

**CARACTERIZACIÓN DE FACIES, LITOESTRATIGRAFÍA Y  
AMBIENTES DE DEPOSITACIÓN QUE DIFERENCIAN LA SECUENCIA  
SEDIMENTARIA AFLORANTE EN LA VÍA QUE CONDUCE A LAS  
VEREDAS TAMPANQUEBA Y CÚNUBA DEL MUNICIPIO DE  
PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER – COLOMBIA.**

**EDUARD DAVID FRANCO PEÑA**

**KATHERINE LISSETH JAIMES BAUTISTA**

**Universidad de Pamplona  
Departamento de Física y Geología  
Programa de Geología  
Villa del Rosario, Norte de Santander, Colombia  
2017**



---

**CARACTERIZACIÓN DE FACIES, LITOESTRATIGRAFÍA Y  
AMBIENTES DE DEPOSITACIÓN QUE DIFERENCIAN LA SECUENCIA  
SEDIMENTARIA AFLORANTE EN LA VÍA QUE CONDUCE A LAS  
VEREDAS TAMPANQUEBA Y CÚNUBA DEL MUNICIPIO DE  
PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER – COLOMBIA**

**EDUARD DAVID FRANCO PEÑA**

**KATHERINE LISSETH JAIMES BAUTISTA**

**Trabajo de grado modalidad investigación presentado como requisito para  
optar al título de Geólogo**

**Director**

**Eliécer Uribe Portilla**

**Geólogo MSc**

**Codirector**

**Ilich Sebastián Villamizar Solano**

**Geólogo MSc**

**Universidad de Pamplona**

**Departamento de Física y Geología**

**Programa de Geología**

**Villa del Rosario, Norte de Santander, Colombia**

**2017**



## Dedicatoria

*A Dios todo poderoso por haberme regalado unos padres maravillosos que día a día luchan por brindarme lo mejor de ellos, por su inalcanzable amor, esfuerzo y apoyo durante cada paso que doy en mi vida, porque gracias a su ejemplo de valentía y berraquera; hoy puedo sentirme orgullosa de mí y decir que es un logro cumplido de los muchos que tengo para mi vida; gracias a ellos soy lo que soy, estoy donde estoy y tengo lo que tengo. Gracias padres de mi alma. ¡Los amo!*

**KATHERINE JAIMES BAUTISTA**

*Al todo Poderoso por guiarme y no dejarme desfallecer. A mi angelito de la guarda: Mi abuela Mery, aunque ya no estás conmigo, sé que me cuidas y me sigues amando como yo a ti. Este gran logro en mi vida va dedicado también a dos de mis grandes bendiciones: Patricia y Yaneth, las dos madres que el cielo me ha dado. Hoy lucho y soy quien soy por ustedes pues son el motor de mi motivación, la luz de mis ojos y por quienes siempre luchare hasta el final. Gracias por siempre estar a mi lado ayudándome, apoyándome y brindándome su amor desinteresado e incondicional. A mi padre por su apoyo. A mi Hermana Oriana, a mi tía Elizabeth y a mis dos primos Andrés y Heberth por creer en mí y siempre brindarme su amor, ayuda y consejos. A mi compañero, amigo, confidente y psiquiatra Iván por su ayuda, consejos y apoyo. A todos aquellos que de una u otra forma me ayudaron e hicieron posible este logro, mil y mil gracias. Los Amo!*

**EDUARD DAVID FRANCO PEÑA**



## Agradecimientos

Agradecemos a la universidad de Pamplona, facultad de ciencias básicas, programa de Geología por permitirnos ser parte de su alma mater y formarnos como profesionales.

Especialmente Eliécer Uribe Portilla director de tesis, quien desde el inicio de nuestra formación como geólogos estuvo inculcándonos el don de la responsabilidad y compromiso como profesionales, estuvo con nosotros orientándonos sin dejarnos desfallecer, y más que eso brindándonos su mano amiga en cada paso que dimos a lo largo de nuestra carrera.

A Ilich Villamizar director del grupo de Investigación Geológica Mammoth, por su apoyo durante este proceso, por sus conocimientos y apoyo especial en la fase de campo de este proyecto.

Agradecemos al Grupo de Investigación Geológica Mammoth y al Semillero de Investigación Geocron, que nos acompañaron en la labor de campo, a Jonathan Ortiz, Bayron Villamizar, Christian Prada, Laura Carrero, Daniel Figueredo, Shirley Flórez, Sebastián Saavedra y Ruth Pacheco.

Agradecemos a Janer Cantillo y Marcelo Calderón por disponer de su tiempo para el avance del proyecto.

Agradecemos a nuestros familiares quienes fueron parte fundamental en este proyecto, porque sin sus apoyos y motivaciones nada de esto hubiera sido posible, porque creer en nosotros y depositar su plena confianza en nuestros conocimientos.

Agradecemos al personal de laboratorio: Carlos Celis, Clara Estévez y Cristina Landazabal; por disponer de su tiempo y de los espacios para la ejecución de este proyecto.



## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN .....	13
ABSTRACT .....	15
1. INTRODUCCIÓN.....	17
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	19
3. OBJETIVOS .....	20
3.1. General .....	20
3.2. Específicos .....	20
4. GENERALIDADES .....	21
4.1. Localización .....	21
4.2. Vías de acceso .....	23
4.3. Clima y vegetación.....	23
4.4. Alcances y limitaciones.....	25
5. METODOLOGÍA.....	27
5.1 Revisión bibliográfica.....	27
5.2 Fotointerpretación del área de estudio .....	27
5.3 Fase de campo.....	28
5.3.1 Cartografía geológica del área de estudio .....	29
5.3.2 Levantamiento de columnas estratigráficas.....	30
5.3.3 Toma de muestras.....	34
5.3.4 Descripción y clasificación macroscópica de las muestras .....	34
5.4 Trabajo de laboratorio.....	36
5.4.1 Análisis de muestras de mano en lupas estereoscópicas .....	36
5.4.2 Elaboración y descripción de Pellejos .....	37
5.4.3. Elaboración de secciones delgadas.....	38
5.4.4. Análisis petrográficos en secciones delgadas.....	39
5.4.5. Análisis paleontológicos.....	39
5.5 Tratamiento de los datos .....	41
5.5.1 Interpretación de los datos obtenidos .....	42
5.5.2 Redacción del informe final .....	43



---

6	ANTECEDENTES .....	44
7	FOTOINTERPRETACIÓN .....	51
7.1	Unidad fotogeológica A.....	51
7.2	Unidad Fotogeológica B .....	51
7.3	Unidad Fotogeológica C .....	52
7.4	Unidad Fotogeológica D .....	52
8	MARCO GEOLÓGICO REGIONAL .....	55
8.1	Estratigrafía.....	58
8.1.1	Rocas pre cretácicas .....	58
8.1.2	Rocas del cretácico .....	59
8.1.3	Holoceno.....	63
8.2	Geología estructural .....	63
8.2.1	Sistemas de fallas La Mercedes – Morronegro .....	63
9	MARCO GEOLÓGICO LOCAL.....	64
9.1	Estratigrafía.....	67
9.1.1	Formación Floresta Metamorfoseada .....	67
9.1.2	Formación Tibú (Kitm1) .....	68
9.1.3	Formación Mercedes (Kitm2) .....	89
10	INTERPRETACIÓN AMBIENTAL .....	116
10.1	Interpretación Ambiental para la Formación Tibú.....	116
10.2	Interpretación Ambiental para la Formación Mercedes.....	117
11	EVOLUCIÓN GEOLÓGICA.....	123
12	CONCLUSIONES.....	125
13	RECOMENDACIONES .....	128
14	BIBLIOGRAFÍA .....	129



---

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO Y LIMITANDO LA SECCIÓN DEL LEVANTAMIENTO ESTRATIGRÁFICO. .....	22
FIGURA 2. VÍAS DE ACCESO A LA ZONA DE ESTUDIO. ....	23
FIGURA 3. FORMATO PARA LEVANTAMIENTO DE COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS. ....	32
FIGURA 4. CONVENCIONES UTILIZADAS EN LAS DESCRIPCIONES DE LAS COLUMNA ESTRATIGRÁFICA LEVANTADA. ...	33
FIGURA 5. CLASIFICACIÓN COMPOSICIONAL DE ROCAS SILICICLÁSTICAS O TERRÍGENAS FOLK (1968,1970) .....	34
FIGURA 6. CLASIFICACIÓN TEXTURAL DE ROCAS SEDIMENTARIAS SEGÚN FOLK, (1959) .....	35
FIGURA 7. CLASIFICACIÓN DE ROCAS CARBONATADAS (FOLK, 1959) Y (DUNHAM, 1962), RESPECTIVAMENTE. ....	35
FIGURA 8. PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE PELLEJOS.....	38
FIGURA 9. MÉTODO FÍSICO EMPLEADO.....	40
FIGURA 10. MAPA FOTOGEOLÓGICO DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	53
FIGURA 11. MAPA GEOLÓGICO REGIONAL DE LAS UNIDADES ADYACENTES A LA ZONA DE ESTUDIO. ....	56
FIGURA 12. COLUMNA GENERALIZADA FORMACION TIBÚ – MERCEDES.....	60
FIGURA 13. MAPA GEOLÓGICO DEL ÁREA DE ESTUDIO A ESCALA 1:10000.....	65
FIGURA 14. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA A ESCALA 1:100 MIEMBRO CONGLOMERADOS LA LEONOR. ....	70
FIGURA 15. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA A ESCALA 1:100 DEL MIEMBRO CALIZAS CÚNUBA (MCC). ....	77
FIGURA 16. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA A ESCALA 1:100 MIEMBRO ARENISCAS Y CALIZAS DE LA RECTA. ....	83
FIGURA 17. COLUMNA DEL MIEMBRO CALIZAS VEREDA SANTA ANA. ....	91
FIGURA 18. COLUMNA DEL MIEMBRO LIMOLITAS Y CALIZAS TAMPAQUEBA (MLCT).....	98
FIGURA 19. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA A ESCALA 1:100 DEL MIEMBRO LIMOLITAS, ARENISCAS Y CALIZAS EL TOPE .....	106
FIGURA 20. MAPA GEOLÓGICO LOCAL DE LA FORMACIÓN TIBÚ Y LA FORMACIÓN MERCEDES CON SUS MIEMBROS CORRESPONDIENTES. ....	113



---

FIGURA 21. ESQUEMA GENERAL DE DISTRIBUCIÓN DE FACIES EN EL MODELO ESTÁNDAR DE WILLSON. .... 119

FIGURA 22. BLOQUE DIAGRAMA DE LOS AMBIENTES DE LA FORMACIÓN TIBÚ Y LA FORMACIÓN MERCEDES. .... 122





## LISTA DE TABLAS

TABLA 1. COORDENADAS DEL POLÍGONO DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	21
TABLA 2. SIGLAS UTILIZADAS EN LAS MUESTRAS DE LA CARTOGRAFÍA. ....	30
TABLA 3. SIGLAS UTILIZADAS EN LAS MUESTRAS DE LA COLUMNA ESTRATIGRÁFICA. ....	32
TABLA 4. COORDENADAS DEL POLÍGONO DEL ÁREA REGIONAL .....	55
TABLA 5. FACIES DE LA FORMACIÓN TIBÚ. ....	88
TABLA 6. FACIES DE LA FORMACIÓN MERCEDES. ....	112



## LISTA DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFIA 1. VEGETACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	25
FOTOGRAFIA 2. DESLIZAMIENTOS SOBRE LA VIA A LA ZONA DE ESTUDIO.....	26
FOTOGRAFIA 3. FASE PARA CONSTRUCCIÓN DEL MAPA FOTOGEOLOGÍCO.....	28
FOTOGRAFIA 4. FASE DE CAMPO.....	29
FOTOGRAFIA 5. MARCADO DEL BASTONEO REALIZADO EN CAMPO.....	33
FOTOGRAFIA 6. LUPA BINOCULAR MARCA OLYMPUS.....	37
FOTOGRAFIA 7. MICROSCOPIO DE LUZ POLARIZADA MARCA NIKON E200POL.....	39
FOTOGRAFIA 8. LIMPIEZA DE FÓSILES.....	41
FOTOGRAFIA 9.FORMACIÓN FLORESTA METAMORFOSEADA.....	68
FOTOGRAFIA 10.FORMACIÓN TIBÚ.....	68
FOTOGRAFIA 11.SEGMENTO 1.....	71
FOTOGRAFIA 12.SEGMENTO 2, BASE.....	72
FOTOGRAFIA 13.SEGMENTO 2, TECHO.....	73
FOTOGRAFIA 14.SEGMENTO 3.....	74
FOTOGRAFIA 15. CUBIERTO ENTRE EL SEGMENTO 3 Y 4.....	75
FOTOGRAFIA 16. SEGMENTO 4.....	78
FOTOGRAFIA 17. EQUINODERMO: TOXASTER SP.....	79
FOTOGRAFIA 18. GASTERÓPODOS: TURRITELLA.....	80
FOTOGRAFIA 19. SEGMENTO 5.....	80
FOTOGRAFIA 20. PELLEJO 6 (GIGMTGKEB29M18).....	81
FOTOGRAFIA 21.SECCIÓN DELGADA GIGMTGKEPB28M16.....	82
FOTOGRAFIA 22. SEGMENTO 6.....	84



---

FOTOGRAFIA 23.PELLEJO REALIZADO 31 (GIGMTGKEPB31M1). .....	85
FOTOGRAFIA 24. SEGMENTO 7 .....	86
FOTOGRAFIA 25. SEGMENTO 8. ....	87
FOTOGRAFIA 26. SECCIÓN REPRESENTATIVA FORMACIÓN MERCEDES .....	89
FOTOGRAFIA 27.FÓSILES REPRESENTATIVOS, FORMACIÓN MERCEDES. ....	90
FOTOGRAFIA 28. SEGMENTO 9. ....	92
FOTOGRAFIA 29. PARTE DEL SEGMENTO CON MAYOR CONTENIDO FÓSIL.....	93
FOTOGRAFIA 30.FÓSIL CARACTERÍSTICO DEL SEGMENTO 9 (TURRITELLA) .....	94
FOTOGRAFIA 31.SECCIÓN DELGADA GIGMTGKEPB41M1. ....	94
FOTOGRAFIA 32. ICNOFOSIL ARENICOLITE .....	95
FOTOGRAFIA 33. SEGMENTO 10 .....	96
FOTOGRAFIA 34. SECCIÓN DELGADA. GIGMTGKEPB50M.....	96
FOTOGRAFIA 35. CUBIERTO .....	97
FOTOGRAFIA 36.SEGMENTO 11.....	100
FOTOGRAFIA 37. SEGMENTO 12. ....	101
FOTOGRAFIA 38. ROCA REPRESENTATIVA SEGMENTO 12 (GIGMTGKEPB60M2). ....	102
FOTOGRAFIA 39.SEGMENTO 13. ....	103
FOTOGRAFIA 40.MUESTRA REPRESENTATIVA SEGMENTO 13 (GIGMTGKEPB62M3). ....	104
FOTOGRAFIA 41. CUBIERTO ENTRE EL SEGMENTO 13 Y SEGMENTO 14. ....	105
FOTOGRAFIA 42.SEGMENTO 14.....	107
FOTOGRAFIA 43. SEGMENTO 15. ....	108
FOTOGRAFIA 44.MUESTRA REPRESENTATIVA DEL SEGMENTO 15 (GIGMTGKEPB72M1). ....	109
FOTOGRAFIA 45. TOXASTER SP. ....	109
FOTOGRAFIA 46. SEGMENTO 16. ....	110

---



---

FOTOGRAFIA 47. MUESTRA REPRESENTATIVA DEL SEGMENTO 16 (GIGMTGKEPB83M2). ..... 111



---

## LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1: Mapa fotogeológico de la zona de estudio.
- Anexo 2: Mapa geológico regional de la zona de estudio.
- Anexo 3: Mapa geológico local de la zona de estudio, Formación Tibú y Formación Mercedes.
- Anexo 4: Mapa geológico local de la zona de estudio con sus miembros correspondientes.
- Anexo 5: Columna estratigráfica escala 1:100.
- Anexo 6: Columna estratigráfica generalizada.
- Anexo 7: Catalogo de la descripción macroscópica rocas sedimentarias de los bastones.
- Anexo 8: Catálogo de la descripción macroscópica de rocas sedimentarias de la cartografía.
- Anexo 9: Catalogo de la descripción macroscópica de rocas sedimentarias de los pellejos.
- Anexo 10: Catalogo de la descripción microscópica de rocas sedimentarias.
- Anexo 11: Bloque diagrama de los sub-ambientes de la Formación Tibú y la Formación Mercedes.



## RESUMEN

Al suroriente del Departamento de Norte de Santander en la zona rural del municipio de Pamplona, sobre la vía que conduce a las veredas Tampanqueba y Cúnuba afloran rocas sedimentarias del Cretácico Inferior Aptiano-Albiano correspondientes a la Cuenca del Catatumbo las cuales se encuentran en contacto discordante con rocas metamórficas de bajo grado correspondientes a la Formación Floresta metamorfoseadas. Estas rocas sedimentarias presentan diferencias en sus ambientes de depositación.

Para la realización de este proyecto de modalidad investigativo se realizó una fotointerpretación en la que se utilizaron fotografías aéreas pudiendo determinar distintos patrones de drenaje, vías de acceso, y la geomorfología del área. El levantamiento cartográfico de 6 Km<sup>2</sup> se realizó a una escala 1:10.000 en el cual se tomaron 31 muestras en las diferentes estaciones realizadas describiendo todas sus características más relevantes; seguido de esto se procedió a realizar el levantamiento estratigráfico por método de bastoneo de 180 metros a escala 1:100 donde se tomaron 84 muestras de roca in situ de las cuales se realizaron 7 secciones delgadas, 35 pellejos de rocas para la determinación de micro facies de cada una de ellas y por método comparativo la identificación de fósiles.

La sección estratigráfica comienza con una discordancia litológica entre filitas verdes correspondientes a la Formación Floresta Metamorfoseada con el Miembro Conglomerados La Leonor de la Formación Tibú, a estos conglomerados lo suprayace el Miembro Calizas Cúnuba que está conformado por capas medias de cuarzoarenitas, calizas de color gris fosilíferas que varían de



Mudstone a Grainstone, areniscas y limolitas calcáreas; en el tope de esta formación se localiza el Miembro Areniscas y Calizas de La Recta conformado por calizas grises que gradan de Mudstone a Packstone con areniscas y limolitas calcáreas correspondientes a la Formación Tibú; en contacto se encuentra la Formación Mercedes conformado por los miembros: Miembro Calizas Vereda Santa Ana, Miembro limolitas y calizas Tampaqueba y Miembro Limolitas, Areniscas y Calizas El Tope; el Miembro Calizas Vereda Santa Ana se identifica por capas de caliza grises que van de Mudstone a Grainstone, hacia la parte intermedia se localiza el Miembro limolitas y calizas Tampaqueba con una intercalación de calizas grises que varían Mudstone a Grainstone con limolitas y lodolitas calcáreas seguido del Miembro Limolitas, Areniscas y Calizas El Tope donde se localizan calizas grises que varían de Mudstone a Packstone intercaladas con limolitas y lodolitas calcáreas, finalizando la secuencia con areniscas sub-arcosas con presencia de moscovita y glauconita.

A partir de lo anterior se puede determinar por medio de los cambios faciales, los diferentes ambientes de depositación que varían de fluvial deltaico a plataforma continental que oscila entre los 50 a 200 metros de profundidad correspondientes a la primera transgresión del Cretácico.



## ABSTRACT

To the southeast of the Department of Norte de Santander in the rural area of the municipality of Pamplona, on the road that leads to the villages Tampanqueba and Cúnuba sedimentary rocks of the Lower Aptian-Albian Cretaceous corresponding to the Basin of the Catatumbo which are in discordant contact with metamorphic low grade rocks corresponding to the metamorphosed Floresta Formation. These sedimentary rocks show differences in their depositional environments.

For the realization of this project of investigative modality, a photointerpretation was carried out in which aerial photographs were used, being able to determine different drainage patterns, access roads, and the geomorphology of the area. The cartographic survey of 6 Km<sup>2</sup> was carried out at a scale of 1: 10,000 in which 31 samples were taken at the different stations, describing all of their most relevant characteristics; followed by this, the stratigraphic survey was carried out using a 180-meter scale method at a scale of 1: 100, where 84 in situ rock samples were taken, of which 7 thin sections were made, 35 rock pellets for the determination of micro facies of each of them and by comparative method the identification of fossils.

The stratigraphic section begins with a lithological discordance between green phyllites corresponding to the Floresta Formation Metamorphosed with the Conglomerate Member La Leonor of the Tibú Formation, to these conglomerates it is emphasized by the limestone member Cúnuba that is formed by medium layers of quartzite, gray limestones fossils that vary from





Mudstone to Grainstone, calcareous sandstones and siltstones; at the top of this formation is the Member Sandstones and Limestones of La Recta conformed by gray limestones that grade from Mudstone to Packstone with calcareous sandstones and siltstones corresponding to the Tibú Formation; in contact is the Mercedes Formation formed by the members: Limestones Vereda Santa Member, Member limolitas and limestones Tampaqueba and Member Limolitas, Sandstones and Limestones El Tope; the Limestone Side Member Santa Ana is identified by layers of gray limestone that go from Mudstone to Grainstone, towards the intermediate part is located the Limolite limestone member and Tampaqueba with an intercalation of gray limestones that vary Mudstone to Grainstone with siltstones and calcareous mudstones followed by Member Limolites, Sandstones and Limestones The Tope where gray limestones are found that vary from Mudstone to Packstone interspersed with limolites and calcareous mudstone, ending the sequence with sub-arc-shaped sandstones with the presence of Muscovite and glauconite.

From the above it can be determined by means of facial changes, the different depositional environments that vary from deltaic fluvial to continental shelf that oscillates between the 50 to 200 meters of depth corresponding to the first transgression of the Cretaceous.



## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente documento se detallan las características faciales, litoestratigráficas y los ambientes de formación de la secuencia sedimentaria aflorante en la vía que conduce a las Veredas Tampanqueba y Cúnuba del Municipio de Pamplona, Norte de Santander, Colombia; así mismo se identifica la relación estratigráfica que existe entre Formación Tibú y Formación Mercedes.

El área de estudio abarca una extensión de 6 km<sup>2</sup>, donde se realizó durante 25 días de campo el estudio geológico que comprende la cartografía geológica a escala 1:10.000, el levantamiento de una columna estratigráfica a escala 1:100 mediante el método del bastoneo de Jacob y la poligonal abierta, tomando las muestras de roca in situ más representativas de cada bastón con el propósito de determinar la composición litológica y paleontológica de estas.

La caracterización total de estas formaciones se hizo mediante uso de macroscópico para la descripción de las muestras de mano y el análisis de los pellejos elaborados; así mismo microscopios para la descripción de secciones delgadas y finalmente por medio comparativo la identificación de los fósiles encontrados.

Estudios realizados en la Cuenca del Catatumbo específicamente en la Formación Tibú – Mercedes la definen como una sola unidad; en este proyecto se busca establecer mediante rasgos faciales, petrográficos, la determinación de sus ambientes de depositación y la realización de una columna estratigráfica para clasificarlas como unidades diferentes, es decir, Formación Tibú y Formación Mercedes. Es por esto que los resultados de este estudio serán un aporte al conocimiento



geológico y a la literatura geológica que a su vez da espacio a trabajos e investigaciones posteriores que involucren estas formaciones.



## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A través del tiempo las formaciones correspondientes al cretácico inferior han sido clasificadas como varias o una sola unidad debido a sus rasgos litológicos; en la serranía del Perijá y la Guajira para la Formación Rio Negro y sobre la cabecera del rio Tibú en la concesión Barco en el Catatumbo para la Formación Tibú-Mercedes (M. Julivert 1968). En la vía que conduce a las veredas Tampanqueba y Cúnuba del Municipio de Pamplona se encuentra expuesta un gran segmento donde aflora el Cretácico inferior, de ahí nace la necesidad de conocer:

¿Cuáles son las características faciales, litoestratigráfica y ambientes de depositación que diferencian las unidades del Cretácico inferior aflorantes en la vía que conduce a las veredas Tampanqueba y Cúnuba del municipio de Pamplona, Norte de Santander – Colombia?



### 3. OBJETIVOS

Para realizar este proyecto se plantearon los siguientes objetivos

#### 3.1.General

Caracterizar facial y litoestratigráficamente de forma detallada las rocas de la secuencia sedimentaria aflorante en la vía que conduce a las veredas Tampanqueba y Cúnuba en el municipio de Pamplona, Departamento de Norte de Santander, a fin de definir su ambiente de depósito, espesor y relaciones estratigráficas.

#### 3.2.Específicos

- Determinar las características composicionales y texturales de la sección de la formación Tibú y Mercedes en la vía que conduce a las veredas Tampaqueba y Cúnuba del Municipio de Pamplona, Norte de Santander.
- Diferenciar las formaciones Tibú y Mercedes aflorantes en la vía que conduce a las veredas Tampanqueba y Cúnuba del municipio de Pamplona, basados en la toma de datos, caracterización petrográfica de cada una de las muestras y análisis respectivos de toda la información tomada en campo y así determinar sus ambientes de depositación .



## 4. GENERALIDADES

### 4.1. Localización

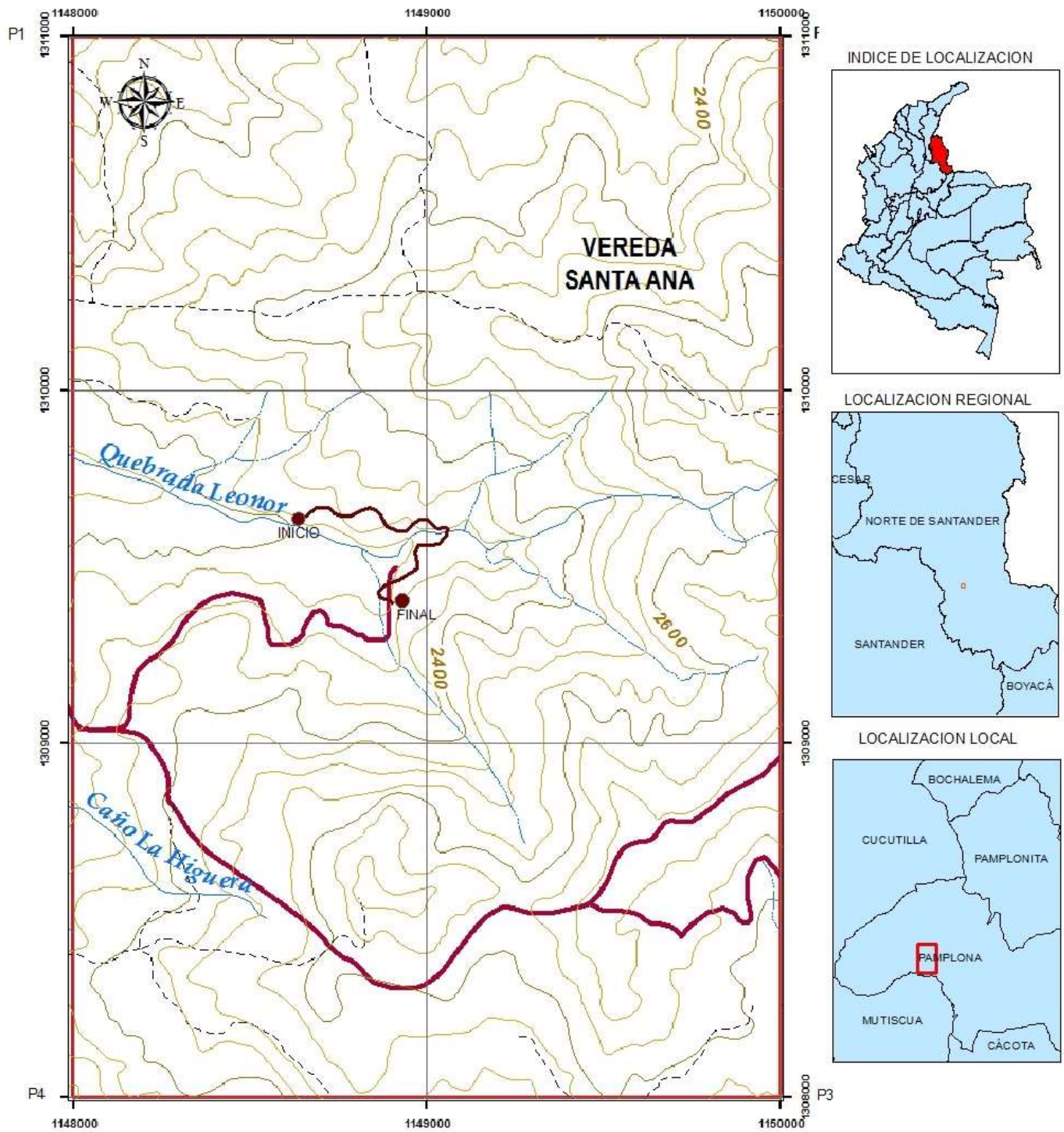
El área de estudio se encuentra localizada al Nororiente de Colombia, en la parte suroccidental del Departamento de Norte de Santander, en zona rural del municipio de Pamplona, en la vía que conduce a las veredas Tampaqueba y Cúnuba. El lugar donde se desarrolla éste estudio geológico se encuentra limitado entre las coordenadas plasmadas dentro de la tabla 1 y comprendido en las planchas topográficas 110-I-B y 110-I-D del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Figura 1),

*Tabla 1. Coordenadas del polígono del área de estudio.*

Puntos	Coordenadas	
	X	Y
<b>P1</b>	1.311.000	1.148.000
<b>P2</b>	1.311.000	1.150.000
<b>P3</b>	1.308.000	1.150.000
<b>P4</b>	1.308.000	1.148.000

*Fuente: El autor*

Figura 1. Localización del área de trabajo y limitando la sección del levantamiento estratigráfico.

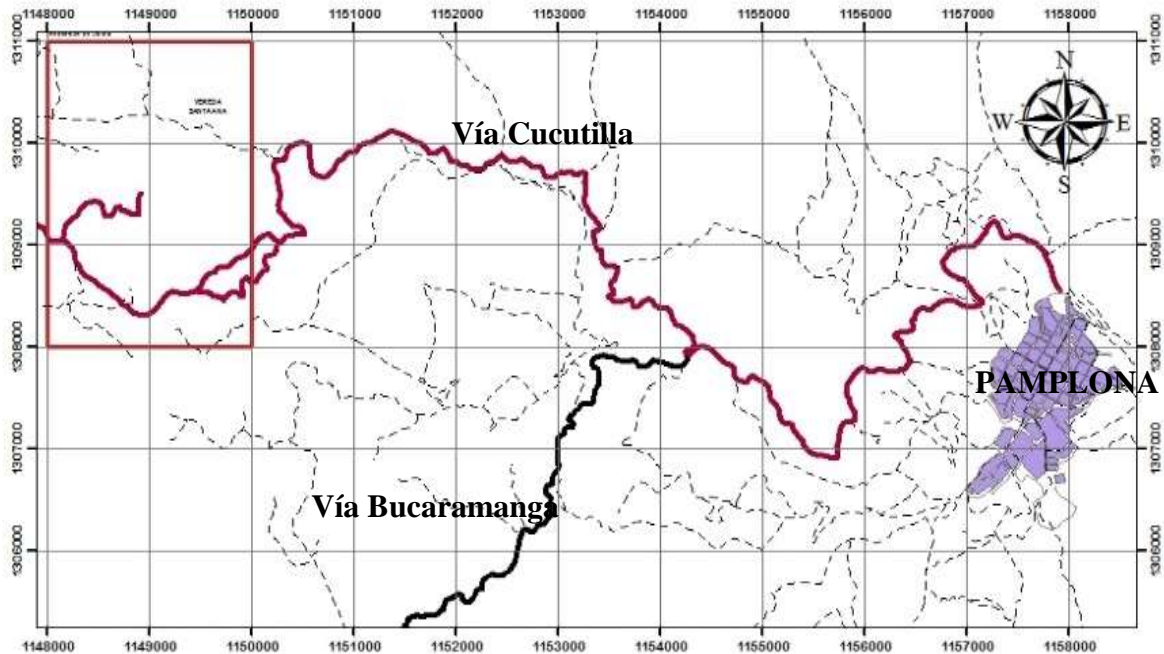


Fuente: Tomado y Modificado de IGAC, 1962.

## 4.2. Vías de acceso

A 7km del casco urbano de Pamplona (morado) sobre el margen derecho de la carretera que conduce a Bucaramanga (negro), se localiza la vía que lleva al municipio de Cucutilla (vino tinto) y a 5.9 kilómetro se ubica el ramal que dirige a las veredas Tampaqueba y Cúnuba en la cual aflora la secuencia sedimentaria de estudio (Figura 2).

*Figura 2. Vías de acceso a la zona de estudio.*



*Fuente: El autor*

## 4.3. Clima y vegetación

La información correspondiente se consultó del Plan básico de ordenamiento territorial del municipio de Pamplona (2002) precisada en las veredas Tampaqueba y Cúnuba, la cual se localiza entre las cotas de 2050 a 2700 m.s.n.m.





La zona de estudio se enmarca en un bosque húmedo montano entre los 12 a 17 grados centígrados, pero a una mayor altitud y con temperaturas menores, pasa a ser un bosque seco montano bajo. El área que abarca este bosque húmedo montano ha sido sometida a una fuerte intervención humana, con el establecimiento de cultivos limpios que han logrado la desaparición de la vegetación arbustiva y arbórea, (Fotografía 1); sin embargo aún se puede encontrar a lo largo de la pequeñas cañadas vegetación nativa, donde subsisten especies como: *encenillo (Weinmannia sp)*, *Bodoquillo (Viburnum sp)*, *Pagamosco (Befaria sp)*, *senecio sp*, *mora (Rubus sp)*, *Gaque (Vallea stipularis)*, *Chilco (Bacchari sp)*, *Borrachero (Datura sp)*.(Alcaldía municipal, Pamplona 2002).

Los límites climáticos se pueden señalar así: una temperatura media anual entre 11,9 °C y 17,9 °C y con una precipitación media anual entre 900mm y 1250 mm y un rango altitudinal de 2200 a 2900 m.s.n.m. (Alcaldía Municipal, Pamplona 2002).

En los meses de abril, mayo y junio los días son frescos pero durante las noches bajan fuertemente con formación periódica de heladas y escarchas y en los demás meses el clima permanece templado.

El clima predominante a lo largo del año es suave y con abundante lluvia, pero sin llegar a ser excesiva. (Alcaldía Municipal, Pamplona 2002).

*Fotografía 1. Vegetación de la Zona de estudio.*



*Fuente: El autor*

#### **4.4. Alcances y limitaciones**

Con este proyecto se pretende realizar un aporte a la geología de Colombia, exactamente al departamento de Norte de Santander, generando la cartografía geológica de la zona de estudio actualizada y por medio del levantamiento de una columna estratigráfica a una escala 1:100 de las unidades denominadas Tibú y Mercedes dejar claro sus diferencias faciales y sus ambientes de depositación.

Entre las limitaciones encontradas fueron las vías de acceso en el momento de ejecución de la cartografía geológica debido a que en los mapas existentes no han sido actualizadas las vías primarias, secundarias y terciarias. En los tiempos de lluvia las vías se deterioran con gran facilidad debido a las condiciones en que se encuentran, causando deslizamientos que las obstruyen (Fotografía 2).

*Fotografía 2. Deslizamientos sobre la vía a la zona de estudio.*



*Fuente: El autor*



## 5. METODOLOGÍA

Este proyecto se desarrolló diferentes actividades dispuestas en etapas que se describirán a continuación:

### 5.1 Revisión bibliográfica

En esta etapa se recopiló toda la información bibliográfica y cartográfica posible relacionada con el área de estudio y áreas circundantes, tomando como partida inicial investigaciones de diferentes autores en el nororiente Colombiano y en el noroccidente Venezolano.

### 5.2 Fotointerpretación del área de estudio

Se utilizaron fotografías aéreas para determinar diferentes rasgos geológicos como los patrones de drenajes, topografía y vías de acceso, así mismo se hace más eficiente el trabajo en campo al poder seleccionar los sitios de interés y las vías sobre las que se pueden acceder a la zona de estudio. Los materiales usados para la fotointerpretación incluyen fotografías aéreas y estereoscopios, como se describen a continuación:

#### 5.2.1 Fotografías aéreas

Las fotografías aéreas interpretadas corresponden a las fotos N° 009, N° 010, N° 011 del vuelo C2498 y sobre 36508 tomadas en el año 1992 a escala 29.500 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, al cual se le realizó un zoom enmarcando la zona de estudio (Fotografía 3).

*Fotografía 3. Fase para la elaboración mapa fotogeológico.*



*Fuente: El autor*

### **5.3 Fase de campo**

Toda la información geológica adquirida durante los 25 días en que se desarrolló este proyecto se realizó mediante el levantamiento de una columna estratigráfica y estaciones de control geológico anotando en libretas de campo todas las características geológicas, coordenadas y localización; en planchas topográficas a escala 1:10.000 los datos estructurales tomados. Toda la logística necesaria para desarrollar el trabajo de campo fue proporcionada por los autores de este proyecto mancomunado con el Grupo de Investigación Geológica Mammoth (G.I.G.M) de la Universidad de Pamplona. (Fotografía 4).

*Fotografía 4. Fase de campo.*



*Fuente: El autor*


### ***5.3.1 Cartografía geológica del área de estudio***

La cartografía del área de estudio inició con la identificación de las principales vías de acceso debido a que éstas están desactualizadas en los mapas existentes de la zona, seguido a esto se realizaron las estaciones de campo describiendo las rocas aflorantes las cuales se clasificaron por medio de tablas de clasificación de Folk (1959) y Dunham (1962) para rocas carbonatadas y los triángulos para la clasificación textural Folk (1959) y composicional para areniscas por Folk, (1974). Dichas estaciones fueron geo referenciadas bajo el sistema de Coordenadas Magna Sirgas Colombia Bogotá siendo anotadas en la libreta de campo y debidamente registradas en el mapa topográfico.

Las muestras más representativas de cada estación se codificaron de la siguiente manera: G.I.G.M (Grupo de Investigación Geológica Mammoth) seguido de TG (Trabajo de grado), KE (Iniciales de los autores) P (Pamplona), el símbolo Delta ( $\Delta$ ), seguido de un número consecutivo que inicia en 01. (Tabla 2)

Para llevar a cabo esta fase, se contó con equipos propios de este proyecto como brújulas, martillos, porras, cinces, GPS y cámara fotográfica, los cuales permiten generar un trabajo cartográfico detallado del área de estudio a escala 1:10.000, describiendo todas las características petrográficas, estratigráficas, estructurales y paleontológicas de cada estación.

*Tabla 2. Siglas utilizadas en las muestras de la cartografía.*

	Siglas	
Grupo de Investigación Geológica Mammoth	G.I.G.M	
Trabajo de grado	TG	
Katherine y Eduard (Autores)	KE	
Pamplona (área de estudio)	P	
Estación	$\Delta$	
Número de la estación	01	

*Fuente: El autor*

### **5.3.2 Levantamiento de columnas estratigráficas**

La columna estratigráfica es una representación gráfica vertical de los diversos materiales o tipos de rocas que podemos encontrar en una zona determinada, tal como se ha sedimentado, los más antiguos en la parte inferior y los más modernos en la parte superior.

La columna estratigráfica a escala 1:100 levantada para esta investigación se realizó por medio del método del bastoneo (bastón de Jacob) y de la poligonal abierta, en la cual se levantaron 85



bastones de 1.5 metros cada uno, para un total de 127.5 metros descritos y 84 muestras de roca in situ y 25 fósiles encontrados. Esto permite delimitar y establecer las variaciones verticales de las capas de la secuencia sedimentaria con el fin de obtener información de espesor, litología, texturas, estructuras sedimentarias, delimitación, contactos entre capas, contenido fósil, geometría de las capas y datación relativa de las unidades Litoestratigráficas.

Para el levantamiento de la sección se siguieron los siguientes pasos:

- ✓ Para la medición se utilizó el bastón de Jacob, el cual consta de: transportador, nivelador, rayo láser y un bastón con longitud de 1.5 metros con subdivisiones cada 10 centímetros tomando medidas en forma perpendicular a los planos de estratificación de base a techo y marcándolos con pintura en aerosol (Fotografía 5) y así proyectar los espesores con mayor exactitud.
- ✓ Para el registro de la descripción de campo de la sección estratigráfica se utilizó un formato creado por el docente Ilich Villamizar, director del Grupo de Investigación Geológica Mammoth, (Figura 3) como también para la representación estratigráfica en la columna levantada se utilizaron convenciones proporcionadas por el mismo docente. (Figura 4).
- ✓ Las muestras se codificaron con las letras correspondientes a la sigla G.I.G.M (Grupo de Investigación Geológica Mammoth), seguido de TG (Trabajo de grado), KE (Iniciales de los autores) P (Pamplona), para el levantamiento estratigráfico se le anexó el número del bastón; seguido de un número consecutivo (Tabla 3).



- ✓ Se tomaron fotografías a los rasgos de interés en la sección estratigráfica.

Figura 3. Formato para levantamiento de columnas estratigráficas.

Proyecto: _____		Sección: _____		Coord.: X _____		Geol.: _____		Hoja: _____											
		Segmento: _____		Y _____				Escala: _____											
				Z _____															
Unidad	Registros	Δ Poligonal	Unidad	Geología	Muestra	Bastón	Espesor (m)	Litología y Tamaño de Grano	Geometría	Espesor de las Placas	Bicolor.	Fosiles	Color	% Compresión	Redondez	Grilla	% Matriz	Cemento	Observaciones

Fuente: Ilich Villamizar, director del Grupo de Investigación Geológica Mammoth

Tabla 3. Siglas utilizadas en las muestras de la columna estratigráfica.

	Siglas
Grupo de Investigación Geológica Mammoth	G.I.G.M
Trabajo de grado	TG
Katherine y Eduard (Autores)	KE
Pamplona (área de estudio)	P
Numero de bastón	B1
Número de la muestra	M1



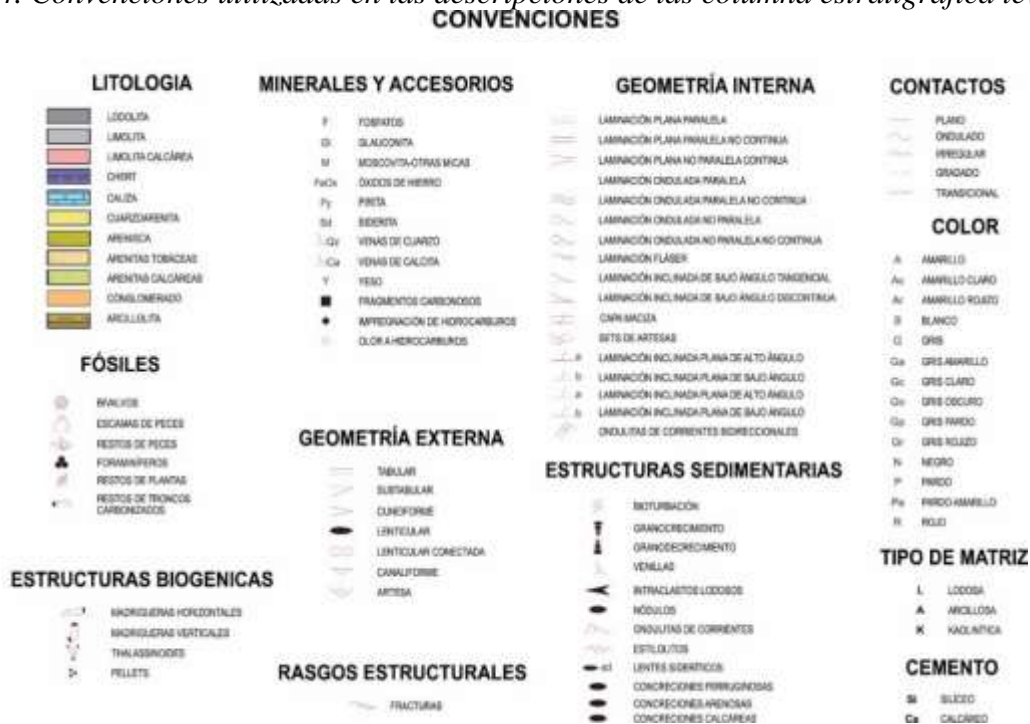
Fuente: El autor

Fotografía 5. Marcado del bastoneo realizado en campo.



Fuente: El autor

Figura 4. Convenciones utilizadas en las descripciones de las columnas estratigráficas levantadas.



Fuente: Ilich Villamizar, director del Grupo de Investigación Geológica Mammoth

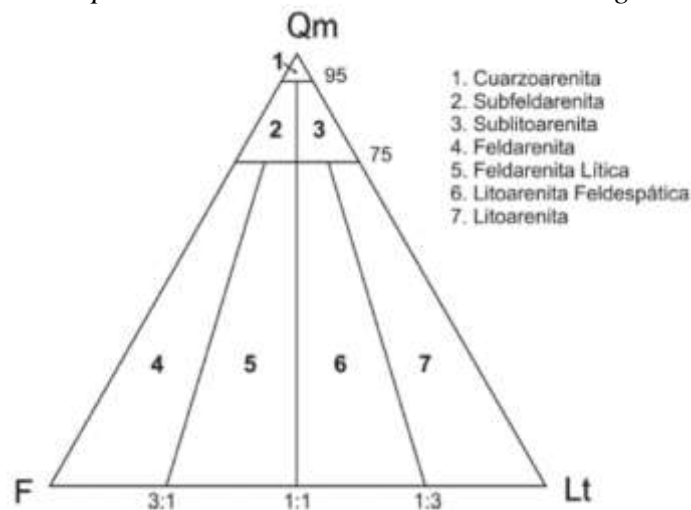
### 5.3.3 Toma de muestras

Durante toda la etapa de campo, se tomaron 115 muestras in-situ de la roca expuesta, las cuales fueron previamente codificadas y empacadas en bolsas plásticas, y se consignó en una libreta la información geológica respectiva de cada una de ellas.

### 5.3.4 Descripción y clasificación macroscópica de las muestras

Las muestras o rocas recolectadas fueron codificadas y posteriormente clasificadas en campo con ayuda de las lupas de 10x, 20x y 30x. Se hizo uso de los diagramas triangulares para la clasificación composicional de rocas siliciclásticas o terrígenas (Folk, 1968,1970, Figura 5), y Clasificación Textural de rocas sedimentarias (Folk, 1959, Figura 6) y así mismo tablas para la clasificación de rocas carbonatadas por (Folk, 1959) y (Dunham, 1962, Figura 7).

Figura 5. Clasificación composicional de rocas siliciclásticas o terrígenas Folk (1968,1970)



Fuente: Tomado y modificado Facultad de Ciencias, Universidad de la Republica – Uruguay, UDELAR, (2012).

Figura 6. Clasificación Textural de rocas sedimentarias según Folk, (1959)



Fuente: Tomado y modificado Petrología de rocas Sedimentarias. Universidad de Granada – España, UGR, (2012).

Figura 7. Clasificación de rocas Carbonatadas (Folk, 1959) y (Dunham, 1962), respectivamente.

Composición volumétrica de aloquímicos		>10% de Aloquímicos		<10% de Aloquímicos		Rocas Biohermales.	
>25% Intraclastos		Intrasparrudita Intraesparita	Intramicrodita Intramicrocrita	1-10% de Aloquímicos	<1% Aloquímicos		
< 25% in traclas tos	>25% de ooides	Oosparrudita Oosparita	Oomicrudita Oomicrita	abundantes aloquímicos	Intraclastos: Micrita con intraclastos	Organismos en posición de crecimiento  Biolítica	
	<25% Ooides	> 31	Bioasparudita Bioesparita		Biomicrodita Biomicrocrita		Ooides: Micrita con oolitas
		31 a 13	Biopelsparudita Biopelsparita		Biopelmicrodita Biopelmicrocrita		Fósiles: Micrita fosilífera
	Volumen Fósiles /peloides	< 31	Pelsparita		pelmicrocrita		Peloides: Micrita Pelitífera

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

Fuente: Tomado y modificado Atlas Petrología Sedimentaria, UCM, 2007-2017.

#### 5.4 Trabajo de laboratorio

En esta fase del proyecto se tomaron las muestras de roca y fósiles encontrados tanto en la cartografía como en el levantamiento de la columna estratigráfica para ser analizadas bajo lupas estereoscópicas, generación de secciones delgadas, análisis físicos y químicos.

##### 5.4.1 Análisis de muestras de mano en lupas estereoscópicas

Las muestras de mano fueron analizadas con mayor detalle en las lupas estereoscópicas, con el fin de tener mayor certeza en la identificación mineral, las diferentes micro texturas y microfósiles. Estas fueron clasificadas según los diagramas triangulares simplificados para la clasificación textural según Folk (1959) y composicional de rocas siliciclásticas o terrígenas por Folk (1974), así mismo tablas para la clasificación de rocas carbonatadas por Folk (1959) y Dunham (1962). Las lupas

estereoscópicas (Nikon SMZ645) son propiedad del programa de Geología de la Universidad de Pamplona. (Fotografía 6).

*Fotografía 6. Lupa binocular marca Olympus.*



*Fuente: El autor*

#### **5.4.2 Elaboración y descripción de Pellejos**

En esta etapa se realizó la selección de las muestras más representativas de la columna estratigráfica las cuales fueron cortadas; posteriormente se pasaron por lijas de diferente tamaño 120, 220, 350, 600 y 800. Las muestras fueron sometidas a un lavado y secado. Cada muestra fue sumergida en HCl al 10%, durante treinta segundos a un minuto, luego lavada con agua destilada para detener la reacción y por último se dejó que la muestra se secase en la mufla de calentamiento. Se examinó y describió la muestra utilizando una lupa binocular para obtener un mayor detalle de minerales y fósiles. Se tomaron fotos de alta resolución obteniendo como resultado un catálogo de pellejos con una totalidad de 35 muestras (Figura 8).

Figura 8. Procedimiento para la elaboración de Pellejos



#### 5.4.3. Elaboración de secciones delgadas

En esta etapa se elaboraron 7 secciones delgadas de las muestras más representativas de la sección sedimentaria, las cuales fueron seleccionadas teniendo en cuenta los cambios litológicos más distintivos de toda la secuencia sedimentaria. Estas muestras fueron sometidas a los procedimientos de secado, corte y pulido además de impregnado con resina para el caso de las muestras que lo necesitaron.

#### **5.4.4. Análisis petrográficos en secciones delgadas**

Los análisis petrográficos en secciones delgadas se realizaron para determinar la composición mineral, las micro texturas, estructuras, micro fósiles que en muestra de mano serían imposibles de ser observadas. A cada una de las secciones delgadas se le realizó un barrido, haciendo un conteo no menor a 320 puntos. Para dichos análisis se utilizó un microscopio de luz polarizada marca Nikon Eclipse E200, también propiedad del programa de Geología de la Universidad de Pamplona, (Fotografía 7).

*Fotografía 7. Microscopio de luz polarizada marca Nikon E200POL*



*Fuente: El autor*

#### **5.4.5. Análisis paleontológicos**

Existen diferentes técnicas usadas comúnmente en Paleontología para la extracción de fósiles y para efectos de este trabajo se utilizaron los siguientes métodos:

##### **5.4.5.1. Métodos Físicos**

Son los métodos que se utilizaron para aprovechar las propiedades físicas de las rocas. (Figura 9).



### 5.4.5.1.1 Mecánico

Para separarlos se usó el método de percusión (martillo y cincel) y limpieza de fósiles con Mototools. (Fotografía 8).

Figura 9. Método físico empleado



1. Selección de fósiles, 2. Mototools, 3. Limpieza de fosiles, 4. Resultado final. Fuente: El autor

*Fotografía 8. Limpieza de fósiles*



*Fuente: El autor.*

#### **5.4.5.2. Métodos químicos**

Se usaron en función de la naturaleza de los fósiles y la roca.

##### **5.4.5.2.1. Rocas Carbonatadas**

El ácido clorhídrico, (HCl) cuando entra en contacto con el carbonato cálcico ( $\text{CaCO}_3$ ) de la roca, reacciona emitiendo dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), por lo cual se produce ese burbujeo característico, el cual, cuando termina este proceso nos permite visualizar los distintos componentes de la roca relativa al tamaño y forma de los componentes, como micro texturas e incluso el nivel fosilífero que la roca pueda tener.

### **5.5 Tratamiento de los datos**

Esta fase de interpretación de datos y elaboración del documento final se describe a continuación:



### ***5.5.1 Interpretación de los datos obtenidos***

El análisis de los datos obtenidos da inicio para determinar y aportar nuevos conocimientos acerca de las unidades geológicas objeto de este estudio.

Esta etapa de la investigación se complementó con los análisis realizados en el laboratorio, donde se describieron macroscópicamente y microscópicamente las muestras de roca tomadas en campo, y teniendo en cuenta la guía estratigráfica internacional se clasificó y se nombró cada uno de los miembros propuestos. Esta clasifica las unidades geológicas en rangos litoestratigráficos formales de la siguiente manera:

**Formación:** Unidad formal primaria de la clasificación litoestratigráfica. Las formaciones son las únicas unidades litoestratigráficas formales con las que la litología de una sucesión debe quedar completamente subdividida. El contraste de litologías entre formaciones, exigido para justificar su establecimiento, varía con la complejidad de la geología de una región y con el detalle requerido para la cartografía geológica y para poder deducir su historia geológica. El espesor de las formaciones puede oscilar entre menos de 1 a varios miles de metros

**Miembro:** unidad litoestratigráfica formal de rango inferior a la formación. Tiene propiedades litológicas que la distinguen a las partes adyacentes de la formación. No hay una norma que fije la extensión y espesor de un miembro. Una formación no debe ser dividida en miembros a no ser que sea útil. Algunas formaciones pueden estar completamente divididas en miembros mientras otras pueden designarles miembros solo en algunas partes.



---

### ***5.5.2 Redacción del informe final***

El documento se realizó utilizando las normas APA sexta edición; para la descripción macroscópica y microscópica se utilizaron dos formatos diferentes (Ver capítulo de Anexos), los mapas geológicos y fotogeológico se realizaron en ArcGIS 10.2 y la columna estratigráfica se realizó en el programa de diseño AutoCAD 2016. Todos estos se encuentran como anexos en formato PDF para una mejor visualización.



## 6 ANTECEDENTES

Dentro de las investigaciones geocientíficas las unidades estratigráficas denominadas Río Negro, Tibú y Mercedes, han sido clasificadas por distintos autores en rangos litoestratigráficos diferentes.

Según el léxico estratigráfico de Julivert, 1968, la Formación Río Negro fue inicialmente descrita y clasificada al Occidente de Venezuela como “Conglomerado basal del cretáceo” por Liddle (1928), quien utilizó el término en la cuenca de Maracaibo. Hedberg (1931) denominó “Río Negro Conglomerate” a los depósitos del Cretáceo inferior de la Sierra de Perijá, Zulia (Venezuela), formados por conglomerados y areniscas de grano grueso; la formación según el autor tiene varios miles de pies de potencia y no presenta fósiles.

Hedberg & Sass (1937, p. 79) la denominan Formación Río Negro, describiendo su litología en la sección tipo localizada en la Sierra de Perijá, Zulia, (Venezuela) que se caracteriza por areniscas y arcosas de grano grueso con algunas capas de conglomerados, areniscas de grano fino y lutitas interestratificadas. En la localidad tipo (Sierra de Perijá) es en donde alcanza su máximo espesor (3.000 m). (Julivert, 1968).

Posteriormente Sutton (1946) y Miller (1960) (como se citó en Julivert, 1968) restringen el uso del término Formación Río Negro para la zona de areniscas o conglomerados que afloran próximos a la localidad tipo (Sierra de Perijá); sin embargo Maync (in Schwarck Anglade *et al.*, 1956, pp. 546-547) indica que todos los depósitos clásticos infrayacentes a las Calizas de Apón en la región de la Sierra de Perijá y en la cuenca de Maracaibo, pueden incluirse en la Formación Río Negro y éste parece ser el sentido que se da actualmente a dicho término en Venezuela. Según Maync (in



Schwarck Anglade *et al*, 1956, p. 546), los conglomerados y areniscas que citan Notestein *et al*. (1944, p. 1174) debajo del Miembro Tibú en la Concesión Barco de Colombia deben ser considerados como pertenecientes a la Formación Río Negro. Sin embargo esta interpretación es inexacta ya que en la Concesión Barco la Formación Río Negro falta y los niveles algo detríticos que se encuentran en la base del Cretáceo son siempre delgados y calcáreos y deben ser considerados como parte del Miembro Tibú (Notestein *et al.*, 1944). (Julivert, 1968).

En Venezuela la Formación Río Negro se apoya discordante sobre los sedimentos pre-cretácicos y por encima se pasa gradualmente al Apón inferior. Su máxima potencia se encuentra en el surco de Machiques; está muy reducida o falta en el bloque de Maracaibo (actual cuenca de Maracaibo). Renz (1956) y Van Andel (1958) indican que en Venezuela occidental existen dos zonas importantes de sedimentación pre-Apón a las que denominan surcos de Machiques y Uribante, separados por el bloque de Maracaibo y dichos autores utilizan también el término Río Negro para los sedimentos pre-Apón del surco de Uribante. Referente a la paleontología, no se han hallado fósiles en la Formación Río Negro de Venezuela, pero por su posición estratigráfica se le atribuye una edad del Aptiano inferior y Barremiano-Neocomiano. (Julivert, 1968).

En Colombia la Formación Río Negro fue descrita inicialmente en la Sierra de Perijá y en Valle del Río César por (Miller, 1960, 1962). Renz (1956) introduce el término en la Guajira para los sedimentos detríticos de la base del Cretáceo e indica que se presentan calizas en la base e interestratificadas en la formación, en la región del surco de la Guajira. En 1960, Renz abandona el término Formación Río Negro y crea en su lugar dos formaciones; Formación Kesima en la base,



para designar los depósitos de calizas y margas de la base del Cretáceo del surco de la Guajira y Formación Palanz para designar los depósitos clásticos que en el surco de la Guajira se superponen a la Formación Kesima y que en la plataforma forman la base del Cretáceo. (Julivert, 1968).

Miller, (Como se citó en Julivert, 1968), la relación estratigráfica de la Formación Río Negro en la Sierra de Perijá y Valle del Río César se apoya sobre capas de la Formación La Quinta y a la Formación Río Negro se superpone el Grupo Cogollo. En la península de la Guajira, Renz (1956) atribuye una edad Valanginiana a la base de la Formación Río Negro por la presencia de unas capas de calizas con *Trigonia aff Lorentii* Dana. (Julivert, 1968).

Dentro de las investigaciones geocientíficas las unidades estratigráficas denominadas Tibú y Mercedes, según el léxico estratigráfico de Julivert, 1968, algunos autores las han clasificado en rangos litoestratigráficos distintos como Sievers, (1888) quien describió la Formación Uribante bajo el nombre de Uribante-Sandsteine, aunque la descripción de dicho autor es extraordinariamente imprecisa. La localidad tipo se encuentra en Venezuela, en el Río Uribante (Estado de Táchira). En la descripción de Sievers se incluyen dentro de las Uribante-Sandsteine, probablemente también areniscas de las formaciones Río Negro y La Quinta. La introducción del nombre en Colombia y su definición en el sentido actual fue hecha por Notestein *et al.* (1944). Según los autores citados, la Formación Uribante se divide en tres miembros: Tibú, en la base, Mercedes en la parte media y Aguardiente en la parte superior.



Posteriormente Renz (1959), elevó este conjunto de rocas al rango de Formación del Grupo Uribante y Richards (1967, 1968) propuso incluirlas como miembros de la Formación Apón, en el Occidente Venezolano. (Julivert, 1968).

La actual Formación Tibú fue descrita en el Oriente Colombiano, Departamento de Norte de Santander en la cabecera del Río Tibú (Concesión Barco), de la cual toma su nombre por Notestein *et al.* (1944) quienes la determinaron inicialmente como miembro inferior de la Formación Uribante. En la base, el miembro Tibú presenta un conjunto de areniscas de 5 a 12m con pequeños cantos de cuarzo y que se hace calcárea y más fina hacia el techo. Por encima se encuentra varias capas de caliza gris compacta formando un conjunto con un espesor de 95 a 160 m, con alguna capa de shale y de arenisca hacia su parte baja; los 50 m superiores del Miembro Tibú están formados prácticamente sólo por el cual da lugar al contacto neto que tiene en el límite superior con la formación mercedes. El espesor total del miembro varía entre 107 y 117 m según datos de los sondeos, pero en la Quebrada de Santa Elena parece alcanzar los 166 m. (Julivert, 1968).

En la Concesión Barco el Miembro Tibú se apoya discordante sobre el basamento paleozoico; su límite superior es concordante con el Miembro Mercedes; se trata de un límite neto. (Julivert, 1968)

Rod y Maync (como se citó en Julivert, 1968) el miembro Tibú ha sido correlacionado con la Formación Apón, miembro inferior en la Serranía de Perijá, Venezuela.

Richards (1958) considera a Tibú como miembro de la Formación Apón de Venezuela. (Julivert, 1968).





Renz (1959) eleva el Miembro Tibú al rango de Formación Tibú basándose en la litología distintiva de la unidad y su amplia extensión en la Concesión Barco.

Richards (1968) determina que las capas de areniscas basales son consideradas como la Formación Río Negro y el contacto con estas areniscas subyacentes es gradacional; estas areniscas gradan a calizas arenáceas y el contacto suprayacente se toma hasta el tope donde predomina la secuencia carbonatada.

El espesor de esta formación varía de 80 a 300 metros, incrementando su espesor hacia el oeste. Esta formación es muy fosilífera rica en micro y macro fauna. Referente a su distribución geográfica, esta se extiende por el Departamento del Norte de Santander y va perdiendo sus características hacia el S hasta pasar a las facies del Oriente de la región de Sabanas. En Venezuela, bajo otros nombres, la misma facies se extiende ampliamente por el sector occidental.

Notestein *et al.* (1944, p. 1178) indican una fauna de moluscos y equínidos recogida por Wheeler en el Miembro Tibú clasificándola como Aptiana o del Albiano inferior por H.E. Vokes. (Julivert, 1968).

Los depósitos basales de la Formación Tibú corresponden a ambientes fluviales que pasaron gradualmente a depósitos de aguas más tranquilas en una plataforma marina interior donde hubo fluctuaciones en el nivel del mar. Instituto Colombiano del Petróleo (como se citó en INGEOMINAS, 1999).

La Formación Mercedes es descrita en el oriente colombiano en el Departamento de Norte de Santander. El nombre del miembro deriva del Valle Mercedes a lo largo de cuya vertiente W aflora.



El Miembro Mercedes es uno de los tres miembros en que Notestein *et al.* (1944) dividieron la Formación Uribante. El Miembro Mercedes está formado por una alternancia de calizas en parte arenosas, areniscas y shales en capas oscilando entre 3 y 20 m. Las shales forman gran parte del tercio inferior del miembro. Las areniscas son grises, de grano fino a medio en parte muy calcáreas y generalmente glauconíticas. Son más abundantes hacia la parte superior.

El límite inferior del Miembro Mercedes es neto ya que la parte superior del Miembro Tibú está formado por 50 m de calizas prácticamente sin intercalaciones lutíticas. El espesor, de acuerdo con los datos de los sondeos varía entre 149 y 201 m y es de unos 160 m en la Quebrada Santa Elena. (Julivert, 1968).

Sutton (1944) afirma que Dusembury encontró fósiles de equinoideos de edad de Albiano medio en la sección de Caño Grande, afluente del río Cachirí. Posteriormente Renz (1956) asigna una edad de Cretácico Inferior (Aptiano a Albiano Inferior) de acuerdo con el hallazgo de *Orbitolina Texana* en sedimentos equivalentes a la Formación Mercedes al este del Estado Táchira en Venezuela. (INGEOMINAS, 1999).

La primera propuesta de elevación de esta unidad a rango de formación la hace Richards (1967) que propone elevar la unidad Mercedes a rango de formación, con la siguiente definición:

El uso actual de Mercedes en Venezuela en el primer Congreso del Petróleo Venezolano, 1962, define la unidad como el miembro superior de la Formación Apón. Al igual que con el miembro Tibú, el miembro Mercedes es distinto litológicamente y suficientemente continuo lateralmente para garantizar su elevación al rango de formación. En la sección tipo la secuencia se



compone de roca caliza bioclástica intercalada, de color marrón a gris, arcillosa, masiva y negra, fisil, de 225 m de espesor. Hasta el 40% de la formación puede estar compuesta de cuarzo areniscas, grises claras, de grano fino a medio. Una unidad persistente de lodolitas llamada Guáimaras (RENZ 1959) de unos 10 a 25 m de espesor está presente en la mayor parte del área estudiada en la base del miembro Mercedes.

Por lo tanto, se propone que, al menos en el área de Concesión Barco, la unidad se considere el miembro basal de la Formación Mercedes con la cual está genéticamente relacionado. "El espesor de la Formación Mercedes en la región estudiada varía entre 100 m en el E y 250 m en el W. El Guáimaras tiene unos 10 a 25 m de espesor. Los contactos de la formación son conformables y gradacionales. El límite inferior es un marcador regional, situado en el cambio de la roca caliza de Tibú al miembro lodoso de Guáimaras de la Formación Mercedes. El contacto superior es la transición del miembro lodoso y piedra caliza a la arenisca del miembro Aguardiente donde las arenas se convierten en la litología dominante". Richards (como se citó en Julivert, 1968).

Los depósitos basales de la Formación Mercedes corresponden a ambientes fluviales que pasaron gradualmente a depósitos de aguas más tranquilas en una plataforma marina interior donde hubo fluctuaciones en el nivel del mar. ICP (como se citó en INGEOMINAS, 1999).

Por lo tanto se pretende determinar si dicha secuencia sedimentaria localizada en las vías que conduce a las veredas Tampanqueba y Cúnuba del municipio de Pamplona, se trata de las formaciones Tibú - Mercedes y así situarlas dentro de una adecuada jerarquización litoestratigráfica de la escala del tiempo geológico con la respectiva correlación estratigráfica.



## 7 FOTOINTERPRETACIÓN

La fotointerpretación es una técnica en la cual se utilizan fotografías aéreas de una zona y con ayuda de un estereoscopio de espejos se procede a la identificación de los elementos presentes en dichas fotos como litología, usos del suelo, vegetación, red de drenajes, poblaciones, carreteras. (UNSL, 2011).

En el área de estudio se identificaron 4 unidades fotogeológicas descritas de la más antigua a la más reciente:

### 7.1 Unidad fotogeológica A

Hacia el noroccidente de la zona de estudio vía a la vereda Tres Esquinas, se identifica una unidad de tono gris claro a gris oscuro. El patrón de drenaje tiende a ser uniforme siendo de tipo subparalelo generando valles en “V”; esta unidad fotogeológica presenta discordancia litológica con la unidad B. (Figura 10).

### 7.2 Unidad Fotogeológica B

Esta unidad se encuentra en la parte central de NW a SW de la zona fotointerpretada la cual se caracteriza por tonos grises claros. La cobertura vegetal es moderadamente abundante tanto hacia las zonas más altas como hacia los drenajes. El patrón de drenajes es dendrítico formando valles en V profundos; esta unidad fotogeológica contacto con la unidad C es concordante o normal. (Figura 10).



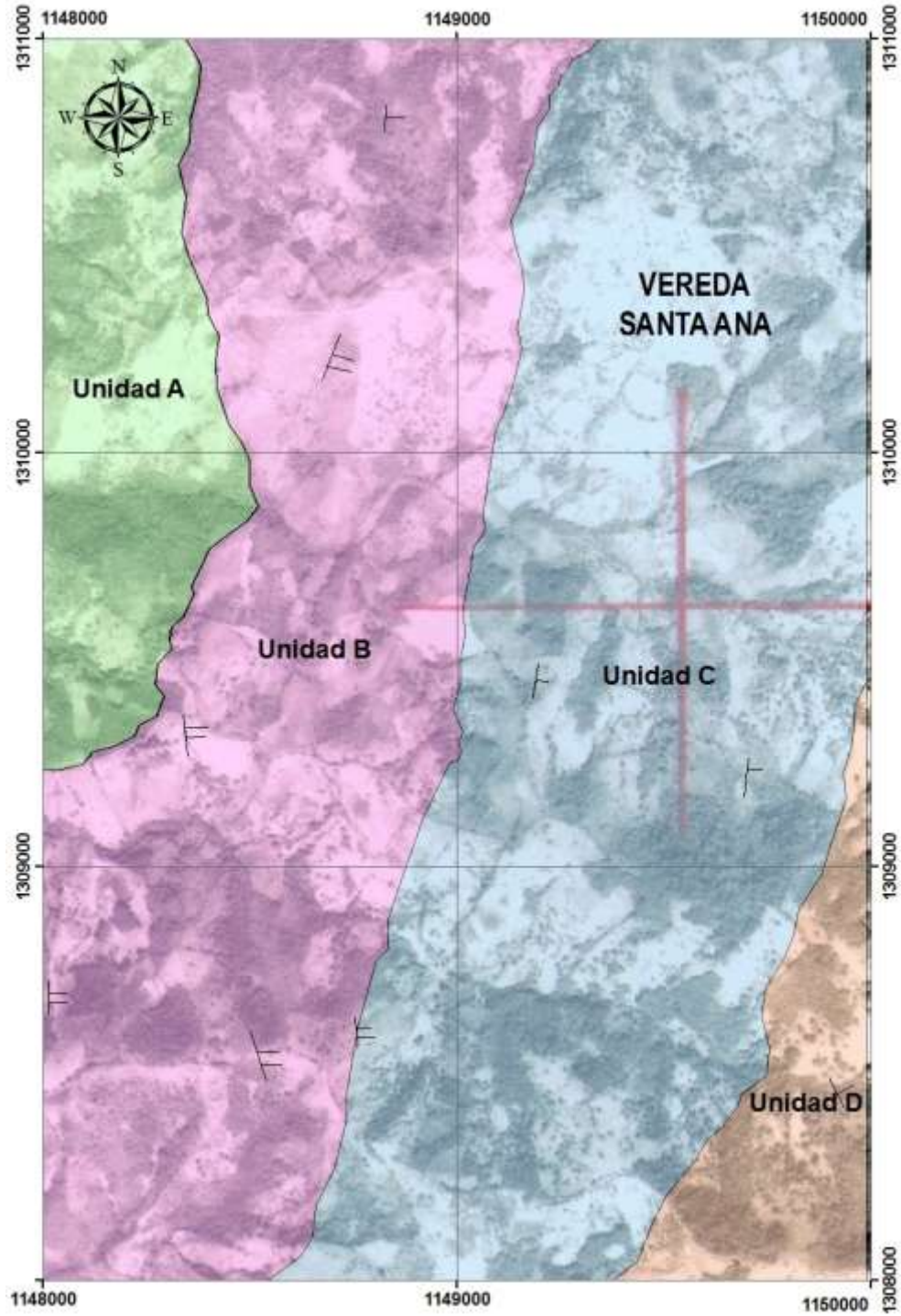
### **7.3 Unidad Fotogeológica C**

Esta unidad se encuentra ubicada de NE a SE de la zona fotointerpretada la cual se caracteriza por tonos grises oscuros. La cobertura vegetal es abundante hacia las zonas más altas y disminuye hacia los drenajes que llevan un patrón dendrítico formando valles en “V” profundos generando pendientes que varían de muy pronunciadas a escarpadas. Estas características se asocian a rocas sedimentarias. Al sur de esta unidad se encuentra la vía de acceso principal a la zona de estudio. El contacto con la unidad D es concordante. (Figura 10).

### **7.4 Unidad Fotogeológica D**

Esta unidad se encuentra al SE de la zona de estudio. Se caracteriza por presentar tonos grises oscuros. El patrón de drenajes es dendrítico que forma valles en V poco profundos con pendientes bajas a moderadas, siendo características que muestra esta unidad son de rocas sedimentarias. (Figura 10).

Figura 10. Mapa fotogeológico del área de estudio



## CONVECIONES

BASE CARTOGRAFICA		UNIDADES FOTOGEOLOGICAS	
— Intermittente, NO	----- Indice de Depresión	<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #90EE90; border: 1px solid black;"></span> Unidad A	<b>DATOS FOTOGEOLOGICOS</b> <span style="font-size: 2em; margin-right: 5px;">T</span> 1 - 10° <span style="font-size: 2em; margin-right: 5px;">F</span> 11 - 20°
— Intermittente, SI	----- Indice de Depresión aproximada	<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #FF69B4; border: 1px solid black;"></span> Unidad B	
— Permanente, NO	----- Intermedia	<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #ADD8E6; border: 1px solid black;"></span> Unidad C	
— Permanente, SI	----- Intermedia Aproximada	<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #FFA07A; border: 1px solid black;"></span> Unidad D	
----- De Glaciar	----- Intermedia de Depresión		
----- Indice	----- Intermedia de Depresión aproximada		
----- Indice Aproximada	----- Suplementaria		

*Fuente: El autor*



## 8 MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

La geología regional relaciona la presencia de rocas cuyos sedimentos se depositaron en diferentes tipos de ambientes o condiciones y en diferentes tiempos geológicos.

Las unidades geológicas presentes en áreas próximas a la zona de estudio están compuestas por rocas ígneas, metamórficas y rocas sedimentarias.

Ver Mapa geológico regional de las unidades adyacentes a la zona de estudio tomado del cuadrante H13 Pamplona del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, dentro del recuadro rojo se encuentra delimitada la zona de estudio (Figura 11).

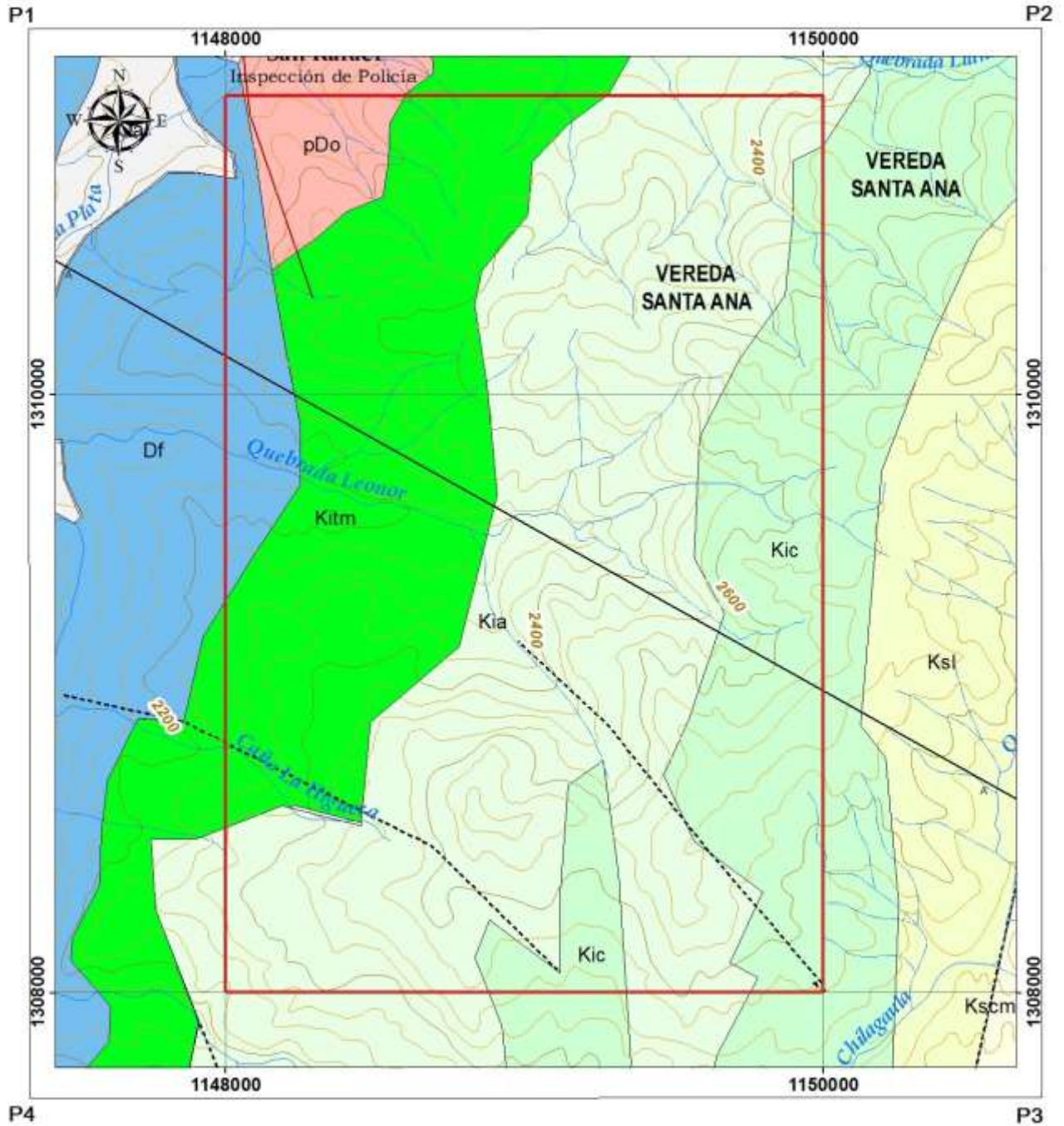
*Tabla 4. Coordenadas del polígono del área regional*

Puntos	Coordenadas	
	X	Y
<b>P1</b>	1.311.000	1.147.450
<b>P2</b>	1.311.000	1.150.690
<b>P3</b>	1.307.480	1.150.690
<i>P4</i>	<i>1.307.480</i>	<i>1.147.450</i>

*Fuente. El autor*



Figura 11. Mapa geológico regional de las unidades adyacentes a la zona de estudio.



LEYENDA GEOLÓGICA

<b>CENOZOICO</b>	HOLOCENO	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Qal</div> <p>Aluvion</p>
	<b>MEZOSOICO</b>	CRETÁCICO
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Ksl</div> <p>FORMACION LA LUNA Parte superior: Caliza, lutita silicosa, y chert en capas delgadas de color gris oscuro a negro con foraminíferos, capas fosfáticas en la parte superior  Parte inferior: Lutita negra, calcárea con concreciones; caliza gris en capas delgadas</p>		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Kia</div> <p>FORMACIÓN AGUARDIENTE Arenisca dura, clara de grano fino a grueso, con algunas capas de limolita y lutita carbonácea</p>		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Kic</div> <p>FORMACIÓN CAPACHO Lutita, gris oscura a negra, caliza masiva, fosilífera en las partes inferior y superior</p>		
<b>PALEOZOICO</b>	DEVÓNICO	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Kitm</div> <p>FORMACIÓN TIBÚ Y MERCEDES Mercedes: Caliza gris, fosilífera, arenosa; Lutita y arenisca de color gris oscuro.  Tibú: Caliza gris, fosilífera, con lutita gris oscura en la base arenisca clara cuarcita de grano grueso a conglomerático</p>
		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Df</div> <p>FORMACIÓN FLORESTA Df. Limolita y lutita de color gris amarillenta, filíticas; areniscas de grano fino.</p>
	PREDEVÓNICO	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">pDo</div> <p>ORTONEIS pDo: Neis cuazomonzonítico y granodiorítico</p>

### CONVECCIONES

BASE CARTOGRAFICA		ESTRUCTURAS
— Intermitente, NO	----- Indice de Depresion	— Falla
— Intermitente, SI	----- Indice de Depresion aproximada	→ Falla Cabalgamiento
— Permanente, NO	----- Intermedia	--- Falla Inerida
— Permanente, SI	----- Intermedia Aproximada	— Lineamiento
— De Glaciar	----- Intermedia de Depresion	
— Indice	----- Intermedia de Depresion aproximada	
— Indice Aproximada	----- Suplemetaria	

Fuente. Tomado y modificado del cuadrante H13 Pamplona, IGAC, 1977.

## 8.1 Estratigrafía

En el área de estudio afloran rocas metamórficas del Devónico Inferior y rocas sedimentarias del cretácico Inferior.

La nomenclatura de las formaciones en cuestión y sus respectivas edades son tomadas de la Concesión Barco por Notestein *et al.* (1944) y confrontadas con la descripción que hace Ward *et al.* (1973).

### 8.1.1 Rocas pre cretácicas

Las rocas pre cretácicas que afloran al Noroccidente del municipio de Pamplona en la vía que conduce a las veredas Tampanqueba y Cúnuba, pertenece a la Formación Floresta Metamorfoseada.

#### 8.1.1.1 Formación floresta metamorfoseada (DF – Dfm)

Metasedimentitas de bajo grado descritas por Caster en 1939 como una sucesión de lodolitas amarillentas que fueron afectadas por un metamorfismo de muy bajo grado. La formación está compuesta por pizarras verdosas-grisáceas con mármoles. Las asociaciones minerales corresponden a las facies esquistos verdes.



## **8.1.2 Rocas del cretácico**

### **8.1.2.1. Formación Río Negro (Kirn).**

En Colombia la denominación de Río Negro ha sido empleada en algunas localidades del borde Oriental del Macizo de Santander (Vargas *et al.*, 1976) y en la Sierra Nevada del Cocuy (Fabr , 1981). Fabre (1981) determinó que la formación Río Negro se inicia con un conglomerado basal y por areniscas rosadas del Cretácico.

Clavijo (1994) clasifica como Formación Río Negro a las areniscas de cuarzo gris claro moteadas que varían a areniscas conglomeráticas expuestas en los ríos Margua, Talco, páramo de C chira, San Calixto, carretera Rangoval a-Villa del Rosario, camino a Mojicones.

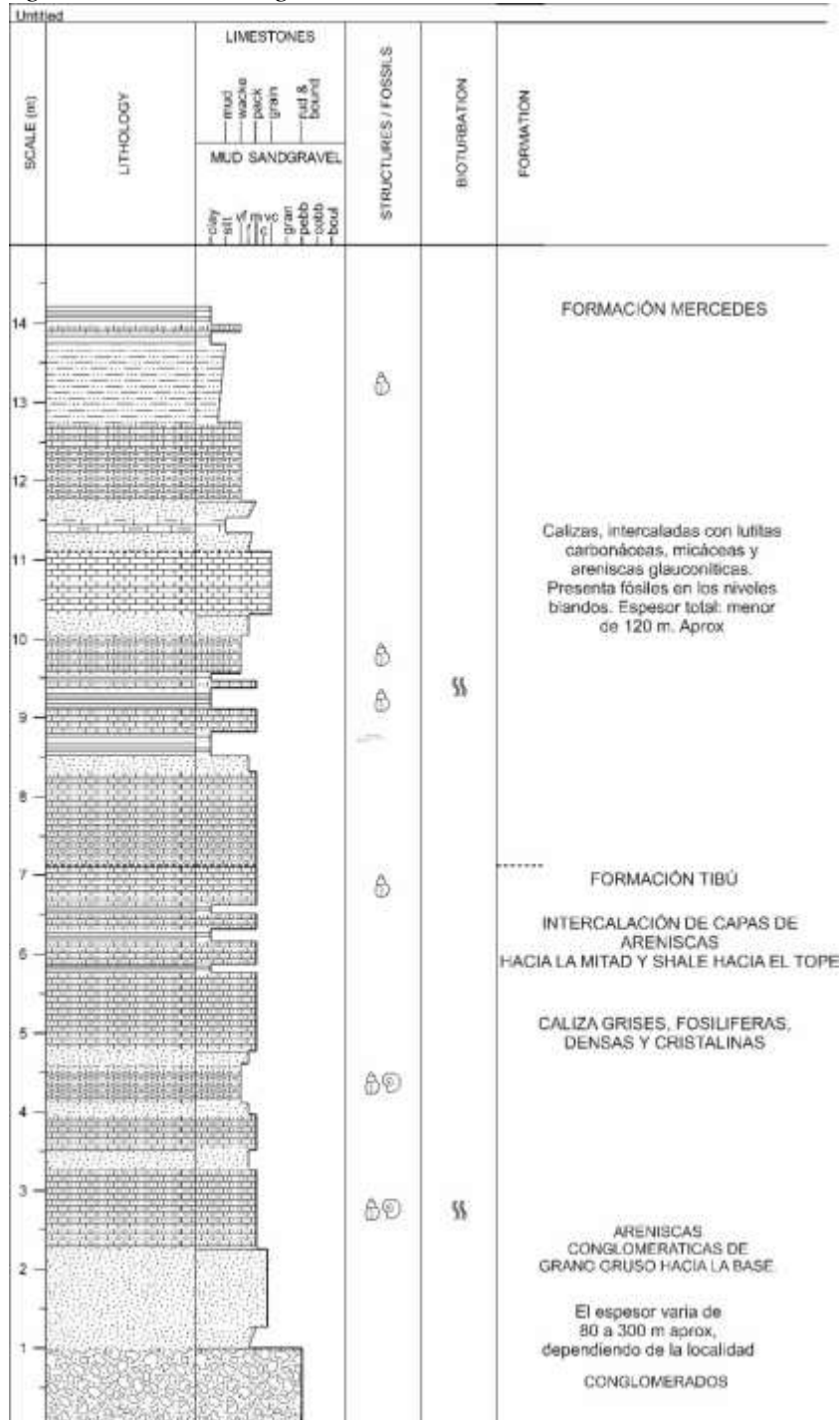
### **8.1.2.2. Formación Tibú (Kitm)**













La sección tipo se caracteriza principalmente por calizas fosilíferas y cristalinas grises, según Notestein *et al.* (1944) considera que las areniscas basales hacen parte del conglomerado basal de este miembro. El espesor del miembro Tibú varía de 80 a 300 metros y hacia el oeste incrementa su espesor (Notestein *et al.*, 1944) (Figura 12)

### **8.1.2.3. Formación Mercedes (Kitm)**

Notestein *et al.* (1944) introdujeron este nombre para designar una unidad, de 149 a 201 metros de espesor, compuesta de calizas, intercaladas con lutitas carbonáceas, micáceas y areniscas glauconíticas (Figura 12)

Figura 12. Columna generalizada Formación Tibú – Mercedes



Lithologies	Symbols	Base Boundaries
 Conglomerate	 Gastropods	----- Gradational
 Sandstone	 Cephalopods	
 Packstone	 Moderate bioturbation	
 Wackestone	 Current ripple cross-lamination	
 Shale		
 Grainstone		
 Lime mudstone		
 Siltstone		

Fuente: Tomado y modificado *Geology of the Barco Concession* – Notestein et al., 1944.

#### 8.1.2.4. Formación *Aguardiente* (*Kia*)

Aflora en el extremo oriental de Santander y consta de areniscas de cuarzo, grises a gris claras, de grano fino, medio y grueso, glauconíticas, con estratificación cruzada e intercalaciones delgadas de lodolitas grises a negras, carbonosas y micáceas. Para Fabre (1985) la sedimentación de esta unidad representa un frente deltaico. El espesor generalmente varía de 150 a 480 m.

#### 8.1.2.5. Formación *Capacho* (*Kic*)

. La parte inferior de la unidad corresponde a lodolitas negras, laminadas, localmente calcáreas, con nódulos calcáreos, con escasas intercalaciones de areniscas de cuarzo, grises, de grano fino y calizas grises, arenosas, fosilíferas, en capas delgadas; la parte media se compone de areniscas de cuarzo, grises, de grano fino, micáceas, localmente glauconíticas, calizas gris oscuras, lumaquéllicas, localmente micríticas, en capas medianas y gruesas, con intercalaciones de lodolitas negras,



calcáreas, localmente fosilíferas; la parte superior está constituida principalmente de lodolitas grises con delgadas intercalaciones de calizas grises, arenosas, lumaquélicas y areniscas grises y amarillentas, de grano fino, en capas medianas. Estos sedimentos se depositaron en un ambiente marino de aguas tranquilas, evidenciado por la presencia de glauconita y pellets fosfatizados. El espesor varía entre 350 y 450 metros.

#### **8.1.2.6 Formación La Luna (Ksl)**

El primero en estudiar esta secuencia litoestratigráfica fue Garner en 1926 (Como se citó en INGEOMINAS, 1999) quien le dio el nombre de Calizas de la Luna a una sucesión de shale calcárea, negra, fosilífera con concreciones calizas negras presentes en la Quebrada La Luna al W de la Hacienda La Luna, NW de Perijá, en el Estado Zulia (Venezuela). Posteriormente Hedberg & Sass (1937) hacen una descripción detallada de la misma y le dan el nombre de Formación La Luna. Notestein *et al.* (1944) introducen el término en Colombia, aplicándolo en la Concesión Barco a los mismos materiales que en Venezuela. Los espesores en la Concesión Barco son de 40-90 m. Litológicamente la Formación La Luna consta de calizas foraminíferas negras con shales bituminosos y hacia la parte superior presenta capas y nódulos de chert negro. El olor a petróleo es característico (Julivert, 1968).

El ambiente de depositación es marino de aguas relativamente poco profundas, con poca ventilación en el fondo. (Royero *et al.*, 2001, p, 34).



### **8.1.3. Holoceno**

#### **8.1.3.1. Qal**

Se presentan asociados a los cauces actuales y márgenes de los principales drenajes, y corresponden a depósitos de gravas, arenas y arcillas.

## **8.2 Geología estructural**

### **8.2.1. Sistemas de fallas La Mercedes – Morronegro**

El componente vertical se invierte, en el norte el bloque oeste es levantado y el lado este es levantado hacia el sur. El movimiento es sinextral en el sur y dextral en la parte norte (ANI., sin fecha).

El trazo es marcado por escarpes prominentes continuos, alineación de drenajes, depresiones estructurales, alineación de cuchillas y valles, escarpes degradados y levantamientos locales. El sentido de la inversión varía desde noroeste en el sur a norte - sur y noreste en la parte norte donde se dirige hacia la falla de Boconó en Venezuela (ANI., sin fecha).

La Falla de Las Mercedes presenta un desplazamiento aproximado de 2400 m y pone en contacto rocas cristalinas precámbricas al oeste con rocas sedimentarias cretáceas y terciarias al este. Es una falla de cabalgamiento de dirección N-S con un ángulo de 30° aproximadamente con una inclinación al occidente. Agencia Nacional de Infraestructura (ANI., sin fecha).



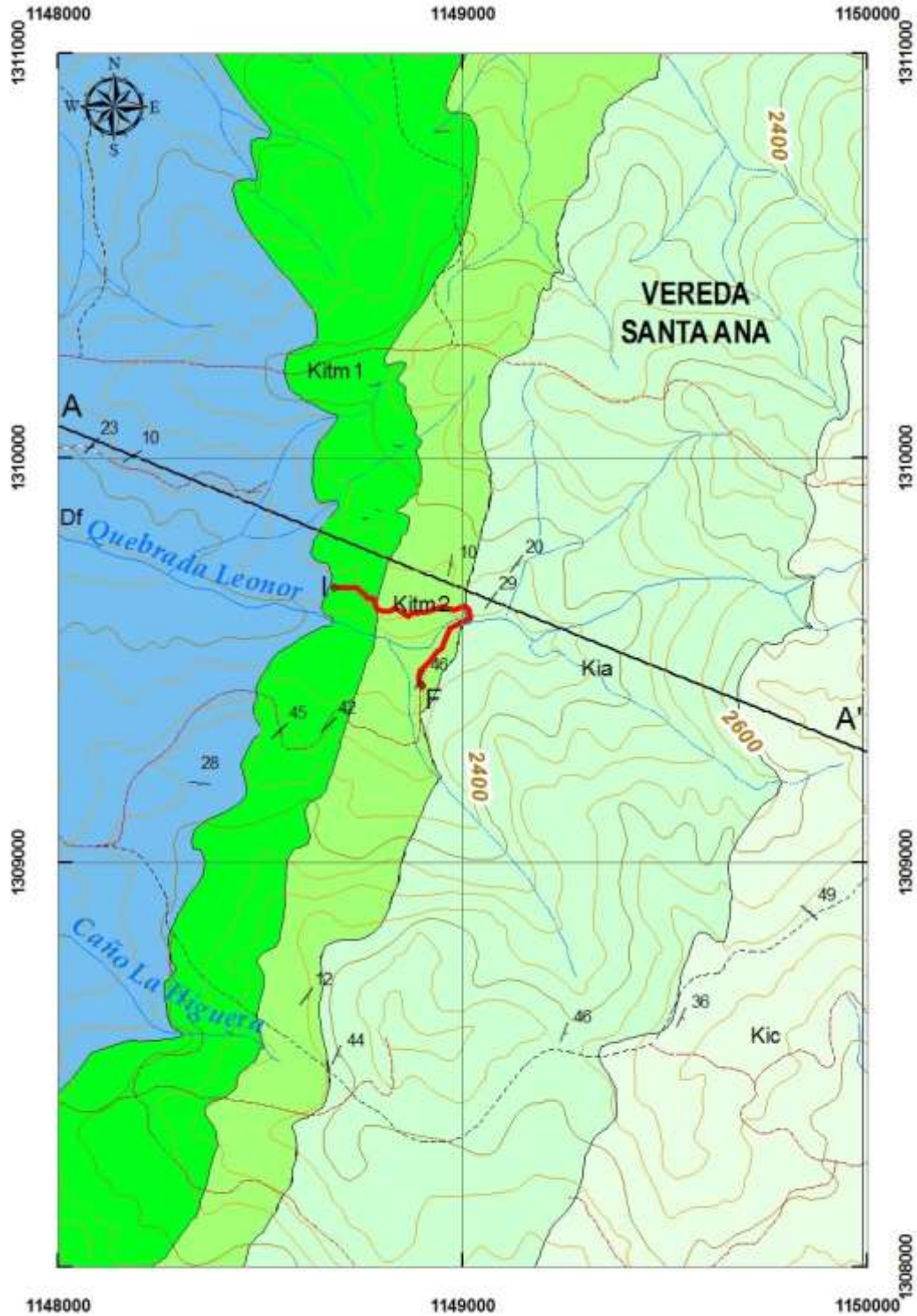


## 9 MARCO GEOLÓGICO LOCAL

El área de estudio está compuesta de rocas cuyo origen se debe a eventos metamórficos de bajo grado y depositación de sedimentos en diferentes ambientes sedimentarios que van desde sistemas fluviales a ambientes marinos someros. Estas rocas han quedado expuestas en la zona de estudio debido a los diferentes procesos geológicos a los cuales han estado sometidos. (Figura 13).

En el área afloran rocas metamórficas de la Formación Floresta Metamorfoseada, que se encuentra en contacto discordante con rocas del Cretácico inferior. La secuencia estratigráfica sedimentaria inicia con la Formación Tibú la cual se divide en este estudio en Formación Tibú con 3 miembros, Miembro Conglomerados La Leonor, Miembro Calizas Cúnuba y Miembro Areniscas y Calizas de La Recta con un contacto superior continuo con la Formación Mercedes la cual se divide en Miembro Calizas Vereda Santa Ana, Miembro limolitas y calizas Tampaqueba y Miembro Limolitas, Areniscas y Calizas El Tope. El contacto superior de la formación Mercedes con la Formación Aguardiente es concordante

Figura 13. Mapa geológico del área de estudio a escala 1:10000



*Corte geológico sección A – A'*



**LEYENDA GEOLÓGICA**

<b>MEZOSOICO</b>	<b>CRETÁCICO</b>	<b>Kitm1</b> FORMACIÓN TIBÚ A la base conglomerados y cuarzoareniscas blancuzcas, arcillolitas negras, caliza gris masiva, fosilífera y limolita gris oscura calcárea	<b>Kitm2</b> FORMACIÓN MERCEDES Caliza gris, fosilífera intercaladas con limolitas de color gris oscuro calcáreas y areniscas de color amarillo
	<b>JURÁSICO</b>	<b>Kia</b> FORMACIÓN AGUARDIENTE Arenisca dura, clara de grano fino a grueso; con algunas capas de limolita y lutita carbonácea	<b>Kic</b> FORMACIÓN CAPACHO Lutita, gris oscura a negra, caliza gris masiva, fosilífera en las partes inferior y superior
	<b>TRIÁSICO</b>	<b>Df</b> FORMACIÓN FLORESTA Df: Limolita y lutita de color gris amarillenta, filíticas; areniscas de grano fino.	
<b>PALEOZOICO</b>	<b>PREDEVÓNICO</b>		

### CONVECIONES

BASE CARTOGRAFICA		RUMBO Y BUZAMIENTO
— Intermitente, NO	----- Índice de Depresión	→ Foliación
— Intermitente, SI	----- Índice de Depresión aproximada	— Estratificación
— Permanente, NO	----- Intermedia	— Poligonal
— Permanente, SI	----- Intermedia Aproximada	--- Falla Inferida
--- De Glaciar	----- Intermedia de Depresión	
--- Índice	----- Intermedia de Depresión aproximada	
--- Índice Aproximada	----- Suplementaria	

*Fuente. El autor*

## 9.1 Estratigrafía

A continuación se abordara la descripción y caracterización de las unidades litoestratigráficas distinguidas en el área de estudio

### 9.1.1 Formación Floresta Metamorfoseada

Hacia el noroccidente de la zona de estudio aflora un cuerpo metamórfico de bajo grado correspondiente a rocas pelíticas de grano muy fino a fino como pizarras verdosas-grisáceas y filitas verdosas las cuales presentan textura lepidoblástica con minerales tales como micas moscovitas y cloritas presentando foliación. A demás de su bajo grado de metamorfismo, estas se encuentran en un proceso activo de meteorización. (Fotografía 9).

*Fotografía 9. Formación Floresta Metamorfoseada*



*Fuente: El autor.*

### **8.1.2 Formación Tibú (Kitm1)**

El levantamiento estratigráfico que se realizó en la zona de estudio relaciona la Formación Tibú que presenta un espesor de 60 metros aproximadamente (Fotografía 10). (Ver Anexo 4).

*Fotografía 10. Formación Tibú*



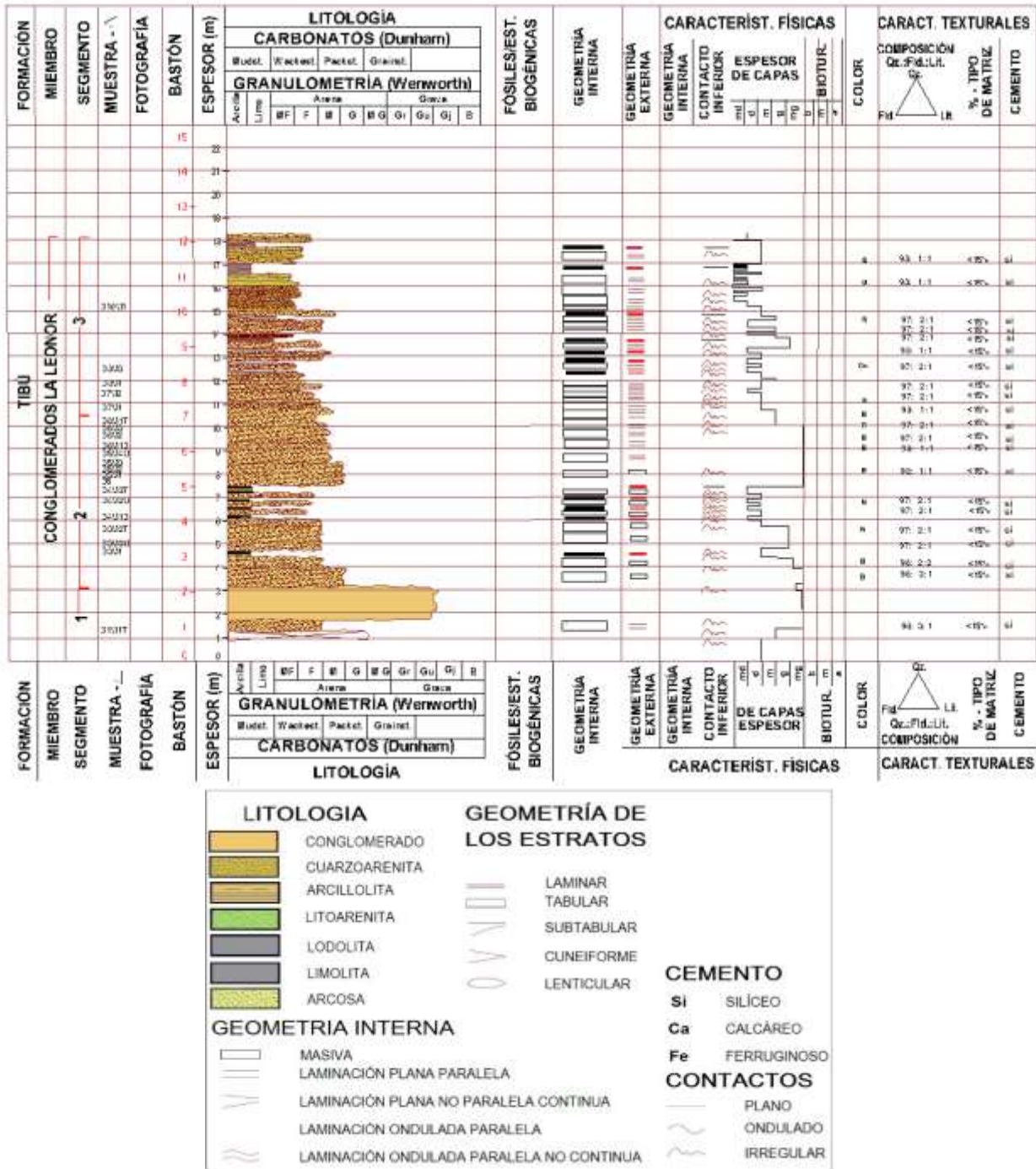
*Fuente: El autor*



### ***9.1.2.1 Miembro Conglomerados La Leonor (mcll)***

Este miembro se localiza hacia el noroccidente de la sección estratigráfica levantada, cuenta con un espesor de 18 metros (Figura 20). Su base litológicamente está conformada por conglomerados polimicticos, estos tienen tamaño de grano guijos (10%) a guijarros (90%), sub-angulares a sub-redondeados en contacto flotante con matriz limoarcillosa que varía de muy fina a fina. Hacia la parte media de este miembro se localizan capas medias de cuarzoareniscas blancuzcas intercaladas con capas delgadas de arcillolitas negras siendo sus contactos irregulares difusos. En el tope se presenta un paquete de intercalaciones de capas muy delgadas a delgadas entre cuarzoareniscas y capas delgadas de limolitas donde el contacto entre cada una de estas capas es ondulado difuso. Debido a este cambio litológico, este Miembro se divide en Segmento 1, Segmento 2 y Segmento 3 (Figura 14).

Figura 14. Columna estratigráfica a escala 1:100 Miembro Conglomerados La Leonor.



Fuente. El autor.

### 9.1.2.1.1 Segmento 1

Este segmento consta de conglomerados con matriz limoarcillosa con tamaño de grano guijo a guijarros con un espesor de 3 metros. (Fotografía 11).

*Fotografía 11. Segmento 1.*



*Fuente: El autor.*

El tamaño de los granos varía de guijos (10%) a guijarros (90%). Este segmento corresponde a facies Conglomerados con matriz limoarcillosa. (Cgmla).



### 9.1.2.1.2 Segmento 2

Este segmento consta de Cuarzoareniscas blancuzcas con un bajo contenido de glauconita dispuesta en capas medias a gruesas tabulares, masivas y capas delgadas de arcillolitas negras. Espesor 7.5 metros. (Fotografía 12-13).

*Fotografía 12. Segmento 2, base.*



*Fuente: El autor.*

*Fotografía 13. Segmento 2, Techo.*



*Fuente: El autor.*

Las cuarzoareniscas de color blanco presentan una composición de Cuarzo 96%, Feldespato 2% y Líticos 2% según Folk (1968, 1970), sus granos son sub-redondeados, con esfericidad media, bien seleccionados. Se disponen por capas que van desde medias a muy gruesas con contactos irregulares difusos y geometrías tabulares con estructuras masivas, donde se puede apreciar un bajo contenido

de glauconita. Intercaladas con arcillolitas de color negro que se presentan en capas muy delgadas con estructura laminar y geometría irregular.

Este segmento corresponde a facies de Cuarzoareniscas blancuzcas con bajo contenido de glauconita en capas medias a gruesas tabulares, masivas y capas delgadas de arcillolitas negras. (Cbbgtman).

### **9.1.2.1.3 Segmento 3**

Este segmento está constituido por cuarzoareniscas blancuzcas con bajo contenido de glauconita dispuestas en capas muy delgadas a delgadas intercalada con láminas de limolitas de color gris oscuro. Espesor 7.5 metros. (Fotografía 14).

*Fotografía 14.Segmento 3.*



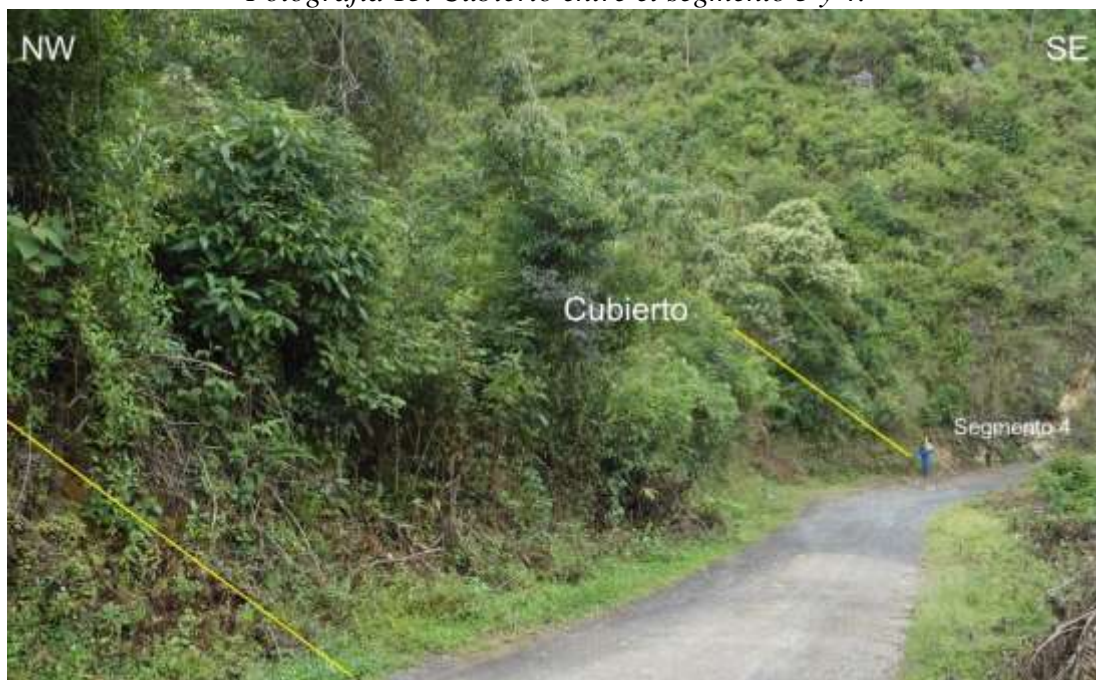
*Fuente: El autor.*

El contacto entre las cuarzoareniscas y láminas de limolitas es ondulado difuso, las cuarzoareniscas presentan una composición Cuarzo 96%, Feldespato 2% y Lítico 2% según Folk (1968,1970). Sus granos son Subredondeados moderadamente seleccionados, capas tabulares con estratificación plano – paralela; presenta una baja presencia de glauconita. Las limolitas de color gris oscuro tienen estructura laminar, son irregulares y presentan algunas un moteado distintivo.

Este segmento corresponde a facies de Cuarzoareniscas blancuzcas con bajo contenido de glauconita en capas medias muy delgadas a delgadas, tabulares, estratificación plano – paralela, masivas y capas delgadas de limolitas gris oscuro. (Cbbgtppmcdl).

Entre el Miembro Conglomerados La Leonor y el Miembro Calizas Cúnuba se encuentra un cubierto (Fotografía 15) con 15 metros de espesor.

*Fotografía 15. Cubierto entre el segmento 3 y 4.*



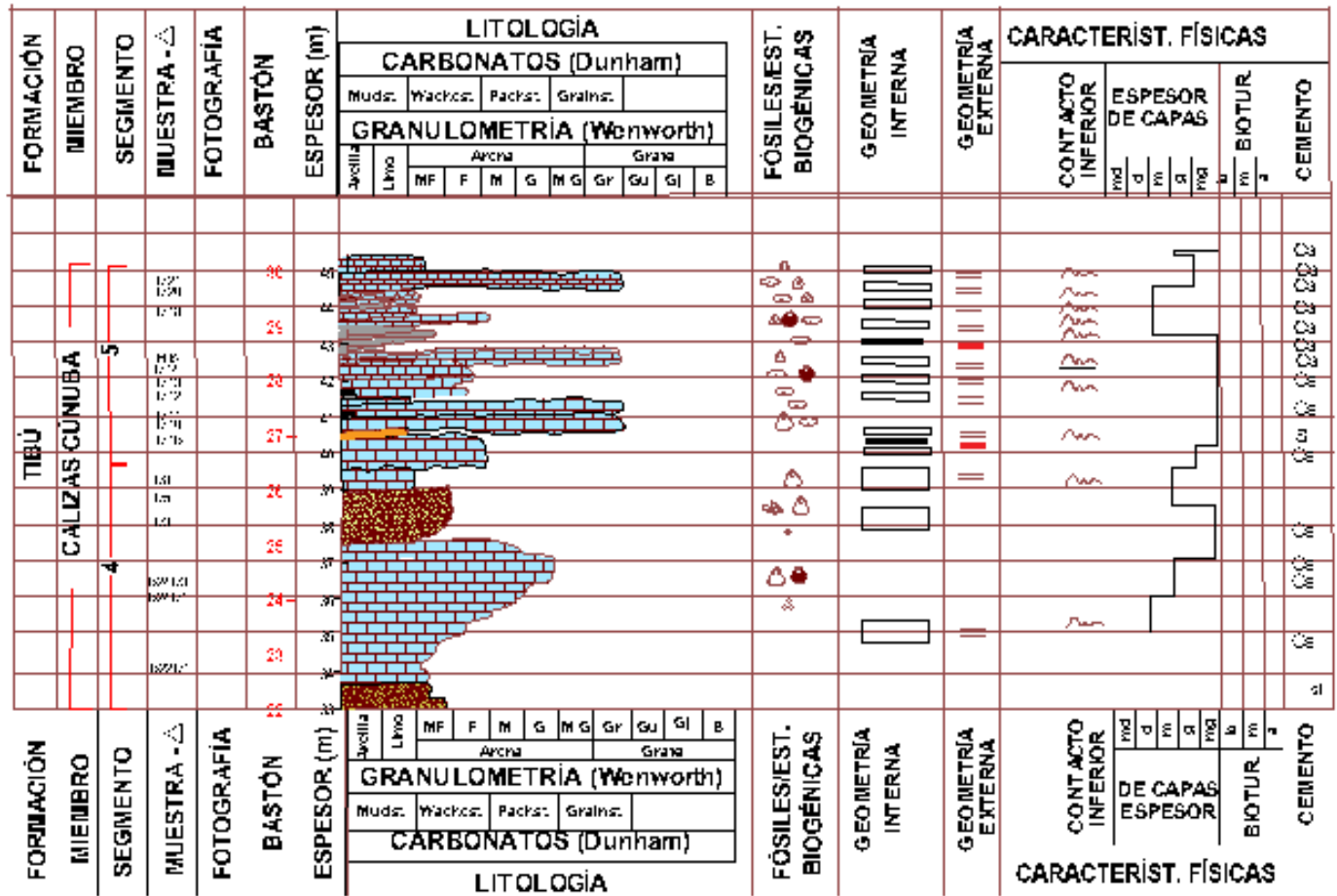
*Fuente: El autor.*



### ***9.1.2.2 Miembro Calizas Cúnuba (mcc)***

Este miembro cuenta con un espesor de 12.5 metros (Figura 20). Su base litológicamente está conformado por rocas químicas tipo calizas grises que van desde Mudstone hasta Packstone. Hacia la parte media presenta calizas que varían de Mudstone a Grainstone, seguido de areniscas de color gris oscuro, de grano muy fino, subredondeados a subangulares con geometría tabular, presentando nódulos calcáreos de hasta 15 cm de espesor. Hacia el techo de este miembro se encuentra una intercalación de capas delgadas, medias a gruesas de lodolitas calcáreas y areniscas calcáreas, siendo entre ellas el contacto neto difuso. Seguidamente una intercalación entre areniscas líticas, litoarenita y arenas lodo-gravosas. Debido a este cambio litológico, este miembro se divide en Segmento 4 y Segmento 5 (Figura 15).

Figura 15. Columna estratigráfica a escala 1:100 del Miembro Calizas Cúnuba (mcc).



LITOLOGÍA	GEOMETRÍA DE LOS ESTRATOS	CEMENTO
LODOLITA	LAMINAR	<b>Si</b> SILICEO
ARCOSOLÍTICA	TABULAR	<b>Ca</b> CALCÁREO
CALIZA	SUBTABULAR	<b>Fe</b> FERRUGINOSO
ARENISCAS CALCÁREAS	CUNEIFORME	<b>CONTACTOS</b>
LIMOLITA CALCÁREA	INTICTILIAR	PLANO
<b>FÓSILES</b>	<b>GEOMETRÍA INTERNA</b>	ONDULADO
BIVALVOS	MASIVA	IRREGULAR
ESCAMAS DE PECES	LAMINACIÓN PLANA PARALELA	
RESTOS DE PECES	LAMINACIÓN PLANA NO PARALELA CONTINUA	
FORAMINÍFEROS	LAMINACIÓN ONDULADA PARALELA	
RESTOS DE PLANTAS	LAMINACIÓN ONDULADA PARALELA NO CONTINUA	
RESTOS DE TRONCOS CARBONIZADOS		

Fuente. El autor.

#### 9.1.2.2.1 Segmento 4

Este segmento tiene un espesor de 8 metros aproximadamente y litológicamente está conformado por Calizas de color gris que varían de Mudstone a Grainstone según Duham (1962), sobre estas se encuentran capas delgadas de areniscas ligeramente calcáreas de color gris oscuro, tabular. (Fotografía 16).

Fotografía 16. Segmento 4.



Fuente: El autor.

Su base litológicamente está conformado por capas medias a gruesas de calizas grises que van desde Mudstone hasta Packstone según Dunham (1962). Estas presentan estructura masiva, estratificación plano-paralela y geometría tabular, con venillas y venas de calcita. Contienen registro fosilífero que se clasificó por el método comparativo concluyendo que se trata de Equinodermo: *Toxaster sp* (Fotografía 17), Gasterópodos: *Turritella*. (Fotografía 18). Sobre estas calizas en

contacto difuso se depositan capas delgadas y tabulares de areniscas gris oscuro ligeramente calcáreas clasificadas según el diagrama de Carbonatos - Lutitas - Margas y Arenisca modificado de Correns (1949) (Arenisca: 43%, Calcita: 54%, Arcilla: 3%) de grano muy fino, subredondeados a subangulares.

Este segmento corresponde a facies de Calizas que varían de Mudstone a Packstone con estratificación plano-paralela de color gris intercaladas con capas delgadas de areniscas ligeramente calcáreas de color gris oscuro, tabular. (Cmpppalct).

*Fotografía 17. Equinodermo: Toxaster sp.*



*Fuente: El autor.*



*Fotografía 18. Gasterópodos: Turritella.*



*Fuente. El autor.*

#### **9.1.2.2.2 Segmento 5**

Este segmento tiene un espesor de 4.5 metros y litológicamente se caracteriza por presentar calizas que varían de Wackstone a Grainstone según Dunham (1962) con intercalaciones de lodolitas calcáreas. (Fotografía 19).

*Fotografía 19. Segmento 5.*



*Fuente: El autor.*

Este segmento se compone por capas delgadas a medias de calizas de color gris que varían de Packstone a Grainstone según Duham (1962), tabulares, con estratificación plano – paralela presentando fósiles como conchas y *Turritellas* de distintos tamaños. (Pellejo elaborado, Fotografía 20).

En contacto Plano difuso se encuentran capas delgadas de lodolitas calcáreas de color negro presentando nódulos calcáreos.

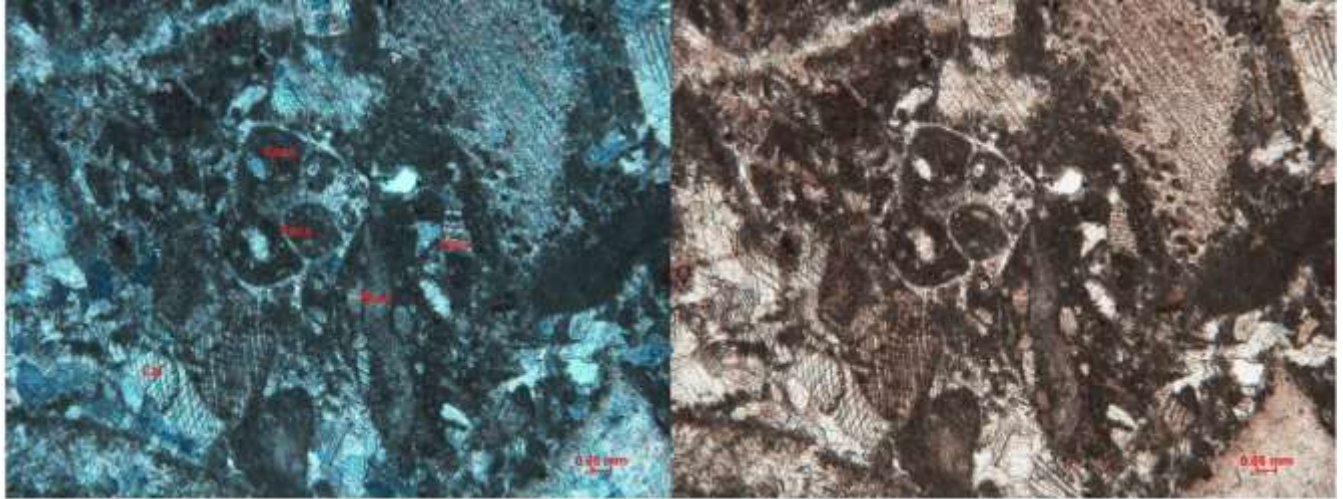
Este segmento pertenece a las facies de Calizas que varían de Packstone a Grainstone con estratificación plano – paralela intercaladas con lodolitas negras calcáreas. (Cpgpplnc). (Sección delgada elaborada, Fotografía 21).

*Fotografía 20. Pellejo 6 (GIGMTGKEB29M18)*



*En esta muestra se aprecian venas de calcita, fragmentos de equinodermos, conchas rellenas de cemento espártico. Fuente: El autor.*

*Fotografía 21. Sección delgada GIGMTGKEPB28M16.*



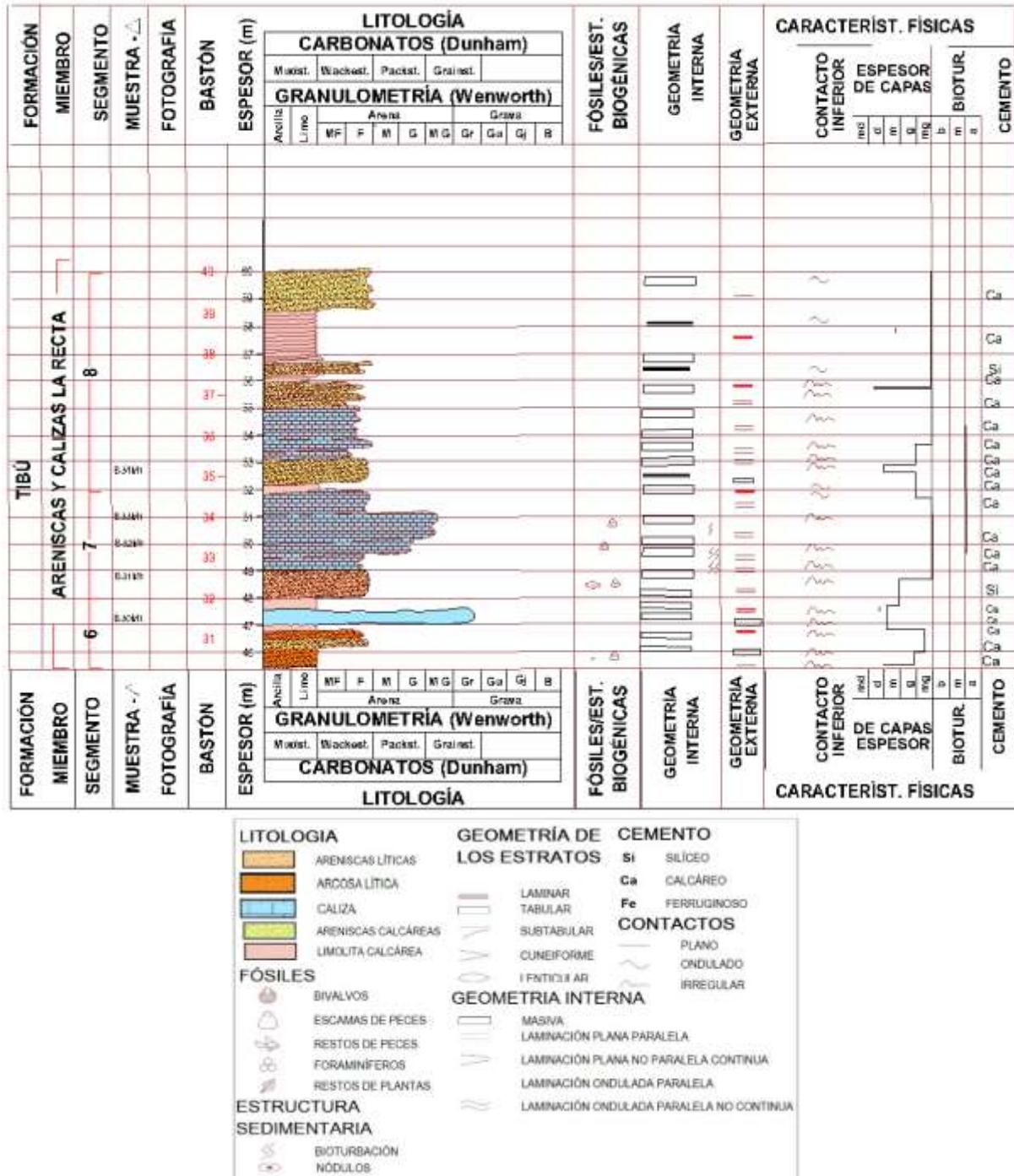
*Nicoles Cruzados (Izquierda), Nicoles Paralelos (Derecha). Se observan cristales de calcita, registro fosilífero como foraminíferos y bivalvos rodeados por cemento esparítico.*

*Fuente: El autor.*

### **9.1.2.3 Miembro Areniscas y Calizas de La Recta (maclr)**

Este miembro está localizado en la recta de la sección estratigráfica levantada, el cual cuenta con un espesor de 14.5 metros (Figura 20). Su base se compone de capas medias a gruesas de areniscas calcáreas de color gris oscuro, masivas y con geometría tabular; intercaladas y en contacto neto ondulado con capas delgadas de limolitas grises oscuras tabulares. Hacia la parte media de este miembro se encuentran en contacto neto ondulado capas muy gruesas de calizas de color gris oscuro, masivas que van de Packstone a Grainstone según Dunham (1962), con estratificación plano paralela y tabulares. Ya hacia el tope de este miembro y en contacto neto difuso se encuentran nuevamente capas medias a gruesas de areniscas de color amarillo opaco, calcáreas, masivas, tabulares e intercaladas con láminas de limolitas grises calcáreas. Presentes estos cambios litológicos, este miembro se divide en 3 segmentos: Segmento 6, Segmento 7 y Segmento 8 (Figura 16).

Figura 16. Columna estratigráfica a escala 1:100 Miembro Areniscas y Calizas de La Recta.



Fuente. El autor.

### *9.1.2.3.1 Segmento 6*

Este segmento tiene un espesor aproximado de 2.5 metros. Se compone de una intercalación de capas medias de arenisca calcárea de color gris oscuro, tabular, masiva con capas delgadas de limolitas calcáreas. (Fotografía 22).

*Fotografía 22. Segmento 6.*



*Fuente: El autor.*

Este segmento litológicamente se compone por capas medias a gruesas de areniscas calcáreas de color gris oscuro, masivas y tabulares; con un 30% de calcita en la roca según la clasificación de Carbonatos - Lutitas - Margas y Arenisca modificado de Correns, (1949). En contacto neto ondulado se encuentran capas delgadas de limolitas calcáreas de color gris con geometría tabular. (Pellejo realizado, Fotografía 23).

Este segmento pertenece a facies Areniscas calcáreas gruesas, tabulares intercaladas con capas delgadas de limolitas calcáreas de color gris oscuro, tabulares. (Actlcgot).

*Fotografía 23. Pellejo realizado 31 (GIGMTGKEPB31M1).*



*Fuente: El autor.*

#### **9.1.2.3.2 Segmento 7**

Este segmento tiene un espesor de 4 metros y litológicamente se compone de capas medias a muy gruesas de caliza de color gris oscuro, tabulares. (Fotografía 24).

*Fotografía 24. Segmento 7*



*Fuente: El autor.*

Estas calizas varían de Wackstone a Packstone según Dunham (1962) y presentan venas de calcita hasta de 5 mm.

Por dichas características este segmento se clasifica en facies de Calizas que varían de Wackstone a Packstone, con estratificación plano paralela. (Cwppp).

### 9.1.2.3.3 Segmento 8

Este segmento tiene un espesor de 8 metros. Litológicamente se compone por Areniscas calcáreas de color amarillo opaco y gris claro intercaladas con limolitas calcáreas de color gris oscuro. (Fotografía 25).

*Fotografía 25. Segmento 8.*



*Fuente: El autor.*

Este segmento está constituido por capas medias a gruesas de areniscas calcáreas de color amarillo opaco y gris claro con geometría tabular y con un porcentaje del 30% de calcita, 50% de arenisca y 20% de Lutita en la roca según clasificación de Carbonatos - Lutitas - Margas y Arenisca.





Modificado de Correns, (1949). En contacto neto ondulado con láminas delgadas de limolita calcárea de color gris oscuro.

Este segmento se clasifica en facies Arenisca calcárea en capas gruesas tabulares intercaladas con láminas de limolitas calcáreas. (Actlc).

Debido todas estas características, en la siguiente tabla se resume las facies y su respectiva nomenclatura. (Tabla 5).

*Tabla 5. Facies de la Formación Tibú.*

Facies	Nomenclatura
Arenisca calcárea en capas gruesas tabulares intercaladas con láminas de limolitas calcáreas.	(Actlc)
Caliza que varían de Wackstone a Packstone, con estratificación plano paralela.	(Cwppp)
Areniscas calcáreas gruesas, tabulares intercaladas con capas delgadas de limolitas calcáreas de color gris oscuro, tabulares	(Actlcgot).
Caliza que varían de Packstone a Grainstone con estratificación plano – paralela intercaladas con lodolitas negras calcáreas.	(Cpgpplnc)
Calizas que varían de Mudstone a Packstone con estratificación plano-paralela de color gris intercaladas con capas delgadas de areniscas ligeramente calcáreas de color gris oscuro, tabular.	(Cmpppalct)
Cuarzoareniscas blancuzcas con bajo contenido de glauconita en capas medias muy delgadas a delgadas, tabulares, estratificación plano – paralela, masivas y capas delgadas de limolitas gris oscuro	(Cbbgtppmedl)
Cuarzoareniscas blancuzcas con bajo contenido de glauconita en capas medias a gruesas tabulares, masivas y capas delgadas de arcillolitas negras.	(Cbbgtman).
Conglomerados con matriz limoarcillosa	(Cgmla)

*Fuente. El autor*

### 9.1.3 Formación Mercedes (Kitm2)

Dentro de la zona de estudio la Formación Mercedes está presente con un espesor de 67.5 metros, (Sección representativa, Fotografía 26).

Debido a este cambio en su litología, la Formación Mercedes se divide en 3 miembros: Miembro Calizas Vereda Santa Ana, Miembro limolitas y calizas Tapaqueba y Miembro Limolitas, Areniscas y Calizas El Tope; y estos a su vez en segmentos para un mejor análisis y caracterización de esta Formación.

*Fotografía 26. Sección representativa Formación Mercedes*



*Fuente: El autor*

Fotografía 27. Fósiles representativos, Formación Mercedes.



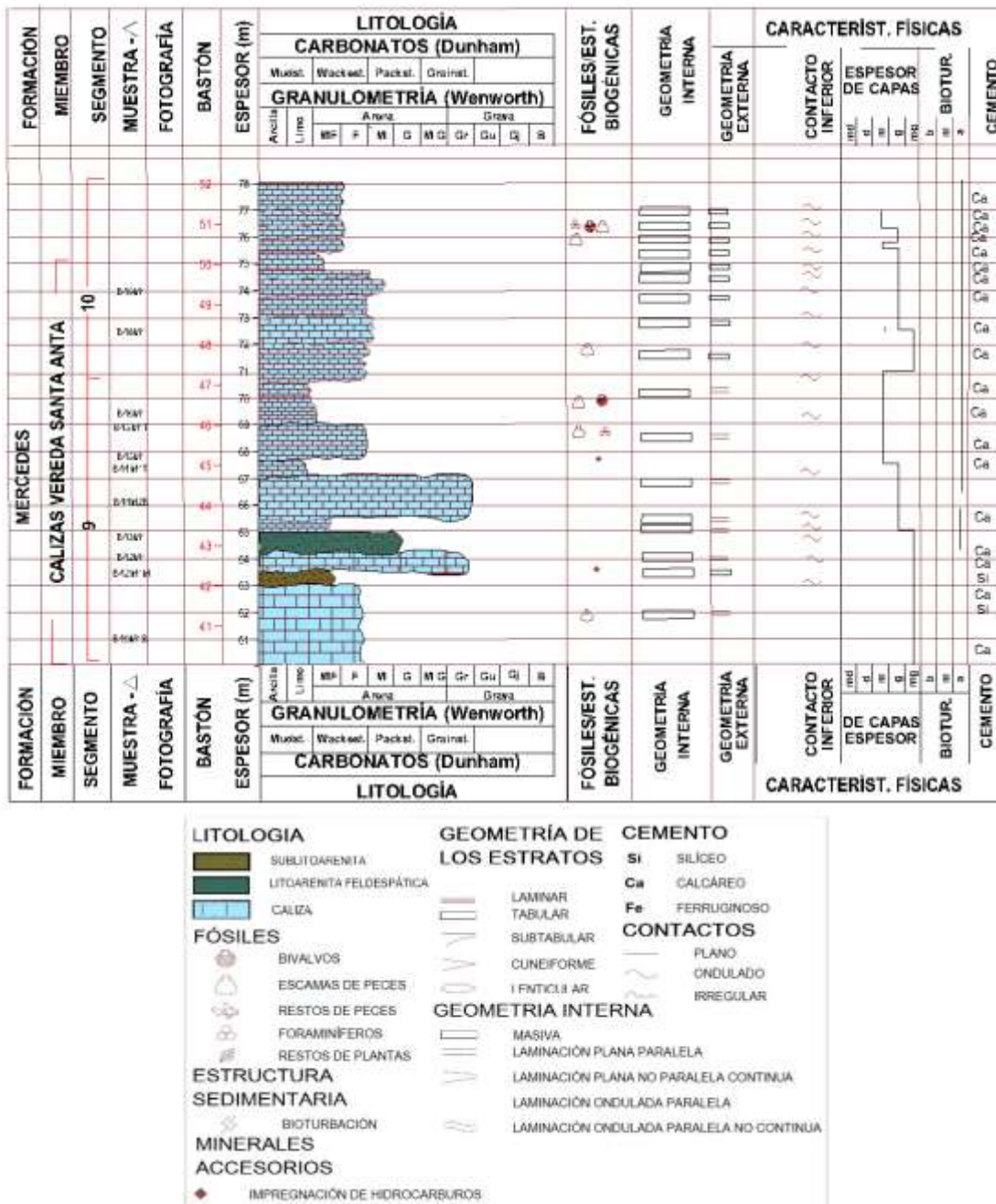
Fuente: El autor.

### 8.1.3.1 Miembro Calizas Vereda Santa Ana (mcvs)

Este miembro cuenta con un espesor de 21 metros (Figura 20). De base a techo se compone litológicamente por capas medias a muy gruesas de calizas grises que varían de Mudstone a Grainstone según Dunham, (1962). Estas capas son masivas, con geometría tabular y se encuentran en contacto difusos ondulados entre ellas. La presencia de fósiles se encuentran hacia la parte media de este miembro y se determinó por método comparativo que son bivalvos, gasterópodos: *Turritella*, moluscos: *Exogyra boussingaulti*, equinodermos: *Toxaster sp* y foraminíferos: *Choffatella decipiens*. Suprayaciendo se encuentran capas medias a gruesas de calizas grises, tabulares que gradan de Mudstone a Wackstone según Dunham, (1962), el contenido fosilífero disminuye.

Este miembro se divide en 2 segmentos: Segmento 9 y Segmento 10 para mayor detalle (Figura 17)

Figura 17. Columna del Miembro Calizas vereda Santa Ana.



Fuente. El autor.

### 8.1.3.1.1 Segmento 9

Este segmento tiene un espesor de 10.5 metros. (Fotografía 28). Se compone litológicamente de capas medias a muy gruesas de calizas de colores grises, masivos y tabulares.

Fotografía 28. Segmento 9.



En el círculo rojo se resalta la parte donde se encuentran gran cantidad de fósiles. Fuente: El autor

Este segmento está compuesto por calizas tipo Mudstone y Grainstone, Según Dunham, (1962). Estas calizas son masivas, con geometría tabular y el contacto entre ellas es neto ondulado. Presentan venillas de calcita. Se encuentra un registro fósil (Fotografía 29) como, bivalvos, gasterópodos: *Turritella* (Fotografía 30), moluscos: *Exogyra boussingaulti*, equinodermos: *Toxaster sp* y foraminíferos: *Choffatella decipien*, en sección delgada es posible observar el contenido fosilífero

de este segmento (Fotografía 31). Se evidencian icnofósiles clasificados como *Arenicolites* que se presentan en rocas sedimentarias de facies marinas. Tiene forma de “U”, característica de estos icnofósiles. (Fotografía 32).

*Fotografía 29. Parte del segmento con mayor contenido fósil.*



*Fuente: El autor.*

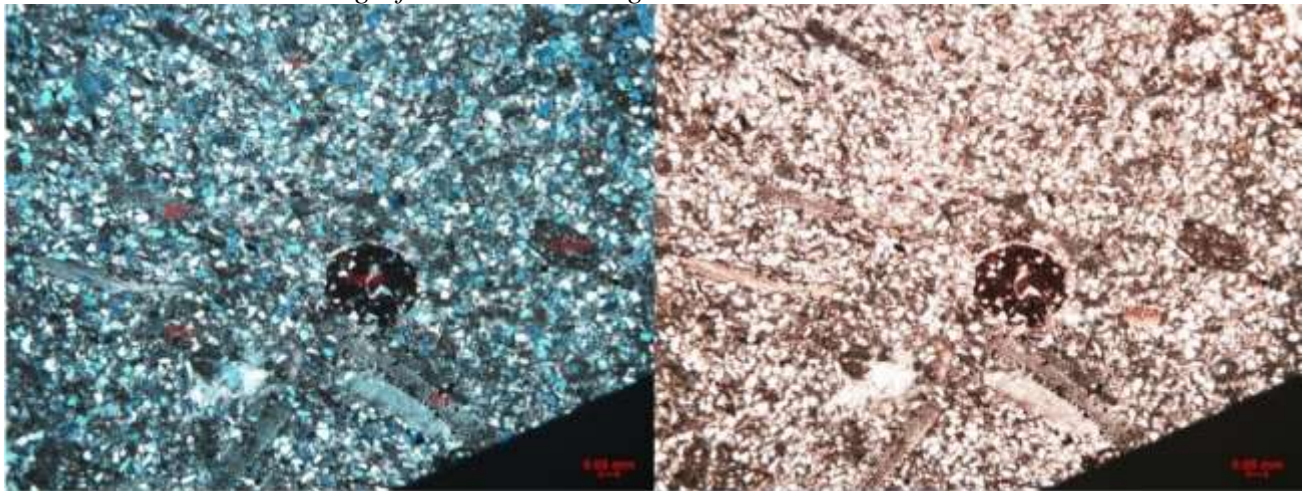
Este segmento se clasifica a facies de Calizas grises Mudstone y Grainstone, masivas con geometría tabular y estratificación plano paralela. (Cmgmtpp).

Fotografía 30. Fósil característico del Segmento 9 (*Turritella*)



Fuente: El autor.

Fotografía 31. Sección delgada GIGMTGKEPB41M1.



Nicoles Cruzados (Izquierda), Nicoles Paralelos (Derecha). Sección enseñando registro fósil como equinodermos, bivalvos y foraminíferos con cemento esparítico. Fuente: El autor.

*Fotografía 32. Icnofosil Arenicolite*



*Fuente: El autor.*

#### **8.1.3.1.2 Segmento 10**

Litológicamente este segmento se compone de capas medias a gruesas de calizas grises, tabulares. Tiene un espesor aproximado de 7.5 metros. (Fotografía 33).

Las calizas de este gradan de Mudstone a Wackstone según Dunham (1962) con presencia de bivalvos y gasterópodos: *Turritella*. . (Sección delgada, Fotografía 34).

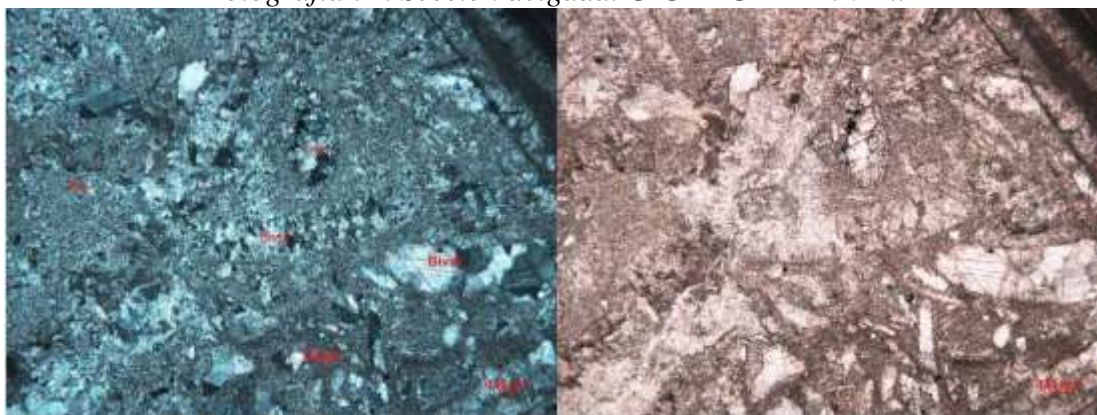


*Fotografía 33. Segmento 10*



*Fuente: El autor.*

*Fotografía 34. Sección delgada. GIGMTGKEPB50M..*



*Nicoles Cruzados (Izquierda), Nicoles Paralelos (Derecha). Fuente: El autor*

Este segmento se clasifica dentro de la facies Calizas que gradan de Mudstone a Wackstone, grises, gruesas, masivas y tabulares. (Cmwgmt).

Se presenta un cubierto de 3 metros entre este segmento y el Miembro limolitas y calizas La Leonor. (Fotografía 35).

*Fotografía 35. Cubierto*



*Fuente: El autor.*

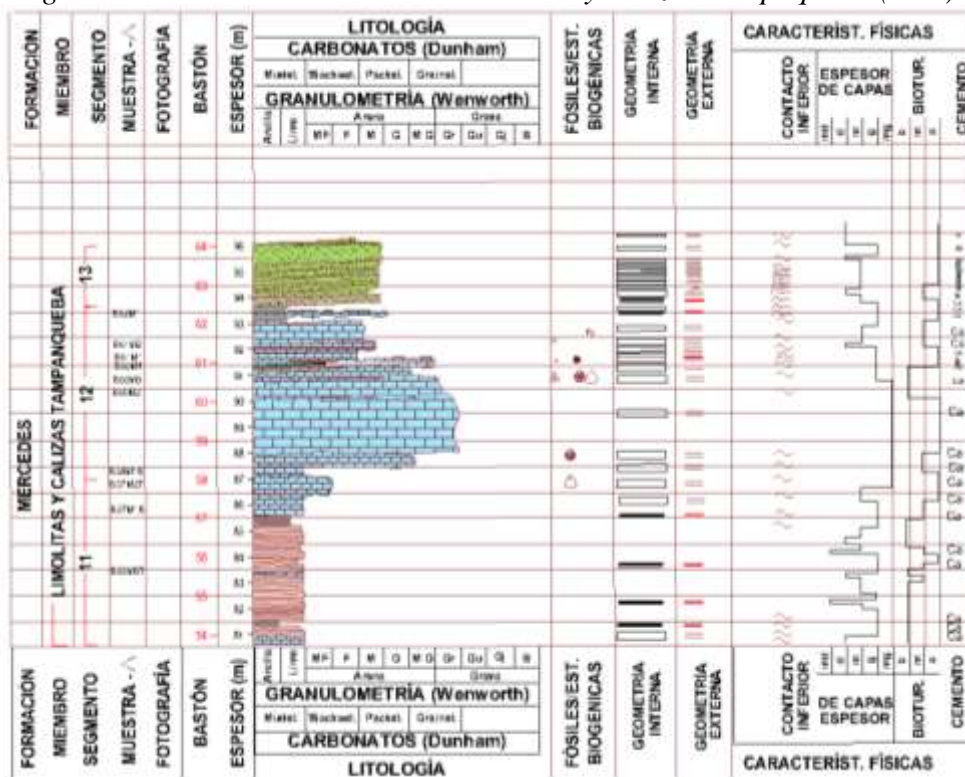
### **8.1.3.2 Miembro limolitas y calizas Tampaqueba (mlct).**

Este miembro cuenta con un espesor de 24 metros (Figura 20) y se compone litológicamente en su base por capas delgadas a gruesas de láminas de limolita calcárea de color gris claro a gris oscuro

y geometría externa laminar intercaladas con unas pocas capas delgadas de láminas de lodolitas color gris oscuro calcárea de geometría externa laminar. La parte media de este miembro se encuentran capas medias a gruesas de roca caliza gris que varían de Mudstone a Grainstone, masivas y con geometría tabular, con contenido fosilífero. Hacia el techo de este miembro se localizan capas que van de delgadas a gruesas de areniscas de color amarillo con cemento silíceo, su estructura sedimentaria es maciza y geometría que varía de lenticulares a acuñada; el contacto entre ellas es difuso ondulado.

Debido a estos cambios litológicos se divide en tres segmentos: Segmento 11, Segmento 12, Segmento 13 para un mayor detalle de este miembro (Figura 18).

Figura 18. Columna del Miembro limolitas y calizas Tampaqueba (mlct).



<b>LITOLOGIA</b>	<b>GEOMETRÍA DE LOS ESTRATOS</b>	<b>CEMENTO</b>
SUBLITOARENITA	LAMINAR	<b>Si</b> SILICEO
LIMOLITA CALCÁREA	TABULAR	<b>Ca</b> CALCÁREO
CALIZA	SUBTABULAR	<b>Fe</b> FERRUGINOSO
LODOLITA CALCÁREA	CUNEIFORME	<b>CONTACTOS</b>
SUBARCOSA	INTICTICULAR	PLANO
LITOARENITA	<b>GEOMETRÍA INTERNA</b>	ONDULADO
<b>ESTRUCTURA SEDIMENTARIA</b>	MASIVA	IRREGULAR
BIOTURBACIÓN	LAMINACIÓN PLANA PARALELA	
<b>MINERALES ACCESORIOS</b>	LAMINACIÓN PLANA NO PARALELA CONTINUA	
<b>Py</b> PIRITA	LAMINACIÓN ONDULADA PARALELA	
	LAMINACIÓN ONDULADA PARALELA NO CONTINUA	

*Fuente. El autor.*

#### 8.1.3.2.1 Segmento 11

Con un espesor de 6 metros, ese segmento se compone por capas delgadas a gruesas de láminas de limolita calcárea de color gris claro a gris oscuro y geometría externa laminar. El contacto entre dichas láminas es difuso ondulado. Suprayaciendolas se encuentran capas delgadas de lodolitas negras calcáreas, con geometría externa laminar. (Fotografía 36).

*Fotografía 36. Segmento 11*



*Fuente: El autor.*

Este segmento se clasifica en la facies Limolita calcárea, laminar gris oscuro intercaladas con lodolitas negras, laminadas. (Lclgolnl)

#### **8.1.3.2.2 Segmento 12**

Este segmento cuenta con un espesor de 7 metros (Fotografía 37), se compone por capas muy gruesas de calizas de color gris oscuro que varían de Mudstone a Grainstone con mayor presencia de esta última según Dunham, (1962); presentan geometría tabular, estratificación plano – paralela,

además presentan una bioturbación indistinta. Es posible apreciar venillas de calcita, mica moscovita y pirita como minerales accesorios (fotografía 38).

*Fotografía 37. Segmento 12.*



*Fuente: El autor.*

*Fotografía 38. Roca representativa Segmento 12 (GIGMTGKEPB60M2).*



*Fuente: El autor*

Este segmento se clasifica en facies Calizas de color gris oscuro Mudstone a Grainstone, masivas con geometría tabular y estratificación plano – paralela (Cgmgomtp).

#### **8.1.3.2.3 Segmento 13**

Cuenta con 2 metros de espesor, este segmento se compone de capas delgadas a gruesas de areniscas tipo Arcosa de color amarillo. (Fotografía 39).

*Fotografía 39.Segmento 13.*



*Fuente: El autor.*

Estas areniscas de color amarillo tienen una composición Cuarzo: 69%, Feldespato: 24% y Líticos: 7%, sus granos de tamaño fino, mal seleccionados son Sub Redondeados con esfericidad media, Arcosa según la clasificación composicional de Folk, (1968, 1970). El contacto entre las capas delgadas a gruesas es difuso onduloso y tienen una geometría externa tabular. Las muestras



presentan cierto nivel de meteorización debido al intemperismo al que se encuentran expuestas (Fotografía 40).

*Fotografía 40. Muestra representativa segmento 13 (GIGMTGKEPB62M3).*



*Fuente: El autor.*

Este segmento se clasifica en facies Arenisca amarilla tipo Arcosa, tabulares. (Aart).

Se presenta un cubierto de 9 metros aproximadamente antes del miembro Limolitas, Areniscas y Calizas El Tope (Fotografía 41).

Fotografía 41. Cubierto entre el segmento 13 y segmento 14.

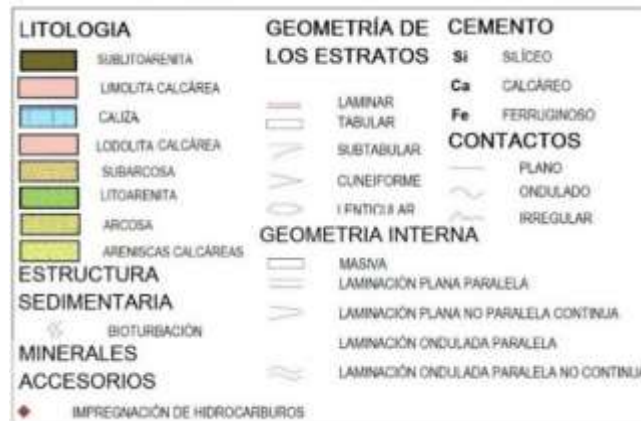


Fuente. El autor.

### 8.1.3.3 Miembro Limolitas, Areniscas y Calizas El Tope (mlact)

Con un espesor de 22.5 metros (Figura 20), este miembro se compone en su base por capas delgadas a medias de láminas de limolita calcárea de color gris, con estructura interna plano – paralela y geometría externa tabular. Hacia la parte media de este miembro se localizan capas muy gruesas de calizas gris oscuro tipo Packstone según Dunham, (1962). El contacto entre estas capas es neto ondulado con estructura masiva. Ya en el techo se compone de capas gruesas a muy gruesas de areniscas amarillas con cemento silíceo, macizas, y su varia de geometría acuñada a tabular





Fuente. El autor.

### 8.1.3.3.1 Segmento 14

Este segmento tiene un espesor de 2 metros y está compuesto por capas delgadas a medias de limolita calcárea de color gris claro a gris oscuro que presenta una estratificación plana – paralela y una estructura externa tabular. En este segmento blando se registran gasterópodos: *Toxaster sp.* (Fotografía 42).

Fotografía 42. Segmento 14



Fuente: El autor.

Se clasifica en la facies Limolita calcárea de color gris oscuro, con estratificación interna plano paralela y capas tabulares. (Lcgoppt).

#### **8.1.3.3.2 Segmento 15**

Con un espesor de 10 metros, se compone de capas muy gruesas de calizas gris oscuro. (Fotografía 43)

*Fotografía 43. Segmento 15.*



*Fuente: El autor.*

Estas calizas se clasifican como tipo Packstone según Dunham, (1962) (Fotografía 44).

*Fotografía 44. Muestra representativa del segmento 15 (GIGMTGKEPB72M1).*



*Fuente: El autor.*

Presentan estructura interna plano – paralela y geometría tabular. Como registro fósil se encuentran gasterópodos: *Toxaster sp.* (Fotografía 45)

*Fotografía 45. Toxaster sp.*



*Fuente: El autor.*

Estas calizas se clasifican en facies Caliza Packstone s de color gris con estratificación interna plano – paralela y geometría tabular. (Cpeppt).

### 8.1.3.3 Segmento 16

Con 10.5 metros de espesor, este segmento inicia con un cubierto de 3 metros. Posteriormente se localizan capas delgadas a medias de arenisca de color amarilla. (Fotografía 46)

*Fotografía 46. Segmento 16.*



*Fuente: El autor.*

Este segmento se compone de capas delgadas a medias de areniscas de color amarillo con un porcentaje de Cuarzo: 94%, Feldespato: 2% y Líticos: 4%, sus granos de tamaño fino son sub-

redondeados con esfericidad media y bien seleccionados, clasificada como Subarcosa según Folk, (1974) (Fotografía 47). Estas areniscas presentan una estratificación plano paralela y geometría externa tabular. El contacto entre estas capas es difuso ondulado. En intercalación con estas areniscas hay ciertos cubiertos.

*Fotografía 47. Muestra representativa del segmento 16 (GIGMTGKEPB83M2).*



*Fuente: El autor.*

Este segmento corresponde a facies Arenisca amarilla tipo subarcosa con estratificación plano – paralela, tabulares. (Asappt).

Debido a todas estas características, en la siguiente tabla se resume las facies y su respectiva nomenclatura. (Tabla 6).

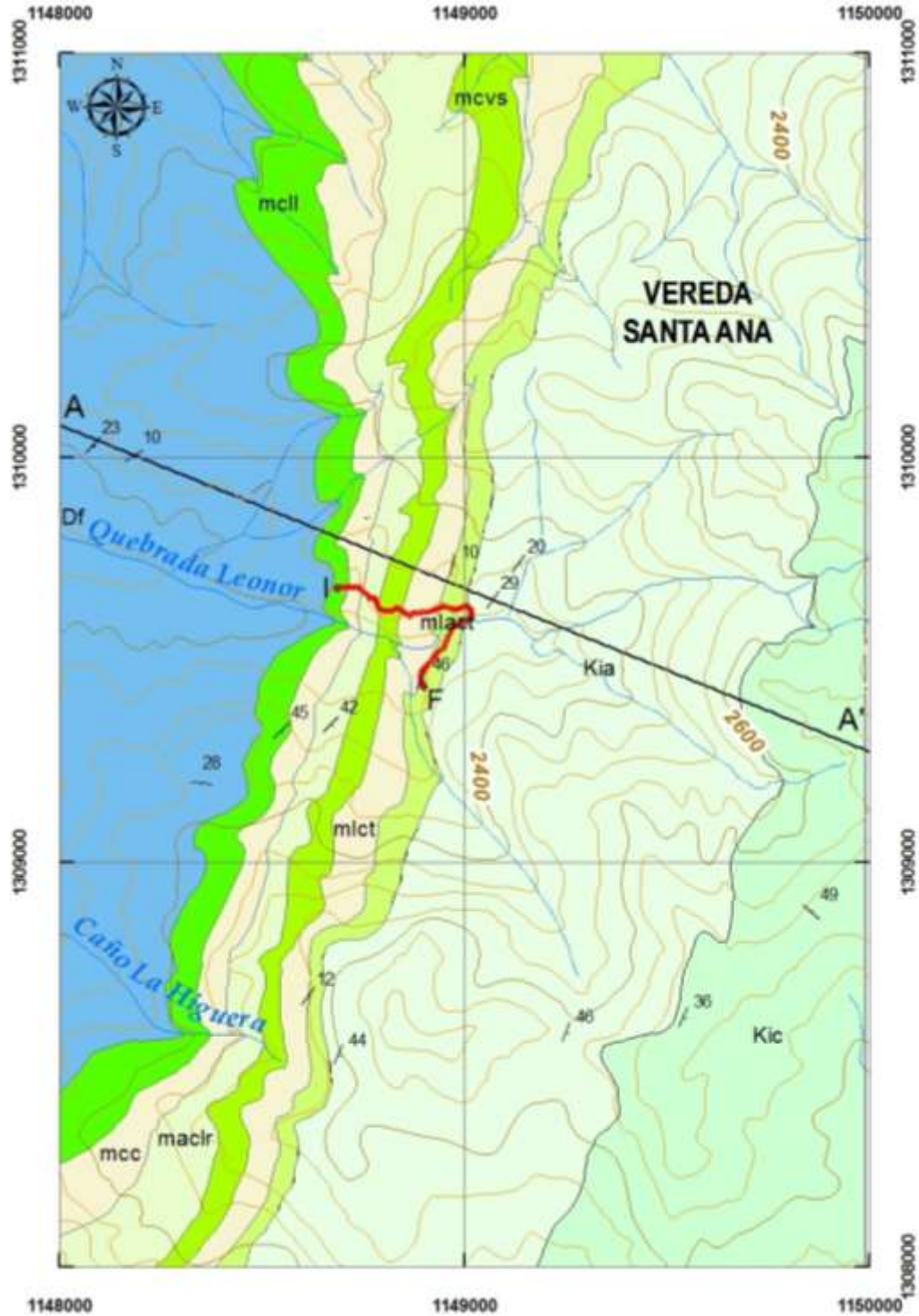


*Tabla 6. Facies de la Formación Mercedes.*

Facies	Nomenclatura
Arenisca amarilla tipo subarcosa amarillas con estratificación plano – paralela, tabulares.	(Asappt)
Caliza Packstone de color gris con estratificación plano – paralela y geometría tabular.	(Cpeppt).
Limolita calcárea de color gris oscuro, con estratificación plano paralela y capas tabulares.	(Lcgoppt).
Arenisca amarilla tipo Arcosa, tabulares.	(Aart).
Calizas de color gris oscuro Mudstone a Grainstone, masivas con geometría tabular y estratificación plano – paralela	(Cgmgomtp).
Limolita calcárea, laminar gris oscuro intercaladas con lodolitas negras, laminadas.	(Lclgolnl)
Calizas que gradan de Mudstone a Wackstone, grises, gruesas, masivas y tabulares.	(Cmwgmt).
Calizas grises Mudstone y Grainstone, masivas con geometría tabular y estratificación plano paralela.	(Cmgmtpp).

*Fuente: El autor.*

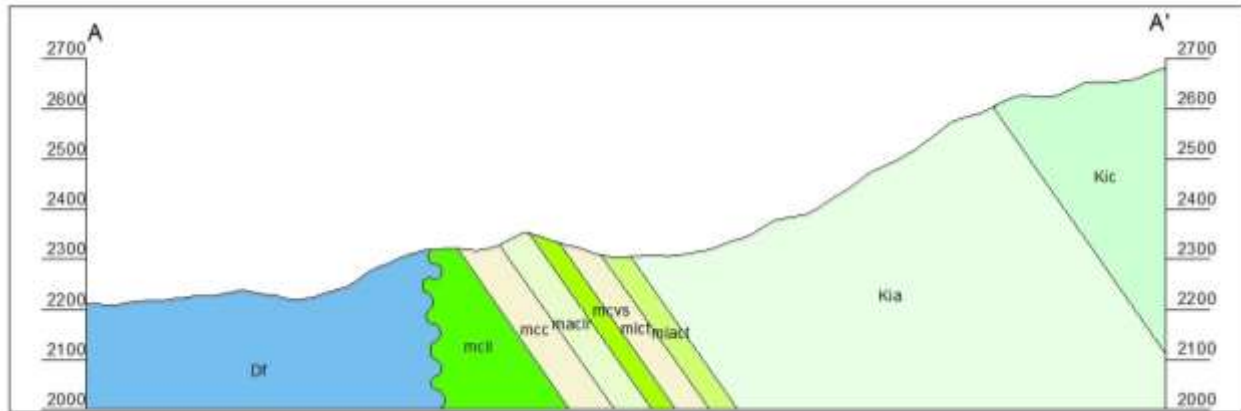
Figura 20. Mapa geológico local de la Formación Tibú y la Formación Mercedes con sus miembros correspondientes.



### LEYENDA GEOLÓGICA

<b>MEZOSOICO</b>	<b>CRETÁCICO</b>	<p><b>Kitm1</b></p> <p><b>mcll</b></p> <p>Miembro Conglomerados La Leonor: Conglomerados polimórficos, cuarzoareniscas blancuzcas, intercalaciones entre cuarzoareniscas y limolitas.</p>	<p><b>Kitm2</b></p> <p><b>mcvs</b></p> <p>Miembro Calizas Vereda Santa Ana: Calizas grises, masivas, con alto contenido fosfórico.</p>
		<p><b>mcc</b></p> <p>Miembro Calizas Cúnuba: Caliza gris, areniscas grises, intercalación de lodolita calcárea y arenisca calcárea, hacia el tope intercalación entre arenisca lítica, litoarenita y arena lodo-gravosa.</p>	<p><b>mlct</b></p> <p>Miembro limolitas y calizas Tampaqueba: Limolita calcárea gris, lodolitas gris calcárea; caliza gris, masivas, fosfóricas; areniscas amarillas.</p>
		<p><b>maclr</b></p> <p>Miembro Areniscas y Calizas de La Recta: areniscas calcáreas; caliza gris masiva, fosfórica, areniscas amarilla, calcárea intercalada con limolita gris calcárea.</p>	<p><b>mlact</b></p> <p>Miembro Limolitas, Areniscas y Calizas El Tope: Limolita gris calcárea; calizas gris, masiva; areniscas amarillas.</p>
	<b>JURÁSICO</b>	<p><b>Kic</b></p> <p>FORMACIÓN CAPACHO Lutita, gris oscura a negra, caliza gris masiva, fosfórica en las partes inferior y superior.</p>	<p><b>Kia</b></p> <p>FORMACIÓN AGUARDIENTE Arenisca dura, clara de grano fino a grueso, con algunas capas de limolita y lutita carbonácea.</p>
	<b>TRIÁSICO</b>		
<b>PALEOZOICO</b>	<b>PREDEVÓNICO</b>		<p><b>Df</b></p> <p>FORMACIÓN FLORESTA Df: Limolita y lutita de color gris amarillenta, filiticas; areniscas de grano fino.</p>

*Corte geológico sección A – A'*



*Fuente. El autor.*



## 10 INTERPRETACIÓN AMBIENTAL

### 10.1 Interpretación Ambiental para la Formación Tibú

Mediante la Caracterización facial y litoestratigráfica realizada a la sección rocosa expuesta en la vía que conduce a las veredas Tampanqueba y Cúnuba del municipio de Pamplona, se determinó que el Miembro Conglomerados La Leonor de la Formación Tibú corresponden a un ambiente fluvial, donde los conglomerados se depositaron cerca de la desembocadura del delta y los más finos en áreas más alejadas (Corner *et al.*, 1990; Boothroyd y Ashley, 1975; como se citó en Arche, 1992). El Miembro Calizas Cúnuba y el Miembro Areniscas y Calizas de La Recta están enmarcados en un ambiente de Plataforma continental que se caracterizaron teniendo en cuenta el esquema general de distribución de facies en el modelo estándar de Willson (1975; Figura 20); mediante los análisis faciales realizados en este documento, es posible determinar las fluctuaciones a las que estuvo sometido el mar del Cretácico Inferior.

Hacia la base de la secuencia levantada, el Miembro Conglomerados La Leonor conformado por conglomerados polimicticos con matriz limoarcillosa seguido de cuarzoareniscas blancas, intercaladas con capas delgadas de arcillolitas y limolitas; la fracción más gruesa se deposita en la llanura deltaica proximal y sólo la fracción arena alcanza la desembocadura de los canales, a veces esta transición granulométrica es muy rápida (se produce en menos de 2 km; Corner *et al.*, 1990; Boothroyd y Ashley, 1975; como se citó en Arche, 1992); por lo cual se sugiere un ambiente fluvial deltaico (Ver Bloquediagrama Figura 22).



Suprayaciendo se encuentra el Miembro Calizas Cúnuba de la Formación Tibú conformado por calizas que varían de Mudstone a Grainstone, seguido de areniscas de color gris oscuro que presentan nódulos calcáreos de hasta 15 cm, en el techo de este miembro se encuentra una intercalación de capas que varían de delgadas, medias a gruesas de lodolitas calcáreas y areniscas calcáreas, seguidamente una intercalación entre areniscas líticas, litoarenita y arenas lodo-gravosas. Las anteriores características se interpretan como Plataforma restringida (VIII) (Ver Bloquediagrama, Figura 22), comparándola con el modelo de Arche Alfredo. (2010) modificado de Willson (1975), con poca circulación y agua hipersalinas (Figura 21).

Para el suprayacente Miembro Areniscas y Calizas de La Recta de la Formación Tibú se caracteriza predominantemente por capas medias a gruesas de arenisca calcárea intercaladas con capas delgadas de limolitas. Sobre estas se encuentran capas muy gruesas de calizas grises oscuras que gradan de Packstone a Grainstone, con estratificación plano paralela. Se interpretan para un ambiente de Arenas de borde de plataforma (VI) (Ver Bloquediagrama, Figura 22), que se caracteriza por calcarenitas comparándola con el modelo de Arche Alfredo. (2010) modificado de Willson (1975, Figura 21).

## **10.2 Interpretación Ambiental para la Formación Mercedes**

Mediante la Caracterización facial y litoestratigráfica realizada a la sección rocosa expuesta en la vía que conduce a las veredas Tampanqueba y Cúnuba del municipio de Pamplona, se determinó que el Miembro Calizas Vereda Santa Ana, el Miembro limolitas y calizas Tampaqueba y el Miembro Limolitas, Areniscas y Calizas El Tope corresponde a un ambiente de plataforma



continental, donde la biota (Moluscos, gasterópodos, equinodermos) dependerá de la energía del agua, según Willson (1975, Figura 21), lo cual mediante análisis faciales realizado en este documento, se evidencian las variaciones en el nivel del mar a las que estuvo sometido el mar del Cretácico Inferior.

Figura 21. Esquema general de distribución de facies en el modelo estándar de Willson.

Zonas	I Cuenca	II Plataforma abierta	III Pie de talud	IV Talud SS	V Arrecife o margen de la plataforma	VI Arenas del borde la plataforma	VII Plataforma abierta	VIII Plataforma restringida	IX Llanura supramareal evaporítica (Sabkha)
Facies	Cuena (Euxínica o evaporítica). a) Clásicos finos. b) Carbonatos. c) Evaporitas.	Plataforma abierta (marino nerítico abierto). a) Carbonatos. b) Lutitas.	Carbonatos del pie de talud. Límite de la plataforma profunda.	Talud ss. a) Sedimentos de grano fino con deslucamientos. b) Calcarenítas. c) Todos calcáreos.	Arrecife a) Boundstone. b) Acumulaciones de restos orgánicos y fangos.	Calcarenítas del borde de la plataforma. a) Bajíos. b) Islas con dunas.	Plataforma abierta (lagos abiertos). a) Bancos de calcarenitas. b) Áreas de wackestone y mudstone bihermínico. c) Áreas con arrecifes.	Plataforma restringida. a) Wackestone en lagos y bahías. b) Calcarenítas en canales mareales. c) Lodos calcáreos en llanuras mareales. d) Siliciclásticos finos intercalados.	Llanura supramareal evaporítica. a) Anhidrita nodular y dolomita en sabkhas. b) Evaporitas laminadas en ponds.
Litología	Pizarras o limos oscuros, calizas en bancos delgados, relleno evaporítico en caso de desecación.	Calizas muy fosilíferas intercaladas con margas, estratos bien diferenciados.	Calizas de grano fino, localmente con sílex.	Variable, dependiendo de la turbulencia del agua en la parte superior del talud. Brechas y calcarenitas.	Calizas y dolomías masivas.	Calcarenítas coliticas o dolomías.	Variable, carbonatos y clásicos.	Generalmente dolomías y calizas dolomíticas.	Dolomita y anhidrita irregularmente laminada, pueden pasar a capas rojas.
Organismos	Exclusivamente fauna necrónica y planctónica, localmente abundante en los planos de estratificación.	Organismos con concha infaunales y epifaunales muy diversos.	Restos bioclásticos reesedimentados en su mayor parte de las zonas más someras.	Colonias y restos bioclásticos reesedimentados del arrecife.	Organismos constructores de arrecifes rígidos. Comunidades «in situ».	Pocos organismos autóctonos, la mayor parte reesedimentados del arrecife. Las conchas están generalmente desgastadas por abrasión.	Generalmente carece de fauna de mar abierto. Aparecen moluscos, esponjas, foraminíferos, algas verdes y cianofíceas. Panchus arrecifales.	Fauna muy limitada. Gacópodos, algas (principalmente cianofíceas), foraminíferos (miloididos) y ostrícnidos.	Fauna abiótica excepto las algas formadoras de los estromatolitos.
Microfacies tipo (microfacies estándar de Willson)	1. Espiculita. 2. Calcsiltita microbioclástica. 3. Mudstone y wackestone pelágicos. 10. Packstone wackestone de bioclásticos con envueltas.	2 8. Wackestone con conchas enteras. 9. Wackestone bioclástico. 10. Packstone wackestone de bioclásticos con envueltas.	2 y 3 4. Microbrecha o packstone bioclástico-bioclástico.	4 5. Grainstone packstone o floatstone bioclástico. 6. Rudstone arrecifal.	7. Boundstone. 11. Grainstone de bioclásticos con cavidades. 12. Coquina, packstone, grainstone o rudstone bioclástico.	11, 12 13. Grainstone de bioclásticos oncolíticos. 14. Lags. Brechas erosivas. 15. Oolitos bien seleccionados.	8, 9, y 10 16. Grainstone con pellets. 17. Grapestone, praparita. 18. Grainstone de foraminíferos y dayrholíticos.	16, 17 y 18 19. Micrita laminada fenestral-peloidal. 21. Mudstone espongiostómico. 22. Micrita con grandes oscuides. 23. Micrita pura no laminada. 24. Rudstone o floatstone.	20. Mudstone estromatolítico. 23. Micrita pura no laminada. Anhidrita entomolítica.

Fuente: Arche Alfredo. (2010) modificado de Willson (1975).





En la base de esta formación se encuentra el Miembro Calizas Vereda Santa Ana que corresponden a capas medias a muy gruesas de calizas que varían de Mudstone a Grainstone con presencia de fósiles como: bivalvos, gasterópodos: *Turritella*, moluscos: *Exogyra boussingaulti*, equinodermos: *Toxaster sp* y foraminíferos: *Choffatella decipiens*. Se interpretan para a un ambiente de Arrecife o margen de la plataforma (V) (Ver Bloquediagrama, Figura 22), comparándola con el modelo de Arche Alfredo (2010) modificado de Willson (1975); en el cual el carácter ecológico va a depender de varios factores como la energía del agua, inclinación de la pendiente, productividad orgánica, cantidad de la construcción del armazón, uniones, entrapamientos, frecuencia de exposiciones subaéreas y cementación (Figura 21).

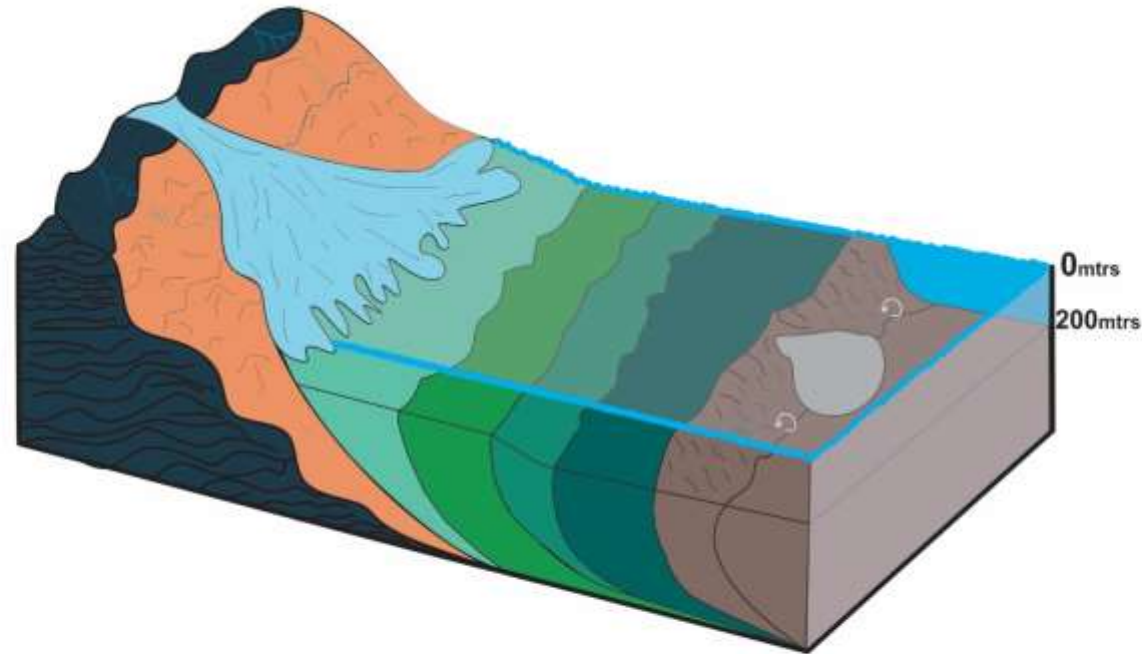
Hacia la parte media de esta formación se localiza el Miembro limolitas y calizas Tampaqueba el cual se divide en los segmentos 11, 12 y 13; donde los segmento 11, 12 representados por Limolitas grises calcáreas intercaladas por capas delgadas de láminas de lodolitas grises calcáreas y por capas muy gruesas de calizas de color gris oscuro que varían de Mudstone a Grainstone, es evidente la presencia de pirita como mineral accesorio; lo cual se interpretan para a un ambiente de Arrecife o margen de la plataforma (V) (Ver Bloquediagrama, Figura 22), comparándola con el modelo de Arche Alfredo (2010), modificado de Willson (1975). El segmento 13 se compone de areniscas amarillas y litoarenitas, sus granos mal seleccionados son sub-redondeados con esfericidad media, sus contactos entre capas delgadas a gruesas es difuso ondulado y tienen una geometría externa tabular. Las muestras presentan cierto nivel de meteorización debido al intemperismo al que se encuentran expuestas; se interpreta para un ambiente de plataforma abierta poco profunda (VII) (Ver



Bloquediagrama, Figura 22), comparándola con el modelo de Arche Alfredo (2010), modificado de Willson (1975, Figura 21).

En el techo de la Formación Mercedes se localiza el Miembro Limolitas, Areniscas y Calizas El Tope que corresponde a capas delgadas a medias de láminas de limolitas calcárea de color gris, con estructura interna plano – paralela, capas muy gruesas de calizas gris oscuro tipo Packstone, el contacto entre estas capas es neto ondulado con estructura masiva, y se localizan gasterópodos: *Toxaster sp.* Se interpreta para un ambiente de plataforma abierta poco profunda (VII) (Ver Bloquediagrama, Figura 22). La profundidad del agua es generalmente somera, a veces solo algunos metros de profundidad. La salinidad es normal, a veces variable y con circulación moderada, la estratificación puede ser ondulosa; comparándola con el modelo de Arche Alfredo. (2010) modificado de Willson (1975) (Figura 21).

Figura 22. Bloque diagrama de los ambientes de la Formación Tibú y la Formación Mercedes.



■ FLORESTA METAMORFOSEADA  
■ AMBIENTE TRANSICIONAL  
■ AMBIENTE DELTAICO

■ PLATAFORMA RESTRINGIDA  
■ PLATAFORMA ABIERTA  
■ BORDE DE PLATAFORMA

■ MARGEN DE PLATAFORMA  
■ TALUD  
■ ABANICO SUBMARINO

Fuente: El autor.



## 11 EVOLUCIÓN GEOLÓGICA

La Cuenca del Catatumbo es la extensión Suroeste dentro del territorio colombiano de la cuenca de Maracaibo y está ligada al desarrollo de ésta. Está limitada al oeste por la Serranía del Perijá y el Macizo de Santander (Cordillera Oriental) y por los Andes de Mérida al sureste. La evolución de esta cuenca se puede definir en cuatro eventos principales que se describirán brevemente a continuación:

El basamento cratónico de la cuenca del Catatumbo está constituido por rocas ígneas y metamórficas precámbricas – paleozoicas. Este complejo cratónico estuvo implicado durante la ruptura del Supercontinente Pangea y la separación de América del Norte y América del Sur, principalmente en una fase extensional ocurrida durante el Periodo Triásico – Jurásico. Esta fase extensional generó varias cuencas extensionales (rifts) con cierta actividad volcánica asociada. Desde el enfoque sedimentario, la mega secuencia del Triásico - Jurásico corresponde a las formaciones Girón, La Quinta y equivalentes, que constituyen el basamento económico.

Es así que posteriormente a la fase de expansión jurásica, inicia un gran periodo de subsidencia térmica que permite que la margen occidental de Suramérica cambiara a una plataforma poco profunda generando durante el Aptiano - Campaniano Temprano una Fase de Margen Pasiva. Durante el cretáceo temprano el nivel del mar estaba en continuo ascenso, este crecimiento llevo al nivel del mar hasta cotas jamás alcanzadas anteriormente, incluso zonas anteriormente desérticas se convirtieron en llanuras inundadas. Hacia el final del Cretáceo Temprano, fueron depositadas las



lutitas, arcillolitas, calizas y areniscas de las formaciones Tibú, Mercedes y Aguardiente. Éstas representan las principales rocas almacenadoras de la cuenca.

La colisión de la placa pacífica y la margen occidental de la placa de Suramérica durante finales del Cretáceo, transformó la antigua margen pasiva en un activo cordón orogénico dando paso a un sistema antepaís (foreland) con su piedemonte (foredeep). A principios del Cenozoico ocurre el retiro del mar; finalizando la etapa distensiva que da inicio a la etapa compresiva (Paleoceno), dando paso a una cuenca tipo foreland. (Notestein *et al.*, 1944)

Durante el Terciario (Paleoceno Tardío – Mioceno Tardío) se genera una fase de Cuenca Antepaís (Foreland) ocurriendo un evento mayor, caracterizado por el desarrollo de varios episodios deposicionales tanto marinos poco profundos, fluviales como lacustres, resultado de la rápida erosión y sedimentación de las jóvenes cadenas montañosas andinas. Estos sedimentos constituyen el relleno sedimentario más reciente de la cuenca intramontana de Maracaibo - Catatumbo. El rápido levantamiento de las cordilleras andinas dio como resultado el desarrollo de una gruesa molasa continental hacia los márgenes de los orógenos.

En el Pleistoceno-Holoceno se registra la sedimentación de depósitos cuaternarios.



## 12 CONCLUSIONES

La secuencia sedimentaria expuesta en la vía a las veredas Tampanqueba y Cúnuba del Municipio de Pamplona corresponde actualmente a lo reportado por el Servicio Geológico Colombiano como Formación Tibú – Mercedes, genéticamente clasificada como una sola. En este trabajo se propone por sus características faciales, litoestratigráficas clasificarlas como unidades litoestratigráficas diferenciables e independientes, por tal motivo determinarlas como Formación Tibú y Formación Mercedes.

La Formación Tibú aflorante en la vía que conduce a las veredas Tampanqueba y Cúnuba del municipio de Pamplona es la primera sección estratigráfica levantada en esta zona, con un espesor de 60mts, la cual se divide de base a tope en los miembros: Conglomerados La Leonor, Miembro Calizas Cúnuba y Areniscas y Calizas de La Recta.

El Miembro Conglomerados La Leonor, presenta 18mts de espesor, representado por conglomerados polimicticos y cuarzoareniscas blancas intercaladas con capas delgadas de arcillolitas negras. El cual por las características faciales indica un ambiente fluvial deltaico, estos sedimentos se vieron afectados por una incursión marina importante; es así como estos depósitos fluviales pasaron paulatinamente aguas más tranquilas en una plataforma marina interna o restringida.



El Miembro Calizas Cúnuba, presenta 12,5 metros de espesor, representado por calizas grises que varían de Mudstone a Grainstone con presencia de *Toxaster sp*, *Cheloniceras* y *Turritella*, areniscas grises y lodolitas calcáreas con presencia de nódulos calcáreos; hacia el techo se encuentra una intercalación entre arenas líticas y litoarenita y arenas lodo-gravosas. Por dichas características faciales indica un ambiente de Plataforma restringida (VIII) según el diagrama propuesto por Willson (1975).

El Miembro Areniscas y Calizas de La Recta, presenta 14.5 metros de espesor, representado por areniscas calcáreas grises, masivas y tabulares, intercaladas con limolitas grises; hacia la parte medias calizas grises que varían de Packstone a Grainstone que presentan conchas y hacia el tope areniscas amarillas calcáreas intercaladas con limolitas grises calcáreas. El cual, por las características faciales indica un ambiente de Arenas del borde de plataforma (VI), con excepción del segmento 7 de este miembro que por sus características indica un ambiente de Plataforma abierta (VII) según el diagrama propuesto por Willson (1975).

La Formación Mercedes aflorante en la vía que conduce a las veredas Tampanqueba y Cúnuba del municipio de Pamplona es la primera sección levantada en esta zona, con un espesor de 67.5mts, la cual se divide de base a tope en los miembros: Calizas Vereda Santa Ana, limolitas y calizas Tampaqueba y Limolitas, Areniscas y Calizas El Tope.

Miembro Calizas Vereda Santa Ana, presenta 21 metros de espesor, representado por calizas grises que varían de Mudstone a Grainstone con alta presencia de fósiles (bivalvos, gasterópodos: *Turritella*, moluscos: *Exogyra boussingaulti*, equinodermos: *Toxaster sp* y foraminíferos:



*Choffatella decipiens*) El cual por las características faciales indica un ambiente de Arrecife o margen de la plataforma (V) según el diagrama propuesto por Willson (1975).

Miembro limolitas y calizas Tampakueba, presenta 24 metros de espesor, representado por Limolitas grises calcáreas intercaladas por capas delgadas de láminas de lodolitas grises calcáreas, calizas de Mudstone a Grainstone fosilíferas; hacia el techo areniscas de color amarillo con geometrías que varían de lenticulares acuñaadas. El cual por las características faciales indica un ambiente de Arrecife o margen de la plataforma (V) con excepción el segmento 13 que nos indica un ambiente de plataforma abierta poco profunda (VII) según el diagrama propuesto por Willson (1975).

Miembro Limolitas, Areniscas y Calizas El Tope, presenta 22.5 metros de espesor, representado por capas delgadas a medias de láminas de limolitas gris calcárea, hacia la parte media se localizan calizas gris oscuro tipo Packstone donde se evidencia *Toxaster sp* y hacia el techo areniscas de color amarillo con geometría acuñaada a tabular. El cual por las características faciales nos indica un ambiente de plataforma abierta poco profunda (VII) según el diagrama propuesto por Willson (1975).

Basados en las distintas facies de estas unidades y sus variados ambientes de depositación es posible decir que el mar estuvo en una constante fluctuación variando su nivel.





---

### 13 RECOMENDACIONES

Realizar un estudio más detallado del registro fósil encontrado en la zona, en el cual se detallen sus facies completamente.

Se recomienda que por medio de técnicas especializadas de edades absolutas se determine con mayor exactitud las edades de estas dos formaciones.

Separar la actual Formación Tibú–Mercedes como formaciones independientes según sus características litoestratigráficas como se evidencia en este documento.

Se sugiere trasladar la nomenclatura aquí expuesta a las zonas donde se encuentren aflorando en la Cuenca del Catatumbo estas dos formaciones.

Realizar un estudio para determinar su posible potencial como roca generadora de hidrocarburos en esta localidad.

Actualizar las vías de acceso a la zona, ya que las cartografiadas en los mapas existentes no coincide con las vías actuales.

Realizar un análisis y mapeo acerca de las amenazas de la zona, debido a las condiciones de deslizamientos en que encuentran sobre la carretera.



---

## 14 BIBLIOGRAFÍA

AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA. (Sin Fecha). Consultoría Especializada Para La Estructuración Integral De Los Corredores Viales, informe Geológico. Recuperado de <ftp://ftp.ani.gov.co/Tercera%20Ola/Ocaña%20Cucuta/E/EII/EII1/EII12/EII1213/Geog.%20y%20Geot/INFORME%20GEOTECNICO%20TÚNEL%20ALTO%20DEL%20POZO%20v7doc.pdf>

ALCALDÍA MUNICIPAL. (2002). Plan de ordenamiento territorial del Municipio de Pamplona, P.B.O.T, (2002.). Pamplona, Norte de Santander

ARCHE, A. (2010). Sedimentología del proceso físico a la cuenca sedimentaria. Madrid: Instituto de Geología Económica, CSIC-UCM. Facultad de Geología, Universidad Complutense. 28040.

CLAVIJO, J. (1994). Mapa geológico generalizado del Departamento de Norte de Santander, Bucaramanga, INGEOMINAS, pág. 17

DE PORTA J. —1974. Lexique Stratigraphique International. Vol, V Amerique Latine, Fascicule 4b, Colombie. Tertiaire et quaternaire. Centre National de la Recherche Scientifique

DEPARTAMENTO AMBIENTAL. (2003). Esquema de ordenamiento Territorial – Sistema de Documentación e Información Municipal Málaga, Santander. Recuperado de <http://cdim.esap.edu.co>

DUNHAM, R. J., 1962 “Classification of carbonate rocks”. AAPG Memoir 1, p 108-121.

ETAYO SERNA F. *et al* 1986 —Mapa de Terrenos geológicos de Colombia. Publicación especial de INGEOMINAS 1986, Boletín Geológico No 14



---

FOLK, R. (1962) "Spectral subdivisión of limestone types". Classification of carbonate Rocks, Memoria 1, pp 62-84

FORD A. Y J. J. H. C. HOUBOLT. (1963). Las microfacies Del Cretáceo de Venezuela occidental, Leiden, E. J. Brill. International Sedimentary Petrological series. 6: 59.

HEDBERG, H. D. (1931). Cretaceous limestone as Petroleum Source Rocks in Northwestern Venezuela. Amer. Assoc. Petrol. Geol., Bull., 15(3): 239-244.

HEDBERG, H. D. (1980). GUÍA ESTRATIGRÁFICA INTERNACIONAL. SUBCOMISIÓN INTERNACIONAL DE LA CLASIFICACIÓN ESTRATIGRÁFICA DE LA COMISIÓN DE ESTRATIGRÁFIA DE LA UICG, pp 277

HEDBERG, H. D. Y L. C. SASS. (1937). Sinopsis de las Formaciones Geológicas de la parte Occidental de la cuenca de Maracaibo, Venezuela. Bol. Geol. Y Min., Caracas, 1(2-4): 72-120

INGEOMINAS. (1999). Diagnóstico de las Unidades Sedimentarias de la Cuenca del Catatumbo, Santa Fe de Bogotá, pág. 75

INGEOMINAS. (1999). Diagnóstico de las Unidades Sedimentarias de la Cuenca del Catatumbo, Santa Fe de Bogotá, pág. 102

INSTITUTO COLOMBIANO DEL PETROLEO 1991 – Informe final Evaluación Cuenca del Catatumbo. Ecopetrol, Bogotá

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. (2005). Plancha topográfica 110 – IB, Pamplona.



---

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. (2005). Plancha topográfica 110 – I, Pamplona.

JAMES LEE WILSON, B. A., M. A., Ph. D., (1975). Keith Wiess. Carbonate Facies in Geologic History., pág. 350-360

JULIVERT, M. (1968). Précambrien, Paléozoïque, Mésozoïque, et intrusions d'âge mésozoïque – tertiaire, France, Paris, Pág. 340, 416-419, 354-355.

JULIVERT, M., BARRERO, G., BOTERO ARANGO, H., DUQUE CARO, R., HOFFSTETTER, J., NAVAS G., J., DE PORTA, R.K., ROBBINS, B., TABORDA ARANGO, N., TÉLLEZ, I., (1968). Lexique Stratigraphique International, merique Latine Colombia Premiere Parte). Centre National de la Recherche Scientifique. 5, (4a), Colombie, 651 p. París.

MONDRAGÓN, J.C. *et al.* (2002) Proyecto de Evaluación Regional de la Cuenca del Catatumbo. ECOPETROL–AEX. Reporte interno. pág. 19-49

NOTESTEIN F. B., C. W. HUBMAN Y J. W. BOWLER., (1944). Geology of the Barco Concessión, Republic of Colombia, South América. Geol. Soc. Amer. Bull., 55(9): 1165-1216.

RENZ, O. (1959). Estratigrafía del Cretáceo de Venezuela occidental, Bol. Geol., 5(10): 3-48.

RENZ, O. (1959). Estratigrafía del Cretáceo en Venezuela occidental. Bol. Geol., Caracas, 5(10): 3-48. Resumen (1960) en: Asoc. Venez. Geol., Min. Y Petról., Bol. Inform. 3(7): 209.

RENZ, O. (1977). The lithologic units of the Cretaceous of western Venezuela: V Cong. Geol. Venez. Mem. 1: 45-65.

RICHARDS, H. G. (1968). Cretaceous section in Barco area of northeastern Colombia: AAPG Bull., 52: 2324-2336.



---

ROD, E. AND MAYNC, W., 1954. Revision of lower Cretaceous Stratigraphy of Venezuela, Am. Assoc. Petrol. Geol., Bull., 38: 193-283.

ROYERO Y CLAVIJO., (2001). Memoria explicativa Departamento Norte de Santander., pág. 33

SALVADOR, A., (1961). Guidebook to the geology of northeastern Trujillo, Soc. Geol. Venez. Occidente Guidebook 3, 33 p. Santander, pág. 22-23

TRINIDAD, E. (2016). Relación Estratigráfica entre el Denominado “Granito De Durania” y el Grupo Girón, en el Páramo de Tierra Negra, Pamplona, Norte de Santander, Colombia, (Tesis de pregrado) Universidad de Pamplona, Colombia

UNIVERSIDAD DE GRANADA, ESPAÑA. (2012). Petrología: Rocas sedimentarias. Recuperado de [https://www.ugr.es/~agcasco/msecgeol/secciones/petro/pet\\_sed.htm](https://www.ugr.es/~agcasco/msecgeol/secciones/petro/pet_sed.htm)

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA, URUGUAY. (2012) Facultad de Ciencias. Recuperado de [http://cuencas.fcien.edu.uy/cursos/materiales/practico\\_7y8\\_2012.pdf](http://cuencas.fcien.edu.uy/cursos/materiales/practico_7y8_2012.pdf).

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN LUIS. (2011). Elementos De Geología – Principios De Geociencias, Apuntes prácticos. Argentina. Recuperado de [http://www0.unsl.edu.ar/~geo/materias/Elementos\\_de\\_Geologia/documentos/contenidos/apoyo\\_teorico/APU-2011-Fotointerpret.pdf](http://www0.unsl.edu.ar/~geo/materias/Elementos_de_Geologia/documentos/contenidos/apoyo_teorico/APU-2011-Fotointerpret.pdf)



---

WARD, D. E.; GOLDSMITH, R.; CRUZ, J.; RESTREPO, H., 1973. Geología de los cuadrángulos H-12, Bucaramanga y H-13, Pamplona. Departamento de Santander. Ingeominas, Bol. Geol., 21, (1-3):1- 132. Bogotá.

WARD, E. GOLDSMITH, R., CRUZ, J., JARAMILLO, L Y VARGAS, R. (1977). Geología del cuadrángulo H13. INGEOMINAS.

WARD, W., GOLDSMITH, R., 1973. Recursos minerales de parte de los departamentos de Norte de Santander y Santander. Ingeominas. Boletín Geológico. Volumen XVIII, No. 3, pág. 1-140. Bogotá

WILLSON, J.L. (1975) Carbonate Facies in Geologic History, pp. 1-25. Springer-Verlag, Berlin