Escarpes
Zona escarpada	Pendientes estructurales
Grandes conos de deyección y remoción en masa	Colinas aisladas

Fuente: Autoras del Proyecto

1.4.1 Formas de origen denudacional

Estas geoformas son el resultado del modelamiento por procesos denudacionales antiguos o recientes.

1.4.1.1 Pie de ladera. Esta geoforma es generada por depósitos de derrubio localizados en la base de los escarpes, su pendiente es de corta longitud, con inclinación de 20 a 40°, este relieve inclinado presenta baja disección.(Mendoza y Ramírez ,1994).

1.4.1.2 Zona escarpada.La ocurrencia de rocas duras sometidas a procesos denudacionales, generan zonas empinadas de formas rectas y convexas, con inclinaciones mayores de 20° y longitud muy corta en franjas alargadas poco disectadas.(Mendoza y Ramírez ,1994).

1.4.1.3 Grandes conos de deyección y remoción en masa. Representan deslizamientos antiguos, estabilizados, con baja disección. Se encuentran en las zonas escarpadas y en las márgenes de los Ríos Fonce, Suárez, Chicamocha; se caracterizan por tener pendientes entre 10 y 30°, cortas a moderadamente largas, de forma recta y convexa.(Mendoza y Ramírez ,1994).

1.4.2 Formas de origen denudacional estructural

Comprende aquellas geoformas de terreno con procesos denudacionales antiguos o actuales que presentan algún control estructural por estratificación, pliegues, fallas, etc. En el área de estudio se identifican las siguientes unidades:

1.4.2.1 Escarpes. Son zonas abruptas asociadas a fallas, con pendientes rectas mayores a 30 grados y de corta longitud. El escarpe de la Formación Tablazo sirve de límite a la parte plana de la Mesa de Barichara.(Mendoza y Ramírez ,1994).

1.4.2.2 Mesas/Altiplanos. Son zonas altas de morfología plana limitada por escarpes y controlada por la posición casi horizontal de los estratos. Esta área tiene disección moderada. Un ejemplo de esta geoforma se presenta en el salto del Mico en el municipio de Barichara.(Mendoza y Ramírez ,1994).

1.4.2.3 Colinas Aisladas. Esta geoforma describe colinas y afloramientos rocosos controlados por fallas (Mendoza y Ramírez ,1994).

1.5 EVOLUCIÓN TECTÓNICA

En el Triásico tardío al Jurásico temprano la apertura hacia la parte occidental del Tethys y la ruptura del Pangea causaron la separación inicial de Sur América, Norte América y África. Los esfuerzos extensionales dentro del bloque continental

dieron origen a una estructura de Rift en el área del Valle Medio Magdalena. (Rolon et al., 2001; Etayo, Barrero and Renzoni, 1969; Etayo et al., 1983; Fabre, 1983).

De acuerdo a Fabre (1983), los procesos de rifting fueron pasivos, y esto descrito como una fase de extensión que causó el adelgazamiento de la corteza y la litósfera.

1.5.1 Jurásico superior – Aptiano: Fase Syn-rift (extensión)

Debido a la elevada posición del límite de la astenosfera con la litosfera bajo áreas delgadas hubo una fusión parcial inicial del manto y, en consecuencia se dio el emplazamiento de intrusiones básicas durante el periodo Jurásico-Cretácico. El flujo de calor durante esta fase fue alta (Fabre, 1983). Al mismo tiempo, el Valle Superior del Magdalena, fue escenario de plutones graníticos y granodioríticos (Mojica y Dorado, 1987). Debido a este cinturón magmático muchos autores han interpretado la etapa posterior de la evolución de la cuenca Valle Medio Magdalena como una cuenca de retroarco (Mojica y Dorado, 1987; Schamel, 1989; Dengo y Covey, 1993; Cooper et al, 1995). Sin embargo, otros autores interpretan la etapa posterior de la fase de extensión como una rift interrumpido o un aulacógeno (Rolón et al, 2001; Etayo, Barrero y Renzoni, 1969; Etayo et al, 1983; Fabre, 1983).

El Relleno del rift durante la etapa de sinrift representa una primera secuencia tectónica, que está conformado por el Jordán, Girón, Santos, y el Grupo Basal conformado por las Formaciones Cumbre, Rosablanca, Paja y Tablazo. Los cambios abruptos en el espesor de estas unidades sugieren que la acumulación se produjo mientras las fallas normales seguían activas. A su vez, las calizas y esquistos siliciclásticos de las Formaciones Cumbre, Rosablanca, Paja y Tablazo representan la transgresión y, los sistemas de mayores y más altas

extensiones. En la parte superior de esta secuencia se desarrolla una discordancia regional, lo que podría interpretarse como el resultado de una primera fase de caída térmica (Roeder y Chamberlain, 1995).

1.5.2 Albiano medio - Maastrichtiano: Fase post rift (subsistencia térmica)

Para el Albiano medio la deformación extensional y el flujo de calor han disminuido para conducir al inicio de una fase post-rift controlada por la subsistencia térmica. La fase post-rift se caracteriza por la formación de un gran hundimiento marginal, el estilo de deformación dominante era todavía el fallamiento normal, pero era aún menos penetrante que durante la fase sin-rift. La restauración del espacio se generó por subsistencia térmica, además de un aumento global eustático que se produjo durante este período (Rolón y Carrero, 1995; Sarmiento, 2001; Villamil, 1999). Durante esta fase, el espesor de las unidades se hizo más uniforme a lo largo de la cuenca. El material pelágico acumulado a tasas relativamente altas produjo rocas de muy buena calidad (PindellTabbutt, 1995). Las formaciones Simití, La Luna y Umir constituyen un sistema transgresivo. Hay dos eventos de máxima inundación, uno durante el Albiano medio representado por la Formación Simití y otro durante el período Turoniano-Coniacense, que está representado por la Formación La Luna. La Formación La Luna constituye la mejor fuente de roca no sólo en la cuenca del Valle Medio Magdalena, sino también en otras áreas de Colombia e incluso en Venezuela y Ecuador. El origen de los límites que enmarcan las secuencias antes mencionadas no está claro todavía, sin embargo, la explicación más comúnmente aceptada es que ellos representan cambios eustáticos del nivel del mar (Villamil, 1999).

1.6 AMBIENTE DE DEPOSITACIÓN

Un ambiente sedimentario es una porción geográficamente limitada de la superficie terrestre, que puede ser fácilmente distinguida de las áreas adyacentes a través de un conjunto de condiciones físicas, químicas y biológicas, bajo cuyas influencias se acumulan sedimentos; este conjunto de condiciones identifica al ambiente del fondo y determina las propiedades de los sedimentos que en él se depositaron. (Krumbein y Sloss, 1963; Selley, 1970; Reineck y Singh, 1975; Blatt et al., 1980., En Serra, 1985).

1.6.1 Ambiente de Plataforma de Carbonatos

1.6.1.1 Plataforma interior: La cual incluye ambientes cercano a la costa, subaéreos tales como playas, planicies mareales y posiblemente lagoons cercanos a la costa, es en general un área de baja energía, en el cual predominan las acumulaciones de sedimentos de grano fino, sin embargo, en algunas plataformas de rampa pueden estar presentes zonas donde se desarrollan playas o shoals de arenas. Los sedimentos generalmente están conformados de mudstone pelíticos y algunos wackestone esqueletales comúnmente bioturbados y con madrigueras. Charcas de marea, corrientes y otros cuerpos soportan una población restringida, pero prolíferas de gastrópodos y foraminíferos. (Wilson y Jordan, 1983, En Reyneck, 1980).

1.6.1.2 Plataforma media: Comprende la zona poco profunda submareal, yace cercana a la playa y va hasta la rompiente de la ola, a ella se refiere también como el laggonsubtiral particularmente en las plataformas de carbonatos delineados.

La plataforma media (*laggon*) es una zona generalmente de baja energía, excepto en los parches arrecifales y shoals de arenas localizados a lo largo de la línea de costa, particularmente en plataformas delineadas, la circulación de agua varía de

abierta a parcialmente restringida dependiendo de las condiciones de la plataforma.

Típicamente la parte exterior de la plataforma media se caracteriza por circulación abierta, mientras que la parte interna experimenta una circulación más restringida, ésta es una zona de alta producción de carbonatos, arenas esqueletales, lodos calcáreos, peloides y *grainstone*.

Los organismos que pueblan la plataforma son comúnmente formas estenohalinas marinas normales; la fauna típica de la plataforma incluye braquiópodos, pelecípodos, gastrópodos, crinoideos, algas calcáreas, amonites y foraminíferos bentónicos. La bioturbación es comúnmente extensiva debido a la baja energía del agua. Los sedimentos son pobremente removidos con una alta tasa de fragmentos esqueletales y otros granos.

Las facies antiguas de esta zona están representadas principalmente por: *mudstone* y *wackestone* esqueletales o de pelets, dependiendo de las condiciones específicas de depositación se pueden acumular *grainstone* o *packstone*. (Wilson y Jordan, 1983, En Reyneck, 1980).

1.7 CLIMA

Las regiones de Barichara y Guane se caracterizan por tener dos tipos de climas: cálido y templado con temperaturas altas.

La región se caracteriza por baja precipitación y nubosidad, consecuencia de la barrera natural de la Serranía de los Cobardes, la cual impide el flujo normal de los vientos húmedos provenientes del Valle Medio Magdalena hacia esta zona, los cuales al intentar franquear la Serranía, pierden su humedad quedando

convertidos en corrientes de aire seco, sin nubes, dejando expuesta la superficie de la región estudiada a los rayos del sol durante gran parte del día.

Para la región, la dirección predominante de las corrientes de aire es Norte-Sur y pueden estar asociados a los vientos Alisios del Norte; en la mañana el viento permanece en calma y al mediar la tarde, comienzan a presentarse fuertes corrientes de aire.

El flujo de aire aparentemente se manifiesta en forma longitudinal entre los valles y cañones, pudiendo estar asociados a las celdas de convección que se forman por las diferencias de temperatura. Se observa en campo, que corrientes de aire chocan contra los escarpes desprovistos de vegetación, arrastrando partículas de polvo y generando erosión laminar.(Mendoza y Ramírez, 1994)

1.8 VEGETACIÓN

En el área de estudio, y caracterizando a la formación Tablazo y a los depósitos de derrubio calcáreos, se encuentra un tipo de zona bio-climática que corresponde al Bosque Seco Tropical (b-sT); el bosque seco tropical se encuentra ubicado entre los 1000 – 1200 metros sobre el nivel del mar (msnm), tiene una bio-temperatura promedio diaria superior a los 24 °C y un promedio anual de lluvias entre 1000 y 1500 mm, aunque la cantidad de lluvias es bastante alta, existen épocas de sequía en verano por la alta evotranspiración.

Caracterizando a la Formación Paja, se encuentra en la zona de estudio, otro tipo de zona bio-climática; el bosque muy seco tropical (bms-T). Esta zona es característica de los cañones de los ríos Chicamocha, Suárez y Fonce, ubicada entre los 400 – 1000 msnm, con una bio-temperatura superior a los 24°C y lluviosidad promedio anual entre 500 y 1000 mm. Además de la vegetación

arbórea, predominan arbustos espinosos y catáceas. Por otra parte, se encuentra la zona de vida de bosque secopremontano, que representa a la Formación Simití. Esta zona de vida está ubicada entre los 1200 – 1860 msnm, tiene una biotemperatura promedio diaria entre 21 y 24 °C y su precipitación promedio anual está entre 1000 y 1500 mm. La vegetación natural ha sido modificada y reemplazada por cultivos de café, maíz y grutles. (Mendoza y Ramírez 1994).

1.9 HIDROGRAFÍA

La red hidrográfica de la zona está compuesta principalmente por el Río Suárez y quebradas afluentes a éste.

El Río Suárez nace en cercanías del municipio de Ubaté en el Departamento de Cundinamarca, a los 5° 15' latitud Norte y 73° 59' de longitud al Oeste de Greenwich; entra al Departamento de Santander con un rumbo SW-NE y recibe las aguas del Río Fonce por su margen derecha, al Norte del municipio de Socorro a los 6° 31' de latitud Norte y 73° 17' de longitud al Oeste.

El caudal (m³/seg) del río Suárez se refleja en el siguiente cuadro:

CAUDALES (m³/seg)		
Máximo	Promedio	Mínimo
561.02	194.65	84.55

La cuenca baja del Río Suárez se divide en seis microcuencas. La microcuenca que corresponde a la zona es la de la Quebrada Barichara; es la más grande del área de estudio, con 102,633 Km². Las principales quebradas que influyen a la quebrada Barichara son: El Junco, Carrizal, El Higuerón, La Victoria, El Vallado, El Chorro, Hojanca, La Higuera, Llanera, Puente Tierra, Guevara, Fiques, Llano

Verde, Paramera, Monte Alto, Santa Helena y la Cristalina, con cauces consecuentes y rumbos predominante E-W.(Mendoza y Ramírez, 1994)

1.10 GEOGRAFÍA

Tabla 2. Principales características geográficas de Barichara

MUNICIPIO	HABITANTES	SUPERFICIE (Km2)	ALTITUD (msnm)	TEMPERATURA (°C)	LOCALIZACIÓN
Barichara	8000	145	1300	21	A 100 Km de Bucaramanga y 21 Km de San Gil

Tomado de: <http://es.wikipedia.org/wiki/Barichara>

1.11 GEOLOGÍA ECONÓMICA

Las formaciones Rosablanca y Tablazo que afloran en la zona presentan niveles gruesos de calizas con un contenido en carbonato de calcio superior al 70%, constituyéndose en importante materia prima en la industria del cemento, agricultura, ornamentación y triturado.

Una de las principales explotaciones de la zona se da en las Minas Hércules - II: Situada a 1.5 km al oeste de la población de San Gil. Aquí se explotan calizas de la Formación Tablazo.(Pulido, O., 1985).

1.12 ESTUDIOS PREVIOS

A lo largo del tiempo se han desarrollado una serie de estudios que aportan al conocimiento de las condiciones geológicas generales del área de interés, los cuales se relacionan a continuación:

Pulido (1979), realizó un trabajo donde se describe la geología de las áreas correspondientes a las planchas 135 y 151 (Cuadrángulo I-12); fue publicado por el INGEOMINAS en el informe No. 1802.

Mendoza y Ramírez (1994), en su tesis realizaron un estudio que tiene en cuenta los factores geológicos, estructurales, geomorfológicos y los procesos erosivos que, junto con la clase de suelos, condicionan el uso potencial de éstos con fines agropecuarios. En este trabajo también se tiene en cuenta los cambios climáticos de los últimos 30 años en el área, los cuales corresponden a largos períodos de verano que han condicionado la disminución de la cobertura vegetal, escasez de recurso hídrico y disminución de las zonas agrícolas.

Silva y Patiño (2008), realizaron un estudio en la cual se escogió la microcuenca de la quebrada la Paramera (perteneciente a la microcuenca de la quebrada Barichara) con el fin de comprender la dinámica y acumulación de las aguas subterráneas por medio de un detallado estudio geológico, teniendo en cuenta factores tales como el grado de fracturamiento de las rocas, texturas de las diferentes litologías y su comportamiento como almacenador del recurso hídrico o por el contrario como posible sello.

Ward et al. (1973), realizaron un estudio donde se describe la geología de las áreas correspondientes a los cuadrángulos H-12 y H-13, lo cual fue publicado por el INGEOMINAS.

Rolón (2004), en su tesis de maestría estudió la evolución tectónica del Valle Medio Magdalena de Colombia donde comprende todos los eventos e implicaciones que dieron origen a la geografía actual desde la ruptura del Pangea.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

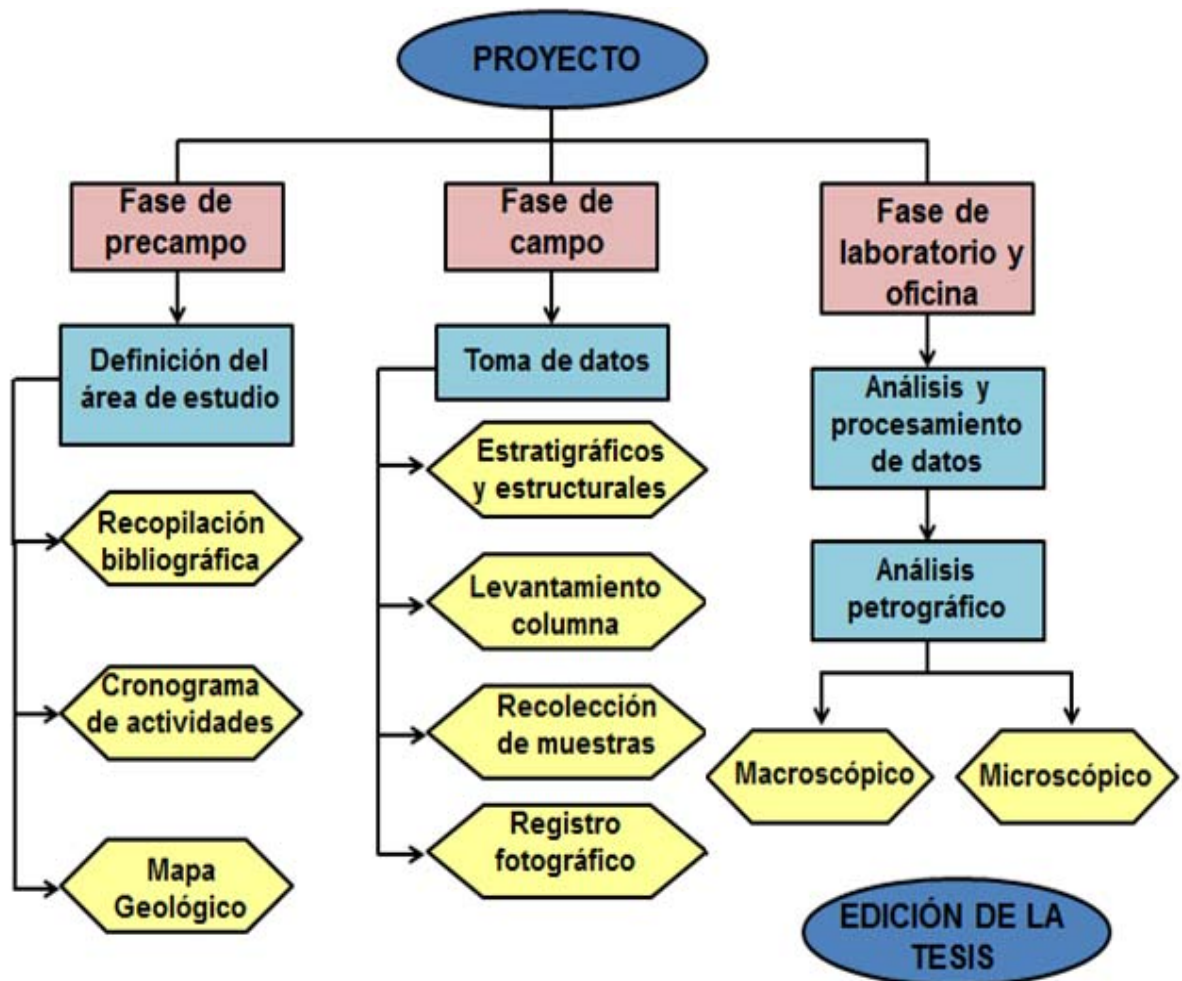
El estudio para prospección de recursos petrolíferos en las cuencas sedimentarias colombianas se ha enfocado principalmente en trabajos sísmicos y geoquímicos entre otros, por lo cual se hace necesario el desarrollo de estudios de estratigrafía de secuencias, ya que contribuyen con el mejoramiento del conocimiento del sistema petrolífero de las cuencas.

Con el desarrollo del presente proyecto se pretende levantar la columna de la Formación Tablazo e identificar facies y parasecuencias de acuerdo a un análisis litológico y estratigráfico y, del mismo modo, interpretar el ambiente de formación de esta, ya que la información preexistente es escasa.

3. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este estudio se plantean una serie de actividades a desarrollar de manera sistemática con el fin de presentar un modelo geológico de la zona, enfocado en la Formación Tablazo. A continuación se presenta el flujograma de actividades que desarrollaron en la elaboración del proyecto de grado. (Figura 2).

Figura 2. Flujograma de actividades desarrolladas en el proyecto.



Fuente: Autoras del Proyecto

3.1 FASE DE PRECAMPO

Esta fase se desarrolló básicamente con la búsqueda, recopilación y clasificación de material bibliográfico relacionado a nivel regional con la cuenca del Valle Medio del Magdalena y a continuación a nivel local con la zona de interés.

Las fuentes de información que se utilizaron fueron la base de datos de la Universidad Industrial de Santander (UIS), Instituto Colombiano del Petróleo (ICP) y material aportado por otras universidades en páginas de internet.

En esta fase también se propuso un cronograma de actividades con metas claras con el fin de alcanzarlas en un determinado tiempo.

3.2 FASE DE CAMPO

El levantamiento de la columna y la adquisición de datos y muestras de campo se realizó en 10 días:

- Inicialmente y durante 2 días se hizo el respectivo reconocimiento de la zona y se determinó el lugar más adecuado para realizar el estudio.
- La fase de campo propiamente dicha se realizó en 7 días en los cuales se hizo el levantamiento de la columna estratigráfica. En cada una de las estaciones se midieron espesores de unidades de roca y se hicieron las descripciones detalladas de las diferentes secuencias. Para esto se utilizan las clasificaciones de las rocas sedimentarias propuestas por Folk 1974, Dunham 1962 y Cruz-Caballero 2002.

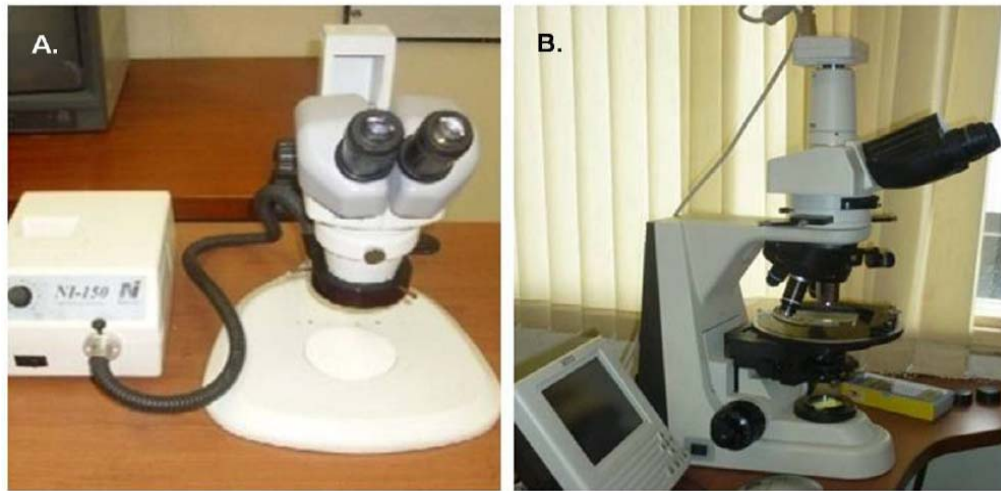
- Se tomaron datos de rumbo y buzamiento que permiten el análisis de posición de los estratos y posibles geoformas. Además, se identificaron estructuras de deformación como pliegues, diaclasas, madrigueras, fósiles, huellas fósiles y procesos de meteorización. Se recolectaron las muestras más representativas del afloramiento, esto por medio del martillo geológico y cincel. Este muestreo se hizo detallado, con el fin de identificar segmentos y parasecuencias a lo largo de la columna de la Formación Tablazo, escogiendo una o dos muestras de cada estrato delimitado. En promedio se recolectaron 63 muestras. (Ver anexo – Catálogo de muestras).
- Finalmente se hizo una revisión de la columna levantada donde se corroboraron datos y se complementó la información.

3.3 FASE DE LABORATORIO Y OFICINA

Esta fase del trabajo involucra dos tipos de análisis: la descripción macroscópica de las 61 muestras de mano recolectadas y la descripción microscópica de secciones delgadas de interés.

3.3.1 Descripción petrográfica

Por medio de lupas petrográficas de mano Iwamoto 10X, se identificaron los principales rasgos macroscópicos de las muestras como son, el color, la textura (calibrado, matriz, porosidad y cemento), estructura y composición mineralógica.



En la figura anterior se observan los microscopios de la Universidad Industrial de Santander a) Estéreo-microscopio marca *Nikon Inc.* NI-150 modelo C-PS. b). Microscopio de luz transmitida marca *Nikon Eclipse* E200/50PO con cámara y pantalla incorporada los cuales se utilizaron para describir las secciones delgadas de la Formación Tablazo.

Con la información recopilada y un registro fotográfico de cada muestra, se realizó el catálogo de muestras y finalmente se identificaron las muestras para corte y sección delgada.

3.3.2 Edición de la tesis

En esta fase del proyecto se evalúa el cumplimiento de los objetivos propuestos, se realizan las conclusiones a partir de los resultados obtenidos y se finaliza con la edición de la tesis de grado.

4. GEOLOGÍA

En la zona de estudio afloran las Formaciones Paja, Tablazo y Simití las cuales se describen a continuación.

4.1 FORMACIÓN PAJA

Descrita inicialmente por O.O. Wheeler (en Morales, 1958) para referirse a una sucesión de shales negros algo calcáreos y micáceos, con un espesor entre 125 y 625m y su nombre deriva de la quebrada La Paja situada entre Bucaramanga y San Vicente de Chucurí.

En el área de la Plancha 135 (San Gil) la unidad conserva características similares a la de la localidad tipo, es decir arcillolitas de color negro a gris castaño e intercalaciones de caliza con nódulos calcáreos hasta 25 centímetros de diámetro, generalmente piritosos, y esporádicas intercalaciones de láminas de yeso. El espesor se ha calculado entre 100m hasta 380m con base en cortes estructurales. Al sur en la Plancha 151 (Charalá), el espesor medido varía entre 374m hasta 204m. Los límites estratigráficos tanto superior como inferior son de carácter normal. Esta unidad hacia el sur desarrolla en su parte inferior un miembro arenoso (Kimpa), el cual fue reconocido en los alrededores del municipio del Páramo. La edad para la Formación Paja se considera del Barremiano – Aptiano (Ward et al, 1973)

4.2 FORMACIÓN TABLAZO (SAN GIL INFERIOR)

El nombre fue dado por Wheeler O.O. (Morales, 1958), refiriéndose a unas calizas duras, cristalinas en la parte superior y arcillosas en la parte inferior y la localidad tipo se ubica en El Tablazo, donde la carretera Bucaramanga – San Vicente de Chucurí atraviesa el río Sogamoso. Hubach (1953) designa este conjunto con el término de San Gil. Etayo (1968) lo refiere como Grupo San Gil en la región de Villa de Leiva.

En la región aflora en gran extensión principalmente en los flancos de estructuras como el Sinclinal de Simacota, el Sinclinal del Páramo y en los bordes de La Mesa de Barichara. La sucesión estratigráfica levantada cerca de Simacota (G-5) muestra en general una alternancia de caliza gris azulosa cristalina, en parte fosilífera y arcillolita gris oscura, generalmente calcárea y micácea. Hacia el tope se observaron delgadas intercalaciones de arenisca. El espesor medido alcanza en este sector 239m. Hacia el sur (Plancha 151), el espesor se incrementa hasta los 354 metros. La unidad descansa en concordancia con la Formación Paja y le infrayace normalmente al Simití. La edad se considera Aptiano superior - Albiano inferior. (Pulido, O.1985).

4.2.1 Formación Simití (San Gil superior)

Según Morales (1958) el nombre proviene de los geólogos de INTERCOL, para referirse a una sucesión de arcillolitas grises oscuras localmente calcáreas, con un espesor de 410m, determinado en la Ciénaga de Simití (Santander). Etayo (1968) se refiere a la Formación Simití, en la región de Villa de Leiva, denominándola Formación San Gil Superior.

Esta unidad se observa en las partes altas de la región de Mesas y Cuestas (norte y sur de San Gil) formando superficies suavemente onduladas. Consta de

arcillolita gris a crema con nódulos ferruginosos, alternando con areniscas arcillosas grises a pardas de grano fino, micáceas, con esporádicos nódulos ferruginosos y en ocasiones con lentes de caliza algo arcillosa, gris a parda. La unidad suprayace en concordancia a la Formación Tablazo y su límite superior no fue observado. La Formación Simití parece ser equivalente con estratos del Une (Ulloa y Rodríguez, 1979).

4.2 FORMACIÓN TABLAZO

El levantamiento de la columna tipo de la Formación Tablazo se realizó en la Cuenca del Valle Medio del Magdalena, específicamente en el municipio de Barichara, con el objetivo de obtener una documentación detallada de las litologías presentes en esta formación y de incluir un estudio que no se había implementado en la zona, el cual corresponde a la rama de estratigrafía de secuencias. La Formación Tablazo en general está constituida por una variedad de rocas sedimentarias, hacia la base desarrolla areniscas de grano muy fino y presenta una intercalación de *shale* y caliza que varía de *mudstone* a *grainstone*, predominando la caliza de tipo *packestone*; la arenisca se presenta en menor proporción respecto a los otros dos tipos de litologías desarrolladas.

En total se describieron 59 segmentos de los cuales se obtuvo 64 muestras, que fueron descritas en la metodología propuesta en Cruz, L. E. (1991).

Segmento 1

Hacia la base de la columna se presenta una capa de arenisca de grano muy fino a fino, redondeados y bien seleccionada que determina la roca como muy madura, con un espesor de 3.25 metros, el cual no desarrolla una estratificación interna y presenta una coloración amarillo quemado, la capa se encuentra buzando 31°

hacia el sureste. Se tomaron dos muestras TES-01-01 y TES-01-02 catalogadas como subarcosas.

Figura 3. Segmento 1 de la Formación Tablazo donde se tomaron las muestras de subarcosa.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 3 se observa el segmento 1 de la Formación Tablazo, donde se tomó la muestra TES-01-01 catalogada como subarcosa de color amarillo oscuro a naranja, de tamaño de granos muy fino a fino, los granos son esféricos, redondeados y muy bien seleccionados, se considera muy madura texturalmente y está compuesta por cuarzo en un 75%, feldespato 15% y fragmentos de roca en un 10%.

En la figura también se observa el lugar donde se tomó la muestra TES-01-02 catalogada como subarcosa de color amarillo oscuro a marrón, de tamaño de granos muy fino a fino, los granos son subangulares y bien seleccionados, se considera madura texturalmente y está compuesta por cuarzo en un 80%, mica moscovita 18% y fragmentos de roca 2%.

Segmento 2

Figura 4. Segmento 2 de la Formación Tablazo compuesto por cuarzoarenisca.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 4 se observa el segmento 2 de la Formación Tablazo compuesto por cuarzoarenisca con porosidad intragranular escasa, el tamaño de grano es arena muy fina. Los bordes de los granos son subangulares y presentan un buen calibrado, abarca un espesor de 10.84 metros y desarrolla laminación interna plana, presenta una coloración café claro, la capa buza 32° al sureste. Se tomaron cuatro muestras TES-01-03, TES-01-04, TES-01-05 Y TES 01-06, catalogadas composicionalmente como cuarzoareniscas.

Figura 5. Cuarzoarenisca que compone el segmento 2 de la Formación Tablazo.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 5 se observa la cuarzoarenisca que conforma al segmento 2 de la Formación Tablazo. En este punto se tomó la muestra TES-01-03 catalogada como cuarzoarenisca de color naranja grisáceo, de tamaño de granos muy fino, los granos son subangulares y muy bien seleccionados, se considera madura texturalmente y está compuesta por cuarzo en un 90%, mica moscovita 10% y fragmentos de roca 2%.

En este punto también se tomó la muestra TES-01-05 catalogada como cuarzoarenisca de color naranja grisáceo de tamaño de granos muy fino a fino, los granos son esféricos y redondeados a subangulares, bien seleccionados, se considera submadura texturalmente y está compuesta en su totalidad por cuarzo.

Figura 6. Techo del segmento 2 de la Formación Tablazo compuesto por cuarzoarenisca.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura anterior se observa el techo del segmento 2 de la Formación Tablazo, lugar donde se tomó la muestra TES-01-06 catalogada como cuarzoarenisca de color naranja grisáceo, de tamaño de granos muy fino a fino, los granos son esféricos y redondeados a subangulares, bien seleccionados. Se considera madura texturalmente y está compuesta en su totalidad por cuarzo.

Segmento 3

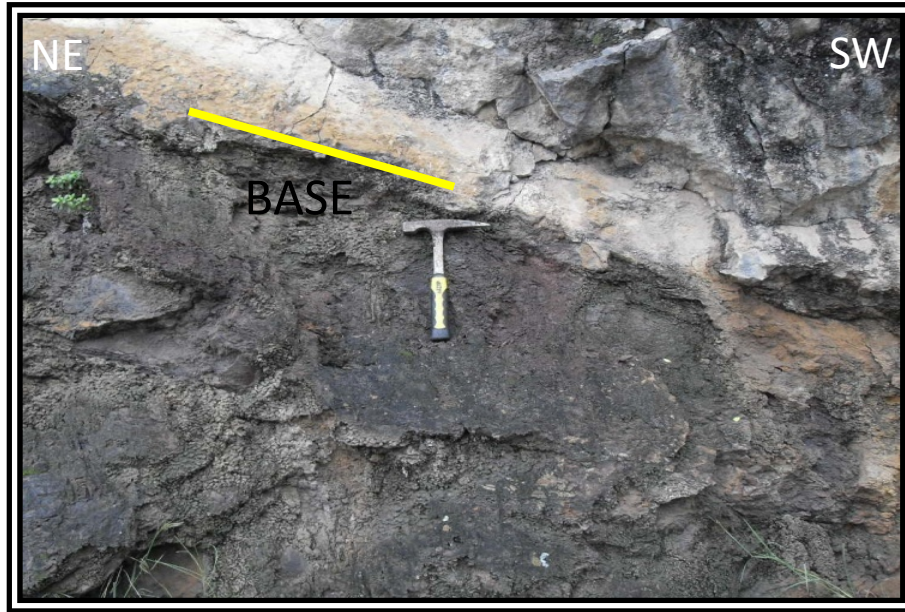
Figura 7. Segmento3 de la Formación Tablazo compuesto por intercalación se *shale* y subarcosa.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 7 se observa el segmento 3 de la Formación Tablazo, compuesto por intercalación de *shale* y arenisca subarcosa. El *shale* presenta laminación plana paralela y es de color negro. Las capas se encuentran buzando 32° hacia el sureste. La subarcosa es una arenisca de cuarzo de granos muy finos a finos, redondeados con un buen calibrado, dando como resultado una roca madura, presenta una coloración beige a café claro. El espesor total del segmento es de 6.60 metros. Se tomaron dos muestras TES-01-07 Y TES-01-08 catalogadas composicionalmente como *shale* y subarcosa respectivamente.

Figura 8. Segmento 3 de la Formación Tablazo compuesto por subarcosa.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura anterior se observa el lugar donde se tomó la muestra TES-01-08 catalogada como subarcosa de color amarillo oscuro a naranja, de tamaño de granos muy fino a fino, los granos son esféricos, redondeados y bien seleccionados. Se considera madura texturalmente y está compuesta por cuarzo en un 85%, feldespato potásico 10% y fragmentos de roca 5%.

Segmento 4

Este segmento está formado por caliza tipo *grainstone* de matriz micritica, presenta un espesor de 2.64 metros, su color es café claro, la capa se encuentra buzando 16° al sureste. Se tomaron dos muestras TES-01-09 Y TES-01-10 catalogadas composicionalmente como *grainstone*.

Figura 9. Segmento4 de la Formación Tablazo compuesto por *grainstone*.



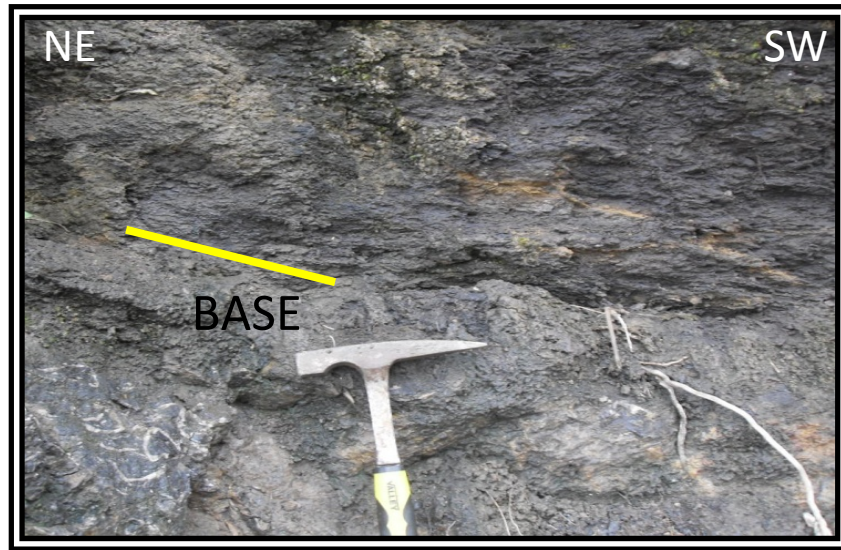
Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 9 se observa el punto donde se tomó la muestra TES-01-09 catalogada como *grainstone* de color marrón grisáceo y matriz micrítica. En este punto del segmento se observan venillas de calcita con espesor entre 0.5 y 1 centímetro. En la figura 9 también se observa el punto donde se tomó la muestra TES-01-10 catalogada como *grainstone* de color amarillo oscuro a marrón y matriz micrítica. La roca presenta venas de calcita y huellas fósiles de conchas.

Segmento 5

El segmento 5 de la Formación Tablazo está compuesto por una pequeña capa de *shale* que desarrolla laminación interna plano-paralela de color café claro por efecto de la meteorización en la roca, el espesor que abarca es 0.60 metros, la capa se encuentra buzando 37° al sureste. Del segmento 5 se tomó la muestra TES-01-11 catalogada como *shale*.

Figura 10. Segmento 5 de la Formación Tablazo compuesto por *shale*.



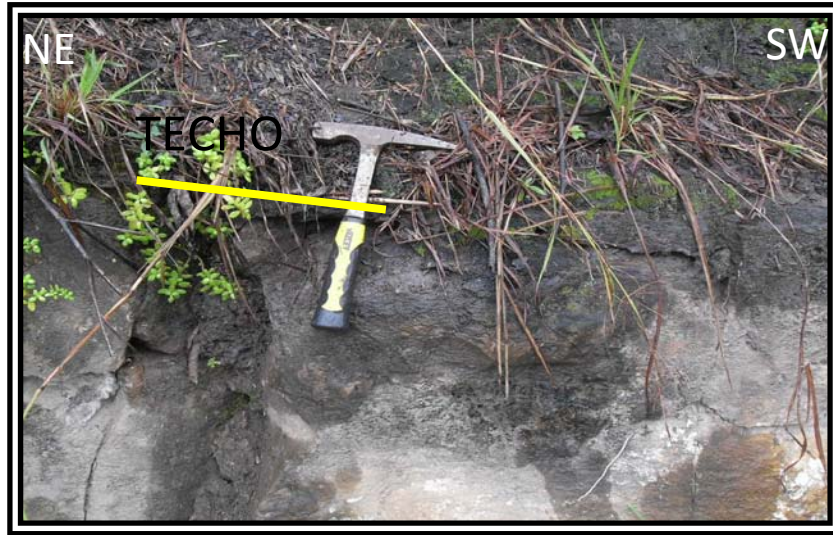
Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 10 se observa el punto donde se tomó la muestra TES-01-11 catalogada como shale de color rojo muy oscuro, este *shale* presenta laminación interna plano paralela y contenido moderado de materia orgánica.

Segmento 6

El segmento 6 de la Formación Tablazo está constituido por caliza de textura tipo *wackestone* de matriz micrítica, presenta una coloración café claro, desarrolla un espesor de 0.90 metros, la capa buza 37° al sureste. Del segmento 6 se tomó la muestra TES-01-12 catalogada composicionalmente como *wackestone*.

Figura 11. Segmento 6 de la Formación Tablazo compuesto por *mudstone*.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 11 se observa el punto donde se tomó la muestra TES-01-12 catalogada como wackestone de color marrón oscuro y matriz micrítica.

Segmento 7

Figura 12. Segmento 7 de la Formación Tablazo compuesto por *shale*.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 12 se observa el segmento 7 de la Formación Tablazo conformado por *shale* con laminación interno plano-paralela de color negro, presenta un espesor de 4.70 metros, la capa buza 41° al sureste. Del segmento 7 se tomó la muestra TES-01-13 catalogada como *shale*.

Figura 13. *Shale* TES-01-13 que compone el segmento 7 de la Formación Tablazo



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 13 se observa la muestra TES-01-13 catalogada como *shale* de color marrón claro, este *shale* presenta laminación interna plano paralela y un contenido moderado de materia orgánica.

Segmento 8

Figura 14. Segmento 8 de la Formación Tablazo compuesto por *wackestone*.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 14 se observa el segmento 8 de 0.80 metros de espesor, compuesto por una caliza catalogada como *wackestone* de color marrón claro y matriz micrítica.

Segmento 9

Figura 15. Segmento 9 de la Formación Tablazo compuesto por *shale*.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 15 se observa el segmento compuesto por una capa de *shale* con laminación interna plano paralela de color negro, abarca un espesor de 3.7 metros, la capa buza 31° al sureste. En el segmento 9 se tomó la muestra TES-01-14 catalogada como *shale*.

Figura 16. *Shale* TES-01-14 que compone el segmento 9 de la Formación Tablazo.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 16 se observa el punto donde se tomó la muestra TES-01-14 catalogada como shale de color verde oliva grisáceo, este *shale* presenta laminación interna plano paralela y contenido moderado de materia orgánica.

Segmento 10

Figura 17. Segmento 10 de la Formación Tablazo compuesto por *mudstone*.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 17 se observa el segmento 10 compuesto por caliza de textura tipo *mudstone* y matriz micrítica, con alta porosidad intragranular, el tamaño de grano es arena muy fina de espesor de 0.90 metros con una coloración café oscuro, la capa buza 42° al sureste. Del segmento 10 se tomó la muestra TES-01-15 catalogada composicionalmente como *mudstone*.

Figura 18. *Mudstone* TES-01-15 que compone el segmento 10 de la Formación Tablazo



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura anterior se observa el punto donde se tomó la muestra TES-01-15 catalogada como *mudstone* de color rojo muy oscuro y matriz micrítica.

Segmento 11

Figura 19. Segmento 11 de la Formación Tablazo compuesto por cuarzoarenisca.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 19 se observa el segmento 11 compuesto por una capa de arenisca de cuarzo de granos muy fino a fino, subredondeados y bien seleccionada que concluye en una roca madura, cuenta con un espesor de 1.40 metros, hacia la base se presenta una capa de *shale* 1.00 metros de espesor. Su color es café oscuro, la capa buza 42° al sureste. Del segmento 11 se tomó la muestra TES-01-16 catalogada composicionalmente como subarcosa, de color café amarillo pálido, de tamaño de granos muy fino a fino, los granos son esféricos, subredondeados, bien seleccionados. Se considera madura texturalmente y está compuesta por cuarzo en un 80%, feldespatos potásicos 15% y fragmentos de roca 5%.

Segmento 12

Figura 20. Segmento 12 de la Formación Tablazo compuesto por *grainstone*.

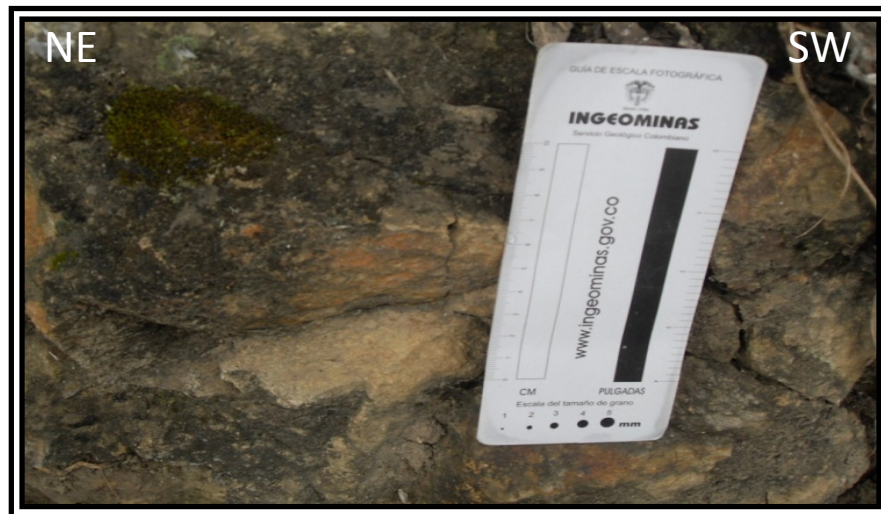


Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 20 se observa el segmento 12 de la Formación Tablazo constituido por una capa de caliza con textura *grainstone*, presenta color café oscuro, con matriz micrítica y espesor de 1.00 metros, de color café oscuro. La capa se encuentra

buzando 42° al sureste. Del segmento 12 se tomó la muestra TES-01-17 catalogada como *grainstone* de color rojo grisáceo y matriz micrítica.

Figura 21. *Grainstone* TES-01-17 que compone el segmento 12 de la Formación Tablazo.



Fuente: Autoras del Proyecto

Segmento 13

Figura 22. Segmento 13 de la Formación Tablazo compuesto por subarcosa.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 22 se observa el segmento 13 de la Formación Tablazo está compuesto por una capa de arenisca de cuarzo de granos muy fino a fino, subredondeados, muy bien calibrada y madura texturalmente, tiene un espesor de 1.00 metros. Presenta una coloración café oscura, la capa buza 46° al sureste. Del segmento 13 se tomó la muestra TES-01-18 catalogada como subarcosa, de color naranja amarillento pálido, de tamaño de granos de muy fino a fino, los granos son esféricos, subredondeados y muy bien seleccionados. Se considera madura texturalmente y está compuesta por cuarzo en un 85%, feldespatos potásico 12% y fragmentos de roca 3%.

Segmento 14

Figura 23. Segmento 14 de la Formación Tablazo compuesto por *grainstone*.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 23 se observa el segmento 14 que está compuesto por caliza de textura y espesor de 1.75 metros. La capa se encuentra buzando 46° al sureste.

Figura 24. *Grainstone* que compone el segmento 14 de la Formación Tablazo.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura anterior se muestra el punto donde se tomó una muestra representativa del segmento 14 TES-01-19 catalogada como *grainstone* de color marrón oscuro amarillento y matriz micrítica.

Segmento 15

Figura 25. Segmento 15 de la Formación Tablazo compuesto por subarcosa.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 25 se observa el segmento 15 compuesto por una capa de arenisca de cuarzo de granos muy fino a fino, redondeados, bien calibrada y muy madura texturalmente, cuenta con un espesor de 3.10 metros, desarrolla laminación interna plano-paralela, muestra un color café oscuro. Del segmento 15 se tomó la muestra TES-01-20 catalogada composicionalmente como *subarcosa*.

Figura 26. Subarcosa que compone el segmento 15 de la Formación Tablazo.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 26 se observa el punto donde se tomó la muestra TES-01-20 catalogada como subarcosa de color naranja grisáceo, de tamaño de granos muy finos a finos, redondeados y bien seleccionados. Se considera muy madura texturalmente y está compuesta por cuarzo 83%, feldespato potásico 10% y fragmentos de roca 7%.

Segmento 16

Figura 27. Segmento 16 de la Formación Tablazo compuesto por *packestone*.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 27 se observa el segmento 16 de la Formación Tablazo que está compuesto por una capa de caliza con textura *packestone* de matriz micrítica, tiene un espesor de 2.30 metros, presenta una coloración gris oscura. Del segmento 16 se tomó la muestra TES-01-21.

Figura 28. *Packestone* que compone el segmento 16 de la Formación Tablazo.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 28 se observa el punto donde se tomó la muestra TES-01-21 catalogada como *packestone*, de color negro acafesado y matriz micrítica.

Segmento 17

Figura 29. Segmento 17 de la Formación Tablazo compuesto por *shale*.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 29 se observa el segmento 17 de la Formación Tablazo compuesto por una capa de *shale* que presenta laminación interna plano paralela de color negro, tiene un espesor de 3.20 metros. Del segmento 17 tomó la muestra TES-01-22 catalogada composicionalmente como *shale*.

Figura 30. *Shale* TES-01-22 que compone el segmento 17 de la Formación Tablazo.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 30 se observa el punto donde se tomó la muestra TES-01-22 catalogada como *shale* de color rojo muy oscuro con laminación interna plano paralela.

Segmento 18

Figura 31. Segmento 18 de la Formación Tablazo compuesto por *packestone*.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 31 se observa el segmento 18 compuesto por una capa de caliza con textura *packestone* de matriz micrítica, cuenta con un gran espesor de 7 metros, muestra una coloración de café claro a café oscuro. Del segmento 18 se tomaron dos muestras TES-01-23 Y TES-01-24 catalogadas como *packestone*.

Figura 32. *Packestone* que compone el segmento 18 de la Formación Tablazo.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 32 se observa el punto donde se tomaron las muestras TES-01-23 catalogada como *packestone* de color marrón amarilloso pálido y matriz micrítica y la muestra TES-01-24 catalogada como *packestone* de color rojo grisáceo y matriz micrita.

Segmento 19

Figura 33. Segmento 19 de la Formación Tablazo compuesto por zona de derrubio.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 33 se observa el segmento 19 de la Formación Tablazo que corresponde a una zona de derrubio caracterizado por abundante vegetación y cubre un espesor de 12.18 metros.

Segmento 20

Figura 34. Segmento 20 de la Formación Tablazo compuesto por *wackestone*.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 34 se observa el segmento 20 que está compuesto por *packestone*, de color marrón oscuro y matriz micrítica. El espesor es de 0.85 metros.

Figura 35. *Packestone* que compone el segmento 20 de la Formación Tablazo.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 35 se observa el punto donde se tomó una muestra tipo packestone, de color marrón oscuro y matriz micrítica. El espesor es de 0.85 metros.

Segmento 21

Figura 36. Segmento 21 de la Formación Tablazo compuesto por *shale*.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 36 se observa el segmento 21 de la Formación Tablazo que está compuesto por una capa de *shale* con laminación interna plano paralela de color amarillo causado por la meteorización, cuenta con un espesor de 0.75 metros. La capa se encuentra buzando 59° al sureste. Del segmento 21 se tomó la muestra TES-01-25 catalogada como *shale*.

Figura 37. *Shale* que compone el segmento 21 de la Formación Tablazo



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 37 se observa el punto donde se tomó la muestra TES-01-25 catalogada como *shale* de color marrón oscuro rojizo con laminación interna plano paralela.

Segmento 22

Figura 38. Segmento 22 de la Formación Tablazo compuesto por *packestone*.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 38 se observa el segmento 22 de la Formación Tablazo compuesto por una capa de *packestone* que abarca un espesor de 1.55 metros. La capa buza 59° al sureste.

Figura 39. *Packestone* que compone el segmento 22 de la Formación Tablazo.



Fuente: Autoras del Proyecto

Segmento 23

Figura 40. Segmento 23 de la Formación Tablazo que corresponde a una zona de derrubio con bloques movidos de *shale* y caliza.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 40 se observa una zona de derrubio que corresponde al segmento 23 de la Formación Tablazo en el cual se presentan algunos bloques movidos compuestos por una intercalación litológica de *shale* y caliza. Abarca un espesor de 4.10 metros.

Segmento 24

Figura 41. Segmento 24 de la Formación Tablazo compuesto por *shale*.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 41 se observa el segmento 24 de la Formación Tablazo compuesto por una capa de *shale* que presenta laminación interna plano paralela, muestra una coloración amarillo-rojizo causado por la meteorización, tiene un espesor de 0.20 metros. Se observa un alto grado de diaclasamiento en la roca. Del segmento 24 se tomó la muestra TES-01-26 catalogada como *shale*.

Figura 42. Shale que compone el segmento 24 de la Formación Tablazo

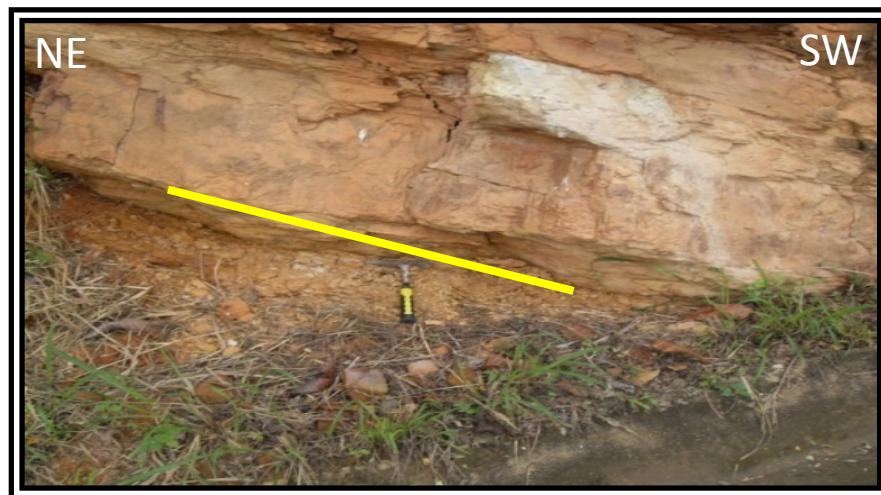


Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 42 se observa el punto donde se tomó la muestra TES-01-26 catalogada como *shale* de color naranja moderadamente rojizo con laminación interna plano paralela.

Segmento 25

Figura 43. Segmento 25 de la Formación Tablazo compuesto por cuarzoarenisca.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 43 se observa el segmento 25 de la Formación Tablazo compuesto por una capa de cuarzoarenisca, la porosidad intragranular es muy baja, el tamaño de grano es arena fina a media. Los bordes de los granos son redondeados a subangulares y presentan un buen calibrado, abarca un espesor de 0.40 metros, muestra una color amarillo. Del segmento 25 se tomó la muestra TES-01-27 cataloga como cuarzoarenisca

Figura 44. Cuarzoarenisca que compone el segmento 25 de la Formación Tablazo.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 44 se observa el punto donde se tomó la muestra TES-01-27 catalogada como arenisca cuarzosa de color amarillo a naranja oscuro, de tamaño de granos finos a medios, redondeados a subangulares y bien seleccionados. Se considera madura texturalmente y está compuesta en su totalidad por cuarzo.

Segmento 26

Figura 45. Segmento 26 de la Formación Tablazo compuesto por litoarenita feldespática.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 45 se observa el segmento 26 de la Formación tablazo compuesto por una capa de arenisca cuarzo-feldespática de granos muy finos a finos, subredondeados y bien calibrada que la define como una roca madura, cuenta con un espesor de 4.75 metros, presenta un color amarillo a café claro. La capa presenta micropliegues. Del segmento 26 se tomaron tres muestras TES-01-28, TES-01-29 Y TES-01-30 catalogada composicionalmente como litoarenita feldespática.

Figura 46. Litoarenita feldespática TES-01-28 que compone el segmento 26 de la Formación Tablazo.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 46 se observa el punto donde se tomó la muestra TES-01-28 catalogada como litoarenita feldespática, de color naranja moderadamente rojizo, de tamaño de granos muy finos a finos, redondeados y bien seleccionados. Se considera madura texturalmente y está constituida por cuarzo en un 60% y feldespato potásico 40%.

Figura 47. Litoarenita feldespática TES-01-30 que compone el segmento 26 de la Formación Tablazo.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 46 se observa el punto donde se tomó la muestra TES-01-29 catalogada como litoarenita feldespática de color naranja moderadamente rojizo, de tamaño de granos muy finos a finos, subredondeados y muy bien seleccionados. Se considera madura texturalmente y está constituida por cuarzo en un 55% y feldespato potásico 45%.

Segmento 27

Se presenta una zona de derrubio, caracterizado por abundante vegetación, presenta 163.8 metros de cubierto.

Segmento 28

Figura 48. Segmento 28 de la Formación Tablazo compuesto por *shale*.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 48 se observa el segmento 28 de la Formación Tablazo compuesto por una capa de *shale* que presenta laminación interna plano paralela, de color gris, abarca un espesor de 1.2 metros. La capa buza 20° al sureste. Del segmento 28 se tomó la muestra TES-01-31 catalogada como *shale*.

Figura 49. *Shale* que compone el segmento 28 de la Formación Tablazo.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 49 se observa el punto donde se tomó la muestra TES-01-31 catalogada como *shale* de color marrón claro y presenta laminación interna plano paralela y un contenido moderado de materia orgánica.

Segmento 29

Figura 50. Segmento 29 de la Formación Tablazo compuesto por *packestone*.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 50 se observa el segmento 29 de la Formación Tablazo compuesto por una capa de caliza de textura *packestone* con matriz micrítica, abarca un espesor de 0.20 metros, su color es café claro, presenta nódulos calcáreos. La capa se encuentra buzando 20° al sureste. Del segmento 29 se tomó la muestra TES-01-32 catalogada como *packestone*.

Segmento 30

Figura 51. Segmento 30 de la Formación Tablazo compuesto por *shale*.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 51 se observa el segmento 51 compuesto por una capa de *shale* que presenta laminación interna plano paralela, muestra una coloración café-grisáceo, tiene un espesor de 1.00 metros. Del segmento 30 se tomó la muestra TES-01-33 catalogada composicionalmente como *shale*.

Segmento 31

Figura 52. Segmento 31 de la Formación Tablazo compuesto por *wackestone*.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 52 se observa el segmento 31 de la Formación Tablazo compuesto por una capa de caliza con textura *wackestone* de matriz lodo-soportada, cuenta con un espesor de 0.85 metros, muestra una coloración de café claro a rojizo producto de la meteorización. La capa presenta nódulos calcáreos. Del segmento 31 se tomó la muestra TES-01-34 catalogada composicionalmente como *wackestone*.

Segmento 32

Figura 53. Segmento 32 de la Formación Tablazo compuesto por *shale*.



Fuente: Autoras del Proyecto

Este segmento cuenta con una capa de *shale* de color marrón oscuro que presenta laminación interna plano paralela, tiene un espesor de 0.65 metros.

Segmento 33

Figura 54. Segmento 33 de la Formación Tablazo compuesto por *wackestone*.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 54 se observa el segmento 33 de la Formación Tablazo compuesto por una capa de caliza con textura *wackestone* de matriz lodo soportada, cuenta con un espesor de 0.40 metros, presenta una coloración de café claro a rojizo producto de la meteorización. Del segmento 33 se tomó la muestra TES-01-35 catalogada como *wackestone*.

Segmento 34

Este segmento presenta una intercalación de *shale* con caliza, comprende un espesor de 4.20 metros, la relación es 0.10 metros de caliza por cada 1.00 metros de *shale*. La capa se encuentra buzando 35° al sureste.

Segmento 35

Figura 55. Segmento 35 de la Formación Tablazo compuesto por *grainstone*.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 55 se observa el segmento 35 de la Formación Tablazo compuesto por una capa de caliza de textura *grainstone* con matriz micrita, abarca un espesor de 3.60 metros, su color es café claro a grisáceo. La capa se encuentra buzando 35° al sureste. Del segmento 35 se tomó una muestra representativa, la muestra TES-01-36 catalogada como *grainstone*.

Figura 56. *Grainstone* que compone el segmento 35 de la Formación Tablazo.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 56 se observa el punto donde se tomó la muestra TES-01-36 catalogada como *grainstone*, de color marrón pálido y matriz micrítica.

Segmento 36

Cuenta con una capa de *shale* que presenta laminación interna plano paralela de color negro, tiene un espesor de 2.40 metros.

Segmento 37

El segmento 37 de la Formación Tablazo está compuesto por *grainstone*. De este segmento se tomó la muestra TES-01-37 catalogada composicionalmente como *grainstone* de color marrón pálido y matriz micrítica.

Segmento 38

Este segmento tiene un espesor de 8 metros. Del segmento 38 se tomó una muestra representativa que corresponde a la muestra TES-01-37B catalogada como *packestone*, de color marrón pálido y matriz micrítica.

Segmento 39

Compuesto por una capa de *shale*, tiene un espesor de 2.75 metros. Del segmento 39 se tomó la muestra TES-01-38 catalogada composicionalmente como *shale*, de color marrón claro, presenta laminación interna plano paralela y un contenido moderado de materia orgánica.

Segmento 40

Se caracteriza por presentar una capa de caliza de textura *mudstone* con matriz lodo soportada, abarca un espesor de 1.40 metros, de coloración grisácea y parches rojizos, presenta nódulos calcáreos. Del segmento 40 se tomó la muestra TES-01-39 catalogada como *mudstone*.

Segmento 41

Figura 57. Segmento 41 de la Formación Tablazo compuesto por *shale*.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 57 se observa el segmento 41 de la Formación Tablazo compuesto por una capa de *shale* y tiene un espesor de 0.95 metros. La capa se encuentra

buzando 34° al sureste. Del segmento 41 se tomó la muestra TES-01-40 catalogada como *shale*.

Figura 58. *Shale* que compone el segmento 42 de la Formación Tablazo.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura se observa el punto donde se tomó la muestra TES-01-40 catalogada como *shale* de color rojo pálido, presenta laminación interna plano paralela y un contenido moderado de materia orgánica.

Segmento 42

Figura 59. Segmento 42 de la Formación Tablazo compuesto por *mudstone*.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 59 se observa el segmento 42 de la Formación Tablazo compuesto por una capa de caliza de textura *mudstone* con matriz micrítica, la porosidad intragranular es alta, el tamaño de grano es arena muy fina abarca un espesor de 5.15 metros, su color es gris oscuro, presenta nódulos calcáreos. La capa se encuentra buzando 34° al sureste. Del segmento 42 se tomó la muestra TES-01-41 catalogada como *mudstone*.

Figura 60. *Mudstone* TES-01-41 que compone el segmento 42 de la Formación Tablazo.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 60 se observa el punto donde se tomó la muestra TES-01-41 de la Formación Tablazo catalogada como *mudstone*, de color rojo pálido y matriz micrítica.

Segmento 43

El segmento 43 de la Formación Tablazo está compuesto por una zona de derrubio con abundante vegetación, presenta 15.60 metros de cubierto.

Segmento 44

Figura 61. Segmento 44 de la Formación Tablazo compuesto por una intercalación de *packestone* y *shale*.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 61 se observa segmento 44 de la Formación Tablazo compuesto por una intercalación de caliza y *shale*, la capa de caliza es de textura *packestone* con matriz micrítica de color gris oscuro y el *shale* presenta laminación interna plano paralela de color negro, la relación es 0.12 metros de shale por cada 1.00 metros de caliza, la capa cuenta con un espesor de 5.65 metros y se encuentra buzando 25° al sureste. Del segmento 44 se tomaron dos muestras representativas TES-01-42 en la base y TES-01-43 hacia el techo, catalogadas composicionalmente como *packestone*.

Segmento 45

Figura 62. Segmento 45 de la Formación Tablazo compuesto por *shale*.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 62 se observa el segmento 45 de la Formación Tablazo compuesto por una capa de *shale* que presenta laminación interna plano paralela, de color gris claro, tiene un espesor de 5.80 metros, la capa se encuentra buzando 31° al sureste. Del segmento 45 se tomó la muestra TES-01-44 catalogada como *shale*.

Figura 63. *Shale* TES-01-44 que compone el segmento 45 de la Formación Tablazo.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 63 se observa el punto donde se tomó la muestra TES-01-44 catalogada como *shale*, de color amarillo oscuro a marrón, presenta laminación interna plano paralela y un contenido moderado de materia orgánica.

Segmento 46

El segmento 46 de la Formación Tablazo está compuesto por una capa de caliza tipo *wackestone* de color gris oscuro y matriz micrítica, abarca un espesor de 1.20 metros y la capa se encuentra buzando 30° al sureste.

Segmento 47

El segmento 47 de la Formación Tablazo corresponde a una pequeña zona de derrubio, presenta un espesor de 1.40 metros de cubierto yabundante vegetación.

Segmento 48

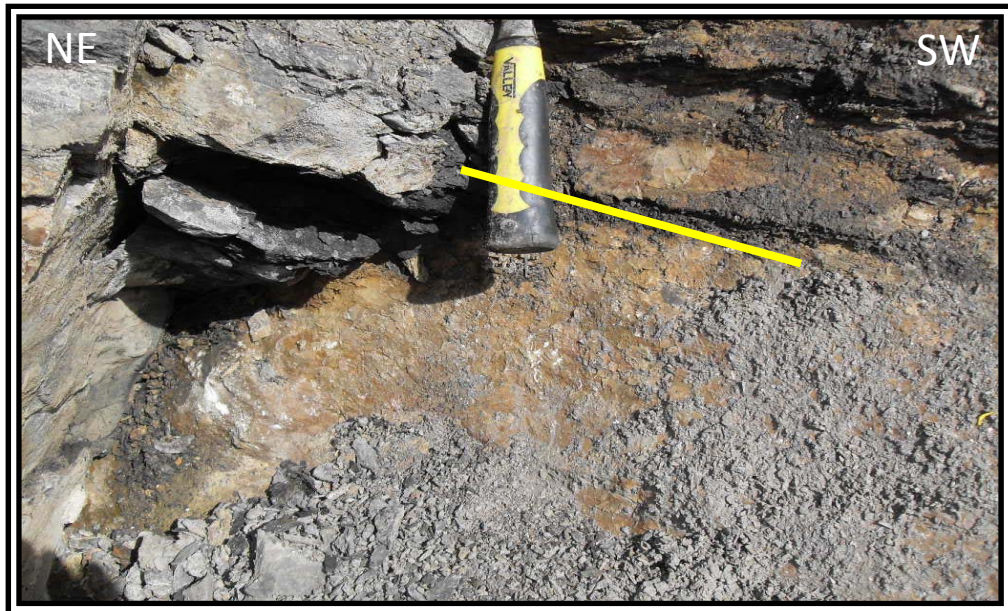
Figura 64. Segmento 48 de la Formación Tablazo compuesto por *mudstone*.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 64 se observa el segmento 48 de la Formación Tablazo compuesto por una capa de caliza de textura *mudstone* de color gris oscuro, con matriz micrítica. Abarca un espesor de 5.55 metros, la capa de caliza presenta venas de calcita. El segmento 48 se encuentra buzando 34° al sureste. Del segmento 48 se tomaron cuatro muestras TES-01-45, TES-01-46, TES-01-47 y TES-01-48 catalogadas composicionalmente como *mudstone*.

Figura 65. Mudstone TES-01-46 que compone el segmento 48 de la Formación Tablazo



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 65 se observa el punto donde se tomó la muestra TES-01-46 catalogada como *mudstone*, de color negro rojizo y matriz micrita.

Segmento 49

Figura 66. Segmento 49 de la Formación Tablazo compuesto por *packestone*.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 66 se observa el segmento 49 de la Formación Tablazo compuesto por una capa de caliza con textura *packestone* de matriz micrítica, abarca un espesor de 2.05 metros, presenta un color gris oscuro, la capa presenta nódulos calcáreos y se observa talacinooides hacia la base, se encuentra buzando 25° al sureste. Del segmento 49 se tomó la muestra TES-01-49 catalogada como *packestone*.

Figura 67. *Packestone* TES-01-49 que compone el segmento 49 de la Formación Tablazo.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 67 se observa el punto donde se tomó la muestra TES-01-49 catalogada como packestone, de color negro rojizo y matriz micrítica.

Segmento 50

Figura 68. Segmento 50 de la Formación Tablazo compuesto por *mudstone*.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 68 se observa el segmento 50 de la Formación Tablazo compuesto por una capa de caliza de textura *mudstone* con matriz lodo soportada, abarca un espesor de 1.20 metros, de color gris oscuro a negro, la capa se encuentra buzando 25° al sureste. Del segmento 50 se tomó la muestra TES-01-50 catalogada como *mudstone*.

Segmento 51

Figura 69. Segmento 51 de la Formación Tablazo compuesto por *packestone*.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 69 se observa el segmento 51 de la Formación Tablazo compuesto por una capa de caliza de 2.05 metros, con textura *packestone* de color gris claro a oscuro de matriz micrítica, la capa presenta nódulos calcáreos. Del segmento 51 se tomó la muestra TES-01-51 catalogada como *packestone*.

Segmento 52

Figura 70. Segmento 52 de la Formación Tablazo compuesto por *shale*.

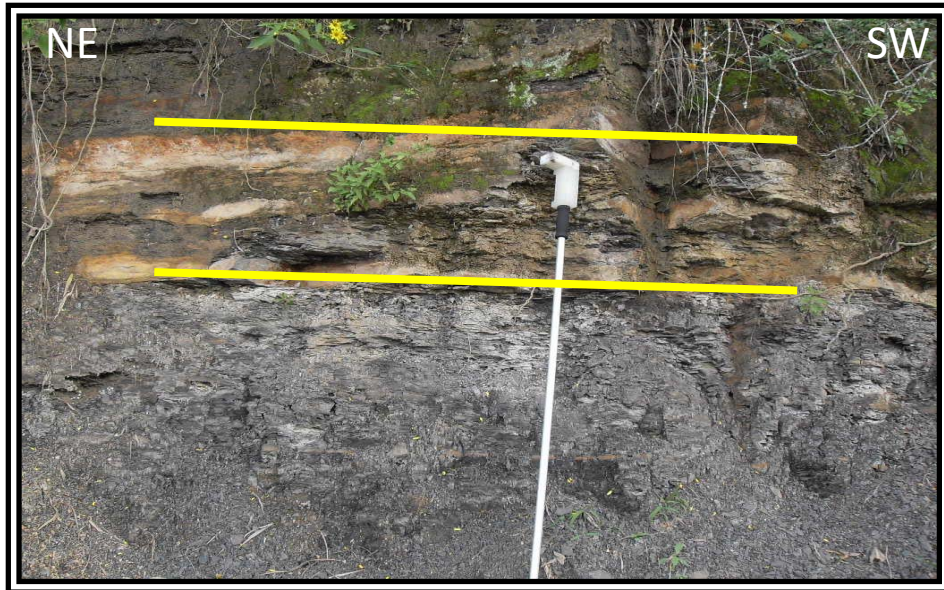


Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 70 se observa el segmento 52 de la Formación Tablazo compuesto por una capa de *shale* con laminación interna plano paralela, de color negro, cuenta con un espesor de 5.85 metros. Del segmento 52 se tomó la muestra TES-01-52 catalogada composicionalmente como *shale* de color marrón oscuro, presenta laminación interna plano paralela y alto contenido de materia orgánica.

Segmento 53

Figura 71. Segmento 53 de la Formación Tablazo compuesto por una intercalación de *shale* y *packestone*.

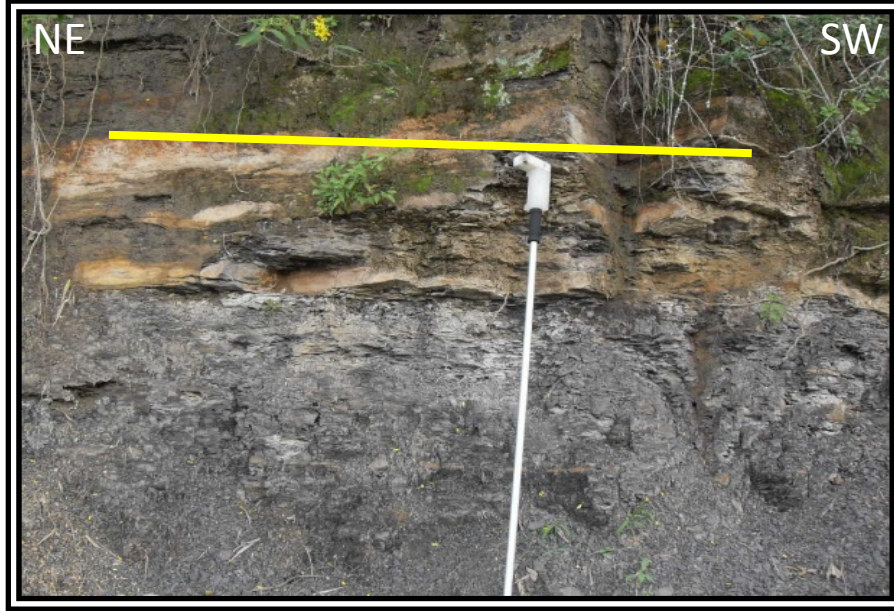


Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 71 se observa el segmento 53 de la Formación Tablazo compuesto una intercalación de *shale* y caliza, el *shale* tiene laminación interna paralela de color negro, la caliza es de textura *packestone* con matriz micrítica de color gris, esta capa abarca un espesor de 0.50 metros, la relación es 0.10 metros de caliza por 0.15 metros de shale. Del segmento 53 se tomó la muestra TES-01-53 catalogada como *packestone*.

Segmento 54

Figura 72. Segmento 54 de la Formación Tablazo compuesto por *packestone*.



Fuente: Autoras del Proyecto

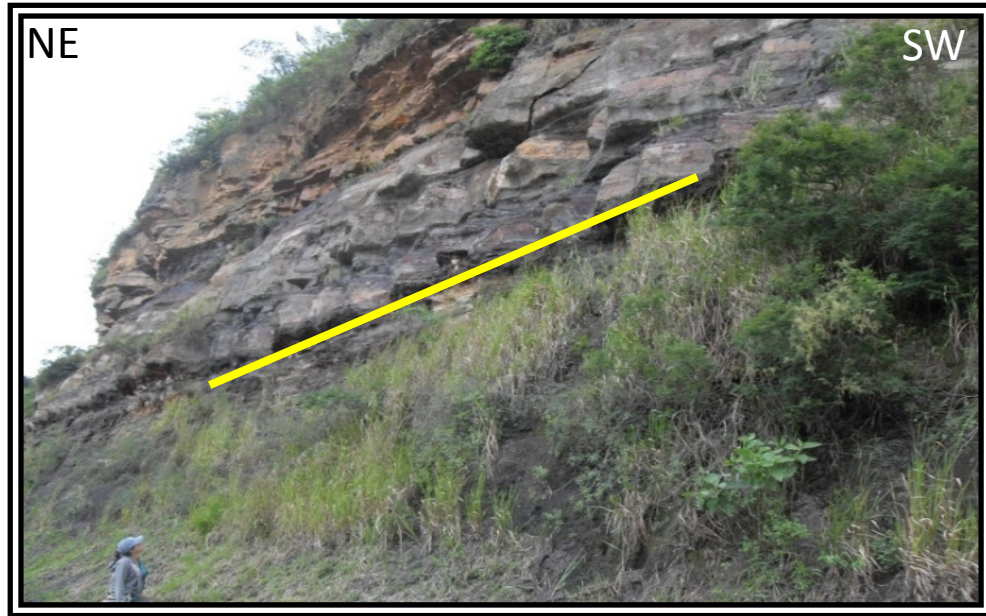
En la figura 72 se observa el segmento 54 de la Formación Tablazo, compuesto por una capa de caliza con textura *packestone* de matriz micrítica, cuenta con un espesor de 0.20 metros, presenta un color gris claro a oscuro, la capa se encuentra buzando 19° al sureste. Del segmento 54 se tomó la muestra TES-01-54 catalogada como *packestone* de color negro rojizo y matriz micrítica.

Segmento 55

El segmento 55 de la Formación Tablazo corresponde a una zona de derrubio, presenta un espesor de 21.70 y abundante vegetación.

Segmento 56

Figura 73. Segmento 56 de la Formación Tablazo compuesto por una intercalación de *shale* y *grainstone*.

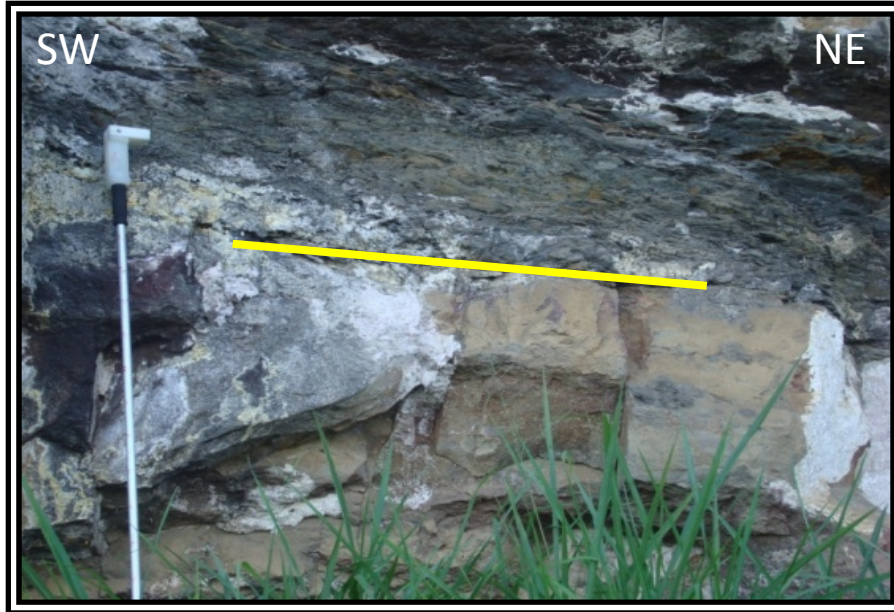


Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 73 se observa el segmento 56 de la Formación Tablazo. Se presenta dos tipos de litología, hacia la base un *shale* con laminación interna plano paralela de color gris oscuro y hacia el techo una caliza de textura *grainstone* con matriz micrita de color gris oscuro, este segmento tiene un espesor de 7.75 metros. Del segmento 56 se tomaron dos muestras TES-01-55 catalogada como shale y TES-01-56 catalogada como *grainstone*.

Segmento 57

Figura 74. *Wackestone* TES-01-57 que compone el segmento 57 de la Formación Tablazo.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 74 se observa el segmento 57 de la Formación Tablazo compuesto por caliza de textura tipo *wackestone* con matriz micrítica, de color gris rojizo, altamente meteorizada, la porosidad intragranular es alta, el tamaño de grano es arena fina, abarca un espesor de 1.00 metros, la capa se encuentra buzando 12° al sureste. Del segmento 57 se tomaron dos muestras TES-01-57 y TES-01-58 catalogadas como *wackestone*.

Figura 75. *Wackestone* TES-01-58 que compone el segmento 57 de la Formación Tablazo.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura anterior se observa el punto donde se tomó la muestra TES-01-58 catalogada como *wackestone*, de color rojizo y la matriz está constituida por lodo calcáreo. La muestra presenta huellas fósiles de conchas y turrítelas.

Segmento 58

Figura 76. Segmento 58 de la Formación Tablazo compuesto por *shale*.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 76 se observa el segmento 58 compuesto por una capa de *shale* con laminación interna plano paralela, de color negro amarillento, cuenta con un espesor de 2.10 metros, la capa se encuentra buzando 12° al sureste. Del segmento 58 se tomaron dos muestras representativas TES-01-59 y TES-01-60 catalogadas como *shale*.

Figura 77. *Shale* TES-01-59 que compone el segmento 58 de la Formación Tablazo.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 77 se observa el punto donde se tomó la muestra TES-01-59 catalogada como *shale*, de color marrón oscuro, presenta laminación interna plano paralela y alto contenido de materia orgánica.

Segmento 59

Figura 78. Segmento 59 de la Formación Tablazo compuesto por una intercalación de *grainstone* y *shale*.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 78 se observa el segmento 59 de la Formación Tablazo compuesto por una intercalación de caliza y *shale*, la caliza es de textura *grainstone* con matriz micrítica de color gris, el *shale* tiene laminación interna plano paralela de color café claro, esta capa tiene un espesor de 0.30 metros. Del segmento 59 se tomaron dos muestras TES-01-61 catalogada como *grainstone* y TES-01-62 catalogada como *shale*.

Figura 79. Intercalación de *grainstone* TES-01-61 y *shale* TES-01-62 que componen el segmento 59 de la Formación Tablazo.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 79 se observa el punto donde se tomaron las muestras TES-01-61 catalogada como *grainstone*, de color rojizo y matriz micrítica y la muestra TES-01-62 catalogada como *shale*, de color marrón rojizo, presenta laminación interna plano paralela y contenido moderado de materia orgánica.

4.4 ESTRATIGRAFÍA DE SECUENCIAS

4.4.1 Facies

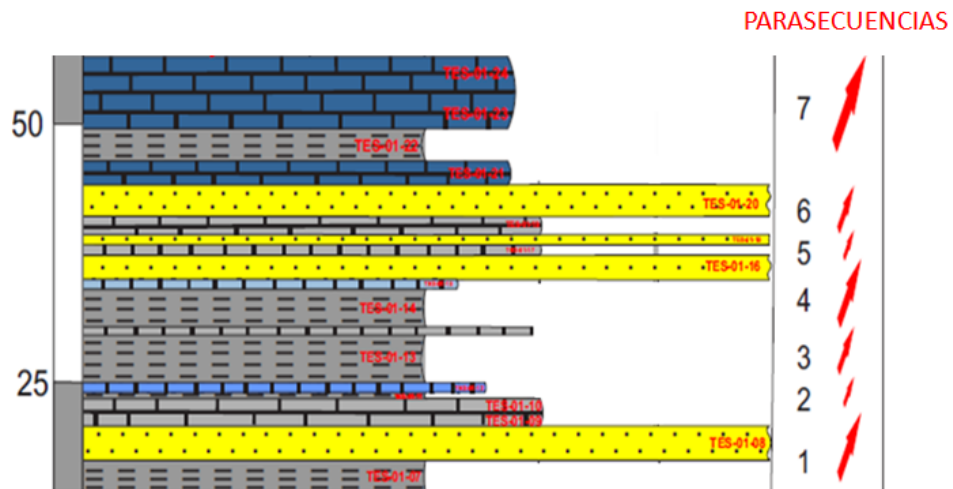
Una facies se define como una unidad litológica que posee un conjunto distintivo de características y/o atributos sedimentarios: una litología característica, textura, estructuras sedimentarias, contenido fósil, color y esquema de paleocorrientes, los cuales la hacen distinguibles de otras partes de la misma unida. (Walter, 1984).

Las facies pueden llamarse litofacies, biofacies o ichnofacies, dependiendo de los parámetros usados para su determinación y clasificación. La litofacies se define con base en las características sedimentarias, las cuales pueden estar conformadas por una sola litología y por intercalaciones de varias litologías (Walter, 1984). La biofacies se refiere a los elementos paleontológicos presentes en la roca (Selley, 1970). La ichnofacies hace referencia a las clases de fósiles traza presentes en la roca (Bromley, 1996).

En general una facies está rodeada por otras facies, que a su vez están relacionadas con ella. Esto significa que en un ambiente determinado las facies no están distribuidas al azar, si no que constituyen una asociación secuencial predecible, como resultado de ambientes de depósito contiguos (O. Cerra, 1985).

En este caso particular, se determinaron 6 facies mediante el análisis macro y microscópico de las diferentes muestras. Seguido de esto se estableció un tipo de asociación de facies a partir de la disposición y variación en la vertical de cada una de las facies, las cuales son evidencia de las variaciones en el régimen energético y de depositación de los sedimentos presentes. Este tipo de asociación se clasifica como asimétrica negativa. En la figura 80 se puede observar un esquema de asociación asimétrica negativa en una parasecuencia de la Formación Tablazo.

Figura 80. Esquema de asociación asimétrica negativa en las parasecuencias de la base de la Formación Tablazo.



Fuente: Tomado de la columna levantada de la Formación Tablazo en el presente proyecto.

En la gráfica 80 se observa un aumento en el tamaño granulométrico en la roca de base a techo. En la Formación Tablazo es evidente este caso debido a la superposición litológica de Shale-Caliza-Arenisca y Shale-Caliza. Este aumento granulométrico está representado hacia la base de la columna de la Formación Tablazo por la parasecuencia 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7.

Tabla 3. Cuadro cuantificación de facies.

# MUESTRA	FACIES	ESPESOR (m)	%
TES-01-07, TES-01-11, TES-01-13, TES-01-14, TES-01-22, TES01-25, TES01-26, TES-01-31, TES-01-33, TES-01-38, TES-01-40, TES01-44, TES-01-52, TES-01-55, TES-01-59, TES-01-60, TES-01-62.	Shale	46,8	33,63
TES-01-01, TES-01-02, TES-01-03, TES-01-04, TES-01-05, TES-01-06, TES-01-08, TES-01-16, TES-01-18, TES-01-20, TES-	Arenisca	29.09	20,90

# MUESTRA	FACIES	ESPESOR (m)	%
01-27, TES-01-28, TES-01-29, TES-01-30.			
TES01-21, TES-01-23, TES01-24, TES-01-32, TES01-37B, TES-01-42, TES-01-43, TES-01-49, TES-01-51, TES-01-53, TES-01-54.	Packestone	23,10	16,60
TES-01-09, TES-01-10, TES-01-17, TES-01-19, TES-01-36, TES-01-37, TES-01-56, TES-01-61.	Grainstone	22,44	16,12
TES-01-15, TES-01-39, TES-01-41, TES-01-45, TES-01-46, TES-01-47, TES-01-48, TES-01-50.	Mudstone	14,20	10,20
TES-01-12, TES-01-34, TES-01-35, TES-01-57, TES-01-58.	Wackestone	3,55	2,55
	TOTAL	139,18	

Fuente: Autoras del Proyecto

4.4.1.1 Facies shale. *Shales* principalmente de color negro debido a su alto contenido de materia orgánica, también se presentan en tonos grisáceos y algunos varían su color a amarillo oscuro a causa de la meteorización en la roca. Presentan laminación interna plano paralela. Las facies de *shale* constituyen el porcentaje más alto (33.63%) de la columna Formación Tablazo. Estos *shales* se desarrollaron en un ambiente de plataforma Off Shore, donde la energía es principalmente mecánica debido a la acción de olas y corrientes. La profundidad de formación es, aproximadamente, 200 metros respecto al nivel del mar.

4.4.1.2 Facies arenisca. Las facies arenisca están constituidas por subarcosas, sublitarenitas, cuarzoareniscas y litoarenitas feldespáticas. Las areniscas subarcosa presentan granos muy finos a finos, redondeados y bien calibrados. Su composición en cuarzo varía del 75 al 85%, los feldespatos del 10 al 15% y los

fragmentos de rocas de 2 al 20%. Se considera texturalmente una roca madura a muy madura. Las areniscas sublitarenitas presentan granos muy finos a finos, subredondeados y muy bien calibrados. Su composición es del 85% en Cuarzo y 15% en feldespatos. Se considera texturalmente una roca madura. Las cuarzoareniscas presentan granos muy finos a finos, redondeados a subangulares y bien calibrados. Su composición en cuarzo es 100%, presenta lodo calcáreo. Se considera texturalmente una roca submadura a madura. Las areniscas litoarenitas Feldespáticas presentan granos subredondeados y bien calibrados. El porcentaje de cuarzo varía del 54 al 60%, los feldespatos del 40 al 45% y los fragmentos de roca del 0 al 6%. Se considera texturalmente una roca madura.

En este caso particular de la Formación Tablazo, la facies de areniscas predominantes corresponde a la Subarcosa. En general la facies arenisca constituye el 20.90% de la columna Formación Tablazo.

Las facies arenisca se desarrollan en un ambiente marino de línea de costa.

4.4.1.3 Facies *packestone*. Calizas con textura *packestone* de color café claro. Estas calizas presentan más del 5% de contenido de micrita, son granosoportadas, contienen lodo, presentan nódulos calcáreos y talasinoides. Constituyen el 16.60% de la columna Formación Tablazo. La facies *packestone* se desarrollan en un ambiente de plataforma media, donde la energía es baja.

4.4.1.4 Facies *grainstone*. Calizas con textura *grainstone* de color gris claro. Presentan un contenido menor del 5% de micrita, son granosoportadas y carecen de lodo calcáreo. Constituyen el 16.12% de la columna Formación Tablazo. Las facies de *grainstone* se desarrollan en un ambiente de plataforma media, donde la energía es baja.

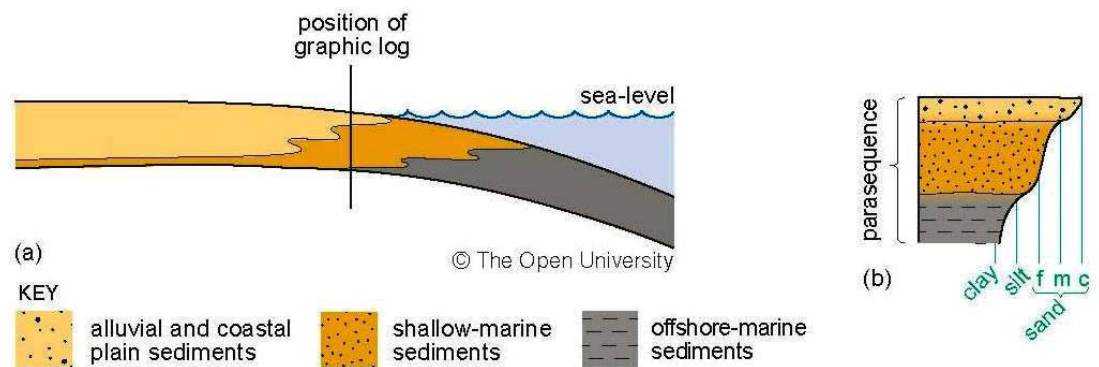
4.4.1.5 Facies *mudstone*. Calizas con textura *mudstone* de color gris oscuro a negro. Contienen menos del 10% de partículas de tamaño arena y la matriz es lodosoportada. Constituyen el 10.20% de la columna Formación Tablazo. Las facies *mudstone* se desarrollan en un ambiente de plataforma interna, la cual se presenta cercana a la costa.

4.4.1.6 Facies *wackestone*. Calizas con textura *wackestone* de color café claro a rojizo. Presentan un contenido mayor al 10% de partículas de tamaño arena y la matriz es lodosoportada. Las facies *wackestone* constituyen el 2.55% de la columna Formación Tablazo. Las facies de *wackestone* se desarrollan en un ambiente de plataforma media cercano a la costa entre la línea de playa y la planicie mareal, donde la energía es baja.

4.4.2 Parasecuencias

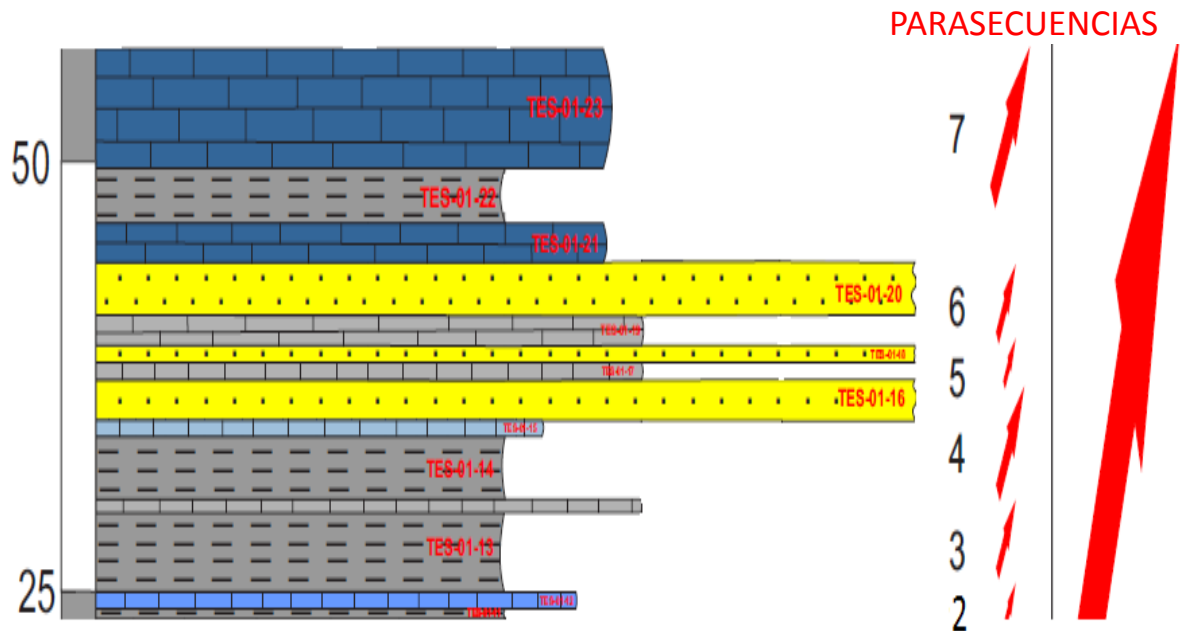
Sucesiones de rocas genéticamente relacionadas, limitadas por superficies de cambios del nivel del mar que corresponden con depósitos concordantes progresivamente someros hacia su parte superior.

Figura 81. Esquema explicativo de parasecuencia.



Tomado de: *Secuencias.pdf*

Figura 82. Esquema explicativo de las parasecuencias desarrolladas en la base de la Formación Tablazo

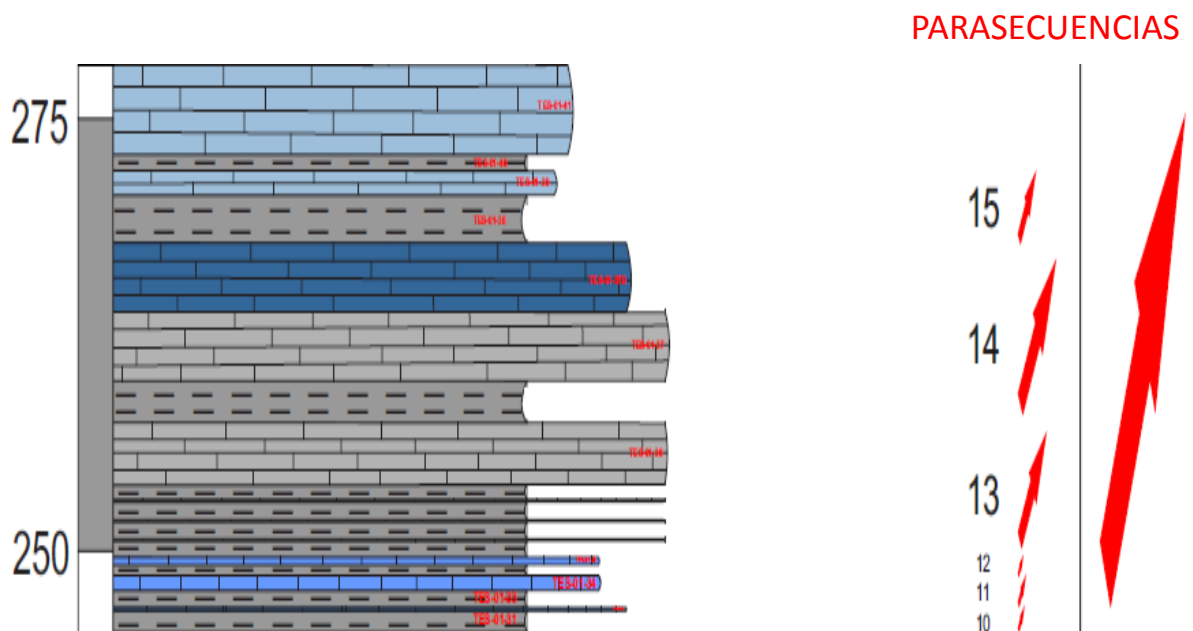


Fuente: Tomado de la columna levantada de la Formación Tablazo en el presente proyecto.

En la figura 82 se observan las parasecuencias que componen la base de la Formación Tablazo. La parasecuencia 1 está compuesta por la muestra TES-01-07 catalogada como shale de color marrón oscuro y laminación interna plano paralela, y la muestra TES-01-08 catalogada como subarcosa de color amarillo oscuro a naranja, de tamaño de granos muy fino a fino, los granos son esféricos, redondeados y bien seleccionados. Se considera madura texturalmente y está compuesta por cuarzo en un 85%, feldespato potásico 10% y fragmentos de roca 5%. El aumento granulométrico también está representado por la parasecuencia 2 compuesta por la muestra TES-01-09 catalogada como *grainstone* de color marrón grisáceo y matriz micrítica y la muestra TES-01-10 catalogada como *grainstone* de color amarillo oscuro a marrón y matriz micrítica. La roca presenta venas de calcita y huellas fósiles de conchas.

En la figura 80 también se puede observar la parasecuencia 3 compuesta por la muestra TES-01-11 catalogada como shale de color rojo muy oscuro, este *shale* presenta laminación interna plano paralela y contenido moderado de materia orgánica y la muestra TES-01-12 catalogada como wackestone de color marrón oscuro y matriz micrítica.

Figura 83. Esquema explicativo de las parasecuencias desarrolladas en el techo de la Formación Tablazo



Fuente: Tomado de la columna levantada de la Formación Tablazo en el presente proyecto.

En la figura 83 se observan las parasecuencias que componen el techo de la Formación Tablazo. La parasecuencia 14 está compuesta por la muestra TES-01-38 catalogada como *shale*, de color marrón claro, presenta laminación interna plano paralela y un contenido moderado de materia orgánica y la muestra TES-01-39 catalogada como *mudstone*, de color rojo grisáceo y lodosoportada. La parasecuencia 15 está compuesta por la muestra TES-01-40 catalogada como *shale*, de color rojo pálido, presenta laminación interna plano paralela y un

contenido moderado de materia orgánica y la muestra TES-01-41 catalogada como *mudstone*, de color rojo pálido y la matriz está constituida por micrita.

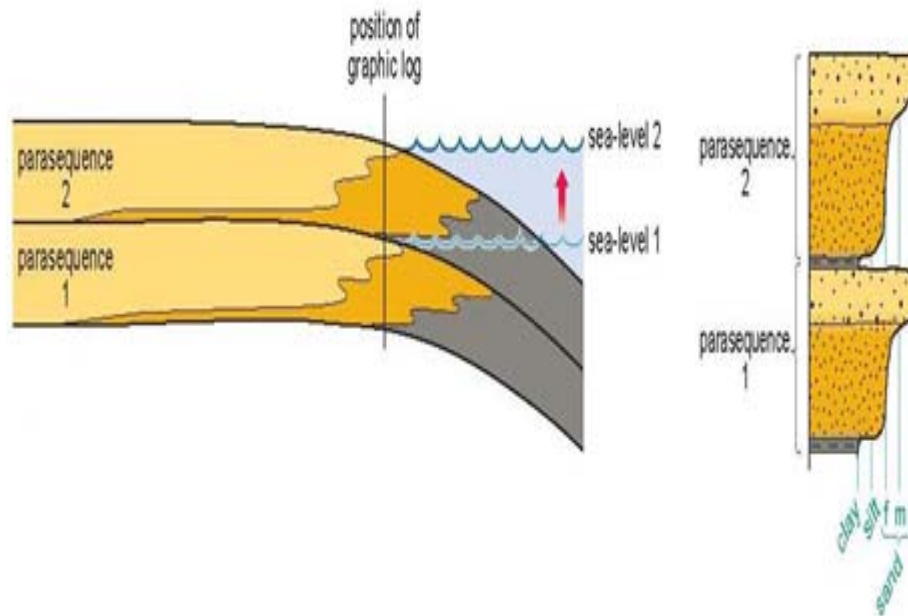
Se identificaron 22 parasecuencias en la columna de la Formación Tablazo, las cuales presentan variaciones litológicas agrupándose en 4 tipos:

- *Parasecuencia shale-arenisca*
- *Parasecuencia shale-caliza*
- *Parasecuencia caliza-arenisca*
- *Parasecuencia shale- caliza-arenisca*

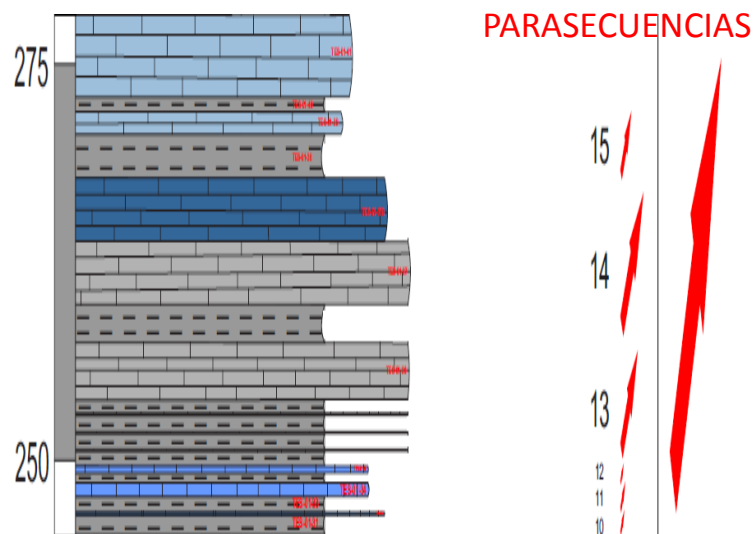
Estas parasecuencias se caracterizan por presentar un aumento en el tamaño del grano de base a techo, es decir, corresponden a parasecuencias granocrecientes.

1. Agradación: Es la secuencia deposicional donde el incremento en espacio de acomodación es igual al aporte de sedimentos.

Figura 84. Esquema comparativo entre el modelo de agradación y un segmento de la parte superior de la Formación Tablazo.



Tomado de: *Secuencias.pdf*

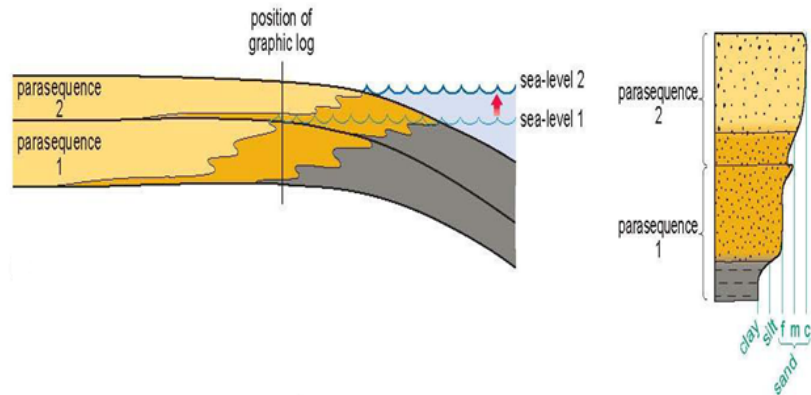


Fuente: Tomado de la columna levantada de la Formación Tablazo en el presente proyecto.

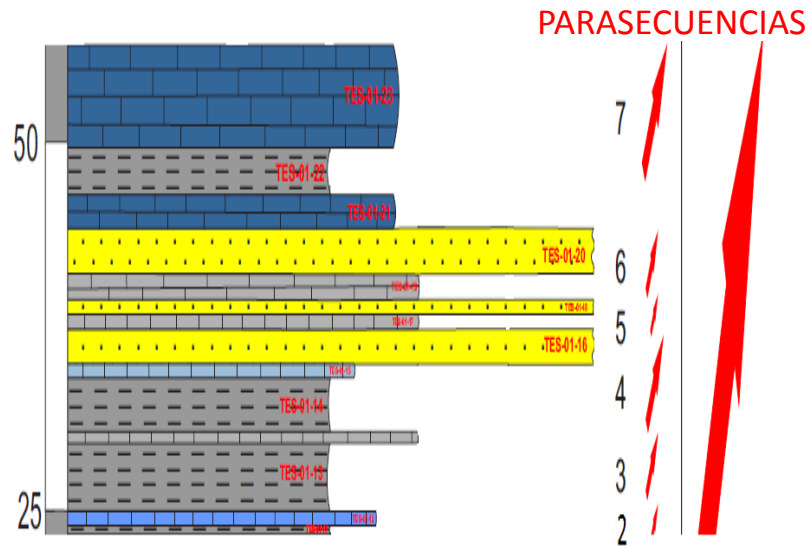
En la gráfica se puede observar que las parasecuencias mantienen un patrón de sucesión de *shale*-caliza, lo que indica una secuencia deposicional de agradación.

2. Progradación: Es la secuencia deposicional donde el incremento en espacio de acomodo es menor al aporte de sedimentos.

Figura 85. Esquema comparativo entre el modelo de progradación y un segmento de la parte superior de la Formación Tablazo



Tomado de: *Secuencias.pdf*

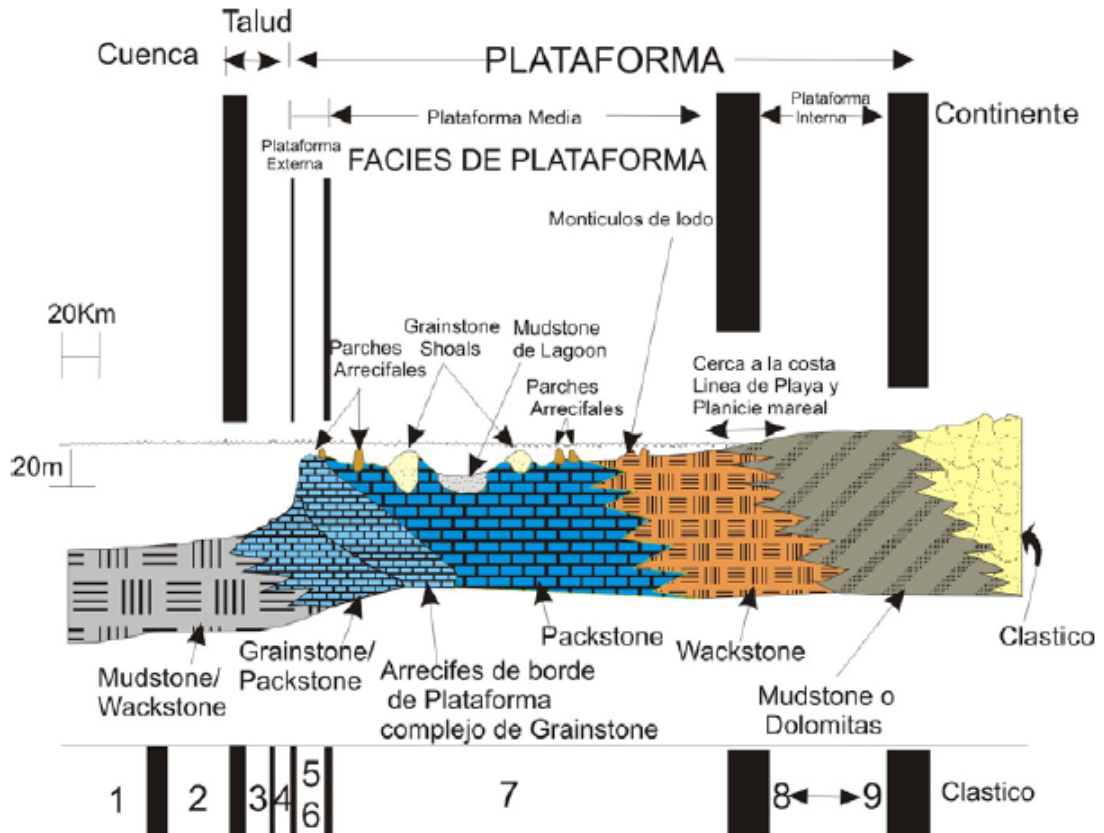


Fuente: Tomado de la columna levantada de la Formación Tablazo en el presente proyecto.

En la gráfica se puede observar que no existe un patrón de sucesión debido a que la parasecuencia *shale-caliza-arenisca* se encuentra afectada por un cambio en el nivel del mar ocasionando la desaparición de las facies arenisca y originando una parasecuencia *shale-caliza*.

4.5 INTERPRETACIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITACIÓN DE LA FORMACIÓN TABLAZO

Figura 86. Esquema explicativo de ambientes de facies carbonatadas.



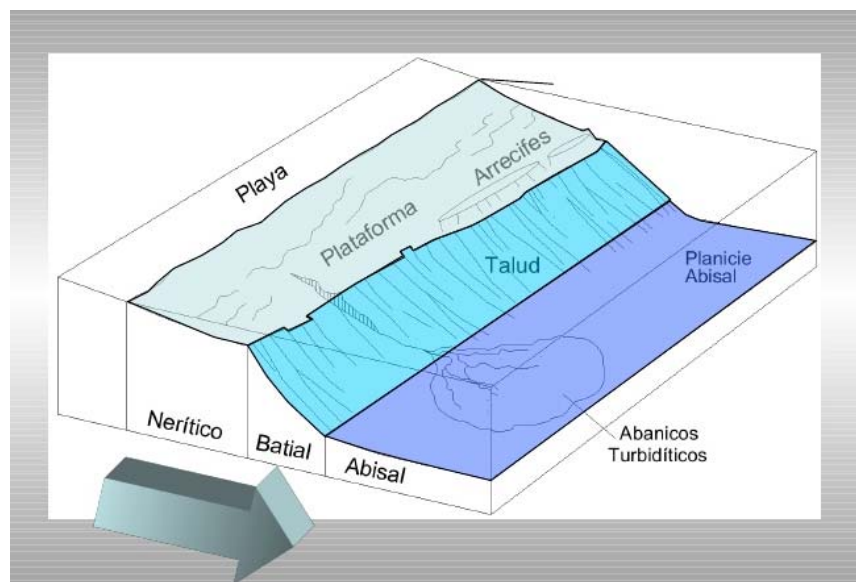
Fuente: Villafrade 2007

De la gráfica anterior se deducen los ambientes de depositación de las diferentes facies presentes en la Formación Tablazo.

Los *shales* se desarrollaron en un ambiente de plataforma Off Shore, donde la energía es principalmente mecánica debido a la acción de olas y corrientes. La profundidad de formación es, aproximadamente, 200 metros respecto al nivel del mar. Las facies *mudstone* se desarrollan en un ambiente de plataforma interna, la cual se presenta cercana a la costa. Las facies de *wackestone* se desarrollan en un

ambiente de plataforma media cercano a la costa entre la línea de playa y la planicie mareal, donde la energía es baja. Las facies de *packestone* se desarrollan en un ambiente de plataforma media, donde la energía es baja. Las facies de *grainstone* se desarrollan en un ambiente de plataforma media, donde la energía es baja y las facies arenisca se desarrollan en un ambiente marino de línea de costa.

Figura 87. Esquema explicativo de ambientes marinos.



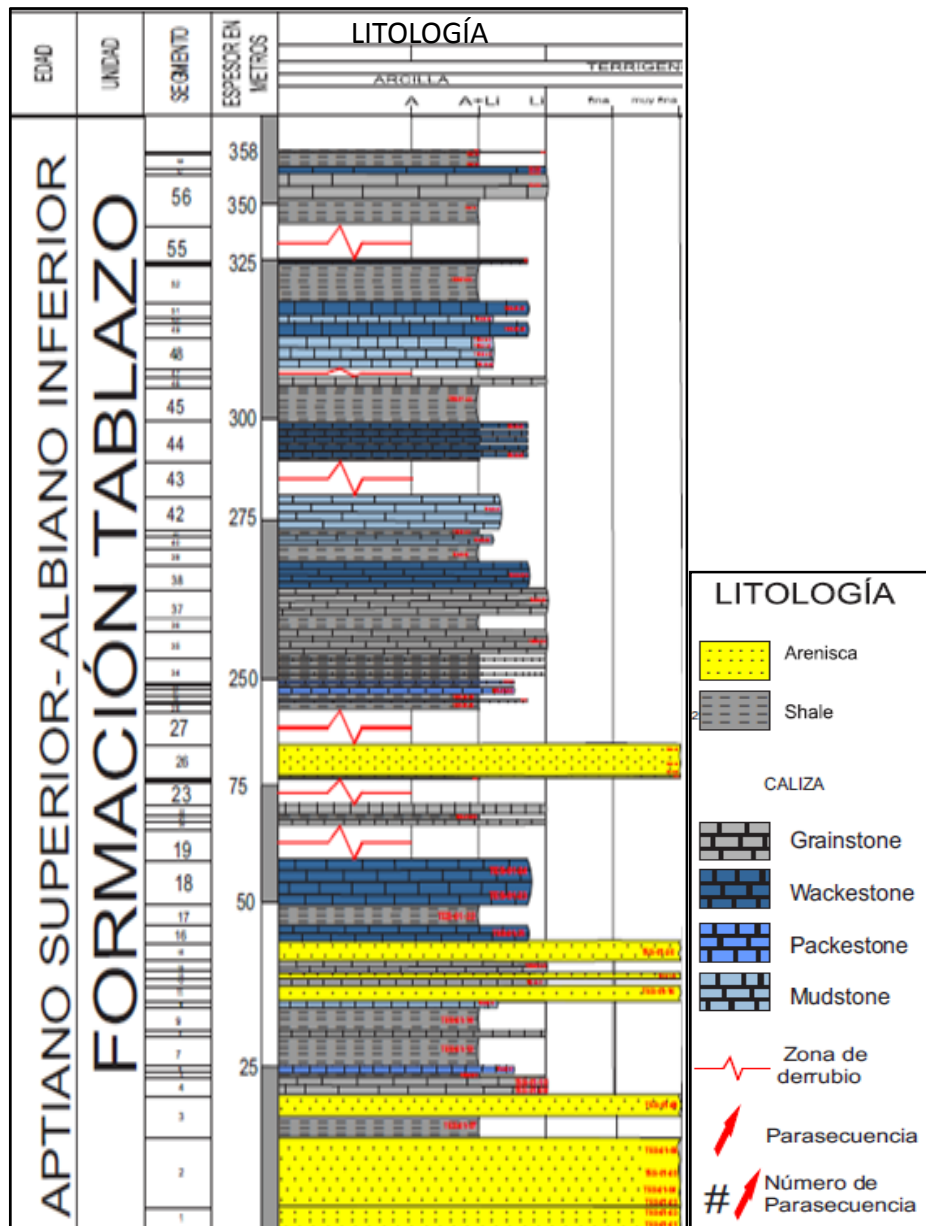
Tomado de: <http://es.scribd.com/doc/23533852/Marino>

Según el análisis de la composición de las muestras litológicas correspondientes a La Formación Tablazo, se puede concluir que, ésta se deposita en un ambiente marino nerítico o de plataforma, el cual se extiende desde la línea de costa hasta el talud continental, aproximadamente a 200 metros de profundidad.

Este ambiente está controlado por corrientes de alta energía y se encuentra dominado por olas, tormentas y mareas que agitan el lecho marino.

5. COLUMNA TIPO

Figura 88. Columna tipo de la Formación Tablazo.



Fuente: Autoras del Proyecto

En la figura 88 se observa la columna tipo de la Formación Tablazo compuesta por caliza tipo mudstone, packstone, wackestone, grainstone, arenisca y shale descritas con detalle en el capítulo 4.

6. SISTEMA PETROLÍFERO

Los yacimientos de gas no convencional corresponden a sedimentos de permeabilidad baja a ultra baja que producen principalmente gas seco, con porosidades menores a 0,1 mD y contenido de materia orgánica alta. (www.slb.com/~media/Files/resources/oilfield_review/spanish11/aut11/03_lutitas.pdf)

CARACTERISTICAS PARA YACIMIENTOS DE GAS SHALE

Estratigráficas

- Mineralogía, Shale de grano fino
- TOC > 2 %
- Porosidad > 3%
- Barreras naturales para restringir zonas a ser fracturadas
- Fabrica de la roca
- Roca sea fracturable, % de cuarzo alto
- Kerogeno tipo 2

Estructurales

- Regimen de estrés
- Proximidad a pliegues o fallas
- Características del enterramiento

SISTEMA PETROLÍFERO TABLAZO POZO LA LUNA-1 CIRAS INFANTA

- TOC= 14 %
- Ventana de generación gas seco

- Reservorio mineralogía de la zona shale
- Porosidad 9 y 10%
- Trampa
- Sello poros, barras de caliza

En la zona de estudio la Formación Tablazo podría estar relacionada a un yacimiento de gas shale no convencional por las características litológicas determinadas en las muestras obtenidas en campo.

En este caso particular no se puede determinar una trampa ya que el gas no migró después de su proceso de formación, por lo cual se puede decir que la roca generadora son los shales, al no migrar el gas esa roca se convierte en roca reservorio y en roca sello por la baja permeabilidad que caracteriza a los shales que impide la salida del gas.

ROCA GENERADORA, RESERVORIO Y SELLO

Shales de la Formación Tablazo, principalmente de color negro debido a su alto contenido de materia orgánica, también se presentan en tonos grisáceos. Presentan laminación interna plano paralela, porosidad baja y texturalmente se clasifica como una roca muy madura. Representa 46.80 metros de espesor en la columna, sin tener en cuenta zonas de derrubio que posiblemente hacen parte de esta unidad litológica.

Estos Shales se desarrollaron en un ambiente de plataforma Off Shore de baja energía.

CONCLUSIONES

Se revisaron y actualizaron bajo conceptos de estratigrafía de secuencias y columna tipo un miembro del sistema petrolífero asociado al Grupo Calcáreo Basal, la Formación Tablazo de la cuenca del Valle Medio del Magdalena.

Mediante el levantamiento de la columna y el análisis macroscópico y microscópico de las muestras recolectadas en campo se reconocieron e identificaron 6 facies litológicas presentes en la Formación Tablazo. De los 139.18 metros levantados el 33.63% corresponde a *shale*, el 20.90% a arenisca, 16.60% a *packestone*, 16.12% a *grainstone*, 10.20% a *mudstone* y 2.55% *wackestone*.

Se estableció un tipo de asociación asimétrica negativa de facies para la Formación Tablazo a partir de la disposición y variación en la vertical de cada una de las facies, las cuales son evidencia de las variaciones en el régimen energético y de depositación de los sedimentos presentes. En la columna de la Formación Tablazo existe un aumento en el tamaño granulométrico en la roca de base a techo debido a la superposición litológica de Shale-Caliza-Arenisca y Shale-Caliza.

La Formación Tablazo en su fase inicial en el Aptiano superior se ve afectada por transgresión marina que va acompañada por el depósito de sedimentos marinos sobre el territorio invadido, es decir, favoreciendo las facies carbonatadas típicas de plataforma continental sobre sedimentos terrígenos depositados en un ambiente costero o fluvial previo y hacia la fase final en el Albiano inferior se ve afectada por un proceso de regresión marina en el cual desaparecen las facies arenisca y sólo hay depósito de facies carbonatadas.

Se determinaron 22 parasecuencias a partir de la columna estratigráfica que caracterizan por presentar un aumento en el tamaño del grano de base a techo, es decir, corresponden a parasecuencias granocrecientes y de acuerdo a la distribución de facies se distinguen dos tipos de secuencias deposicionales para la Formación Tablazo: Agradación que es la secuencia deposicional donde el incremento en espacio de acomodación es igual al aporte de sedimentos, ocurre hacia el techo de la Formación y corresponde a parasecuencias de shale-caliza y progradación que es la secuencia deposicional donde el incremento en espacio de acomodo es menor al aporte de sedimentos, ocurre hacia la base de la Formación y corresponde a parasecuencias de shale-caliza-arenisca.

A partir de la información obtenida mediante el análisis de facies estratigráficas se deduce que el ambiente de depositación para la Formación Tablazo corresponde a un ambiente marino. La presencia de facies *shale* indica un ambiente de plataforma *off shore*, las facies *packestone*, *grainstone* y *wackestone* un ambiente de plataforma media, las facies *mudstone* un ambiente de plataforma interna cercano a la costa y las facies arenisca se desarrollan en un ambiente marino de línea de costa.

A lo largo de la columna se evidencia que la Formación Tablazo hacia la base se depositó en un ambiente marino cercano a la línea de costa debido a la presencia de facies areniscas y a medida que ocurría la depositación el ambiente de esta se hacía más profundo, esto debido a la presencia de facies *shale* y *grainstone*.

RECOMENDACIONES

- Realizar estudios geoquímicos a la Formación Tablazo en la zona de estudio como carbono orgánico total (TOC) para determinar el nivel de potencial generador, *rock evalpyrolysis* reflectancia de la vitrinita entre otros, para establecer el tipo de kerogeno y el grado de evolución termal, esto con la finalidad de comprobar la existencia de un yacimiento de gas *shale* no convencional y si es viable su extracción.
- Hacer estudios de porosidad y fracturamiento de la roca.

BIBLIOGRAFÍA

ALLEN, R. B. et al. (1994). Geology and hydrocarbon potential of the Cordillera Oriental, Colombia. Earth sciences and resources Institute, University of South Carolina, University of Utah. Vol. 2, regional stratigraphy, 180 p.

CLAVIJO, J. (1985). Secuencia facial de la Formación Los Santos por la Quebrada Piedra Azul: Registro de una hoya fluvial evanescente. Proyecto Cretácico. Publicaciones Geológicas Especiales Ingeominas (16) Capítulo IV, : 1-18. Bogotá.

COOPER, M.A. et al. (1995) Basin development and tectonic history of the Llanos Basin, Eastern Cordillera and Middle Magdalena Valley, Colombia. AAPG Bull, Vol. 79 No. 10, pp. 1421-1443.

CRUZ, L. E. (1991). Cartografía de rocas sedimentarias, guías de campo I. Escuela de geología, Universidad Industrial de Santander.
95

DUNHAM, R. J. (1962) Classification of carbonate rocks according to depositional texture. AAPG Memoirs.

ETAYO, F. (1968). El Sistema Cretáceo en la región de Villa de Leiva y zonas próximas. Universidad Nacional de Colombia. Geología Colombiana, (5) : 3-74. Bogotá.

ETAYO, F. Y Rodríguez, G.I. (1985). Edad de la Formación Los Santos. Proyecto Cretácico. Publicaciones Geológicas Especiales Ingeominas, (16) Capítulo XXVI, : 1-12. Bogotá. 96

HUBACH, E. (1957a) (escrito en 1951). Estratigrafía de la Sabana de Bogotá y alrededores. *Bol. Geol., Inst. Geol., Nal.*, vol. 5, nº 2, pp. 93-112, 2 lám., Bogotá.

HUBACH, E. (1957b). Contribución a las Unidades Estratigráficas de Colombia. *Inst. Geol..Nal.*, informe nº 1212 (inédito), 166 pp., Bogotá.

MENDOZA, H. (1985). La Formación Cumbre. Modelo de transgresión marina rítmica, de comienzos del Cretácico. Proyecto Cretácico. Publicaciones Geológicas Especiales Ingeominas, (16) Capítulo IX,: 1-17. Bogotá.

MENDOZA, E. y Ramírez, F. (1984) Geología Ambiental de Barichara, Villanueva y Cabrera. UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

MORALES, L. (1958).General geology and oil occurrences of Middle Magdalena Valley, Colombia. In: Habitat of Oil Symposium. American Association of Petroleum Geologists, pp. 641-695.

MUNSELL COLOR, 2009.Geological Rock-Color Chart.

PARRA, C. y Patiño, J.(2008). Caracterización estructural y estratigráfica de las formaciones Simití y Tablazo sobre la microcuenca de la quebrada la Paramera, Municipio de Barichara, Santander, con fines hidrogeológicos. UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

PULIDO, O. (1985)Reseña Explicativa del Mapa Geológico Preliminar de la plancha 135 (San Gil) Escala 1:100.000. INGEOMINAS.

ROLON, L. (2004). Structural Geometry of the Jura-Cretaceous rift of the middle Magdalena Valley Basin – Colombia. 2004. Tesis Grado Maestría Ciencias en Geología. Morgantown, WV.

VAN DER Hammen, T. (1958). Estratigrafía del Terciario y Maestrichtiano continental y tectogénesis de los Andes Colombianos. Inventario Geológico Nacional. Boletín Geológico, 6 (1-3) : 67-128. Bogotá.

VAN WAGONER J. et al. (1988). An overview of the fundamentals of sequence stratigraphy and key definitions special publications – Society of economic paleontologists and mineralogists, 42 pp. 39-45.

VERA, J.A. (1994). Estratigrafía Principios y Métodos. Rueda, Madrid, 806 p.

VILLAFRADE, G.(2007).Estratigrafía y Sedimentación en el Eoceno, para los pozos Porvenir-3 y Cerro Villa Nueva 1. En el área del cinturón de San Jacinto, Valle inferior del Magdalena. NW de Colombia. UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

WARD et al. (1977). Mapa geológico del cuadrángulo H12, Bucaramanga. INGEOMINAS.

WARD et al. (1973). Geología de los cuadrángulos H-12 Bucaramanga y H-13 Pamplona, Departamento de Santander. INGEOMINAS.

WHEELER, O. (1929). Report on the Palmira Series with notes on stratigraphy of the Umir, Lisama and la Paz Formation near the Eastern part of the Mares Concession. Int. Emp. Col. Petr. (inédito).

ANEXOS