

**CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE
DE DEPÓSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-
PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.**

RICARDO ALEJANDRO PACHECO MENDEZ

LAURA ROCIO BOTIA MORENO



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-QUÍMICAS
ESCUELA DE GEOLOGÍA
BUCARAMANGA**

2013

**CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE
DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-
PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.**



**RICARDO ALEJANDRO PACHECO MENDEZ
LAURA ROCIO BOTIA MORENO**

Proyecto de grado presentado para optar al título de Geólogo

**DIRECTOR DEL PROYECTO:
Geólogo Edwar Hernando Herrera Otero**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-QUÍMICAS
ESCUELA DE GEOLOGÍA
BUCARAMANGA**

2013

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

DEDICATORIA

A dios y a la virgen quienes me dieron la fe, la fortaleza, la salud y la esperanza para terminar este trabajo.



A mi nonita, Laura Delfa (QEPD) quien siempre creyó en mi me motivó a seguir adelante y a quien prometí que terminaría mis estudios. Promesa cumplida.

A mis padres, quienes me enseñaron desde pequeña a luchar para alcanzar mis metas. Mi triunfo es el de ustedes, ¡los amo!

A Yelitza Botía. Mi hermanita, Mi mejor amiga y compañera incondicional. Siempre serás la luz que me ilumine.



A mi novio, Fabian Marín, quien con su amor, su cariño, me acompañó en este largo camino brindándome su estímulo y su apoyo constante, su espera paciente son evidencia de su gran amor. ¡Gracias!..

Laura Rocio Botia Moreno

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

Este trabajo lo dedico a mi madre y mi abuela, a quienes soy deudor por el apoyo brindado para llegar a esta instancia de mis estudios y sobre todo por estar siempre presentes en cada etapa recorrida hasta este momento de mi vida, a quienes para conocerme les basta una mirada y que han celebrado conmigo mis alegrías y me han infundido su fortaleza durante los días grises, constituyendo siempre mi apoyo espiritual, moral y psicológico.

Ricardo Alejandro Pacheco Mendez

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

AGRADECIMIENTOS

El gran apoyo y respaldo a la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) y la Escuela de Ingeniería de Petróleos de la Universidad Industrial de Santander. A mi director de trabajo de grado Edwar Herrera Otero por darme la oportunidad de pertenecer a su grupo de trabajo y creer en mí, a todos mis compañeros de trabajo con los cuales pase momentos inolvidables, a mis familiares y demás amigos.

Laura Rocio Botia Moreno

A Dios es quien debo dar primero gracias por la vida y la fortaleza para seguir adelante a pesar de los obstáculos.

A mi familia por ser la base mis creencias y mi carácter.

A los profesores de Geología UIS por brindarme su conocimiento y sus ideas, que contribuyeron no poco a mi formación académica y personal. Particularmente agradezco al Geólogo Edwar Herrera por la oportunidad brindada y la confianza que en mí puso.

A la escuela de Ingeniería de Petróleos por permitirme participar en un proyecto tan importante y que me sirvió como transición entre la vida universitaria y la vida como profesional.



Y por último a todos aquellos amigos con los cuales compartí experiencias de vida y de los cuales obtuve muchas enseñanzas.

Ricardo Alejandro Pacheco Mendez

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	266
1. OBJETIVOS	277
1.1. OBJETIVO GENERAL	277
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	277
2. GENERALIDADES	29
2.1 LOCALIZACIÓN Y VÍAS DE ACCESO	29
2.2 FISIOGRAFÍA	311
2.3 HIDROGRAFÍA	32
2.4 CLIMA	34
3. MARCO REFERENCIAL	36
3.1 FACIES	36
3.1.1. Litofacies.	36
3.1.1.1. Asociación de Facies	39
3.1.2. Electrofacies	39
3.1.2.1. Asociación de electrofacies o electrosecuencias.	40
3.3. AMBIENTE DE DEPÓSITO	41
4. ANTECEDENTES DEL AREA DE ESTUDIO	42

5. MARCO GEOLOGICO REGIONAL	52
5.1 LOCALIZACIÓN Y GENERALIDADES DE LA CUENCA CAUCA-PATÍA	52
5.2 EVOLUCIÓN GEOLÓGICA DE LA CUENCA CAUCA-PATÍA	55
5.3 ESTRATIGRAFÍA	59
5.4. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	71
5.5. PROGNOSIS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P	77
6. METODOLOGÍA	84
6.1 FASE DE PRE-CAMPO.	85
6.1.1 Recopilación de información.	85
6.1.2 Elaboración de formatos para la adquisición y seguimiento de los datos geológicos de pozo	85
6.2 FASE DE CAMPO.	86
6.2.1 Corazonamiento y muestras de ripios.	86
6.2.2 Corazonamiento.	86
6.2.2 Muestras de ripios.	88
6.2.3 Adquisición de registros eléctricos.	91
6.3 FASE DE LABORATORIO.	92
6.4 FASE DE OFICINA	93
6.5 FASE FINAL	94
7. RESULTADOS	95
7.1 ANALISIS LITOESTRATIGRAFICO DE LA FORMACIÓN MOSQUERA	97
7.1.1 Núcleos de roca	97
7.1.2 Muestras de zanja	110
7.1.3 Micropetrografía de secciones delgadas.	125
7.1.3.1 Muestra C-54 (6201’).	126
7.1.3.2 Muestra C-55 (6243’).	131

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

7.1.3.3. Muestra C-61 (6348').	135
7.1.3.4. Muestra C-68 (6487').	143
7.1.3.5. Muestra C-72 (6604').	147
7.1.3.6 Muestra C-71 (6568').	152
7.2 ANALISIS FACIAL DE LA FORMACION MOSQUERA	155
7.2.1 Litofacies.	155
7.2.2 Asociacion Litofacial.	163
7.2.2.1 Asociación de facies de conglomerados (Gcm-Gmg) y arenisca masiva (Sm).	165
7.2.2.2 Asociacion de facies de conglomerados (Gcm-Gmg) Y Lodolitas (Fsm-FI)	166
7.2.2.3 Asociacion de facies de areniscas laminadas (Sh) y Areniscas masivas (Sm).	167
7.2.2.4 Asociacion de facies de areniscas (Sm) y lodolitas (Fsm) Masivas.	169
7.2.2.5 Asociación de facies de finos de inundacion (Fsm-FI).	170
7.3 ANALISIS DE REGISTROS ELECTRICOS	171
7.3.1 Electrofacies de la formacion mosquera.	172
7.3.1.1 Electroformas de canal	173
7.3.1.2 Electroformas de desborde	174
7.3.1.3. Electroformas de llanura de inundación	175
7.4 DEFINICION DE AMBIENTE SEDIMENTARIO DE LA FORMACION MOSQUERA.	176
CONCLUSIONES	179
RECOMENDACIONES	181
BIBLIOGRAFÍA	182

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa de localización del pozo ANH-PATIA-1-ST-P.	30
Figura 2. Localización de la cuenca alta del río Patía con los ríos principales.	33
Figura 3. Distribución de la precipitación media mensual en el municipio de Mercaderes. Estación Mercaderes.	34
Figura 4. División geográfica y geológica de la cuenca Cauca-Patía en la subcuenca Cauca y la subcuenca Patía por el alto de Popayán.	53
Figura 5. Evolución geológica del área durante el Jurásico y Cretácico	56
Figura 6. Correlación de unidades litoestratigráficas de la cuenca Cauca-Patía.	58
Figura 7. Unidades litoestratigráficas aflorantes en la región del pozo ANH-PATIA-1-ST-P.	59
Figura 8. Geología estructural del pozo ANH-PATÍA-1-ST-P.	73
Figura 9. Mapa de contornos estructurales, con la superposición del programa sísmico del Ecopetrol en 1990.	74
Figura 10. Columna Estratigráfica de la Sub-Cuenca del Patía	78
Figura 11. Ubicación de los pozos vecinos y los pozos SLIM HOLE sobre la cuenca Cauca-Patia en relación con el pozo ANH-PATIA-1-ST-P.	79
Figura 12. Correlación estratigráfica entre los Pozos Slim Hole y los Pozos Juga-1 y Candelaria-1.	80
Figura 13. Interpretación de la sísmica CP-90-1200 para el pozo ANH-PATIA-1-ST-P Que muestra las formaciones a corazonar y sus intervalos.	81
Figura 14. Columna estratigráfica esperada en el pozo ANH-PATÍA-ST-P.	82
Figura 15. Proceso de corazonamiento. a. Pesca del barril. b. Salida del núcleo con pistón de fluido. c. Descripción del núcleo. d. Medición, orientación y marcación del núcleo. e. Preservación de los núcleos. f. Empaque y almacenamiento.	87



 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

Figura 16. Fotografía a) Soporte Fotográfico b) Cámara fotográfica marca CANON 60D d) lente marca CANON 18-135 fijo en 24 mm. AF 88

Figura 17. Proceso de recolección de muestras de ripios. a. Toma de muestra de la zaranda vibratoria. b. Lavado y tamizado de la muestra recuperada. c. Peso de la muestra de zanja. d. Secado de la muestra en el horno. e. Estudio fotográfico de muestras de zanja. f. Plantillas para fotografías de muestras de zanja. g. Bolsa de cierre hermético para la preservación de muestras de zanja. h. Almacenamiento de cajas. i. Unidad Mudlogging j. Laboratorio para análisis de muestras. k. Visualización de la master (Drill monitor) l. Cromatógrafo y pantalla de transmisión de datos en tiempo real. 89

Figura 18. Unidad de registros de la empresa Weatherford. 92



Figura 19 . Elementos de apoyo para la descripción microscópica de las muestras obtenidas en campo. a y b. Microscopio marca Nikon Eclipse E200. 93

Figura 20. Graficos de distribución porcentual de: A) Corazonamiento y B) Perforación, para las formaciones del pozo ANH-PATIA-1ST-P. 96

Figura 21. Fotografía de núcleo perteneciente a la Formación Mosquera del intervalo de 6078' a 6228', mostrando: A) Arcillolita gris claro a medio, gris verdoso oscuro, parda amarillenta moderada, abigarrado, altamente hidratable, algunas limosas, pegajosa, soluble. B) Arenisca gris claro, pardo amarillento claro, de grano muy fino a medio, presenta estratificación plana paralela, presenta intercalaciones muy finas de arcillolita. 100

Figura 22. Fotografía de núcleo perteneciente a la Formación Mosquera del intervalo de 6228' hasta 6386', donde se observa: A) Conglomerado Polimíctico de Gris oscuro a negro, en partes matriz arcillo-arenosa. B) Arcillolita Gris claro a oscura, con tonalidades amarillento-rojiza; blanda y pegajosa, soluble, cerosa, es hidratable con alto hinchamiento, grada a marga. C) Limolita muy bien consolidada, subblocosa, compacta y consistente en ocasiones arcillosa. 102

Figura 23. Fotografía de núcleos pertenecientes a la Formación Mosquera, del intervalo de 6386' a 6448', donde se observa: A) Arcillolita Abigarrada, muy compacta,

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

con algunos niveles hidratables, fracturada B) Limolita Gris verdoso, gradando a arcillosa hacia la base, ocasionalmente presenta nódulos calcáreos. 104

Figura 24. Fotografía de núcleos pertenecientes a la Formación Mosquera, del intervalo de 6480´ hasta 6526´, mostrando: A) Arcillolita abigarrada, bien consolidada B) Conglomerado polimíctico color gris verdoso, compuesto por fragmentos de tamaño gránulos a guijarros, de basalto, diabasa, cuarcita, arcillolita y limolita. C) Limolita de color gris oscuro con matices rojizos, exhibe dos direcciones preferentes de fracturamiento. 106

Figura 25. Fotografía de núcleos pertenecientes a la Formación Mosquera, del intervalo de 6526´ a 6616´, donde se observa: A) Limolita Abigarrada, compacta, ligeramente blocosa, Presenta un marcado fracturamiento. B) Arcillolita Abigarrada, cerosa, compacta, firme, masiva. C) Arenisca Gris medio con tonos pardo amarillentos, grano fino a muy fino, bien calibrada, compacta, maciza, bien cementada. 108

Figura 26. Fotografía de núcleo perteneciente a la Formación Mosquera, del intervalo de 6616´ hasta 6661´, donde se observa: A) Conglomerado polimictico compuesto por gránulos a guijarros,, subredondeados a subangulares, de basalto, cuarzo lechoso, arcillolita, diabasa, limolita. 109

Figura 27. Modelo porcentual de litologías en la formación Mosquera en el pozo ANH-PATIA-1-ST-P 110

Figura 28. Fotografía de muestras de zanja correspondientes a la Formación Mosquera del intervalo de 6189´ hasta 6380´. Donde se observa: A) Arcillolita parda amarillenta, subblocosa, blanda, hidratable, gradando a marga. B) Conglomerado Polimictico, Compuesto por gránulos a guijarros de basalto gris oscuro, chert, gabro, con matriz arcillosa arenosa 112

Figura 29. Fotografía de muestras de zanja correspondientes a la formación Mosquera del intervalo de 6380´ hasta 6480´. Donde se observa: A) Arcillolita Gris, blanda, hidratable, soluble 32%, en partes grada a marga. B) Limolita, Gris oscura, consolidada, subblocosa, en parte arcillosa. 114



 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

Figura 30. Fotografía de muestras de zanja correspondientes a la formación Mosquera del intervalo de 6480' hasta 6661'. Donde se observa: A) Arcillolita hidratable, pegajosa, levemente calcárea. B) Conglomerado Polimictico Fragmentos basalto, diabasa gris oscura, arenisca grano medio, lítica con vulcano-clastos, cuarzo, y fragmentos de rocas ígneas. 116

Figura 31. Fotografía de muestras de zanja correspondientes a la Formación Mosquera del intervalo de 6661' hasta 6720'. Donde se observa principalmente: A) Conglomerado Polimictico conformado por fragmentos basalto gris oscuro a negro, diabasa gris oscura, fragmentos de arenisca grano medio, lítica con vulcano-clastos, fragmentos de cuarzo y epidota. 118

Figura 32. Fotografía de muestras de zanja correspondientes a la Formación Mosquera del intervalo de 6720' hasta 6920'. Donde se observa principalmente: A) Arcillolita de color pardo amarillento, blocosa a subblocosa, en ocasiones limosas. 119



Figura 33. Fotografía de muestras de zanja correspondientes a la Formación Mosquera del intervalo de 6920' a 7000'. Donde se muestra: A) Arcillolita parda, moderadamente firme menor blanda, algunas limosas, levemente calcárea. 120

Figura 34. Fotografía de muestras de zanja correspondientes a la Formación Mosquera del intervalo de 7000'-7800'. Donde se observa: A) Conglomerado polimictico se presenta como fragmentos con fracturas angulares de diversos tamaños desde grueso a guijos, pobre selección. B) Arcillolita gris verdosa, blocosa, amorfa, moderadamente firme a blanda. 122

Figura 35. Fotografía de muestras de zanja correspondientes a la Formación Mosquera en 7240' de profundidad. Donde se evidencian: A) estructuras biogénicas. 123

Figura 36. Fotografía de muestras de zanja correspondientes a la Formación Mosquera de 7500' hasta 7801'. Donde se observa: A) Conglomerado Polimictico compuesto por basalto negro, fragmentos tabulares y astillosos de cuarzo. 125

Figura 37. Microfotografía de la muestra C-54 correspondiente a una Litarenita. En A) y B) puede apreciarse el alto contenido de fragmentos de roca y cuarzo de tamaño de

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

grano arena fina a muy fina que constituyen el armazón de la roca, la cual muestra un buen calibrado. Los clastos de cuarzo son subelongados y subangulares. Los fragmentos de roca evidencian tonos parduzcos en nicoles paralelos y en nicoles cruzados se observan oscuros o con colores de interferencia enmascarados por el color natural de los clastos. En C) y D) se observan un mayor detalle de la sección, evidenciando el contacto longitudinal de los clastos y su morfología subangular. La alta birrefringencia en los fragmentos de roca es producto de los minerales arcillosos que los constituyen. También se aprecian fragmentos de roca con colores de interferencia grises y de grano muy fino, correspondientes a fragmentos de chert, y minerales opacos, probablemente óxidos de hierro. Aumento: A) y B) X5; C) y D) X10 128

Figura 38. Microfotografía de la muestra C-54 correspondiente a una Litarenita, donde pueden observarse clastos de cuarzo subangulares en contacto puntual a longitudinal, con algunos fragmentos líticos de color parduzco, posiblemente limolitas. En la parte superior de la imagen se observa un cristal de muscovita, identificable por ser incoloro, de habito hojoso, y altos colores de interferencia. En el espacio intergranular se aprecia la ausencia de matriz lodosa, y los clastos estan cementados por un material siliceo, caracterizado por ser incoloro, de aspecto vítreo, microcristalino, y de baja birrefringencia. Aumento: X20. 129

Figura 39. Microfotografía de la muestra C-54 correspondiente a una Litarenita, donde puede apreciarse, en A) y B), a la derecha del centro de la fotografía un grano de plagioclasa albita con macla característica. En el centro de la fotografía se observa un cristal de cuarcita constituido por cristales de cuarzo con diferente orientación óptica. En la parte derecha de la foto se aprecian fragmentos de roca de arcillolitas, de color parduzco y con alta birrefringencia. En C) y D) se aprecia en la esquina superior derecha otro grano de albita con macla característica, cuyo color se ve turbio como producto de la alteración sericitica. También se aprecia clorita en el centro de la fotografía, caracterizada por su color verde pálido y su hábito laminar. Aumento: A) y B) X10; C) y D) X10 130

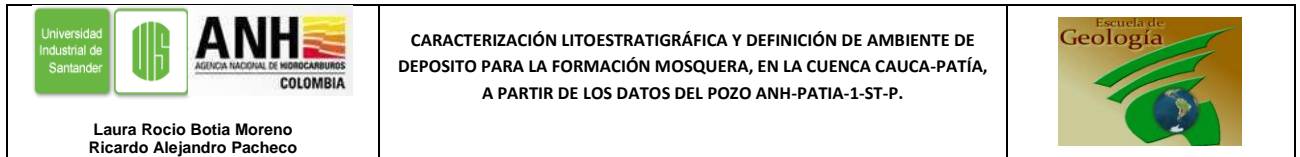




Figura 40. Microfotografía de la muestra C-55 correspondiente a una Litarenita, observada bajo: A) luz polarizada sin analizador (LPNA) y B) luz polarizada analizada (LPA), en las cuales puede observarse granos de cuarzo de tamaño arena media, subredondeados a subangulares, incoloros y con baja birrefringencia (grises de primer orden). En el centro de la imagen puede apreciarse un clasto de cuarzo monocristalino, y en derredor de este varios clastos policristalinos, evidentes por presentar dentro de un mismo grano extinción en diferentes direcciones. Se aprecian clastos de albita y epidota, en la parte superior y a la derecha del centro de la imagen, respectivamente, como también numerosos fragmentos líticos de sedimentitas de grano fino, caracterizadas por su color parduzco en LPNA. Aumento: X10 131

Figura 41. Microfotografía de la muestra C-55 correspondiente a una Litarenita. En A) y B) puede observarse un fragmento lítico tamaño guijo de cuarcita, bien redondeado y bastante fracturado, caracterizado por ser policristalino y presentar cristales de cuarzo con bordes rectos a suturados. En C) y D) se observa un fragmento de esquisto micáceo caracterizado por la foliación y la alta birrefringencia de los minerales micáceos constituyentes. También se observan fragmentos líticos de limolitas, granos de cuarzo, y la buena porosidad de la roca. Aumento: A) y B) X5, C) y D) X10. 133

Figura 42. Microfotografía de la muestra C-55 correspondiente a una Litarenita. En A) y B) puede apreciarse clastos de ortosa en la parte central de la fotografía, caracterizados por presentar aspecto turbio de color parduzco, producto de la alteración a sericita. Los colores de interferencia son similares al del cuarzo, pero se distingue de este por la alta birrefringencia de los minerales de alteración. En C) y D) se aprecia en el centro de la fotografía un clasto tabular de plagioclasa, característico por la presencia de maclas, y a la derecha un grano de ortosa con alto grado de alteración. Aumento: X10 135

Figura 43. Microfotografía de la muestra C-61 correspondiente a una subarcosa, limosa observada bajo: A) luz polarizada sin analizador (LPNA) y B) luz polarizada analizada (LPA), en las cuales puede observarse granos de cuarzo de tamaño que varía de muy fina a limo, angulares, incoloros y con baja birrefringencia (grises de

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

primer orden), se puede apreciar su matriz lodosa, y la ausencia de porosidad.

Aumento: X 137

Figura 44. Microfotografía de la muestra C-61 correspondiente a una subarcosa, limosa. En A) y B) puede apreciarse clastos de feldespato en la parte superior de la fotografía, caracterizados por presentar aspecto turbio de color parduzco, producto de la alteración, este se distingue por la alta birrefringencia de los minerales de alteración.

138

Figura 45. Microfotografía de la muestra C-61 correspondiente a una subarcosa, limosa. En A) y B) puede apreciarse contenido de fragmentos de roca y cuarzo de tamaño de grano arena fina. Se aprecian fragmentos de roca con colores de interferencia grises y de grano muy fino, correspondientes a fragmentos de chert, y minerales opacos, posiblemente óxidos de hierro.

139

Figura 46. Microfotografía de la muestra C-61 correspondiente a una subarcosa, limosa. Las fotografías A) y B) muestran la glauconita de grano de arena muy fina puede identificarse con facilidad con LPNA a causa de su color verde, el grano situado en la parte superior de la imagen contenido de muchos cristales pequeños de cuarzo que varían de muy fino a limo, la glauconita tiene birrefringencia media según muestran las fotografías con LPA.

140

Figura 47. Microfotografía de la muestra C-61 correspondiente a una subarcosa, limosa. Las fotografías A) y B) muestran el Circon de grano de arena muy fina puede identificarse con facilidad por su alto relieve, y colores de interferencia de tercer orden.

141

Figura 48. Microfotografía de la muestra C-61 correspondiente a una subarcosa, limosa. Las fotografías A) y B) muestran fragmento de roca con contenido de mica moscovita, biotita y plagioclasa, las láminas de mica muestran un hábito laminar con terminaciones irregulares, exhibe exfoliación basal perfecta, de relieve bajo, los clastos de biotita exhiben un hábito hojoso, en forma tabular y longitudinales de aspecto rectangular, y pequeños granos de plagioclasas los cuales se pueden identificar fácilmente por sus maclas.

142



 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

Figura 49. Microfotografía de la muestra C-68 correspondiente a una Limolita ligeramente arenosa, la fotografía A) con (LPNA) y la fotografía B) con (LPA), muestran granos de cuarzo de tamaños que varían de arena muy fina a tamaño limo, con morfología angulares hasta redondeados, La matriz dispuesta entre los granos de cuarzo es limo-arcillosa. 144



Figura 50. Microfotografía de la muestra C-68 correspondiente a una Limolita ligeramente arenosa, Las fotografías A) y B) muestran fragmento de roca con contenido de mica moscovita, las láminas de mica se presentan en formas tabulares delgadas, exhibe una exfoliación basal perfecta, relieve no marcado 145

Figura 51. Microfotografía de la muestra C-68 correspondiente a una Limolita ligeramente arenosa, Las fotografías A) y B) muestran un fragmento de roca rico en cuarcita de grano fino a muy fino, policristalinos, éstas son claramente distinguibles, Incluso observada en LPNA, presenta un relieve bajo, extinción neta a ondulante. 146

Figura 52. Microfotografía de la muestra C-68 correspondiente a una Limolita ligeramente arenosa, Las fotografías A) y B) muestran una roca sedimentaria de grano muy fino donde son visibles muchos fragmentos pequeños inferior a 1 mm, por lo tanto son de difícil identificación, entre estos la clorita, se aprecia de color verde pálido, formas angulares a subangulares, de relieve bajo. 147

Figura 53. Microfotografía de la muestra C-72 correspondiente a una Litarenita, la fotografía A) con (LPNA) y la fotografía B) con (LPA), muestran granos de cuarzo granos que varían de arena muy fina a fina, con morfología desde angulares hasta subangulares, La matriz dispuesta entre los granos de cuarzo es lodo-calcárea. 149

Figura 54. Microfotografía de la muestra C-72 correspondiente a una Litarenita, puede apreciarse el alto contenido de fragmentos de roca, la cual muestra un moderadamente calibrado. En las fotografías A) y B) se evidencian fragmentos de Chert, incoloro, su forma es subangular, y tamaño de grano oscila de fino a medio. Las imágenes C y D muestran un grano de esquisto micáceo el cual muestra una alineación preferente que define una textura esquistosa y un clasto de circón de tamaño de grano arena muy

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

<p>fina, se aprecia un relieve muy alto, birrefringencia muy fuerte, colores de interferencia de tercer orden</p>	151
<p>Figura 55. Microfotografía de la muestra C-72 correspondiente a una Litarenita, en A) y B), en el centro de la fotografía un grano feldespato, caracterizados por presentar aspecto turbio de color parduzco, producto de la alteración a sericita, Su tamaño varia de arena fina a muy fina, sus cristales presentan forma angulares a subangulares, presenta relieve bajo.</p>	152
<p>Figura 56. Microfotografía de la muestra C-71 correspondiente a una Limolita arcillosa, en la cual puede observarse: En A) y B), la composición predominantemente cuarzosa, con clastos tamaño limo, subelongados y subangulares, como también una lámina de mica muscovita transparente y con alta birrefringencia, en una matriz de arcillosa de grano más fino y con altos colores de interferencia, típico de las arcillas. En E) y F) se observa un nódulo arcilloso en el contacto entre material más limoso en la parte inferior y más arcilloso en la parte superior. Aumento: En A) y B) X10; en C), D), E) y F) X5.</p>	154
<p>Figura 57. Conglomerados polimicticos donde la matriz oscila entre arcillosa y arenosa.</p>	157
<p>Figura 58. Conglomerados Polimicticos de matriz areno-arcillosa</p>	158
<p>Figura 59. Arcillolita abigarrada con algunos niveles blocosos, fracturada.</p>	158
<p>Figura 60. Arcillolita con niveles de material calcáreo.</p>	159
<p>Figura 61. laminación fina bastante marcada con ocasionales fragmentos irregulares de lodo calcáreo</p>	160
<p>Figura 62. Laminación inclinada y venillas de material calcáreo</p>	161
<p>Figura 63. Laminación plano-paralela</p>	161
<p>Figura 64. Arenisca de grano muy fino a medio en contacto con arenisca conglomerática.</p>	162
<p>Figura 65. Arenisca de grano muy fino a medio</p>	162
<p>Figura 66. Arenisca de grano medio grueso</p>	162
<p>Figura 67. Columna Litoestratigráfica del Pozo ANH-PATIA-1-ST-P correspondiente a la Formación Mosquera.</p>	164





 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

Figura 68. Asociación de Facies de Conglomerados (Gcm-Gmg) y Arenica Masiva (Sm).	165
Figura 69. Asociación de Facies de Conglomerados y lodolitas	166
Figura 70. Asociación de Areniscas Laminadas (Sh) y Areniscas Masivas (Sm)	168
Figura 71. Asociación de Areniscas y Lodolitas masivas.	169
Figura 72. Asociación de Finos de Inundación.	171
Figura 73. Electroformas de canal correspondientes a las Formación Mosquera	173
Figura 74. Electroformas características de los depósitos de desborde	174
Figura 75. Electroformas multiples correspondientes a llanura de inundación.	175
Figura 76. Modelo de depositación de la Formacion Mosquera en un ambiente tipo ríos trezados gravosos (Tomado de Miall, 1985).	178

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Unidades climáticas del Municipio de Mercaderes.	35
Tabla 2. Clasificación y códigos de facies y sus respectiva interpretación	38
Tabla 3. Ficha Técnica de la cuenca Cauca-Patía	54
Tabla 4. Espesores y profundidades estimadas en la prognosis para las formaciones en el pozo ANH-PATIA-1-ST-P.	83
Tabla 5. Comparación de los topes formacionales estimados y medidos en el pozo ANH-PATIA-1-ST-P	95
Tabla 6. Resumen del tercer intervalo de corazonamiento del pozo ANH-PATIA-1-ST-P.	97
Tabla 7. Profundidades de secciones tomadas de la formación Mosquera.	126
Tabla 8. Facies identificadas para la Formación Mosquera en el Pozo ANH-PATIA-1-ST-P.	156
Tabla 9. Patrones para identificar electroformas en los registros eléctricos.	172

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPÓSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

RESUMEN

TÍTULO: CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPÓSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P*.

AUTORES: RICARDO ALEJANDRO PACHECO MENDEZ
LAURA ROCIO BOTIA MORENO**



PALABRAS CLAVE: CUENCA SEDIMENTARIA, CUENCA CAUCA-PATÍA, SUBCUENCA PATÍA, ESTRATIGRAFÍA, ANÁLISIS FACIAL, AMBIENTES SEDIMENTARIOS, POZOS ESTRATIGRAFICOS PROFUNDOS.

CONTENIDO

En el marco del contrato interadministrativo N° 6, celebrado entre la universidad industrial de Santander y la Agencia Nacional de Hidrocarburos, en aras de contribuir al conocimiento y potencial hidrocarburífero de la Cuenca Cauca-Patía, se acordó la perforación del pozo ANH-PATIA-1-ST-P, un pozo estratigráfico profundo de trayectoria vertical hasta una profundidad final de 12.100 pies. Gracias a este proyecto se realiza la caracterización litoestratigráfica y definición del ambiente de depósito de la Formación Mosquera a partir de los datos obtenidos durante la perforación. Se evidenciaron 6 litofacies para dicha formación: 1) Gcm: Conglomerados polimícticos clastosoportados; 2) Gmg: Conglomerados polimícticos matriz soportados; 3) Fs: Arcillolitas y limolitas masivas; 4) Fl: Arcillolitas y limolitas laminadas; 5) Sh: Arenicas con laminación planoparalela a inclinada paralela, 6) Sm: Areniscas masivas; por medio de las relaciones verticales de las litofacies se identificaron 4 asociaciones faciales: 1) Gcm-Gmg y Sm, interpretadas como depósitos de barras longitudinales a laterales; 2) Gcm-Gmg y Fsm-Fl correspondientes a canales abandonados o islas; 3) Sm-Sh y Fsm-Fl, equivalentes a depósitos de desborde, y 4) Fsm-Fl, representando los depósitos de planicie de inundación. El análisis de los registros eléctricos mostro 4 electroformas: 1) Tipo campana, asociadas a barras longitudinales granodecrecientes con niveles de arena al tope; 2) Tipo Cilindro, interpretada como apilamiento de barras; 3) Tipo embudo, representando secuencias granodecrecientes, correspondientes a depósitos de desborde durante épocas de avenidas; y 4) Tipo múltiple, con altos valores de Gamma Ray, indicando depósitos finos de llanura de inundación. Con base en tales características se sugiere que la Formación Mosquera fue depositada por cursos fluviales trenzados caracterizados por alto gradiente y energía, con cercanía a la fuente de aporte, madurez textural y composicional del sedimento, abundante carga de material grueso y migración lateral de corrientes que continuamente invadían las llanuras de inundación.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Químicas. Escuela de Geología. Director: Geólogo Msc. Alberto Ortiz Fernández. Codirector: Geólogo Edwar Hernando Herrera Otero.

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

ABSTRACT

TITLE: LITHOSTRATIGRAPHIC CHARACTERIZATION AND DEFINITION OF ENVIRONMENT MOSQUERA DEPOSIT FOR TRAINING IN CAUCA-PATIA BASIN, AS WELL DATA PATIA ANH-1-ST-P.

AUTHORS PACHECO ALEJANDRO RICARDO MENDEZ
LAURA ROCIO BOTIA MORRENO**



KEYWORD: SEDIMENTARY BASIN, BASIN CAUCA-PATIA, PATIA SUBBASIN, STRATIGRAPHY, FACIAL ANALYSIS, SEDIMENTARY ENVIRONMENTS, DEEP STRATIGRAPHIC WELLS.

CONTENT

Under the inter-administrative contract No. 6, held between Santander Industrial University and the National Hydrocarbons Agency, in order to contribute to knowledge and hydrocarbon potential of the basin Cauca-Patia, agreed to the drilling of ANH-PATIA- 1-ST-P, a deep stratigraphic well vertical path to a final depth of 12,100 feet. Thanks to this project is the characterization and definition lithostratigraphic depositional environment of Vocational Mosquera from data obtained during drilling. It showed six lithofacies for such training: 1) Gcm: clastosoportados polymictic conglomerates, 2) Gmg: matrix supported polymictic conglomerates, 3) Fs: Massive claystones and siltstones; 4) Fl: laminated claystones and siltstones, 5) Sh: Laminating Arenicas inclined plane-parallel to parallel, 6) Sm: massive sandstones; through vertical relations of lithofacies associations identified four facial: 1) Gcm-Gmg and Sm, interpreted as deposits of longitudinal side rods, 2) Gcm-Gmg and Fsm-Fl corresponding to abandoned channels or islands, 3) and Sm-Sh-Fl Fsm equivalent to overflow tanks, and 4) Fsm-Fl, representing floodplain deposits. The electric log analysis showed four electroforms: 1) Type bell fining associated with longitudinal bars at the top levels of sand, 2) Cylinder type, interpreted as stacked bars, 3) funnel type, representing fining sequences corresponding to deposits overflow during times of flood, and 4) multiple type, with high values of Gamma Ray, indicating deposits floodplain fines. Based on such characteristics suggests that the formation was deposited by Mosquera twisted watercourses and characterized by high energy gradient with proximity to the source of input, textural and compositional maturity sediment loading material abundant thick currents lateral migration continuously invading floodplains.

* Proyecto of grade

** Faculty of chemical engineering. School of geology. Director: Geologist Msc. Alberto Ortiz Fernández. Co-Director: Geologist Edwar Hernando Herrera Otero.

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

INTRODUCCIÓN

En el marco del contrato interadministrativo No. 6, celebrado entre la Universidad Industrial de Santander UIS y la Agencia Nacional de Hidrocarburos ANH en aras de contribuir al conocimiento y evaluación del potencial hidrocarburífero de la Cuenca Cauca-Patía, se acordó la perforación del pozo ANH-PATIA-1-ST-P, un pozo estratigráfico profundo ubicado en la parte sur de la subcuenca Patía, departamento del Cauca, específicamente en las cercanías del municipio de Mercaderes, con coordenadas planas (Datum Magna Sirgas) origen Bogotá 689.872N y 657.108E. Se acordó para este pozo perforar verticalmente hasta una profundidad final de 12.100 pies, tomar muestras de zanja cada 20 pies a lo largo del pozo, recuperar 2100 pies de corazones de roca distribuidos en intervalos específicos y correr registros eléctricos desde superficie hasta la profundidad final, con el propósito de adquirir información que respalde la idea de un sistema petrolífero en el subsuelo de este sector de la cuenca Cauca-Patía.

La Formación Mosquera hace parte de la secuencia estratigráfica estudiada y es el objetivo en el que se centra este trabajo de investigación; consta de conglomerados con guijos de cuarzo, cuarcitas, liditas, areniscas y arcillas, a la base.



1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL



Caracterizar litoestratigráficamente y definir el ambiente de depósito para la Formación Mosquera, en la cuenca Cauca-Patía, a partir de los datos obtenidos del pozo ANH-PATIA-1-ST-P.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar descripción macroscópica de los núcleos corazonados en el Pozo estratigráfico ANH-PATIA-1-ST-P y correspondientes a la Formación Mosquera, a fin de identificar en muestra de mano la litología de que está constituida, así como las características texturales y estructurales observables en los núcleos y esenciales para la identificación de litofacies.
- Realizar la descripción litológica de muestras de zanja correspondientes a la Formación Mosquera en el pozo ANH-PATIA-1-ST-P de la Cuenca Cauca-Patía, a fin de tener un registro litoestratigráfico continuo de la formación que permita el establecimiento del ambiente de depósito por medio de la delimitación, asociación e interpretación de litofacies.
- Descripción microscópica de 6 secciones delgadas pertenecientes a la Formación Mosquera, a fin de establecer de manera detallada sus características composicionales y texturales, que contribuyan a la identificación de litofacies y consecuentemente al establecimiento del ambiente deposicional.

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

- Realizar una interpretación litológica básica utilizando los diferentes registros eléctricos adquiridos en el pozo ANH-PATIA-1-ST-P por medio software especializado (Petrel) y establecer correlación entre esta interpretación y la descripción litológica obtenida de núcleos y ripios de perforación.
- Caracterización del ambiente de depósito de la Formación Mosquera, a partir de la definición, asociación e interpretación de litofacies y electrofacies, determinadas a partir de la información proporcionada por los núcleos, muestras de zanja, y registros eléctricos, obtenidos en el pozo ANH-PATIA-1-ST-P.

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

2. GENERALIDADES

2.1 LOCALIZACIÓN Y VÍAS DE ACCESO

El pozo estratigráfico ANH-PATIA-1-ST-P se encuentra localizado en la región suroccidental del territorio colombiano, en el municipio de Mercaderes, departamento del Cauca. El acceso al área del pozo se hace a través de la vía Panamericana (Ruta 25), que comunica las ciudades de Pasto y Popayán (**figura1**). En las inmediaciones del sitio denominado Mojarras, se desprende a mano izquierda, en el sentido Popayán-Pasto, una vía pavimentada que conduce hacia el sitio Higuerones. El municipio de Mercaderes se encuentra por esta vía, a medio camino entre los sitios referidos. En las cercanías de la bomba de gasolina de Mercaderes se toma un desvío a mano izquierda para acceder a la vía terciaria que conduce al basurero municipal, Unos 1400 metros adelante se desprende a mano derecha un ramal carreteable que lleva hasta el sitio del proyecto.

El área para la perforación del pozo pertenece a la jurisdicción del municipio de Mercaderes, vereda Canto Llano, y sus coordenadas planas con datum Magna Sirgas y origen Bogotá son:

N: 689.872

E: 657.108

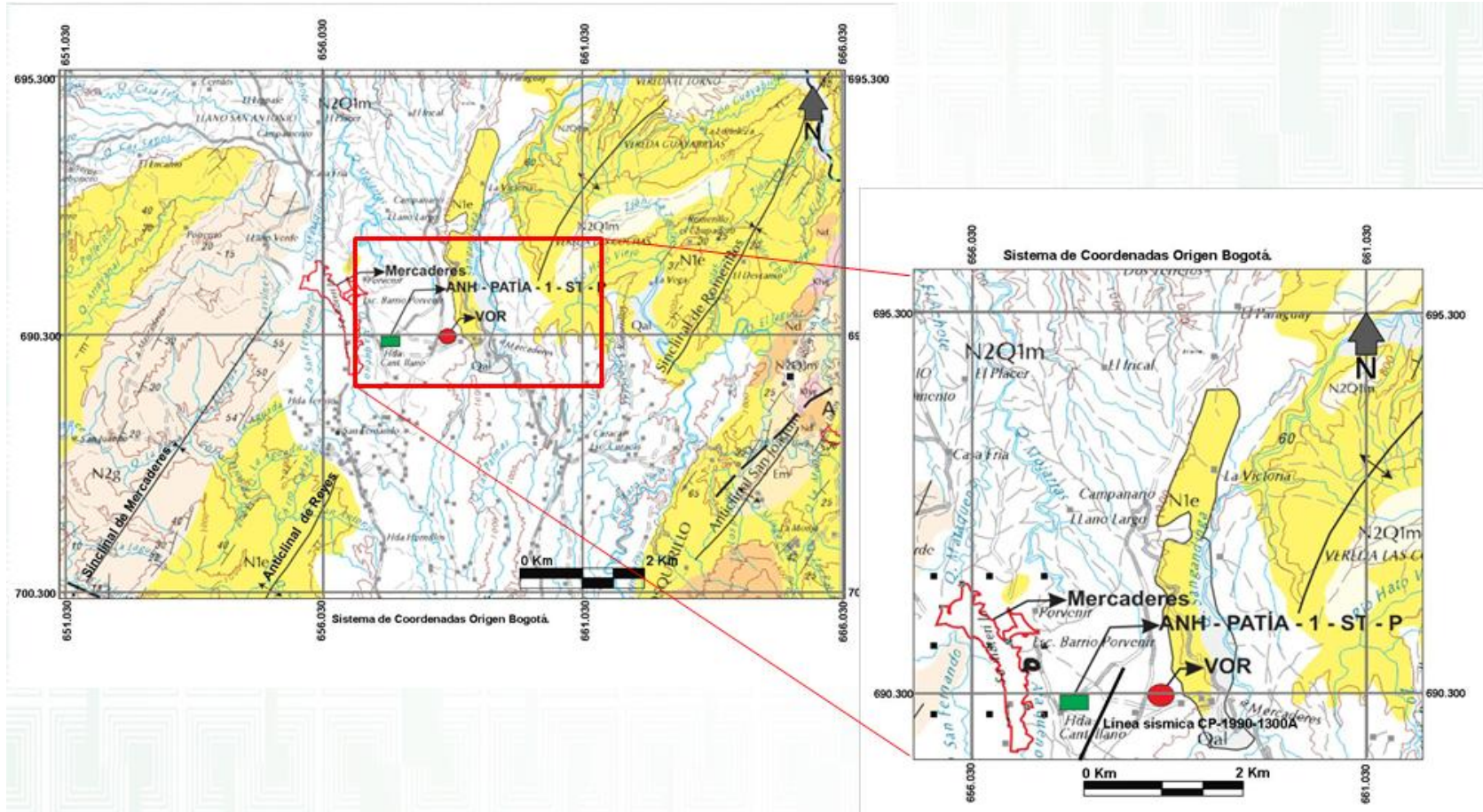
Z: 1.176 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m)

Las respectivas coordenadas geográficas son:



Longitud: 77° 09' 27,93" W

Latitud: 1° 47' 20,35" N

Figura 1. Mapa de localización del pozo ANH-PATIA-1-ST-P.



Modificado de: Equipo de Geología UIS, Proyecto Pozos Profundos.



 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

2.2 FISIOGRAFÍA

La región donde se encuentra localizado el pozo ANH-PATIA-1-ST-P hace parte de la cuenca hidrográfica del río Patía, la cual exhibe marcados contrastes fisiográficos cuyo origen radica en las variaciones litológicas y de la dinámica estructural e hidrográfica, y comprende las siguientes unidades fisiográficas: el flanco este de la Cordillera Occidental, las estribaciones occidentales de la Cordillera Central, el valle del Patía y la meseta de Mercaderes (Memoria explicativa plancha 386-Mercaderes, Ingeominas, 2002). Es en esta última unidad donde se emplaza exactamente el pozo en cuestión.

La Cordillera Occidental en su flanco oriental presenta relieves fuertes con cañones profundos de morfología en “V”, sobre los cuales discurren cauces cortos de alto gradiente, con redes de drenaje de diseños dendríticos, desarrollados sobre litologías duras y de resistencia uniforme como son las rocas básicas-ultrabásicas y rocas metamórficas de que se constituye primordialmente (Ingeominas, 2002).

El relieve montañoso de alta pendiente con valles profundos y estrechos, ocasionalmente suavizado por depósitos volcanoclásticos y coluvión-aluviales cuaternarios, que constituye las estribaciones occidentales de la Cordillera Central, se ha desarrollado sobre rocas metamórficas de bajo grado, rocas ígneas intrusivas y volcánicas de naturaleza básica a intermedia, y en menor proporción rocas sedimentarias, correspondientes a unidades tectonoestratigráficas con historias independientes (Complejo Quebradagrande, Cajamarca, Arquía, Formación Amaime, Formación Nogales) las cuales son de carácter regional, están limitadas estructuralmente y varían en edad desde el Paleozoico al Cenozoico (López M./Universidad EAFIT, 2006).

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

El Valle del Patía comprende dos zonas diferenciables litológica y estructuralmente, la primera constituida por rocas sedimentarias plegadas de edad Terciaria, cuya expresión morfológica escalonada es producida por la erosión diferencial de materiales duros y blandos, formando una serie de crestas y depresiones locales con orientación NE-SW que controlan localmente el patrón de drenaje; la otra zona corresponde a la parte más baja del área, donde se encuentran los depósitos fluviales de los ríos Patía y San Jorge, la parte distal de las epiclastitas de Mercaderes y el cono aluvial de Galíndez. De relieve plano con algunos cerros testigos, esta depresión tectónica se halla limitada al oeste por la Falla Cali-Patía y al oriente por la Falla Patía-Bordo, y sus drenajes conforman un patrón radial en la región del Estrecho y paralelo en el resto del sector debido a la presencia del cono aluvial de Galíndez. (Memoria explicativa plancha 386-Mercaderes, Ingeominas, 2002).

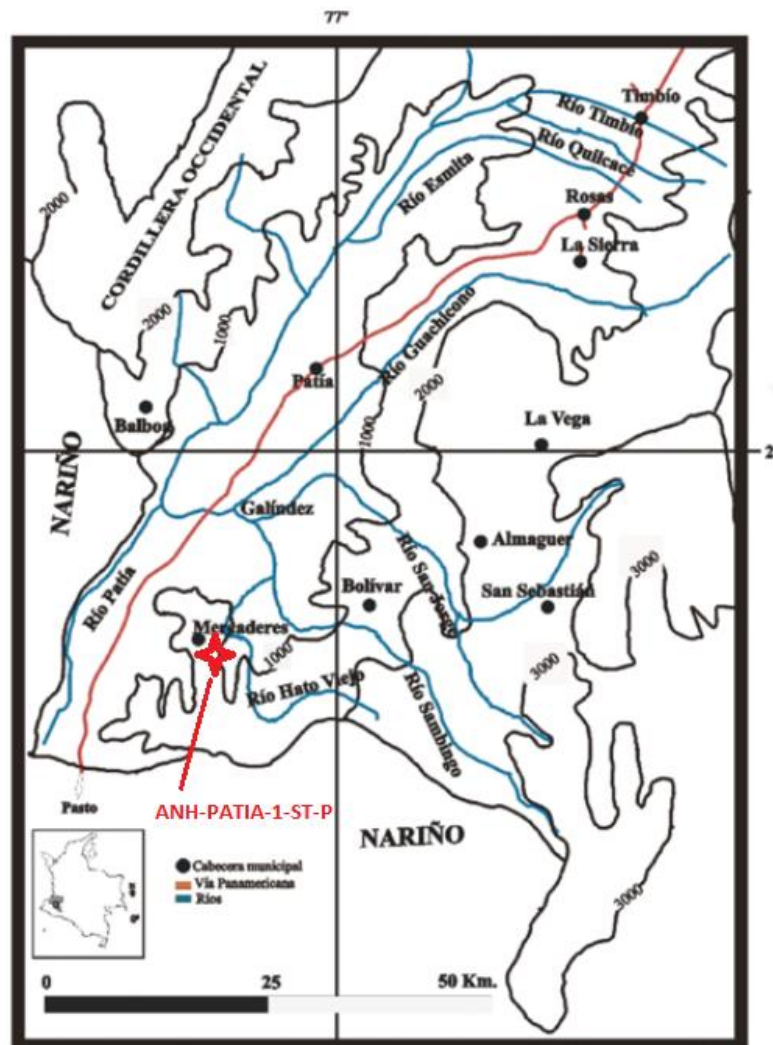
La Meseta de Mercaderes es una altiplanicie la cual se caracteriza por presentar depósitos piroclásticos y epiclásticos del Plio-Pleistoceno que han colmatado parte del valle del Patía y que se presentan discordantes sobre las rocas sedimentarias plegadas. Se encuentra limitada por escarpes casi verticales en la base de los cuales discurren, formando cañones profundos el río Hato Viejo y las quebradas Las Palmas y Mojarras. (Memoria explicativa plancha 386-Mercaderes, Ingeominas, 2002).

2.3 HIDROGRAFÍA

El cauce principal de la región es el Rio Patía que fluye en dirección NE-SW hasta el rasgo geográfico denominado la Hoz de Minamá, un estrecho y profundo valle en donde se encajona y atraviesa la Cordillera Occidental. Hacia este drenan sus aguas, conformando un patrón de drenaje generalmente dendrítico, los demás

afluentes, que en orden de importancia son el río Sambingo, el río Mayo, el río San Jorge y el río Hato Viejo, provenientes del piedemonte de la Cordillera Central, y desde el flanco este de la Cordillera Occidental, aportan sus aguas las quebradas Sachamates, El Zorro, El Tablón, y Cañaduzal (**Figura 2**).

Figura 2. Localización de la cuenca alta del río Patía con los ríos principales.

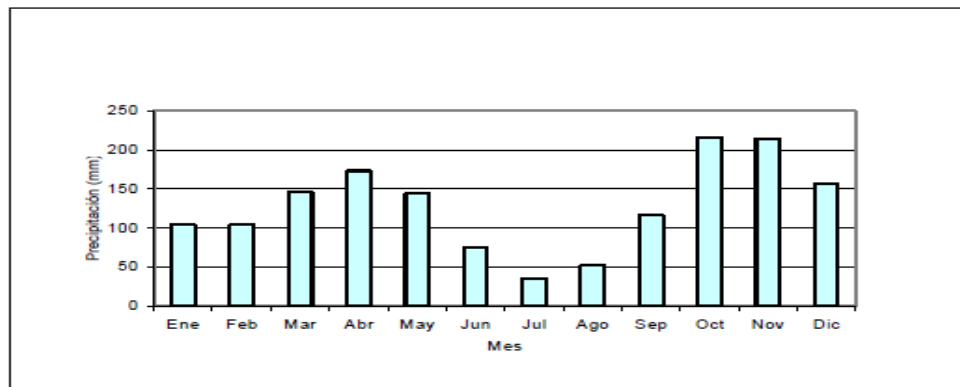


Modificado de Ramírez et. Al (2010). “Mamíferos de la cuenca alta del río Patía en el departamento del Cauca, Colombia”. Bol.cient.mus.hist.nat. 14(1): 92-113

2.4 CLIMA

El clima en el municipio de Mercaderes se ve condicionado principalmente por la temperatura, la precipitación, la humedad y la altitud, que son los elementos determinantes en los procesos morfodinámicos y pedogenéticos actuales, y varía entre tierras frías semihúmedas (Bosque húmedo montano) a tierras cálidas subhúmedas a secas (bosque seco premontano), estas últimas con mayor incidencia en el municipio (**tabla 1**). La temperatura, basado en los datos suministrados por el IDEAM, presenta una media de 23°C, con un máximo y un mínimo de 32 y 16°C, respectivamente. La precipitación presenta una distribución bimodal, con dos periodos lluviosos que van desde octubre a diciembre y de marzo a mayo. La estación seca corresponde a los meses de junio a septiembre (**figura 3**). El incremento de la temperatura en tiempo seco, la escasez de agua y las actividades antrópicas como la tala de bosques nativos y las quemas, han originado el rezago de los cultivos, la aridez y en algunos casos la desertificación del suelo¹.

Figura 3. Distribución de la precipitación media mensual en el municipio de Mercaderes. Estación Mercaderes.



Fuente: IDEAM

¹

Tabla 1. Unidades climáticas del municipio de Mercaderes.

Piso térmico	Temperatura media anual (°C)	Provincia de humedad	Precipitación media anual (mm)	Área (ha)
Frío	12-18	Semihúmedas	1000-2000	242
Medio	18-24	Semihúmedas	1000-2000	4282
		Subhúmedas	500-1000	1048
Cálido	>24	Subhúmedas a secas	500-1000	63887

Fuente: IRH y Consultoría Colombiana, 2001

Fuente: IRH y Consultoría Colombiana, 2001.



3. MARCO REFERENCIAL

3.1 FACIES

El concepto de facies, originalmente definido por (Gressly 1838 en O, Serra s.f), y al cual diferentes autores le han dado usos y acepciones diversas, se utiliza aquí en un sentido objetivo-descriptivo para designar “el aspecto, apariencia y características de una unidad de roca, que refleja generalmente las condiciones de su origen y que la diferencia de las unidades adyacentes o asociadas”. Cabe anotar que pueden existir facies idénticas pertenecientes a diferentes edades y regiones de la tierra, que pese a sus discrepancias espacio-temporales, fueron depositadas bajo condiciones físico-químicas similares. Una facies, está definida por cinco parámetros: la geometría, la litología, la paleontología, las estructuras sedimentarias y el esquema de paleocorrientes. según (Selley 1970 en O, Serra s.f)

Según los elementos en base a los cuales sea definida una facies, estas se clasifican de la siguiente manera:

3.1.1. Litofacies. Hace referencia a los atributos litológicos específicos de un cuerpo de roca que la diferencian de los adyacentes, y que reflejan las condiciones físico-químicas reinantes durante su depósito. Se las define por su litología (textura y composición), estructuras sedimentarias, considerando los fósiles si los hubiere como clastos que no sirven para la caracterización del cuerpo de roca Miall (1996).

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

Para definir las, Miall (1996) propone el uso de un sistema de códigos identificatorios de las distintas facies que pueden existir en los sistemas fluviales **(tabla 2)**.






		ANH AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS COLOMBIA	CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.	
Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco				

Tabla 2. Clasificación y códigos de facies y sus respectiva interpretación

CODIGO DE FACIES	FACIES	ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS	INTERPRETACION
Gmm	Grava masiva, matriz soportada	Gradación pobre	Flujo de detritos plástico (alta resistencia, viscoso)
Gmg	Grava matriz soportada	Gradación inversa a normal	Flujo de detritos pseudoplástico (baja resistencia, viscoso)
Gci	Grava clasto soportada	Gradación inversa	Flujo de detritos rico en clastos (alta resistencia) o flujo de detritos pseudoplástico (baja resistencia)
Gcm	Grava masiva clasto soportada	Ninguna	Flujo de detritos pseudoplástico (carga de fondo inercial, flujo turbulento)
Gh	Grava con estratificación gruesa clasto soportada	Estratificación horizontal, imbricación	Estructuras sedimentarias longitudinales, depósitos de lag, depósitos de sieve
Gt	Grava estratificada	Estratificación en artesas	Colmatación de canales menores
Gp	Grava estratificada	Estratificación cruzada planar	Estructuras sedimentarias transversales, crecimientos deltaicos de remanentes de antiguas barras
St	Arena, fina a muy gruesa. Puede ser guijarrosa	Estratificación en artesas solitarias o agrupadas	Dunas de cresta sinuosa o lingüiforme (3 - D)
Sp	Arena, fina a muy gruesa. Puede ser guijarrosa	Estratificación cruzada planar solitarias o agrupadas	Estructuras sedimentarias transversas o lingüiformes (dunas 2 - D)
Sr	Arena, fina a muy gruesa.	Estratificación cruzada con ondulitas	Ondulitas (régimen de flujo bajo)
Sh	Arena, fina a muy gruesa. Puede ser guijarrosa	Laminación horizontal, particionada o de corriente	Flujo de estratificación planar (flujo crítico)
Sl	Arena, fina a muy gruesa. Puede ser guijarrosa	estratificación cruzada de bajo ángulo (< 15°)	Llenado de estructuras erosivas, humpback o lado stoss de dunas, antidunas
Ss	Arena, fina a muy gruesa. Puede ser guijarrosa	estructuras erosivas de fondo (desbaste) anchas y someras	Llenado de estructuras erosivas
Sm	Arena, fina a muy gruesa.	Laminación masiva o poco clara	Depósitos de flujos de sedimentos gravitacionales
Fl	Arena, limo, fango	Laminación fina, ondulitas muy pequeñas	Llanura de inundación, canales abandonados o depósitos de inundación en su etapa final
Fsm	Limo, fango	Masiva	Pantano o canal abandonado
Fm	Fango, limo	Masiva, grietas de secamiento	Llanura de inundación, canales abandonados o depósitos de drape
Fr	Fango, limo	Masiva, raíces, bioturbación	Capas de raíces, suelo incipiente
C	Carbón, fango carbonáceo	improntas de plantas en el fango	Depósitos de pantanos ricos en vegetación
P	Carbonato paleosol (calcita, siderita)	Características pedogénicas: nódulos, filamentos	Suelo con precipitación química

(Modificado de Miall, 1996)

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---



3.1.1.1. Asociación de Facies. Una asociación o secuencia de facies corresponde a un conjunto de facies que guardan una clara relación física y genética entre sí, relación que puede ser tanto vertical como lateral. Una sucesión de facies superpuestas en relación al tiempo corresponde a una secuencia vertical, la cual puede estar limitada en el techo y en la base por un contacto neto o erosivo, o por un hiatus en la sedimentación.

Siguiendo el orden de sucesión de las facies A,B,C, o los términos de la secuencia, se tiene:

- Un ritmo que corresponde a ABC, ABC, AB,..., tal sucesión caracteriza una sedimentación rítmica.
- Un ciclo que corresponde a la sucesión de dos secuencias con evolución opuesta: ABCBA; tal sucesión caracteriza una sedimentación cíclica.

El primer tipo de sucesión es más frecuente que el segundo. Una evolución lateral o asociación de facies relacionadas, depositadas al mismo tiempo, en diferentes lugares del mismo ambiente y de forma continua, da lugar a una secuencia lateral.

3.1.2. Electrofacies. Cada perfil o registro de pozo brinda en mayor o menor grado alguna información, directa o implícita, de la composición mineralógica, la textura y las estructuras sedimentarias, es decir, que cada perfil de pozo brinda un panorama particular de las propiedades de la roca. Si bien en algunos casos basta uno o dos perfiles para la determinación de las propiedades de la roca, entre mayor sea el número de perfiles utilizados en la interpretación, menor será el riesgo de ambigüedad y error, y serán por tanto mejor definidos los atributos de las rocas. Según O, Serra s.f.

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

Las electrofacies fueron designadas originalmente por Serra (1970) y definidas de la siguiente manera: “el conjunto de la respuesta de los perfiles que caracterizan un estrato y permite distinguirlo de otros”.

3.1.2.1. Asociacion de electrofacies o electrosecuencias. Algunas veces observamos que los registros (resistividad, rayo gamma, potencial espontáneo, etc.) evolucionan en forma progresiva con la profundidad. Estas evoluciones que tienen la forma de rampas fueron denominadas por Serra (1970) como electrosecuencias. A continuación se da la definición propuesta para una electrosecuencia:



“Un intervalo de profundidad de mayor espesor que la resolución vertical de la herramienta de medición y que presenta una evolución continua y progresiva entre dos valores extremos del parámetro de medida, describiendo una rampa”.

Esta variación puede reflejar:

- Un cambio progresivo en la composición mineralógica con la profundidad: evolución del porcentaje de arcillas en una arenisca o en una caliza; aumento de la proporción de dolomita en una caliza o de minerales pesados radiactivos en una arenisca.
- La evolución de un parámetro textural: cambio en el tamaño del grano, que refleja secuencias granocrecientes o granodecresientes; disminución de la selección, etc.
- Una variación simultánea de la composición mineralógica y de la textura (conglomerado-arena-lutita).
- Una evolución de la saturación en la zona de transición entre reservorios petrolíferos y acuíferos, que se manifiesta especialmente en las curvas resistividad.

3.3. AMBIENTE DE DEPÓSITO

Las condiciones propias de los ambientes de depositación son influyentes para las reacciones químicas que engloban las aguas meteóricas como fuentes de sustancias disueltas para procesos de precipitaciones. Las aguas que se desplazan hacia abajo disolverían a medida que aumenta la temperatura, por otra parte las aguas que se desplazan hacia arriba precipitarían a medida que fueran entrando en sectores más fríos (Pettijohn, 1980). En el ambiente de depositación se tienen diferentes factores químicos como salinidad, el potencial de óxido-reducción y la acidez-alcalinidad, por lo tanto, los minerales precipitados y los elementos faunísticos presentes en los sedimentos se hallan relacionados íntimamente con esos factores ambientales (Pettijohn, 1980). Por consiguiente, se pueden mencionar algunas sustancias que estarían relacionadas con las características del ambiente como se muestra a continuación: en zonas fuertemente reductoras se tendrá presencia de sulfuros, en zonas reductoras se tendrá carbonatos de hierro y sulfuros de hierro, en zonas débilmente reductoras se tendrán siderita y livianita, zonas neutrales se tendría presencia de cloruros de hierro con hierro férrico y ferroso, en zonas débilmente oxidantes se tendría presencia de glauconita y en zonas oxidantes hidróxido y óxido de hierro (Pettijohn, 1980).

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

4. ANTECEDENTES DEL AREA DE ESTUDIO

Pérez, G. (1980). Evolución geológica de la subcuenca del alto patía, departamento del cauca, colombia.

Este trabajo examina la geología de la subcuenca del Alto Patía y propone un esquema evolutivo preliminar de la misma.

El objetivo principal son los análisis paleontológicos y químicos en lutitas y areniscas; rocas metamórficas y volcánicas para determinar el basamento.



La cuenca tiene una edad terciaria. La actividad sedimentaria empieza en el Eoceno Medio y se extiende hasta el Pleistoceno con influencia piroclástica en los estratos más jóvenes. Estas rocas fueron afectadas por intensa actividad hipoabisal, dacítico-andesítica, especialmente durante el Mioceno superior.

Cáceres, H. (1988). Reconocimiento geológico de campo cuenca valle del cauca y del patía.

El objetivo principal de este reconocimiento geológico de campo consiste en observar de una manera rápida, la secuencia sedimentaria y algunas rocas duras de la cuenca del Valle del Cauca y de la cuenca del Patía, y a la vez estudiar sus posibilidades petrolíferas.

Cuenca del Valle del Cauca

De acuerdo a un estudio geoquímico de muestras de superficie de carbones y lutitas carbonosas de las Formaciones Guachinte y Ferreira se determinó que

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

estas formaciones poseen un buen contenido de materia orgánica total (TOC) en diferentes estados de maduración térmica (Robertson Research, 1987).

Cuenca del río Patía

La existencia de hidrocarburos en esta cuenca, está evidenciada por la presencia de varios resumaderos de aceite, el interrogante a definir es la presencia de roca generadora. Adicionalmente presenta un gradiente geotérmico elevado, el cual está influenciado por el emplazamiento de cuerpos ígneos intrusivos hipoabisales.



Gil, A. Gomez y J. Martínez, H,(1991) . Análisis petrológico cuenca cauca-patía". instituto colombiano del petróleo.

Se realizó la descripción petrográfica de 61 secciones delgadas correspondientes a las siguientes unidades litológicas: Grupo Dagua (2 secciones), Grupo Diabásico (2 secciones), Formación Peña Morada (8 secciones), Sección Rio Guabas (6 secciones), Formación Esmita (30 secciones), y

Formación Mosquera (13 secciones) constituida principalmente de litoarenitas y sublitoarenitas con predominio de líticos volcánicos y metamórficos con selección media y baja. Las arcillas autigénicas disminuyen la porosidad primaria, predominio de porosidad secundaria por efectos diagenéticos físicos-químicos.

A partir del análisis petrográfico hecho para la Formación Mosquera se concluyó que el área de aporte de esta tuvo características volcánicas (andesitas) y metamórficas de bajo grado (esquistos y metacuarcitas).

La porosidad en la Fm Mosquera se disminuye por la Formación de arcillas autigénicas debido a la combinación de diagénesis mecánica y química.

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---



Barrero, Darío y Laverde, Fabio, (1998). Estudio integral de evaluación de la geología y potencial de hidrocarburos de la cuenca intramontana cauca-patía.

Este estudio se enfoca en el conocimiento del potencial de hidrocarburos de la Cuenca Cauca-Patía. La definen como un “paradigma útil” en la interpretación de la sedimentación y la tectónica de una cuenca en términos modernos de análisis de cuencas, pues contiene todos los elementos estratigráficos, sedimentológicos y estructurales que permiten clasificarla como una cuenca producto de la colisión de un arco de islas con un margen continental. Este tipo de cuencas se conoce con el nombre de “*remnant ocean basin*”. Se postula la existencia de tres “*plays*” para la cuenca Cauca-Patía, uno en la subcuenca Cauca y dos en la subcuenca Patía. Adicionalmente se hace un estimativo de reservas, que aunque altamente especulativo, sirve de base al diseño de futuras estrategias de exploración.

Del presente estudio concluye que la cuenca Cauca-Patía es en general atractiva, si se consideran proporciones gas-aceite razonable. El estilo estructural, espesor de sedimentos, geometría de las estructuras y presencia de manaderos, indican que el área del río Patía tiene mayor potencial que el Valle del río Cauca. En términos exploratorios, la cuenca debe considerarse, con datos presentes, como de alto riesgo/potencial moderado.

Ruiz, S. (2002). Memoria explicativa, geología de la plancha 386 mercaderes, escala 1:100000. Ingeominas. Bogotá.

La memoria explica las características geológicas, el estilo estructural, la petrografía y la geopotencialidad en recursos minerales de las rocas aflorantes en la plancha 386 Mercaderes.

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

La cartografía geológica de la parte oriental del área consistió en reevaluar a nivel de semidetalle la información geológica existente; para la parte occidental se hizo un trabajo de reconocimiento más regional basados en fotointerpretación parcial del área.



Afloran rocas metamórficas, volcánicas, ígneas intrusivas y sedimentarias con edad del Cretácico al Reciente. Cuerpos emplazados tectónicamente son las rocas ultramáficas de Guayabillas y el Gabro de grano fino de La Despensa.

Las rocas metamórficas de bajo grado ocupan el 42% del área y corresponden a filitas, metalimolitas, metachert, pizarras verdes y rojas, metabasaltos y metagrauvas, las cuales constituyen el núcleo de la Cordillera Occidental y se correlacionan con el Grupo Dagua.

Las rocas volcánicas ocupan el 10%, representadas por basaltos y diabasas con intercalaciones de limolitas y chert, y están conformando la estribación este de la Cordillera Occidental, pertenecientes al Grupo Diabásico.

Las rocas sedimentarias plegadas ocupan el 11% de la plancha, representadas por areniscas, limolitas y conglomerados, de edad paleógena y neógena y afloran en el valle del Patía correspondientes a la Formación Mosquera y a la Formación Esmita.

Cuerpos intrusivos hipoabisales cuarzodioríticos y andesíticos - dacíticos afectan las rocas cretácicas, paleógenas y neógenas. Discordante a las anteriores rocas se encuentran rocas piroclásticas (lavas y tobas) y epiclásticas (arenitas pumáceas, aglomerados y arcillas). Depósitos cuaternarios pertenecientes a los abanicos de Galíndez, y Capitanes, así como aluviones y coluviones, son diferenciados.

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

El estilo estructural del área se caracteriza por ser principalmente compresivo, y origina cabalgamientos con planos de falla al oeste y dirección NE-SW, y un sistema NW-SE transversal distensivo que originan bloques tectónicos.



Cordoba, F. y Wilches O., (2006). Informe de adquisicion de muestras de campo, estudio geoquimico de superficie.

Se analizaron cromatográficamente 1400 muestras de gas enlatado en espacio libre obtenida de muestras de suelo del área de Cauca – Patía, Bloque Sur, de las cuales se obtuvieron lecturas de C1 a C6, predominando las concentraciones de metano y etano. Se identificaron 13 áreas con valores anómalos de gases, se establece la presencia de un sistema petrolífero de carga termogénica en el área evaluada, y se estima, a partir de relaciones de humectabilidad de gas, que el tipo de fluido esperado para el área sería predominantemente hidrocarburo líquido, con alguna cantidad menor de gas o condensado.

Geoestudios, (2008). Levantamiento de columnas estratigráficas y realización de análisis petrográficos, petrofísicos, bioestratigráficos y geoquímicos en las áreas de pasto-el bordo, cali-buga y buga-cartago (cuenca cauca-patía).

Realizaron un levantamiento estratigráfico detallado de algunas unidades cenozoicas de la cuenca Cauca-Patía. A partir del análisis de facies y el estudio de más de 1660 muestras determinaron el ambiente de depósito y las características bioestratigráficas (palinología y microfósiles calcáreos), petrográficas, petrofísicas y geoquímicas (COT y pirolisis) de las unidades con el fin de caracterizar potenciales rocas generadoras, sellos y reservorios de hidrocarburos.

La cuenca Cauca-Patía fue diferenciada en tres sectores: Cauca Norte, Cauca Sur y Patía. En el Patía identificaron valores buenos y muy buenos de COT de hasta

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

26% en peso, de kerógenos tipo II y III, inmaduros y sobremaduros en las sedimentitas de la Formación Esmita. La Formación Mosquera, posee buenos valores de COT de hasta 22% en peso de kerógenos tipo II y III, de inmaduros a sobremaduros. Esta última característica posiblemente se debe a la presencia de intrusiones ígneas en el sector.

Los resultados petrofísicos mostraron que las rocas del sector Cauca Norte en general presentan bajas porosidades y permeabilidades. Los mayores valores se encuentran en las arenitas asociadas a depósitos de ríos trenzados y canales secundarios, ubicadas hacia la parte baja y superior de la Formación Cinta de Piedra.



Díaz, I. y et al. 2009. Informe final operaciones de campo proyecto magnetotelurica Mercaderes, Cauca". Ariana Ltda. Bogotá.

A partir de la interpretación de datos de magnetotelúrica, se realizó un modelo geológico, tomados en dos líneas una de 2.4 km., y otra de 1.7km., 4.1 km. Líneas (L-2) y (L-3), ubicadas cerca al Municipio de Mercaderes en el Departamento del Cauca, con el fin de establecer o ubicar un área potencialmente productora de hidrocarburos, estos datos fueron procesados e interpretados teniendo en cuenta todos los cambios y anomalías de resistividades.

LINEA L-2




Se observó una serie de fallas con rampas laterales con un ángulo de aproximadamente 45°, que involucran sedimentos del Cretáceo, sin llegar a tener expresión en superficie. Se calcularon los espesores de las diferentes unidades geológicas, así como las resistividades promedio y la litología de cada una.

LINEA L-3

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---




Muestra rocas con edades que van desde el Cretácico al reciente, las cuales se ven afectadas por unas fallas profundas que involucran las rocas del Cretáceo y una falla mayor que se puede cartografiar en superficie y que involucra todas las unidades desde el cretáceo.

Se generó un cuadro comparativo donde se especifican las descripciones geológicas y espesores de la Formación Mosquera de acuerdo a cada autor:



		ANH AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS COLOMBIA	CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.	
Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco				

FORMACION MOSQUERA				
AUTOR	LOCALIDAD	LITOLOGIA	ESPESOR	EDAD
Grosse y Alvarado (1931), (en Vargas, L.)	Caserío de Mosquera; Santa Ana; entre los ríos Timbío y Quilcasé	En la base: Conglomerados con guijos de cuarzo, cuarcitas, liditas, areniscas y arcillas; Hacia la parte media-superior: casi exclusivamente areniscas y arcillas pizarrosas con concreciones boliformes de siderita arcillosa.	430m	Eoceno-Oligoceno
León, Padilla y Marulanda (1973)	Río Esmita, Anticlinal de Manga Vieja, regiones de Mayo, Baraya y río Timbío	Secuencia predominantemente conglomerático-arenacea, con cantos de cuarzo lechoso, chert y cuarcita; intercalaciones de cuarzoareniscas friables y limolitas grises. Cintas y mantos de carbón hacia la parte media-alta de la Formación.	150 a 261m	Eoceno Medio-Mioceno Inferior
Martinez y Rubio (1991)	El Boquerón (SEB); carretera El Bordo-Bolívar; Quebrada Seca y La Despensa (SQD)	Parte inferior: Conglomerados polimícticos y areniscas conglomeráticas compuestos por fragmentos de metarenitas, cuarzo policristalino y en menor proporción riolitas, chert, esquistos micaceos y filitas. <i>Parte superior:</i> Hacia el tope lodolitas, intercalaciones de arcillas carbonosas, cintas y mantos de carbon y areniscas de grano medio a muy fino. Costras enrejadas de hierro y costras calcáreas. Restos vegetales y madrigueras cilíndricas.	Parte inferior: 140m Parte superior: 305-345m	Eoceno Superior-Oligoceno

FORMACION MOSQUERA				
AUTOR	LOCALIDAD	LITOLOGIA	ESPESOR	EDAD
GEOESTUDIOS (2008)	Río Esmita, Quebrada Guanabanal, Quebrada La Despensa y Boquerón	<p><u>Seccion Rio Esmita:</u> secuencia granodecreciente completa, que inicia con cuarzoareniscas y arenas subarcósicas conglomeraticas, seguidas de areniscas y lodolitas arenosas muy ferruginizadas. Capas finas de conglomerados cuarzosos clasto y matriz soportados.</p> <p><u>Seccion Quebrada Guanabanal:</u> inicia con conglomerados matriz-soportados y areniscas conglomeráticas, seguidos de areniscas homogeneas y finaliza en paquetes metricos de limolita arcillosa a arcillolita limosa, ferruginizadas.</p> <p><u>Sección El Boquerón:</u> intercalaciones de capas delgadas a medias de areniscas con laminacion ondulada y laminas gruesas a capas delgadas de lodolitas.</p> <p><u>Sección La Despensa:</u> abundantes mantos centimetricos a decimétricos de carbón y arcillolitas carbonosas alternando con limolitas y limolitas arcillosas fosilíferas (gasteropodos y bivalvos)</p>	Río Esmita: 38m Quebrada Guanabanal: 241m Quebrada La Despensa: 208m Quebrada El Boquerón: 166m	Oligoceno Tardío a Mioceno Temprano

		ANH AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS COLOMBIA	CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.	
Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco				

FORMACION MOSQUERA				
AUTOR	LOCALIDAD	LITOLOGIA	ESPESOR	EDAD
ANH-PATIA-1-ST-P, (en prognosis)	Municipio de Mercaderes	Constituida predominantemente por conglomerados polimicticos con granulos y guijos de basalto gris y verde oliva, diabasa, cuarcita gris clara y fragmentos astillosos y tabulares de cuarzo lechoso. Matriz areno-arcillosa y localmente inclusiones calcáreas. Hacia el tope aparecen areniscas de grano fino a medio, pardo amarillentas, con laminación plano-paralela y contenido de fragmentos liticos; intercaladas con arcillolitas grises y pequeños niveles de limolitas grises, compactas, con nodulos calcáreos	SIN DEFINIR	SIN DEFINIR

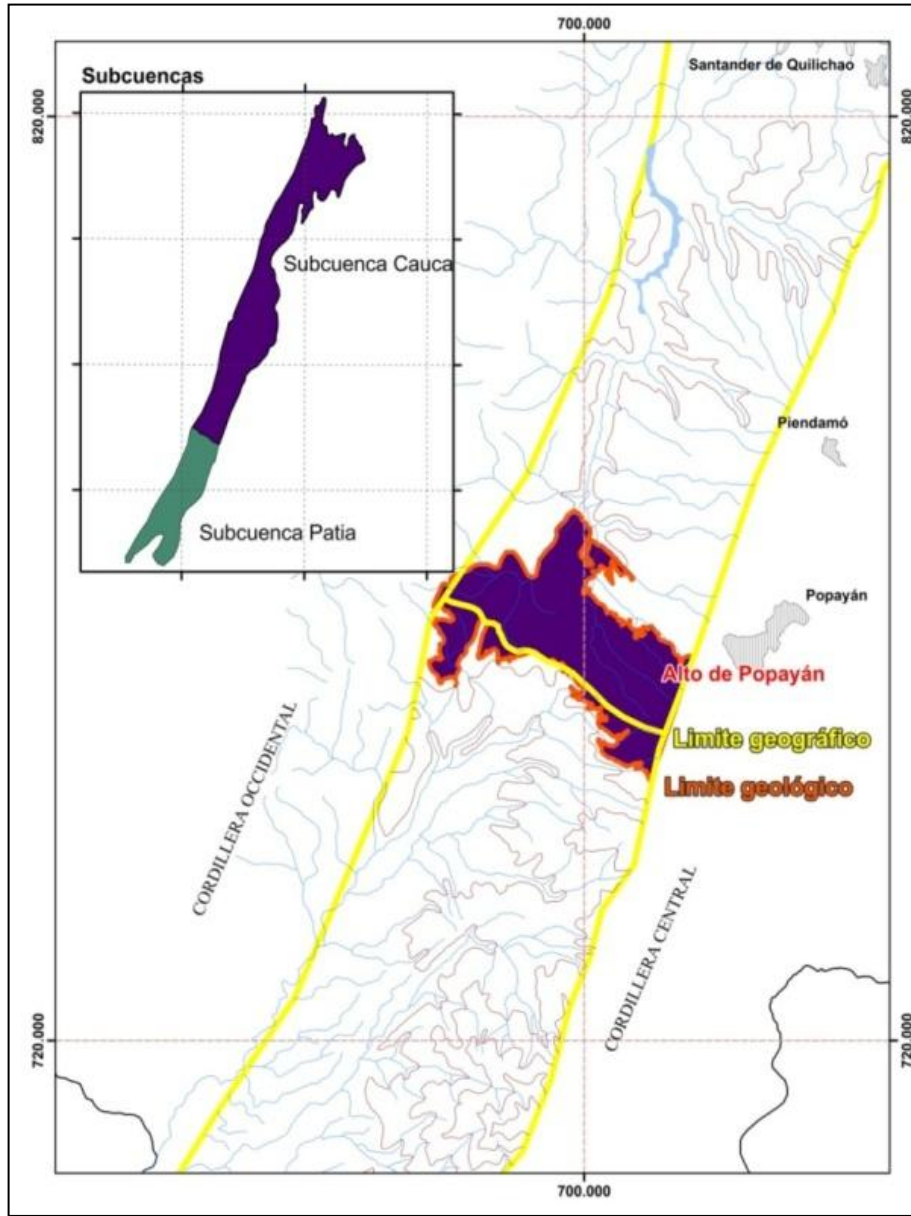
 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

5. MARCO GEOLOGICO REGIONAL

5.1 LOCALIZACIÓN Y GENERALIDADES DE LA CUENCA CAUCA-PATÍA

La zona de estudio se encuentra ubicada en el sector suroriental del departamento del Cauca, municipio de Mercaderes, y hace parte de la cuenca Cauca-Patía, una depresión intermontana alargada en dirección NNE, cuya extensión areal abarca unos 13.000 km², con una longitud en el sentido del eje de 445,7 Km y un ancho promedio de 42 Km. esta cuenca limita al Oeste con el sistema de fallas del Cauca (C.F.S) y la Cordillera Occidental; al Este con el sistema de fallas del Romeral (R.F.S) y la Cordillera Central, y al Norte y Sur con rocas ígneas básicas del Cretácico tardío. Es una cuenca de tipo convergente, producto de la interacción entre la placa oceánica y el margen noroccidental de la placa continental Suramericana. La Cuenca Cauca-Patía se divide en las subcuencas Cauca y Patía con base a diferencias geográficas y litoestratigráficas, y su límite corresponde al Paleotallo de basamento de Popayán; en la Subcuenca Cauca, el drenaje de primer orden es el Río Cauca en sentido N-S, y en la Subcuenca Patía, el drenaje de primer orden es el Río Patía en sentido NE-SW. Según (Barrero, D y Laverde. 1998) (**figura 4**).

Figura 4. División geográfica y geológica de la cuenca Cauca-Patía en la subcuenca Cauca y la subcuenca Patía por el alto de Popayán.



Fuente: Universidad de Caldas Informe Final Contrato 113, 2008.

Se expone la ficha técnica de la cuenca Cauca-Patía, con sus datos más relevantes (**tabla 3**).




 <p>Universidad Industrial de Santander</p>	 <p>ANH AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS COLOMBIA</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	 <p>Escuela de Geología</p>
<p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>			

Tabla 3. Ficha Técnica de la cuenca Cauca-Patía

FICHA TÉCNICA CUENCA CAUCA-PATÍA	
Cuenca	Cauca-Patía
Estado de la cuenca:	Cuenca frontera tipo 3
Tipo de cuenca	Piggy back relacionada a colisión (intermontana)
Área de la cuenca:	12823 Km ² /1282330 Ha
Área disponible :	12823 Km ² /1282330 Ha
Numero de bloques:	6
Pozos perforados convencionales.	5
Pozos perforados Slim Hole en este contrato.	13
Pozos perforados tipo profundo en este contrato.	1
Espesor máx. Cobertura productiva.	>3000m
Sísmica 2D	968 m
Roca generadora :	Formaciones Aguaclara-Peña Morada-Chimborazo
Roca reservorio:	Formaciones Chimborazo-Mosquera-Cinta de Piedra-Guachinté
Roca sello:	Formaciones Galeón-La Paila, Lodolitas intraformacionales.
Tipo de hidrocarburo:	Posibilidad de petróleo y gas
Otras explotaciones, minerales:	Oro, carbón, bentonita, cal

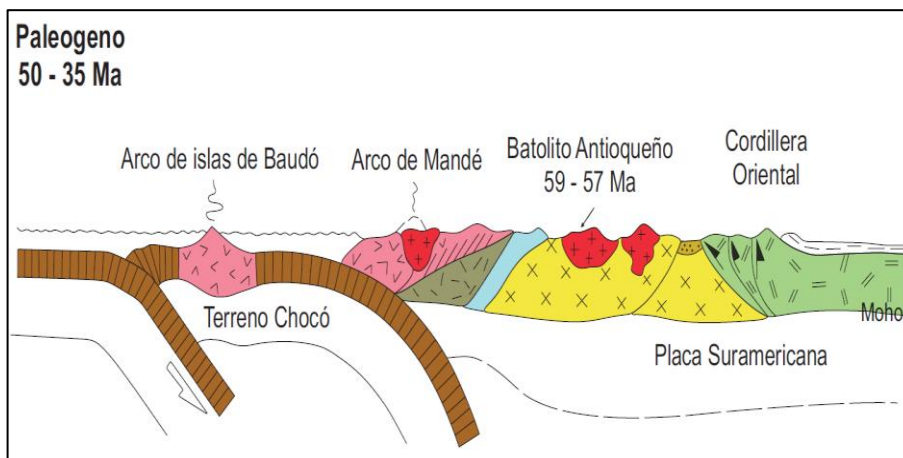
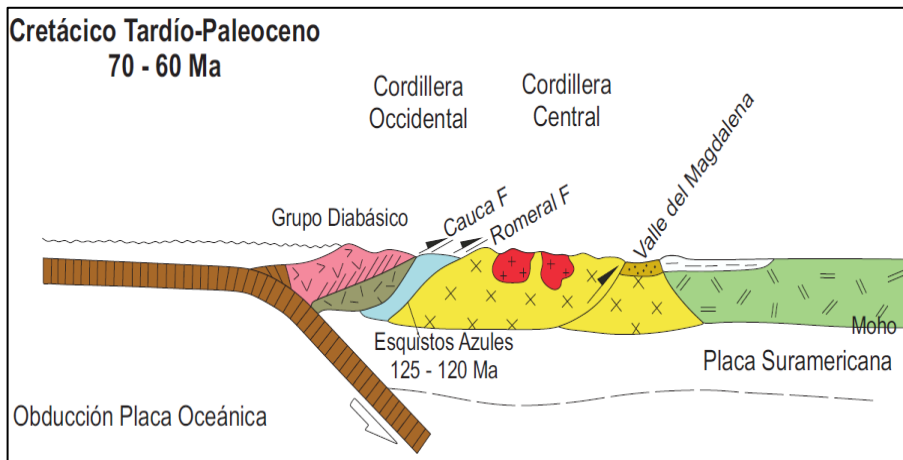
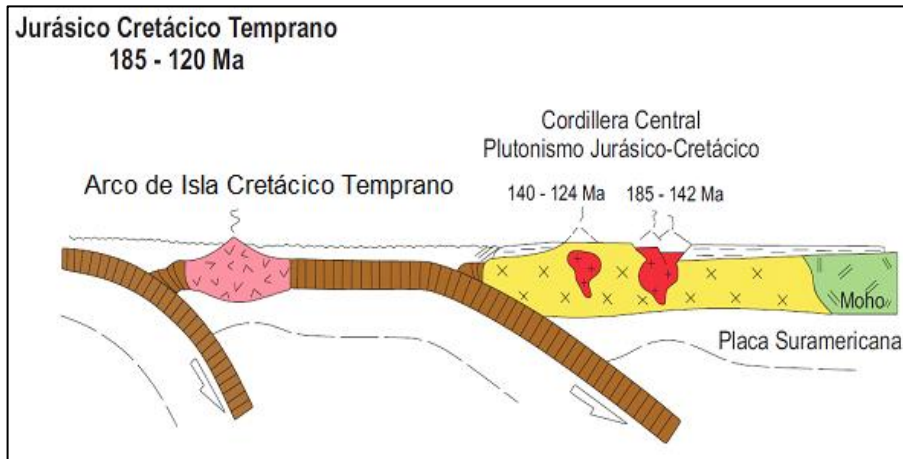
Fuente: Grupo de trabajo UIS. Proyecto perforación de pozos tipo “Slim Hole” en la cuenca Cauca-Patía.

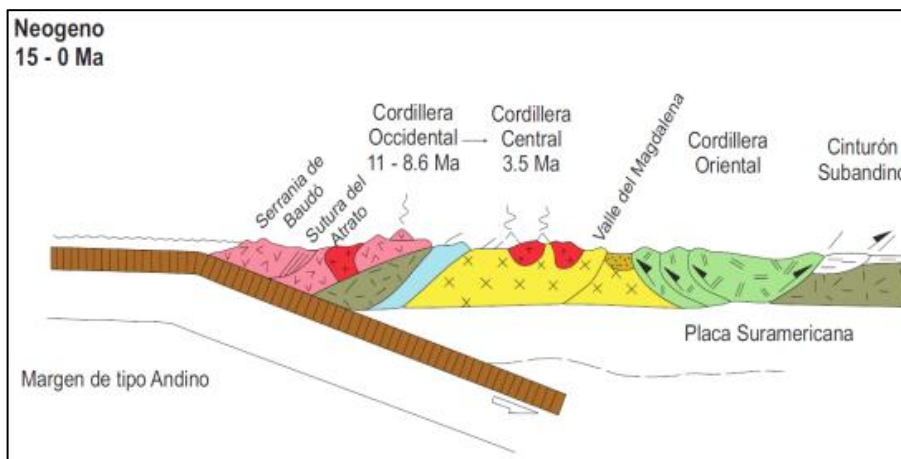
5.2 EVOLUCIÓN GEOLÓGICA DE LA CUENCA CAUCA-PATÍA

La cuenca Cauca-Patía es una cuenca tipo *Piggy back*, resultado de la colisión del arco de islas de Macuchí contra el margen noroccidental de Suramérica, como lo expone Barrero Laverde en "Geología general de la cuenca Cauca–Patía" en 1998. Esta cuenca corresponde al sector sur del Valle Interandino Colombiano, entre las cordilleras Central y Occidental

Pese a que la historia geológica de la cuenca se remonta al Jurásico, como zona de depósito realmente es de edad Cretaceo, con aportes que ocurren desde el Eoceno medio (± 40 m.a.) hasta el reciente, e influencia piroclástica en las capas más jóvenes. El límite entre las diferentes formaciones está definido por discordancias, de las cuales las dos más importantes se sitúan, una en el intervalo Paleoceno-Eoceno inferior, como consecuencia de la Orogenia Calima (Barrero, 1979) y la otra en el Mioceno superior, debido a la etapa principal de la Orogenia Andina. Este ciclo orogénico, al que se asocia la intensa actividad se origina por la colisión entre el arco de islas oceánicas de Macuchí con la placa Suramericana, y representa la fase final del ciclo de Wilson y el inicio del modelo deposicional y tectónico de la cuenca Cauca-Patía (**figura 5**).

Figura 5. Evolución geológica del área durante el Jurásico y Cretácico





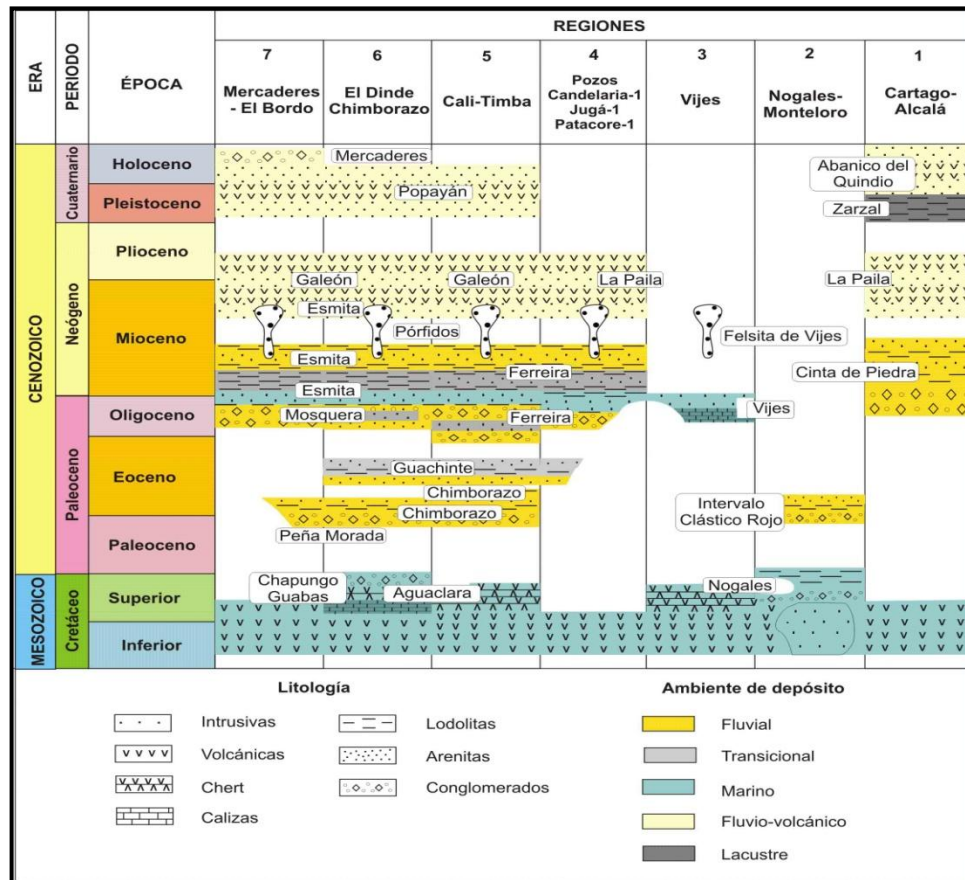
Fuente: Modificada de Barrero, 1979 y Asden & McCourt, 1986

Estos eventos son la culminación del evento Calima en la zona de subducción dando un salto definitivo al Oeste de la fosa Nariño – Atrato. La subducción en esta zona de compresión se insinuó posiblemente desde el Coniaciano-Santoniano (± 85.8 millones de años) con el progreso de la expansión del arco de islas de la Cordillera Occidental. Dicho evento, simultáneamente con la acreción, determinó el desplazamiento de intrusivos de composición ácida a intermedia a lo largo de la naciente cordillera e igualmente de las rocas ultramarinas de Guayabillas a través de fracturas del sistema de fallas de Romeral y la recién abandonada zona de subducción del alto Patía. En esta, la actividad sedimentaria se inició en el Eoceno medio con una transgresión seguida por sedimentación cíclica, marina somera y transicional hacia la parte superior.

Concluida la depositación del Miembro Arenoso de la Formación Esmita, (Mioceno Superior) (± 7.246 millones de años), sobrevino la primera etapa importante de la orogenia Andina que determinó la regresión del mar y el evento hipoabisal regional. Además, se inició la etapa principal del plegamiento, se reactivó el fallamiento y se produjo el desplazamiento final de las rocas ultramáficas. La sedimentación continuó con una facies fluvial de perfil intermedio

y aporte piroclástico hacia la parte superior. La continuidad de la orogenia se caracteriza por el vulcanismo de la Cordillera Central que depositó cantidades notables de piroclastos durante el Plioceno, los cuales fueron plegados y fallados antes de la acumulación de la formación Popayán y tobas de la formación Mercaderes (Plio-Pleistoceno) cuyo origen es piroclástico y su disposición actual es esencialmente horizontal (Pérez Y Téllez, 1980 en Barrero, D. Y Laverde, F. 1998).

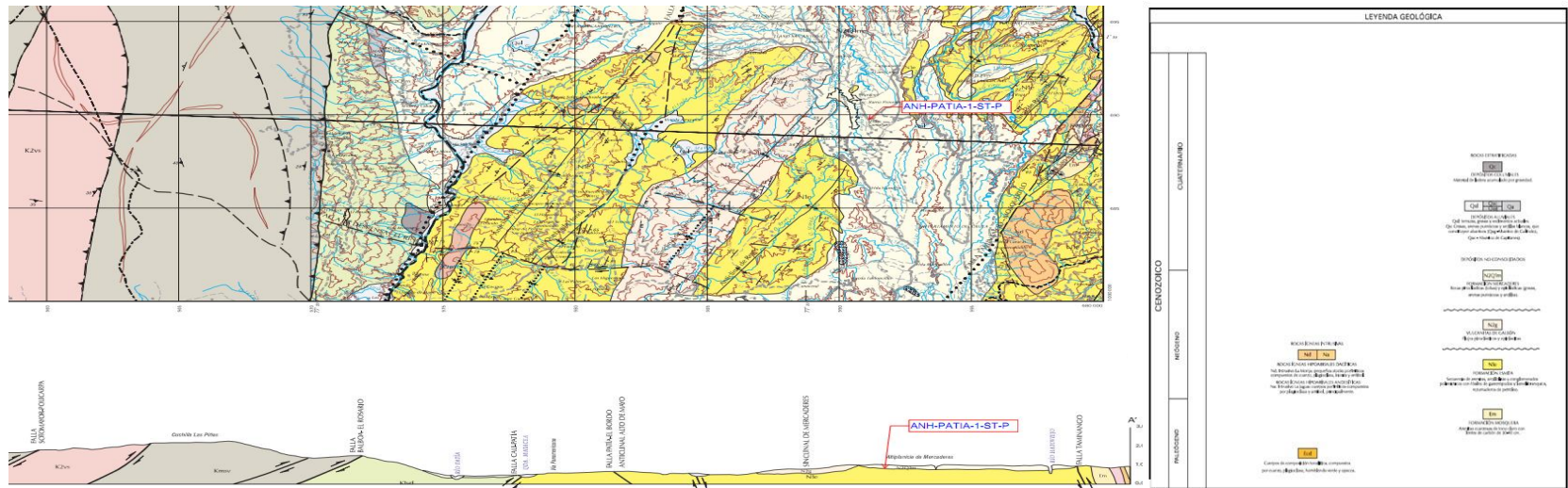
Figura 6. Correlación de unidades litoestratigráficas de la cuenca Cauca-Patía.





Fuente: Modificado de Hincapie en Evaluación Geológica y Prospectiva de la Cuenca Cauca-Patía, 2009.

5.3 ESTRATIGRAFÍA

Figura 7. Unidades litoestratigráficas aflorantes en la región del pozo ANH-PATIA-1-ST-P.



Fuente: Plancha 386 (Mercaderes), INGEOMINAS

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

La información geológica de superficie hace parte de la recopilación bibliográfica suministrada por INGEOMINAS en la memoria técnica de la plancha 386, Mercaderes, publicada en el 2002 y el estudio realizado por GEOESTUDIOS en el año 2008 y nombrado **“LEVANTAMIENTO DE COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS Y REALIZACIÓN DE ANÁLISIS PETROGRÁFICOS, PETROFÍSICOS, BIOESTRATIGRÁFICOS Y GEOQUÍMICOS EN LAS ÁREAS DE PASTO-EL BORDO, CALI-BUGA Y BUGA-CARTAGO (CUENCA CAUCA-PATÍA)”**. Toda esta información pertenece a la geología de la plancha 386, Mercaderes y se describe a continuación:

- **Cretácico**

- **Formación Guabas-Chapungo**

Edad: Sin información



Autor: Orrego (1975, en GEOESTUDIOS, 2008).

Afloramientos: Al oeste Caserío El Amparo; río Asnazú y Marilopez; flanco este de la Cordillera Occidental; Noroeste de Popayán, cerro la Tetilla y alrededores.

Descripción litológica: Corresponde a rocas de composición basáltica, diabasas, basaltos amigdaloides, tobas y delgadas intercalaciones de rocas sedimentarias (calizas, chert, limolitas). Tomado de Nelson (1962) .

Contacto: Sin información

Espesor: Sin información

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

- **Paleoceno**

- **Formación Peña Morada**

Edad: Infrayace la Formación Mosquera que ha sido datada como Eoceno Medio. Se le asigna una edad Cretácico Superior a Paleoceno (?) aunque en la Formación Peña Morada no se ha reportado registro fósil.

Autor: León, Padilla & Marulanda (1973)

Localidad tipo: Paraje Peña Morada (planchas 364-III-B), aflora además en el río Esmita.



Descripción litológica: La base está constituida por un banco de calizas negras de 8 m de espesor. Una capa de limolitas arenosas de unos 3 m de espesor, compactas, de apariencia lidítica, suprayace este banco de calizas. El tope está constituido por conglomerados polimícticos con cantos subredondeados, especialmente de rocas volcánicas, basaltos, basaltos amigdalares y cantos subredondeados de material sedimentario (chert, limolitas, calizas). Aparecen delgadas intercalaciones de limolitas rojizas compactas. Según Barrero, D. Y Laverde, F. (1998).

Espesor: Localidad tipo, 211 m

- **Formación Chimborazo (Miembros Confites y Loma Larga)**

Edad: Maestrichtiano; Paleogeno (Paleoceno-Eoceno medio?)

Autor: Orrego A. (1975)

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

Localidad tipo: Caserío Chimborazo; (Cuadrángulos N-6 Popayán y M-6 Cali).

Descripción litológica: Se compone de una secuencia sedimentaria de conglomerados polimícticos, areniscas grauwáquicas, limolitas, brechas sedimentarias, esporádicas calizas clásticas hacia la base y shales carbonáceos hacia la parte superior. En la base y parte media de la formación se encuentran alrededor de unos 30 niveles de conglomerados polimícticos que alternan rítmicamente con areniscas grauwáquicas y limolitas. En la parte superior cuatro niveles de conglomerados polimícticos y varias capas de areniscas grauwáquicas alternan rítmicamente con capas de limolitas y ocurre también una capa de arenisca fosilífera y algunas protocuarzitas.

Espesor: Localidad-tipo 3.150 m (?); en el río Guachinte, 418 m.



Límites estratigráficos: Con el Grupo Diabásico es inconforme erosivo; al suroeste de Suárez y en la localidad-tipo, descansa concordantemente sobre la Formación Aguaclara.

✓ **Miembro Confites**

Edad: Sin información

Autor: Orrego (1975)

Localidad tipo: Vereda Los Confites, situada a 14,5 Km de Jamundí; también aflora en las quebradas Grande o Mindalá, Agua Negra y Chupadero y en el río Guachinte.

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

Descripción litológica: En la sección tipo, consta de conglomerados polimícticos, areniscas grauwáquicas, limolitas y brechas sedimentarias. Los conglomerados contienen cantos de limolita, diabasa, chert, cuarcita y cuarzo en menor proporción, en una matriz arenácea, a veces limolítica. Las brechas sedimentarias contienen cantos de arcillolita. Estas rocas presentan estratificación rítmica, estratificación gradual y a veces estratificación cruzada. Los conglomerados polimícticos alternan con areniscas grauwáquicas y limolitas. En la sección-tipo se observó laminación convoluta y estructuras de deslizamiento. Según Barrero, D. Y Laverde, F. (1998).

Espesor: Localidad-tipo Vereda Los Confites-162 m; en la quebrada. Chupadero sobrepasa los 2.000 m.



✓ **Miembro Loma Larga**

Edad: Por su posición estratigráfica se asigna una edad Paleoceno-Eoceno medio?), aunque es posible que también comprenda el Maestrichtiano.

Autor: Orrego (1975)

Localidad tipo: Vereda Loma Larga (Cuadrángulo N-6, Popayán), a 17 kilómetros en dirección S 75 W del municipio de Morales (Cauca).

Descripción litológica: Consta de areniscas grauwáquicas, esporádicas protocuarzitas y conglomerados polimícticos que alternan con limolitas (algunas con concreciones y una capa fosilífera); al norte aparecen capas delgadas de carbón y shales carbonáceos. Se observan cambios de facies: las areniscas pasan a limolitas, las protocuarzitas a grauwacas y el espesor disminuye notablemente. Aparecen esporádicas capas de brechas sedimentarias.

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

Espesor: en la localidad-tipo es de 908 m.

Límites estratigráficos: Suprayace concordantemente al Miembro Confites.

– **Formación Mosquera**



Edad: Eoceno medio – Mioceno inferior

Autor: León, Padilla y Marulanda (1973)

Afloramientos: Río Esmita, Anticlinal de Manga Vieja, regiones de Mayo, Baraya y río Timbío.

Descripción litológica: Es una secuencia predominantemente conglomerático-arenácea con cantos de cuarzo lechoso, chert y cuarcita. Se presentan intercalaciones de areniscas de cuarzo, friables; son comunes los cambios laterales de las areniscas a conglomerados, se presentan intercalaciones de limolitas grises. En los conglomerados basales que suprayacen rocas plutónicas pre-terciarias, se encuentran cantos de rocas plutónicas, bien redondeados, con los feldespatos y minerales ferromagnesianos muy alterados por meteorización y areniscas de cuarzo, chert, cuarcita y sericita. Hacia la parte media y alta de la Formación típicamente se presentan cintas y mantos de carbón de forma lenticular, algunas de las cuales son explotables, como las de la región del Mayo (Patía), la región de Baraya y en sectores del río Timbío.

Espesor: 150 a 261 m.

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

- **Neógeno**

- **Formación Esmita**

Edad: Por posición estratigráfica y contenido fósil se le asigna una edad Mioceno Superior

Autor: Orrego (1975) en Barrero, D. Y Laverde, F. (1998).

Afloramientos: río Pedregosa, río Piendamó, quebrada Sombrerillo, río Mazamorrero y río Teta.



Descripción litológica: Constituida principalmente por limolitas bastante macizas de color negro, a veces con estratificación fina a gruesa, areniscas grises de grano medio a grueso, capaz de areniscas fosilíferas, pocas intercalaciones de shales carbonáceos y un conglomerado cuarzoso de unos 3 metros de espesor. Algunas capas de areniscas y de limolitas presentan concreciones. El conglomerado basal varía de espesor; en la quebrada Sombrerillo es de 12 m

Espesor: 340 m

Contacto: Con la Formación Ferreira es discordante.

- **Intrusivos Paleógenos Cuarzodioríticos**

Los intrusivos paleógenos cuarzodioríticos afloran como cuerpos aislados de poca extensión, que intruyen las rocas cretácicas del Grupo Dagua y del Grupo Diabásico, se encuentran aflorando en los extremos SW, NW y NE del área. Apófisis de cuarzodiorita afloran en la carretera La Barca - Balboa dentro de las rocas diabásicas. En general, el cuerpo intrusivo está bastante alterado y da un



 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

color rojo anaranjado oscuro, que se destaca bien del color rojo pardo del Cretácico meteorizado que lo rodea. Termina poco al sur y se extiende al norte cerca al río Capitanes. Grosse (1935) reporta un pequeño intrusivo cuarzodioríticos en el camino de Patía a Balboa, en la falda inferior de la Cordillera Occidental y lo denomina El macizo de Criollo; y le asigna una edad postcretácica, debido al aspecto de la roca y por su condición de contacto. No se tuvo control directo de campo de los intrusivos aflorantes en SW y NW, pero Arango & Ponce (1982) los reportan en el mapa geológico del departamento de Nariño como stocks cuarzodioríticos con variaciones a diorita que intruyen rocas de los grupos Dagua y Diabásico. Murcia & Cepeda (1991) los clasifican como tonalíticos compuestos por cuarzo, plagioclasa, hornblenda verde y opacos. En el intrusivo aflorante en la región de Sidón, en el extremo suroeste de la Plancha 386 Mercaderes, se explota oro de filón y diseminado según información verbal de técnicos de la zona minera de Pasto. Con base en dataciones radiométricas hechas por Álvarez & Linares (1979), y De Souza et al. (1984), en Ruiz (2012), en los intrusivos de Arboledas y de El Tambo presentes en la Plancha 410 La Unión, y correlacionables con los de la Plancha 386, permiten fijar la edad de las rocas intrusivas en el Oligoceno.

– **Intrusivos neógenos andesíticos - dacíticos**

Los intrusivos neógenos andesíticos – dacíticos son pequeños cuerpos intrusivos porfiríticos y holocritalinos; tienen composición andesítica y dacítica y matriz afanítica. Se presentan principalmente en la depresión del Patía, asociados a las fallas regionales Cauca - Patía y Bolívar - Almaguer; y están cortando sin aureolas, las rocas paleógenas y neógenas de las formaciones Mosquera y Esmita al sureste del área. Los principales son:

✓ **Intrusivo La Monja**

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

Aflora al sureste de la Plancha 386, cerca de la población de San Joaquín, tiene un área de 10 km², morfológicamente se presenta subredondeado, alargado norte sur, y asociado a la Falla Taminango. Tiene una textura porfirítica holocristalina inequigranular; posee fenocristales de plagioclasa zonadas y macladas, hornblenda, biotita y cuarzo bipiramidal; los minerales de alteración son caolín, sericita, calcita y óxidos de hierro, es de un color gris claro y corresponde a un pórfido dacítico. Según versión de los habitantes de la región, en este sector se ha explotado oro de filón.

✓ **Intrusivo La Jagua**

Este cuerpo de color gris claro en roca fresca y tono rojizo cuando se encuentra meteorizado, está alineado con la Falla Taminango y Mosquerillo de la Plancha 387 Bolívar; intruye las formaciones Mosquera y Esmita; aflora sobre el carreteable San Joaquín - Romerillos, a la altura del puente de la quebrada La Jagua. Se compone, principalmente, de fenocristales de plagioclasa, a veces zonadas, cuarzo bipiramidal y biotita en una matriz afanítica; da una textura porfirítica. Se clasificó como una roca ácida feldespática alterada a caolinita y con acumulación superficial de pirolusita sobre los planos de las fracturas.



– **Formación Galeón**

Edad: Grosse (1934 en Barbosa, 2003), la denominan Neoterciario

Autor: Grosse (1934 en Barbosa, 2003),

Localidad tipo: En cercanías al municipio del Bordo en el Valle del Río Patía

Descripción litológica: Se describe como la última unidad de estratos plegados compuesta litológicamente por una secuencia sedimentaria clástica, intercalada

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

con cuerpos volcánicos de tobas, lapilli y lavas andesíticas. Esta unidad se halla en la subcuenca Patía y en el sur de la Subcuenca Cauca, presentan depósitos proximales a los volcanes de Sotará y Sucubún, el nombre de Formación es cambiado por el de Vulcanitas.

Ambiente. La Formación Galeón es de naturaleza vulcano-sedimentaria donde los flujos fluviales se interdigitan de manera heterogénea con los flujos volcánicos principalmente de composición andesítica, depósitos piroclásticos de caída y posiblemente lahares. De esta manera los diferentes materiales presentan una distribución longitudinal, rellenando principalmente los valles o depresiones topográficas en el momento de su depositación.

- **Cuaternario**



- **Formación Popayán**

Edad: Plioceno-Pleistoceno

Autor: Hubach & Alvarado (1931) en Barbosa, 2003),

Afloramientos: Aflora en la cima de la Cordillera Central en el Páramo de las Delicias y se extiende hacia ambos flancos de la Cordillera Central.

Descripción litológica: Esta unidad es constituida por andesitas piroxénicas de tobas, aglomerados y lavas con intercalaciones de conglomerados andesíticos, arcillas y turbas. Torres et al. (1990 en Barbosa, 2003), caracterizan litológica y estratigráficamente esta formación y la subdividen en tres conjuntos (inferior, medio y superior) y posteriormente la subdividen en siete miembros (Polindara, Sombrerillo, Julumito, Cajibío, Palacé, Caldon y la Venta).

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

Ambiente. En general, todos los miembros de la Formación Popayán están relacionados con los diferentes ciclos de actividad eruptiva de la caldera de Gabriel López y se le asigna una edad Plioceno-Cuaternaria, con base en dataciones radiométricas.

– Formación Mercaderes

Edad: Plio-Pleistoceno.



Autor: Grosse (1934 en Barbosa, 2003)

Afloramientos: Cabecera municipal de Mercaderes y en su zona rural, formando parte de la Subcuenca Patía, plancha 386 (Mercaderes).

Descripción litológica: Se trata de una unidad compuesta por rocas vulcano-sedimentarias que constituyen la meseta de Mercaderes, con un espesor promedio de 400 m y una extensión de 251 Km². Afloran a lo largo de la carretera que de Mercaderes conduce al Río Hato Viejo, Mercaderes-Cañaveral, Mercaderes-La Esperanza, Casafría-Carbonero, carretera Panamericana entre la Loma Bonilla y Cuchilla La Trocha. La unidad se ha subdividido en el Miembro Piroclástico denominado como Tobas Granatíferas y el Miembro Epiclástico compuesto por gravas y arenas con aporte piroclástico.

Espesor: 400 m

Ambiente. El Miembro Epiclástico de la Formación Mercaderes se formó a partir de la acción de las corrientes de aguas que bañan la zona volcánica oriental especialmente las del Río Mayo que durante el Pleistoceno Medio-Superior tenía

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---



una dirección Sur-Norte, acumulando tanto vertical como lateralmente gravas, arenas y arcillas en ciclos lentos y aglomerados en períodos torrenciales formando el abanico de Mercaderes (Ruiz, 1996 en Barbosa, 2003). La Formación de Mercaderes ha sido correlacionada con la Formación Popayán. En este informe, se considera la Formación Mercaderes aparte debido a que es granatífera y no existe otra unidad con estos componentes en el valle interandino.

– Depósitos Cuaternarios

Los Depósitos Cuaternarios corresponden a la cobertera sedimentaria que suprayace de manera inconforme las rocas más antiguas. Estos depósitos presentan diferentes orígenes, permitiendo su separación.

✓ Depósitos Aluviales

Los Depósitos Aluviales consisten en materiales clásticos heterogéneos, con tamaños directamente relacionados con la cercanía al nivel base temporal o final del océano, desarrollo de las planicies aluviales y la distancia a las zonas de piedemonte. En general, ocurre un grano-decrecimiento de los clastos que conforman los depósitos aluviales en relación con el perfil de equilibrio de las diferentes corrientes. En general, los tamaños mayores se encuentran en zonas de alta pendiente y los tamaños finos se presentan en zonas donde la pendiente del río es baja y la energía de transporte es menor. En la zona de estudio se asocian al curso de los ríos Cauca, Patía, Timba, Esmita, Piendamó, Cofre, Mayo, entre otros. La región con mayor número de Depósitos Cuaternarios en la Subcuenca Cauca, se encuentra para las correspondientes planchas de Popayán, Cali, Jamundí, Palmira, Tuluá, Zarzal, Armenia, Pereira y El Cairo. Con la Formación Esmita, representan las unidades con mayor distribución areal en la Cuenca Cauca-Patía.

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---



✓ Depósitos Cuaternarios Coluviales

Dentro de esta unidad se incluyen depósitos generados por procesos combinados de la gravedad y el agua tales como los depósitos de derrubios y los coluviales, asociados a las zonas de alta pendiente, con alta meteorización y afectado por fenómenos tectónicos de fallamiento y fracturamiento de las rocas fuente.

5.4. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Los rasgos estructurales más importantes que se presentan en la Plancha 386 Mercaderes son la depresión intramontana del río Patía limitada por el Sistema de Fallas Cali - Patía al Occidente y el Sistema de Romeral al Oriente. El área de la Plancha 386 se encuentra en los terrenos Dagua y Cauca - Romeral, caracterizados por poseer litología, estratigrafía, estilo estructural e historias propias, y separados por medio de fallas, según INGEOMINAS en la memoria técnica de la plancha 386, Mercaderes, publicada en el 2002. En el siguiente esquema, se puede observar la geología estructural del pozo ANH-PATÍA-1-ST-P.

El Sistema de Fallas Romeral en la Cordillera Central establece el límite Oeste de la corteza continental y tiene una edad Mesozoica temprana a Jurásica. Este sistema de fallas compresional se originó en la zona de colisión entre las placas Nazca y Suramérica. El Sistema de Fallas Cali-Patía se localiza en el flanco Oriental de la Cordillera Occidental en el quiebre topográfico entre la cordillera y el valle. Las fallas son de ángulo alto y buzan hacia el Oeste, originadas por esfuerzos tensionales en zona de flexión de la placa oceánica durante el Cretácico tardío. Además, se tienen evidencias estructurales de actividad tectónica reciente

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

debido al desplazamientos de las terrazas de los ríos Mayo y Patía (París& Marín, 1989).

Los pliegues, fallas y lineamientos más importantes en la Plancha 386 Mercaderes se describen a continuación (**Figura 8**):

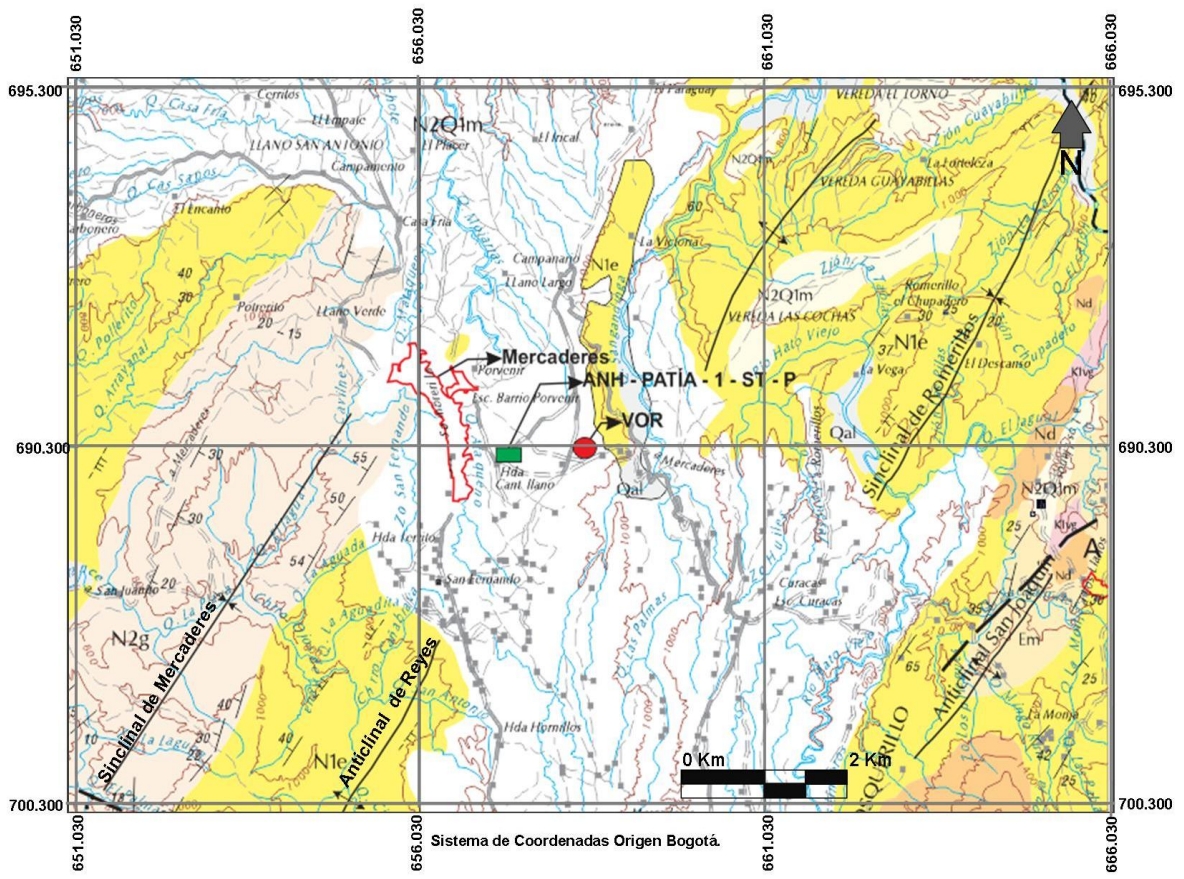
➤ Pliegues

Las estructuras plegadas en anticlinales y sinclinales se aprecian principalmente en la secuencia sedimentaria de la Formación Esmita y Vulcanitas del Galeón. Las principales estructuras observadas son:

- **Sinclinal de Mercaderes**

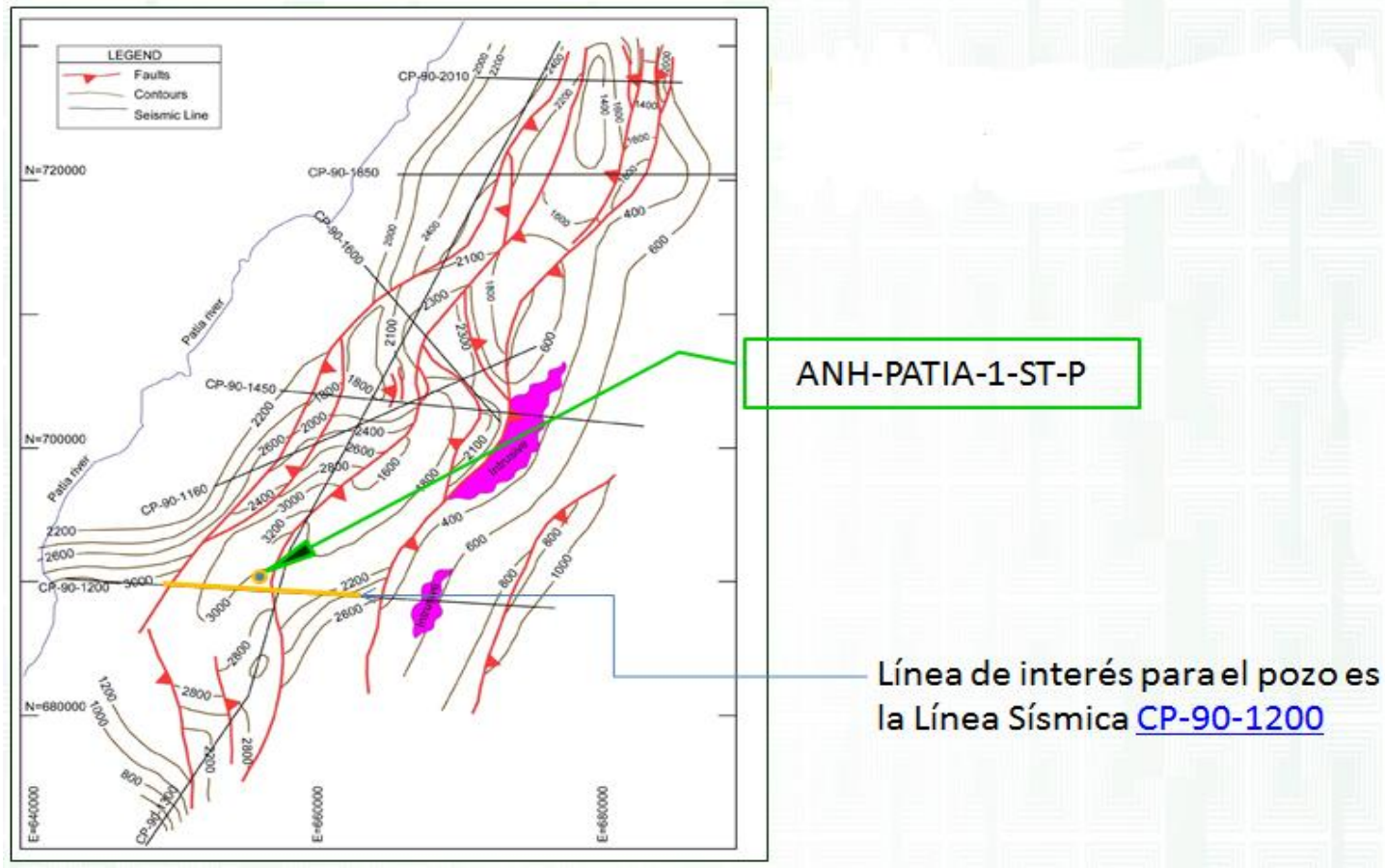
La estructura se presenta de sur a Este del área, donde su núcleo es drenado por los nacimientos de las quebradas Matacea y Jagual; es casi simétrica, con dirección N21°E, y una longitud de 26 km, constituida por las Vulcanitas del Galeón, y sus estratos se cierran cerca al río SanJorge; se encuentra paralela al Sinclinal Quebrada Honda. Está en disconformidad con los conglomerados de la Formación Esmita, y cubierto en parte por las capas horizontales de la Formación Mercaderes. El pozo Patía-1 está ubicado en el flanco Noreste de esta estructura.



Figura 8. Geología estructural del pozo ANH-PATÍA-1-ST-P.



Fuente: Tomado y modificado de la Plancha 386, Mercaderes.

Figura 9. Mapa de contornos estructurales, con la superposición del programa sísmico del Ecopetrol en 1990.



 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

Anticlinal de Reyes



Se encuentra al Norte de la población de Arboleda y es drenado por la quebrada Reyes. Es un pliegue estrecho con dirección N32°E y una longitud de 18 km; es paralelo al Sinclinal de Mercaderes y está parcialmente cubierto por las rocas epiclásticas de Mercaderes. El pozo Patía-1 está ubicado en el flanco Noroeste de esta estructura.

➤ Fallas

Se determinaron dos clases preferenciales de fallamiento: uno NE -SW y el otro NW-SE denominadas en su orden, longitudinales y transversales; además, lineamientos asociados a elementos morfológicos del paisaje y a fenómenos tectónicos, como foliación regional y fallamiento cortical.

- **Fallas Longitudinales NE-SW**

Las fallas longitudinales tienen una dirección regional NE-SW; se presentan en la Cordillera Occidental y ponen en contacto las rocas del Grupo Dagua con las del Grupo Diabásico. Están controlando en la parte alta las corrientes de los ríos Cuandecito y Bracito, y morfológicamente presentan crestas alargadas NE-SW, que indican un cabalgamiento con plano de falla al Oeste. En la zona de falla se evidencian fenómenos de metamorfismo dinámico, como intenso fracturamiento, desarrollo de clivaje en las rocas sedimentarias y basálticas, brechamiento, milonitización, recristalización y silicificación.

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

- **Falla Patía- El Bordo**

Se encuentra en el valle del Río Patía, tiene una extensión de 37 km, afecta principalmente las rocas sedimentarias de la Formación Esmita, y por la actitud de las capas podría ser un cabalgamiento de vergencia hacia el Occidente. Forma junto con la Falla Cauca - Patía, una microcuenca tectónica, donde se depositó la parte distal de las epiclásticas de Mercaderes y el Abanico de Galíndez.

- **Fallas Transversales NW-SE**

Las fallas transversales están orientadas en dirección aproximada $N70^{\circ} -80^{\circ} W$ y desplazan en su cruce las fallas longitudinales regionales NE-SW que indican tectonismo más reciente, cortandolas rocas cretácicas, paleógenas y neógenas.

- **Falla La Despensa - El Rincón**

Con dirección $N70^{\circ}W$, de carácter sinistral, corta y desplaza los ejes del Anticlinal Alto Mayo, sinclinales quebrada La Honda, Mercaderes y el cuerpo ultramáfico. Controla el curso de la quebrada La Lorenza o Despensa y continúa como un lineamiento transversal en la Cordillera Occidental, donde controlan la dirección de la quebrada El Pinche y se observa un desplazamiento vertical alto, lo que indica que tiene un componente vertical evidenciado por presencia de facetas triangulares.

Los pliegues, fallas y lineamientos más importantes en la Plancha 386 Mercaderes se describen a continuación (figura 6):

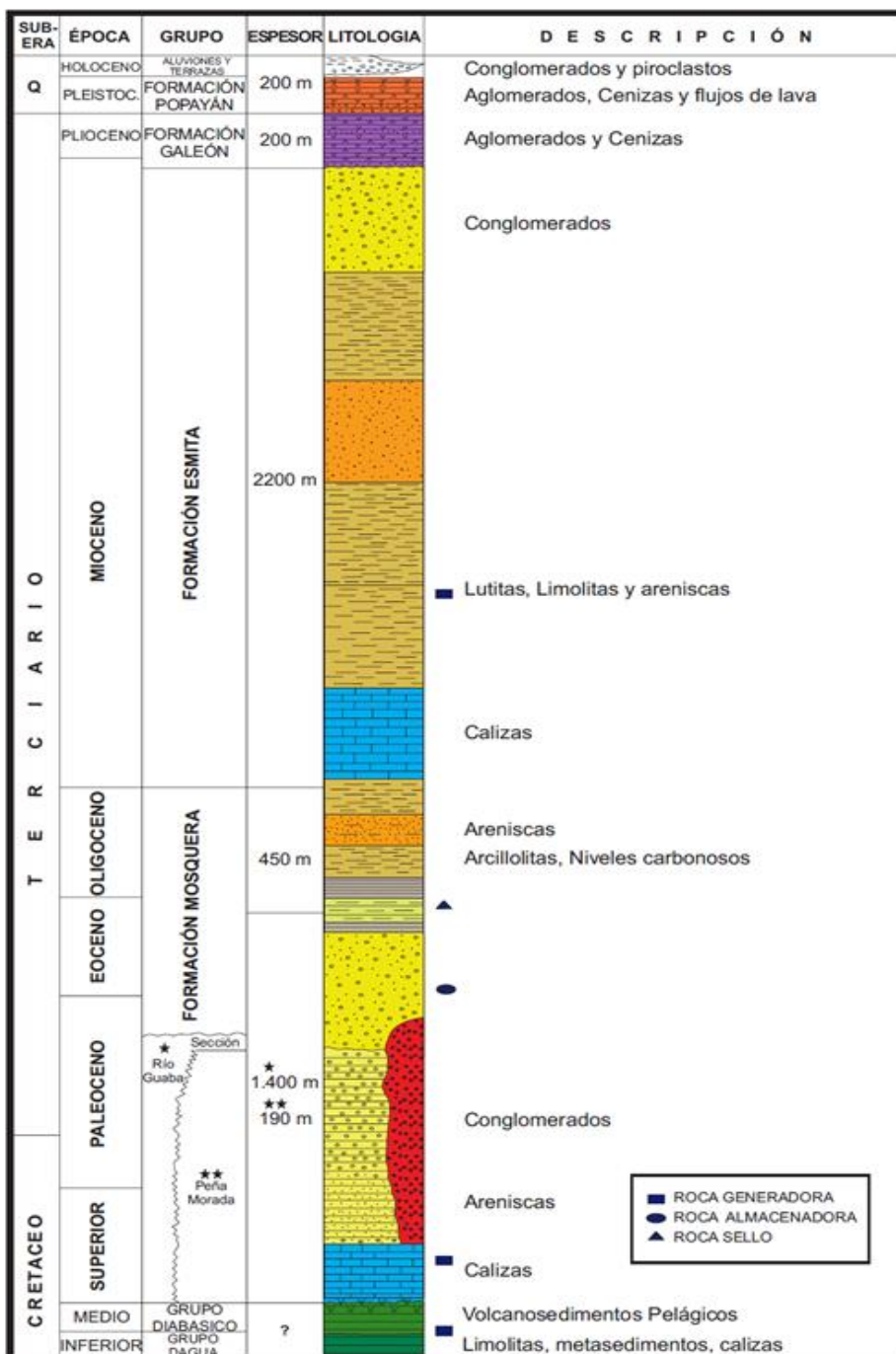
5.5. PROGNOSIS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P

Existe información previa compilada de la Cuenca como la que se muestra en la realizada por Buzar Ltda. (**figura 10**) donde se resume la información estratigráfica general de la cuenca Patía, La figura modifica de Hincapie 2009, resume estos rasgos y los correlaciona a su vez con el resto de la cuenca al norte en diferentes localidades, obteniéndose así una visión general de la geología de la cuenca, que intenta detallarse con este proyecto en el sector de Mercaderes.

Al Norte de la cuenca Cauca-Patía, en la subcuenca cauca, a partir del convenio de cooperación que realizado entre la Universidad Industrial de Santander y la Agencia Nacional de Hidrocarburos, se perforaron una serie de pozos estratigráficos tipo “*slim hole*”, con los cuales puede correlacionarse el pozo ANH-PATIA-1-ST-P , aunque con un alto grado de incertidumbre debido a la distancia y que son pozos de poca profundidad (**figuras 11 y 12**)

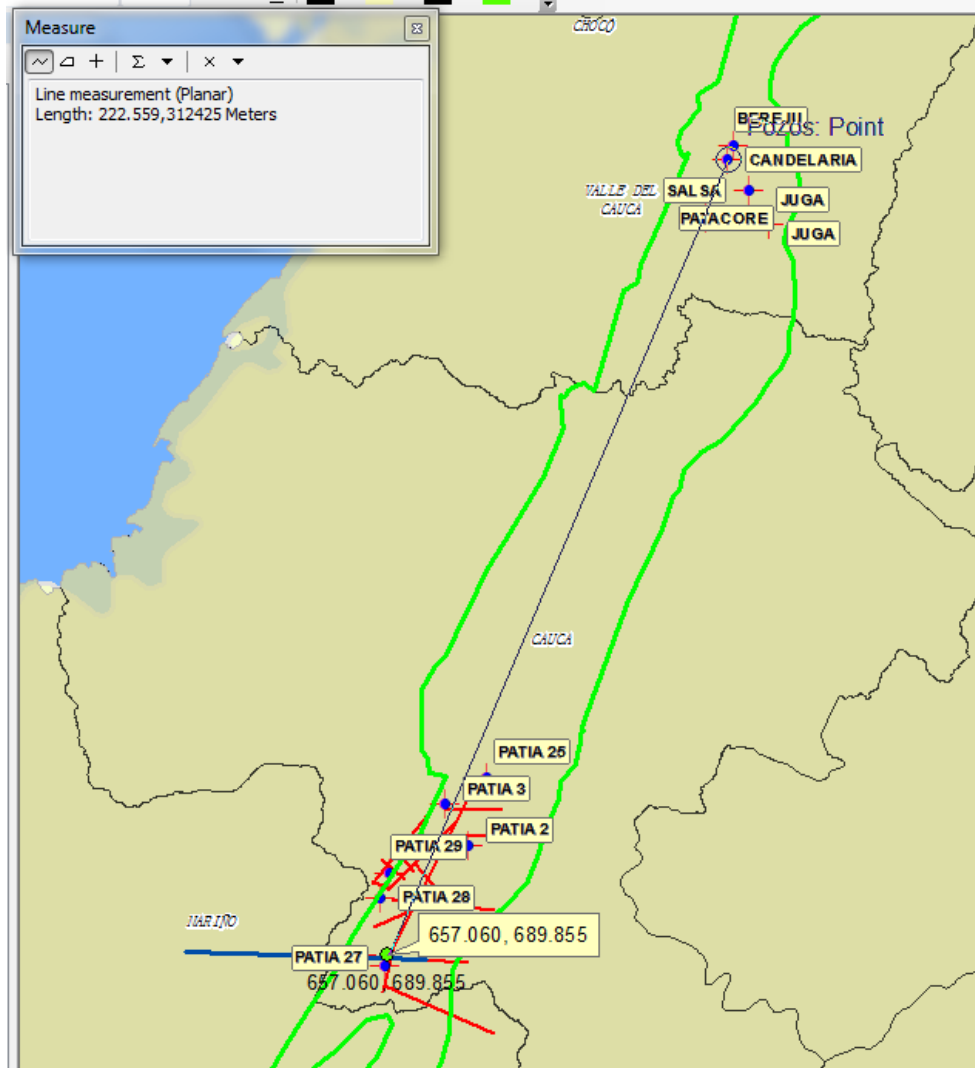
Con las descripciones realizadas por diferentes autores se estima de una forma muy general la situación litológica presente en el pozo estratigráfico ANH-PATIA-1-ST-P y que se compila en la columna estratigráfica (**figura 14**). En esta se describen los espesores aproximados que se encontrarán en la perforación (**tabla4**), y que provienen de la interpolación con la información de afloramientos de las diferentes unidades esperadas en este sitio, entendiéndose el alto grado de incertidumbre debido a que éste será en realidad el primer pozo que atraviese este sector hasta la profundidad final propuesta. Este pozo permitirá la correcta calibración de la información sísmica adquirida en este sector la cual no ha podido amarrarse a registro de velocidad alguno todavía, impidiendo así una adecuada conversión de tiempo a profundidad.

Figura 10. Columna estratigráfica de la sub-cuenca del Patía



Fuente: Modificada de BUZAR Consultores, 1993, en aspectos geológicos del Pozo ANH-PATIA-1-ST-P, Universidad Industrial de Santander, 2010.

Figura 11. Ubicación de los pozos vecinos y los pozos *slim hole* sobre la cuenca Cauca-Patía en relación con el pozo ANH-PATIA-1-ST-P.



Fuente: Equipo de Trabajo UIS 2011

Figura 12. Correlación estratigráfica entre los pozos slim hole y los Pozos Juga-1 y Candelaria-1.

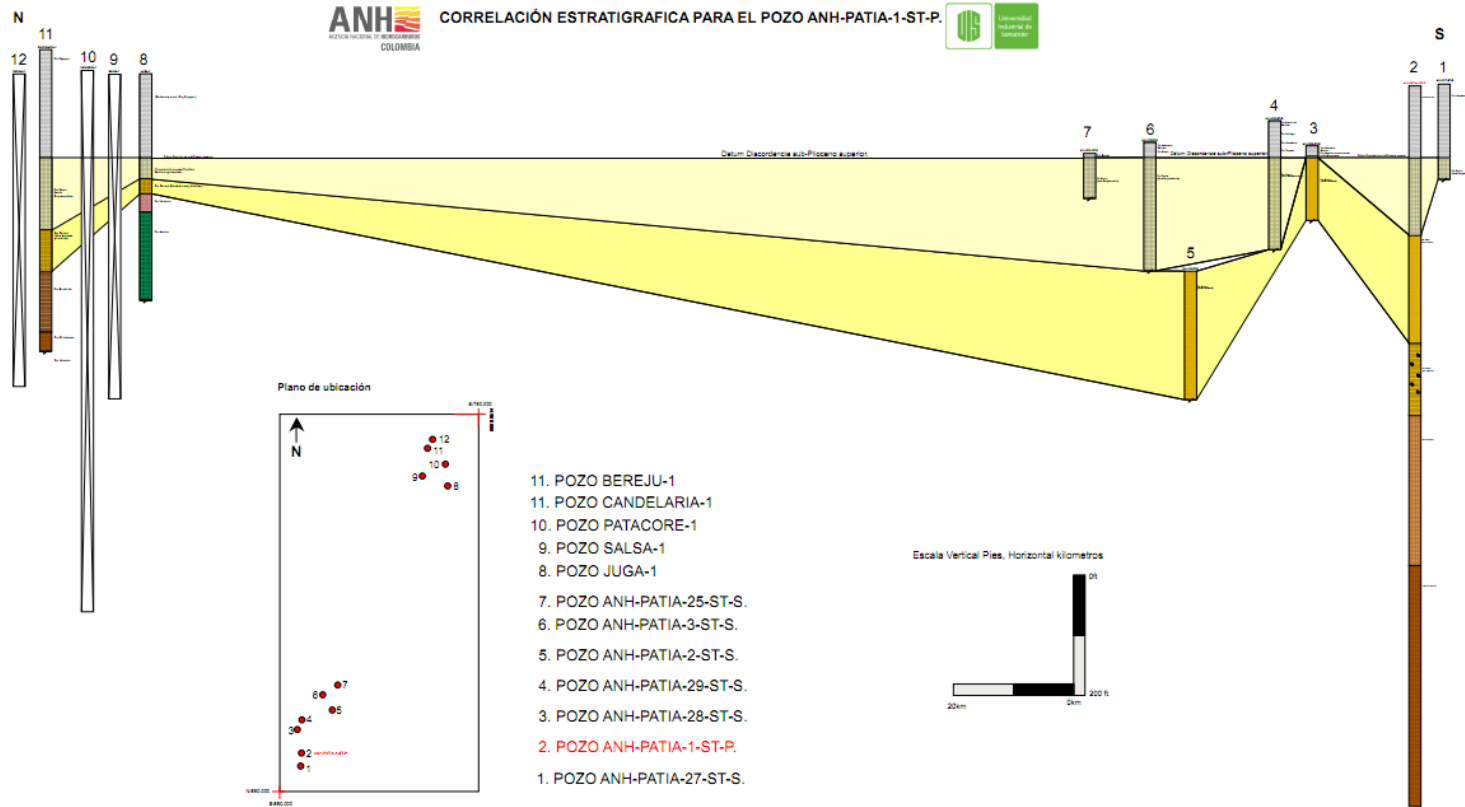


Figura 13. Interpretación de la sísmica CP-90-1200 para el pozo ANH-PATIA-1-ST-P Que muestra las formaciones a corazonar y sus intervalos.

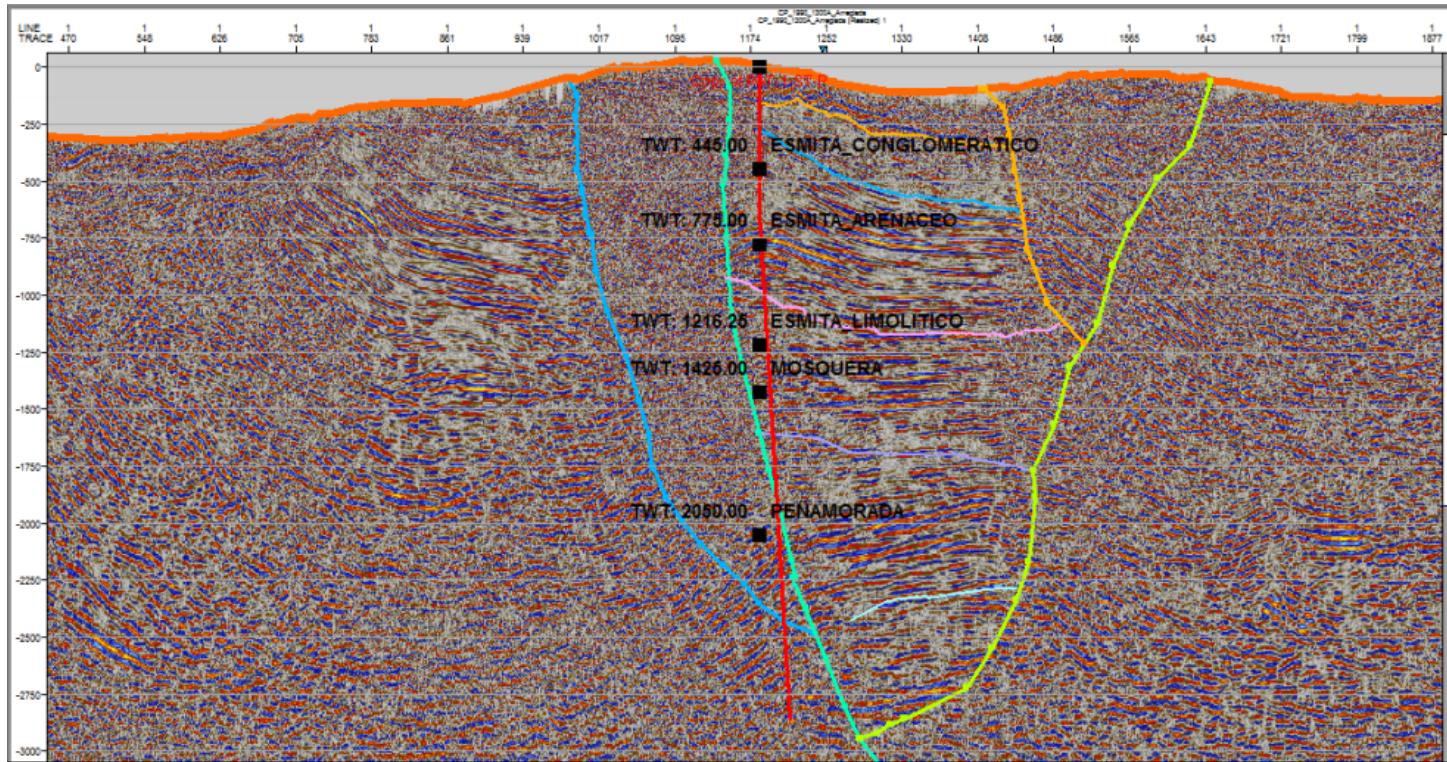
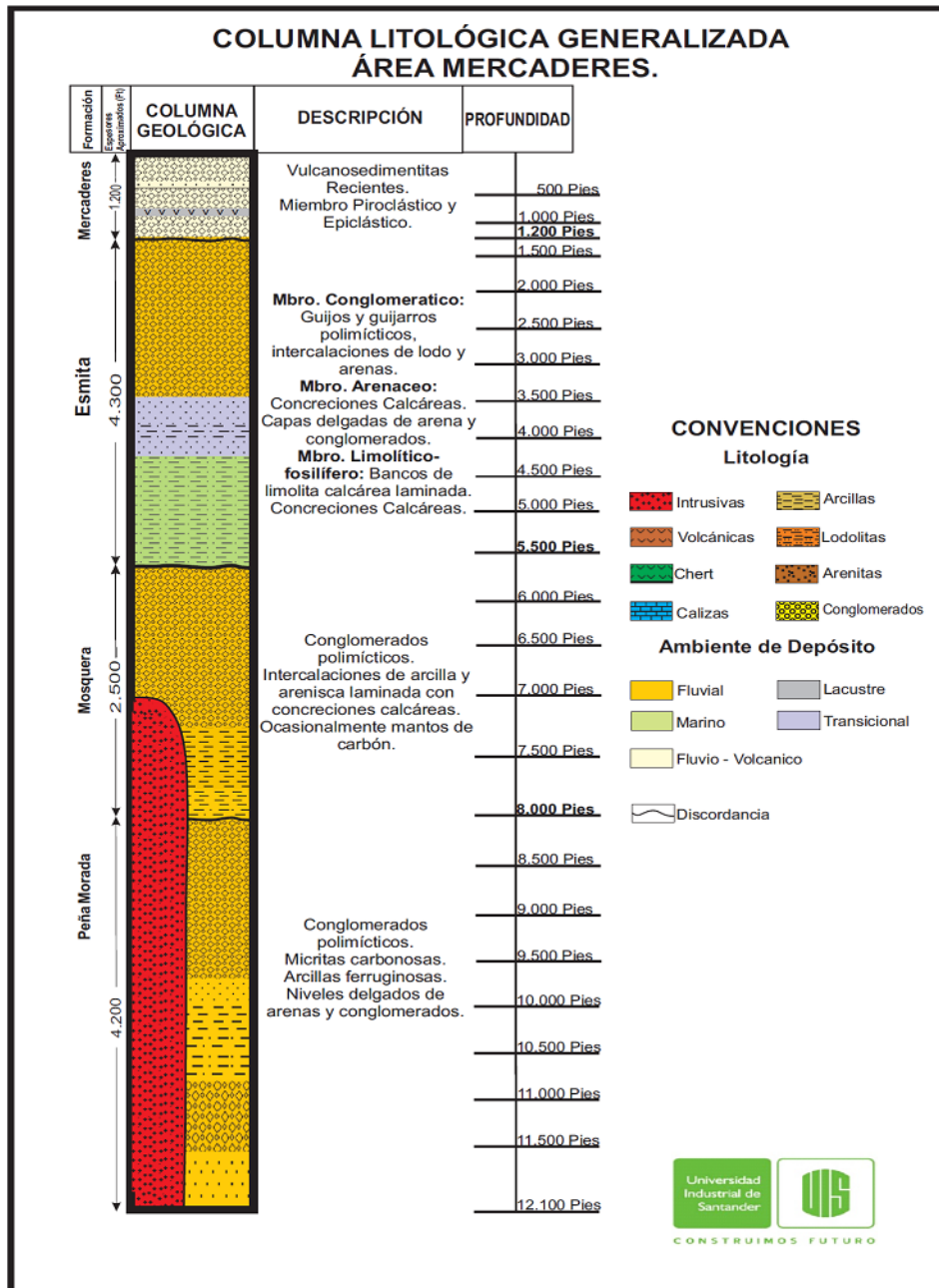


Figura 14. Columna estratigráfica esperada en el pozo ANH-PATÍA-ST-P.



Fuente: Equipo de Geología UIS 2011, Proyecto Pozos Profundos.

Tabla 4. Espesores y profundidades estimadas en la prognosis para las formaciones en el pozo ANH-PATIA-1-ST-P.



FORMACIÓN	TOPE ESTIMADO (PIES)	ESPESOR
		(pies)
Mercaderes	superficie	1.200
Esmita Mbro. Conglomerático	-1.200	1.300
Esmita Mbro. Arenáceo	-2.500	1.800
Esmita Mbro. Limolítico	-4.300	1.200
Mosquera	-5.500	2.500
Peña Morada	-8.000	4.100

Fuente. Tomado del Equipo de Geología UIS del proyecto “pozos profundos” según Acta 9 del Contrato Interadministrativo No. 6 UIS-ANH.

6. METODOLOGÍA

Se llevó a cabo una serie de etapas para alcanzar los objetivos propuestos, estructurando una metodología compuesta de 5 fases: pre-campo, campo, laboratorio, oficina y fase final. A continuación se describirá en detalle los aspectos relacionados a las etapas anteriormente planteadas



 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

6.1 FASE DE PRE-CAMPO.



6.1.1 Recopilación de información. Esta fase metodológica se centra en la recopilación integral de información de interés y va encaminada a reunir distintos trabajos realizados con anterioridad en el área, a fin de poder adquirir, mediante el análisis de esta información, una idea más estructurada de los aspectos geológicos de la zona de estudio, como son la estratigrafía, bioestratigrafía, geofísica, geología estructural, cartografía, etc.

Luego de recopilar la información se procede a filtrar y clasificar el material, teniendo en cuenta los elementos de mayor importancia, a saber aquellos que contribuyan a alcanzar los objetivos propuestos, para así lograr presentar los resultados de la información adquirida del pozo en un marco de información previa objetiva y relevante del área de estudio y de la formación de interés.

Posteriormente se realiza una interpretación y análisis de todos los documentos recopilados, presentado una síntesis de los aspectos geológicos referentes a la zona donde se desarrolló la perforación del pozo ANH-PATIA-1-ST-P.

Cabe resaltar que esta fase permanece abierta a lo largo de todo el desarrollo de la investigación.

6.1.2 Elaboración de formatos para la adquisición y seguimiento de los datos geológicos de pozo. En esta primera etapa en trabajo conjunto con el equipo de Geología-UIS del proyecto ANH-PATIA-1-ST-P en la cuenca Cauca-Patía, se elaboró un formato de reporte diario geológico, un formato de reporte diario acumulado (muestra de zanja y corazonamiento), y un inventario de núcleos (ANEXO 1) para la adquisición y tratamiento de los datos de pozo, donde se registra diariamente la información adquirida.

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

6.2 FASE DE CAMPO.

En esta fase se elaboró un plan de trabajo de campo el cual es importante para el seguimiento de los productos obtenidos y a su vez tener un aseguramiento de la información, el cual consta de dos etapas:

6.2.1 Corazonamiento y muestras de ripios. Con los elementos obtenidos en las dos primeras fases; información detallada de la cuenca y la generación de formatos; se hace control a las dos siguientes etapas: corazonamiento y recolección de muestras de ripios:

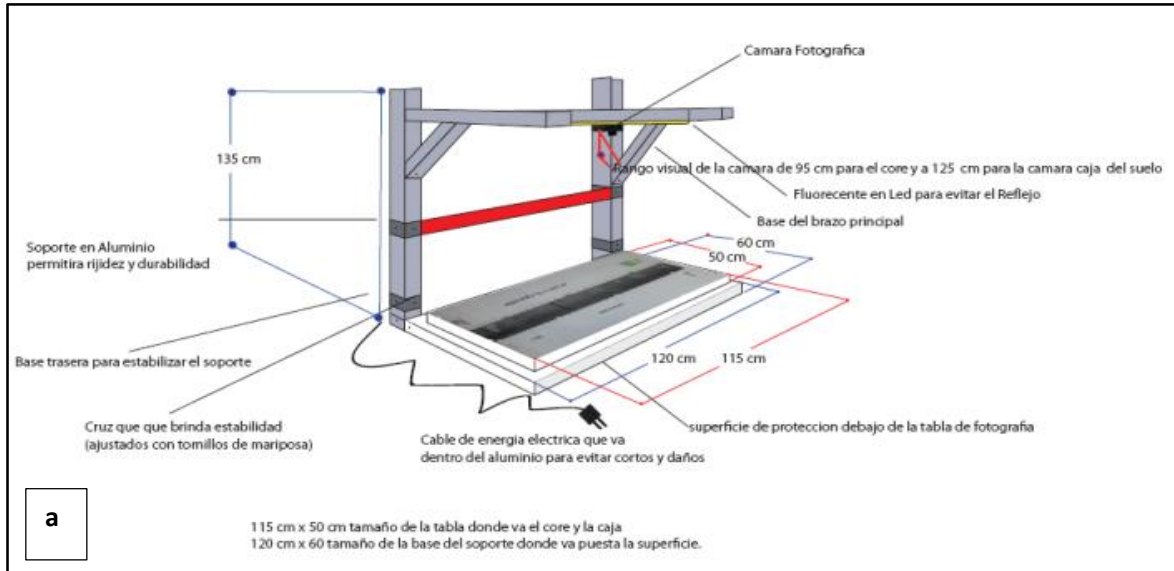
6.2.2 Corazonamiento. Se realizó un procedimiento de manejo y preservación de núcleos, que trata todos los pasos realizados en el desarrollo esta etapa; iniciando desde la pesca del barril corazonador por la técnica de *wire-line*, la extracción del núcleo del barril corazonador sobre una canaleta tipo media luna de aluminio o PVC, extraído mecánicamente o mediante el uso de un pistón de fluido evitando la alteración de las propiedades de la roca, o como última instancia mediante el corte del barril corazonador en media luna. Posteriormente se hizo la descripción macroscópica pie a pie de los núcleos de roca recuperados, describiendo la mineralogía, textura, composición y se establece el respectivo nombre textural-composicional de la roca, para esto lo cual se hizo uso de elementos como son: lupas de mano, lupa electrónica, tablas de granulometría, tablas de color, rayadores, ácido clorhídrico, cámara fotográfica, entre otros materiales utilizados para la preservación, y medición del Core. Luego se realizó la orientación y marcado pie a pie del corazón, finalizando con la preservación de los núcleos en canaletas de aluminio y el empaque y almacenamiento en cajas. Este proceso de adquisición y descripción de corazones de roca se ajusta a los lineamientos establecidos por un protocolo generado por la Escuela de Ingeniería de Petróleos UIS, basado en la norma API RP 40 (American Petroleum Institute, 1998), en la

sección correspondiente, donde se muestra el proceso a seguir desde la extracción del núcleo hasta la preservación y del mismo.

Figura 15. Proceso de corazonamiento. a. Pesca del barril. b. Salida del núcleo con pistón de fluido. c. Descripción del núcleo. d. Medición, orientación y marcación del núcleo. e. Preservación de los núcleos. f. Empaque y almacenamiento.

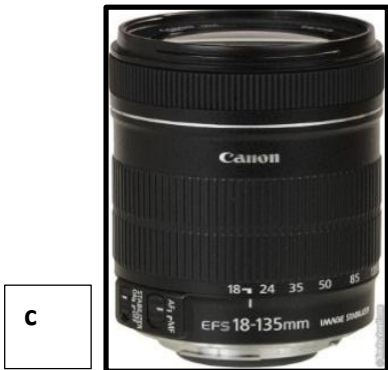


Figura 16. Fotografía a) Soporte Fotográfico b) Cámara fotográfica marca CANON 60D d) lente marca CANON 18-135 fijo en 24 mm. AF



CANON 60D

Lente CANON 18-135 fijo en 24 mm. AF



6.2.2 Muestras de ripios. Inicialmente se toma una muestra abundante de roca de la zaranda vibratoria, que corresponda a la totalidad del intervalo a muestrear (cada 20 pies), luego se procede a lavar y tamizar la muestra recuperada con tamices de calibre 40, 80 y 200, se pesa la cantidad necesaria de muestra (húmeda 2000 gramos, posteriormente se secan 500 gramos de muestra en el

horno, a una temperatura inferior a 90° C, durante 3 horas), se empa en una bolsa de polietileno de alta densidad. La descripción microscópica de muestras de zanja cada 20 pies, teniendo en cuenta las características texturales y composicionales de la roca, fue llevada a cabo por la de unidad de *mud logging* de la empresa Petrosystems, proporcionando diariamente registros continuos de la litología y los parámetros de perforación (*Master Log, Composite Log* u otro), y con supervisión continua del equipo de Geología-UIS. Se finaliza con la adquisición del registro fotográfico de la muestra de zanja seca y el almacenamiento de las muestras en las respectivas cajas (plástica para la muestra seca y de madera para las húmedas) debidamente rotuladas.

Figura 17. Proceso de recolección de muestras de ripios. a. Toma de muestra de la zaranda vibratoria. b. Lavado y tamizado de la muestra recuperada. c. Peso de la muestra de zanja. d. Secado de la muestra en el horno. e. Estudio fotográfico de muestras de zanja. f. Plantillas para fotografías de muestras de zanja. g. Bolsa de cierre hermético para la preservación de muestras de zanja. h. Almacenamiento de cajas. i. Unidad Mudlogging j. Laboratorio para análisis de muestras.k. Visualización de la master (Drill monitor) l. Cromatógrafo y pantalla de transmisión de datos en tiempo real.







6.2.3 Adquisición de registros eléctricos. Se hizo acompañamiento a la empresa Weatherford durante la toma de registros eléctricos desde la superficie hasta la profundidad de 12100ft. Se tomaron los siguientes registros para evaluación litológica y propiedades de la roca.

- Rayos Gamma (GR) espectrales (Th, U, K)
- Densidad de dos detectores con factor fotoeléctrico
- Porosidad Neutrónica (Neutrones)
- Potencial Espontáneo (SP)
- Resistivos
- Medida del Buzamiento (Dipmeter)
- Registro de Verticalidad del pozo (Verticality)

- Registro Laterolog de largo y corto alcance
- Acústicos (Sónico y VSP)
- Calibrados del hoyo (Caliper)
- Imágenes de Pared de Pozo
- Medidor de presiones
- Gradiente Térmico



Antes de iniciar la toma de registros se realizó la respectiva supervisión de la calibración de las sondas, verificando de esta manera que la adquisición de los datos se haga de manera adecuada, y arrojen resultados verídicos.

Figura 18. Unidad de registros de la empresa Weatherford.



6.3 FASE DE LABORATORIO.

Durante esta fase se realiza la descripción y análisis microscópico de 6 secciones delgadas adquiridas de los núcleos de roca correspondientes a la Formación Mosquera en el pozo ANH-PATIA-1-ST-P, a fin de, mediante un estudio más detallado de sus características texturales y composicionales, corroborar y

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

complementar la descripción macroscópica previamente realizada, facilitando así la identificación de litofacies y consecuentemente del ambiente de depósito.



Para dichas descripciones se utilizó microscopios de luz transmitida de marca *NIKON Eclipse E200* Y *NIKON Alphaphot -2 YS2*, disponibles en los laboratorios de microscopia óptica de la escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander (UIS) (**figura 19**). Se hizo un análisis minucioso de la mineralogía, las características texturales y composicionales de la rocas de la formación de interés, basándose en las clasificación de las rocas sedimentarias terrígenas según Folk (1968) y el manual de petrografía sedimentaria de la Universidad Industrial de Santander y se elaboró un registro fotográfico con el fin de tener una evidencia de los rasgos petrográficos sobresalientes de la Formación Mosquera.

Figura 19 . Elementos de apoyo para la descripción microscópica de las muestras obtenidas en campo. a . Microscopio marca Nikon Eclipse E200



6.4 FASE DE OFICINA

Subsecuente a la fase de laboratorio, esta etapa consistió en la integración y procesamiento de toda la información adquirida hasta esta fase, a saber, de los

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

datos obtenidos de la revisión bibliográfica, la información suministrada por los núcleos, rípios y registros eléctricos, y la descripción microscópica de secciones delgadas, para llevar a cabo la definición de litofacies y electrofacies, que permitan establecer el ambiente de depósito de la formación Mosquera. Adicionalmente, en esta fase se realiza una interpretación básica de los registros adquiridos por medio del *software* especializado PETREL y se establece una correlación entre esta interpretación y la columna litológica obtenida de la descripción de núcleos y rípios de perforación.

6.5 FASE FINAL

Los datos tomados e interpretaciones realizadas durante las fases previas de este estudio fueron en esta última etapa compilados y redactados en un documento final, que incluye: la interpretación estratigráfica del área de estudio, la discusión de los resultados, la generación de un modelo geológico de depositación, la concepción de conclusiones, la redacción y edición del documento final.

7. RESULTADOS

Con base en los resultados derivados de la descripción y análisis de muestras de zanja y corazones de roca obtenidos en la perforación del pozo ANH-PATIA-1-ST-P, se establecieron los topes formacionales de la sección estratigráfica perforada y se comparan con los topes estimados tentativamente en la prognosis (**tabla 5**).

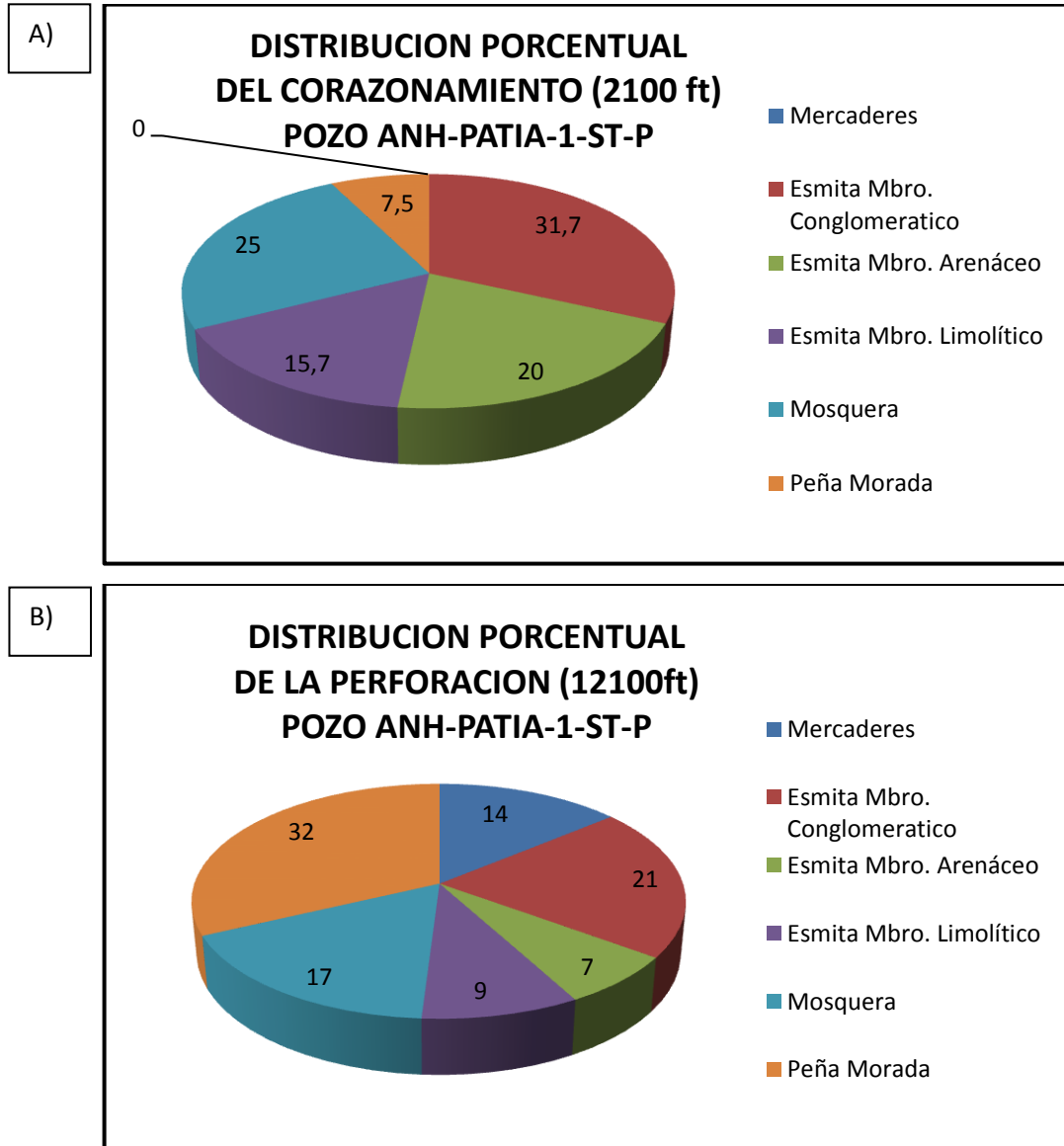
Tabla 5. Comparación de los topes formacionales estimados y medidos en el pozo ANH-PATIA-1-ST-P

FORMACION	TOPE SEGUN PROGNOSIS (ft)	TOPE SEGÚN MUESTRA (ft)	DIF. PROF (ft)	ESPESOR MEDIDO (ft)
Mercaderes	Sup	Sup		1658
Esmita Mbro Conglomerático	1200	1658	458	2572
Esmita Mbro Arenáceo	3500	4230	730	814
Esmita Mbro Limolítico	4500	5044	544	1145
Mosquera	5500	6189	689	2071
Peña Morada	8000	8260	260	3840
Profundidad Final	12100			

Fuente: Equipo de Geología UIS 2012, Proyecto Pozos Profundos.

También se presentan gráficos porcentuales que muestran la distribución de los pies corazonados y perforados (2100 y 12100, respectivamente) entre las diferentes formaciones encontradas en el pozo estratigráfico ANH-PATIA-1-ST-P (**Figura 20**).

Figura 20. Graficos de distribución porcentual de: A) Corazonamiento y B) Perforación, para las formaciones del pozo ANH-PATIA-1-ST-P.



A continuación se presenta la descripción litoestratigráfica de la Formación Mosquera basada en el análisis de muestras de zanja y corazones de roca.

7.1 ANALISIS LITOESTRATIGRAFICO DE LA FORMACIÓN MOSQUERA

7.1.1 Núcleos de roca

Tabla 6. Resumen del tercer intervalo de corazonamiento del pozo ANH-PATIA-1-ST-P.

TERCER FASE DE CORAZONAMIENTO ANH-PATIA-1-ST-P							
FECHA	CORE	TOPE (ft)	BASE (ft)	INTERVALO PERFORADO	INTERVALO RECUPERADO	% DE RECUPERACIÓN	FORMACIÓN
9/8/2012	50	6078.00	6108.00	30.00	28.33	94.4	ESMITA MBRO. LIMOLÍTICO
10/8/2012	51	6108.00	6138.00	30.00	29.83	99.4	ESMITA MBRO. LIMOLÍTICO
	52	6138.00	6168.00	30.00	27.00	90.0	ESMITA MBRO. LIMOLÍTICO
	53	6168.00	6198.00	30.00	30.00	100.0	ESMITA/ MOSQUERA
11/8/2012	54	6198.00	6228.00	30.00	30.00	100.0	MOSQUERA
	55	6228.00	6246.00	18.00	18.00	100.0	MOSQUERA
	56	6246.00	6264.00	18.00	18.00	100.0	MOSQUERA
	57	6264.00	6268.00	4.00	4.00	100.0	MOSQUERA
12/8/2012	58	6268.00	6279.00	11.00	10.58	96.2	MOSQUERA
	59	6279.00	6309.00	30.00	30.00	100.0	MOSQUERA





Laura Rocio Botia Moreno
Ricardo Alejandro Pacheco

CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.



TERCER FASE DE CORAZONAMIENTO ANH-PATIA-1-ST-P							
FECHA	CORE	TOPE (ft)	BASE (ft)	INTERVALO PERFORADO	INTERVALO RECUPERADO	% DE RECUPERACIÓN	FORMACIÓN
	60	6309.00	6339.00	30.00	30.00	100.0	MOSQUERA
13/8/2012	61	6339.00	6356.00	17.00	17.00	100.0	MOSQUERA
	62	6356.00	6373.00	17.00	17.00	100.0	MOSQUERA
	63	6373.00	6386.00	13.00	5.44	41.8	MOSQUERA
	64	6386.00	6388.00	2.00	0.66	33.0	MOSQUERA
14/8/2012	65	6388.00	6418.00	30.00	30.00	100.0	MOSQUERA
	66	6418.00	6448.00	30.00	30.00	100.0	MOSQUERA
15/8/2012	67	6448.00	6478.00	30.00	30.00	100.0	MOSQUERA
	68	6478.00	6508.00	30.00	30.00	100.0	MOSQUERA
	69	6508.00	6526.00	18.00	18.00	100.0	MOSQUERA
16/8/2012	70	6526.00	6556.00	30.00	30.00	100.0	MOSQUERA
	71	6556.00	6586.00	30.00	30.00	100.0	MOSQUERA
17/8/2012	72	6586.00	6616.00	30.00	30.00	100.0	MOSQUERA
	73	6616.00	6644.00	28.00	28.00	100.0	MOSQUERA
	74	6644.00	6653.00	9.00	9.00	100.0	MOSQUERA
18/8/2012	75	6653.00	6661.00	8.00	8.00	100.0	MOSQUERA
RESUMEN	26	6078.00	6661.00	583.00	568.84	97.6	

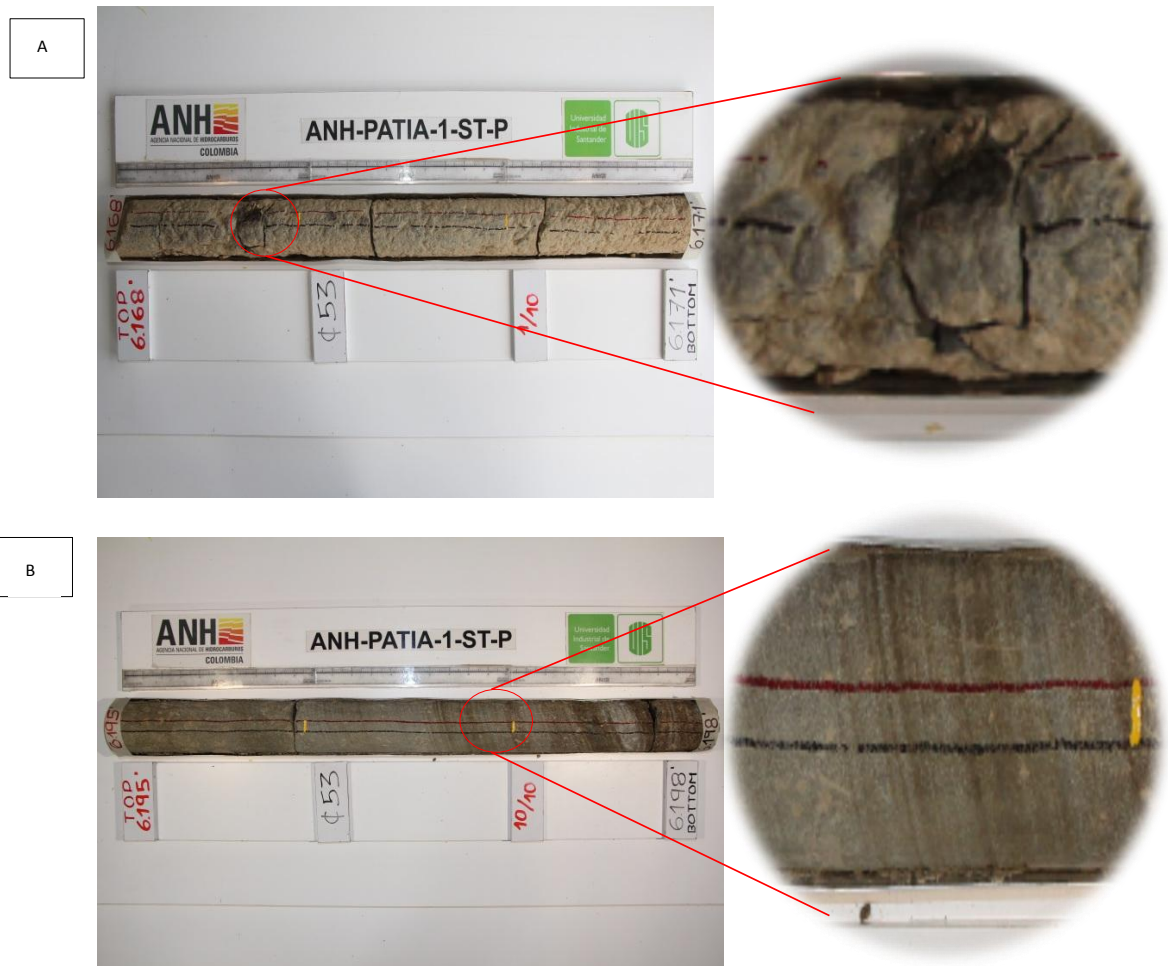
 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

Para la fase de corazonamiento del pozo ANH-PATIA-1-ST-P comprendida entre 6078 y los 6661 pies de profundidad (**tabla 5**), y la cual abarca parte de la Formación Mosquera, se reconocieron seis intervalos diferenciables con base en sus características litológicas y los cuales se describen a continuación:

6078´ - 6228´



El primer intervalo comprende desde los 6078 a los 6228 pies de profundidad y en él se define el contacto entre el Miembro Limolítico de la Formación Esmita y la infrayacente Formación Mosquera. Porcentualmente consta de un 54% de arcillolita, 25% de arenisca y 21% de limolita. La arcillolita se presenta hacia el tope del intervalo en gruesos paquetes, es abigarrada, de color gris claro a oscuro, con matices pardo rojizos, pardo amarillento y violáceo; masiva y bien consolidada. En niveles delgados se presentan limolitas de coloración grisácea con tonos pardo amarillentos, pardo rojizos y oliva claros, muy compacta, consistente, masiva y en contacto gradacional con arcillolitas y areniscas. El tope de la Formación Mosquera se definió a 6189 pies por la aparición de una gruesa capa de arenisca lítica de 15 pies de espesor, con gradación normal, oscilando el tamaño de grano desde fino en el tope a muy grueso hacia la base, con clastos de cuarzo subredondeados y fragmentos líticos oscuros, cemento silíceo y en ocasiones con cemento calcáreo, presenta laminación plano paralela a inclinada y ocasionales venillas de material calcáreo y trazas de material carbonoso.

Figura 21. Fotografía de núcleo perteneciente a la Formación Mosquera del intervalo de 6078' a 6228', mostrando: A) Arcillolita gris claro a medio, gris verdoso oscuro, parda amarillenta moderada, abigarrado, altamente hidratable, algunas limosas, pegajosa, soluble. B) Arenisca gris claro, pardo amarillento claro, de grano muy fino a medio, presenta estratificación plana paralela, presenta intercalaciones muy finas de arcillolita.



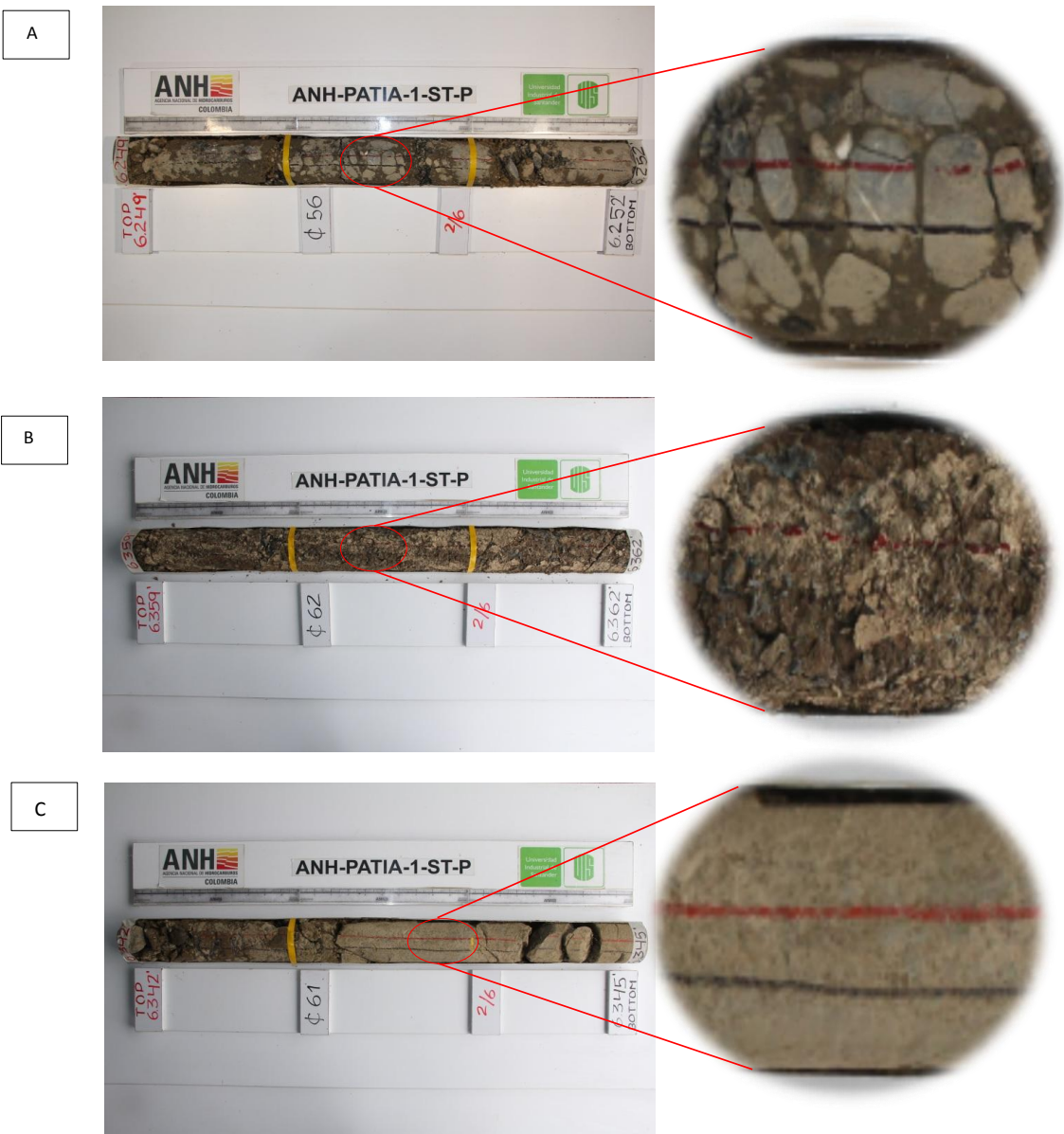
6228' - 6386'



El segundo intervalo abarca desde 6228 hasta 6386 pies y presenta una distribución porcentual de 75% de Conglomerados polimícticos, 15% de arcillolita,

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

7% de limolita y un 3% de arenisca. Los conglomerados polimícticos se presentan en gruesos bancos y están compuestos de clastos subesfericos a elongados, subredondeados, tamaño gránulo a guijarro, de basalto gris oscuro, diabasa, andesita gris clara, chert gris y verde ahumado y cuarcita gris clara, localmente epidotas y fragmentos de rocas ígneas con óxidos de hierro, dispuestos en contacto puntual a flotante, sin ninguna orientación preferencial, en matriz arenosa-arcillosa a arcillo arenosa, con cemento silíceo. Se presentan intercalaciones importantes de arcillolita abigarrada color gris medio con matices pardo amarillentos, naranja amarillento, pardo rojizo moderado, predominantemente subblocosa, firme, en parte limosa, en menor proporción la arcillolita se presentan amorfa, blanda y soluble. Localmente grada a marga. En pequeños niveles se encuentra limolita de color gris medio a claro, parda oliva clara, parda amarillenta, parda rojiza, blocosa, firme, se presenta ocasionalmente gradando a arcillolita y arenisca. Contiene micro inclusiones de vulcano clastos. Trazas observadas de calcita y magnetita a 6376’.

Figura 22. Fotografía de núcleo perteneciente a la Formación Mosquera del intervalo de 6228' hasta 6386', donde se observa: A) Conglomerado Polimítico de gris oscuro a negro, en partes matriz arcillo-arenosa. B) Arcillolita gris claro a oscura, con tonalidades amarillento-rojiza; blanda y pegajosa, soluble, cerosa, es hidratable con alto hinchamiento, grada a marga. C) Limolita muy bien consolidada, subblocosa, compacta y consistente en ocasiones arcillosa.

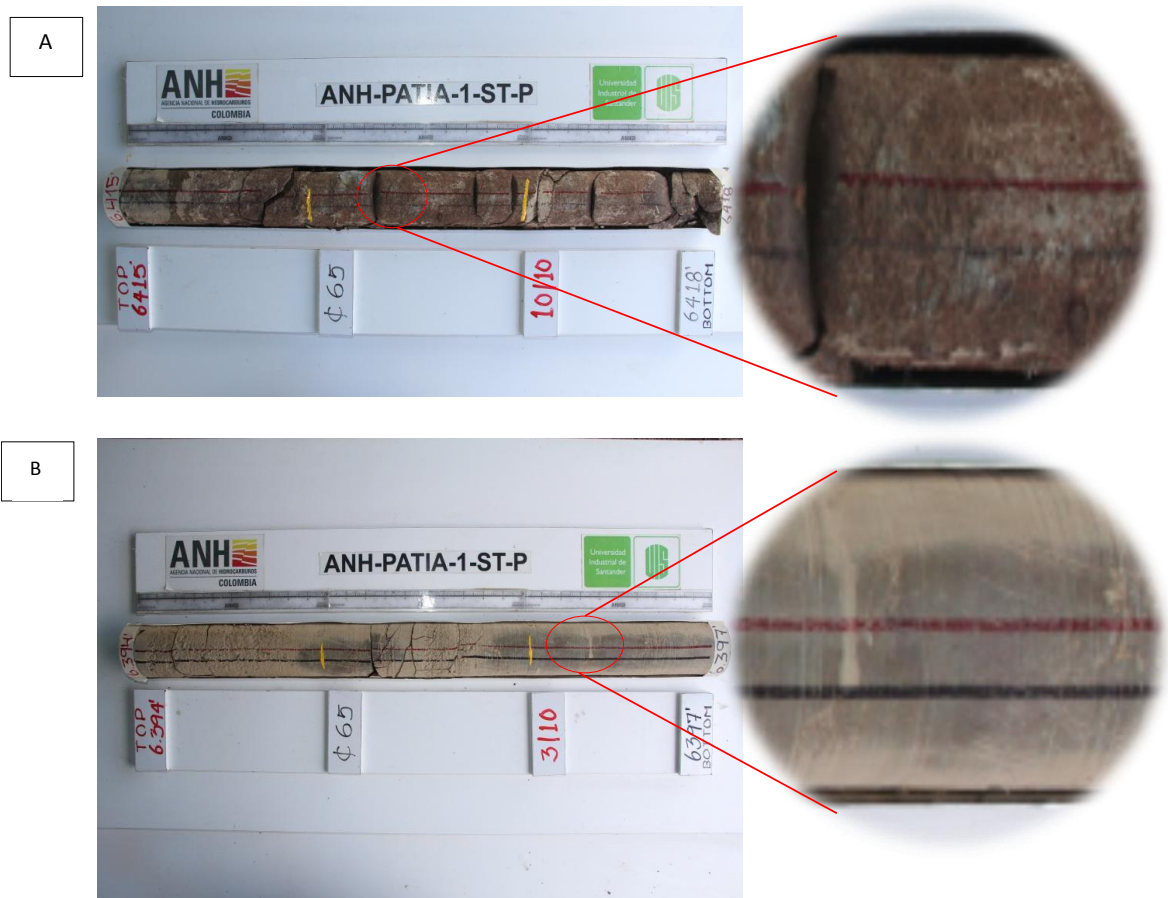


 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

6386´-6448´



El tercer intervalo va desde 6386 a 6448 pies y se reconoce por una gruesa secuencia de arcillolita (85% del intervalo) color pardo amarillento, naranja amarillento oscuro, pardo claro, gris claro, masiva, firme, blocosa, en parte amorfa y muy blanda, soluble, hidratable, algunas exhiben un moteado irregular de color blanco y composición calcárea. Además se encuentran pequeñas intercalaciones limosas y arenosas (12 y 3% del intervalo, respectivamente) hacia la parte superior e inferior del intervalo. Hacia la base aparece caliza blanca, lodo-soportada, conglomerado polimíctico e intercalaciones menores de areniscas, limolitas y arcillolitas.

Figura 23. Fotografía de núcleos pertenecientes a la Formación Mosquera, del intervalo de 6386´a 6448´, donde se observa: A) Arcillolita Abigarrada, muy compacta, con algunos niveles hidratables, fracturada B) Limolita Gris verdoso, gradando a arcillosa hacia la base, ocasionalmente presenta nódulos calcáreos.



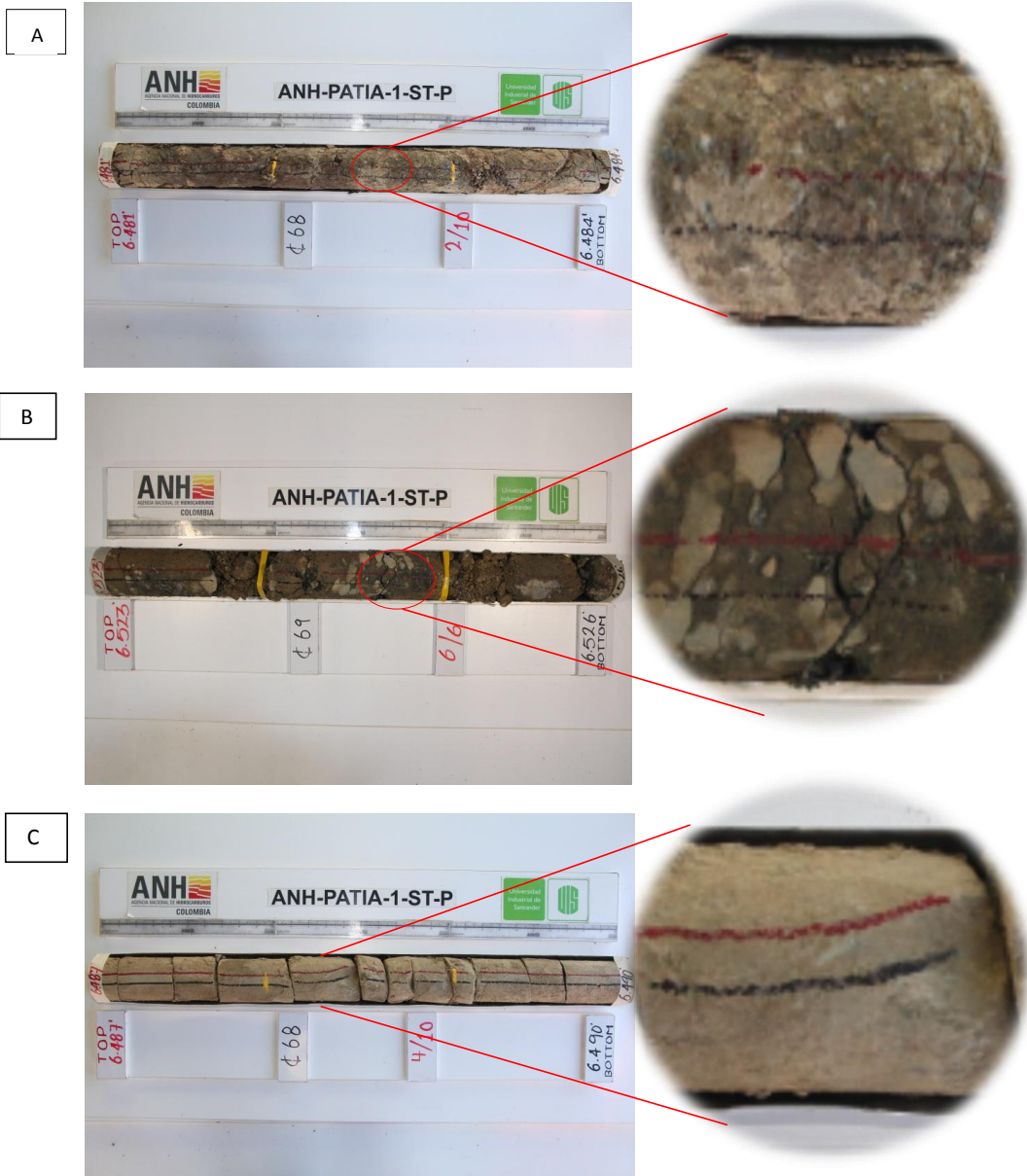
6480´-6526´



El cuarto intervalo fue definido entre los 6480 y los 6526 pies y consta de un 64% de conglomerado polimictico ,18% de arcillolita, 15% de limolita y un 3% de arenisca. El conglomerado está dispuesto en gruesos paquetes, bien consolidado, con fragmentos subangulares a subredondeados tamaño granulo a guijarro de

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

basaltos, diabasa, chert gris a verdoso, cuarcita y en menor proporción arcillolita, limolita y arenisca conglomeratica. Hacia la base del intervalo disminuye el tamaño de los clastos y aumenta la proporción de matriz arenosa. Con material calcáreo como relleno de estrías en los fragmentos de basaltos. Presenta finas intercalaciones de arcillolita gris verdosa con tonos pardo rojizos a pardo amarillentos producto de la oxidación, bien consolidada y cerosa, ligeramente hidratable, con alta densidad de fracturas alrededor de las cuales el grado de oxidación se acentua, y niveles de limolita gris con matices pardo amarillentos a pardo rojizos y de arenisca color gris medio de grano muy fino a fino y arenisca conglomerática con alto contenido de carbonato de calcio en la matriz.

Figura 24. Fotografía de núcleos pertenecientes a la Formación Mosquera, del intervalo de 6480´ hasta 6526´, mostrando: A) Arcillolita abigarrada, bien consolidada B) Conglomerado polimíctico color gris verdoso, compuesto por fragmentos de tamaño gránulos a guijarros, de basalto, diabasa, cuarcita, arcillolita y limolita. C) Limolita de color gris oscuro con matices rojizos, exhibe dos direcciones preferentes de fracturamiento.

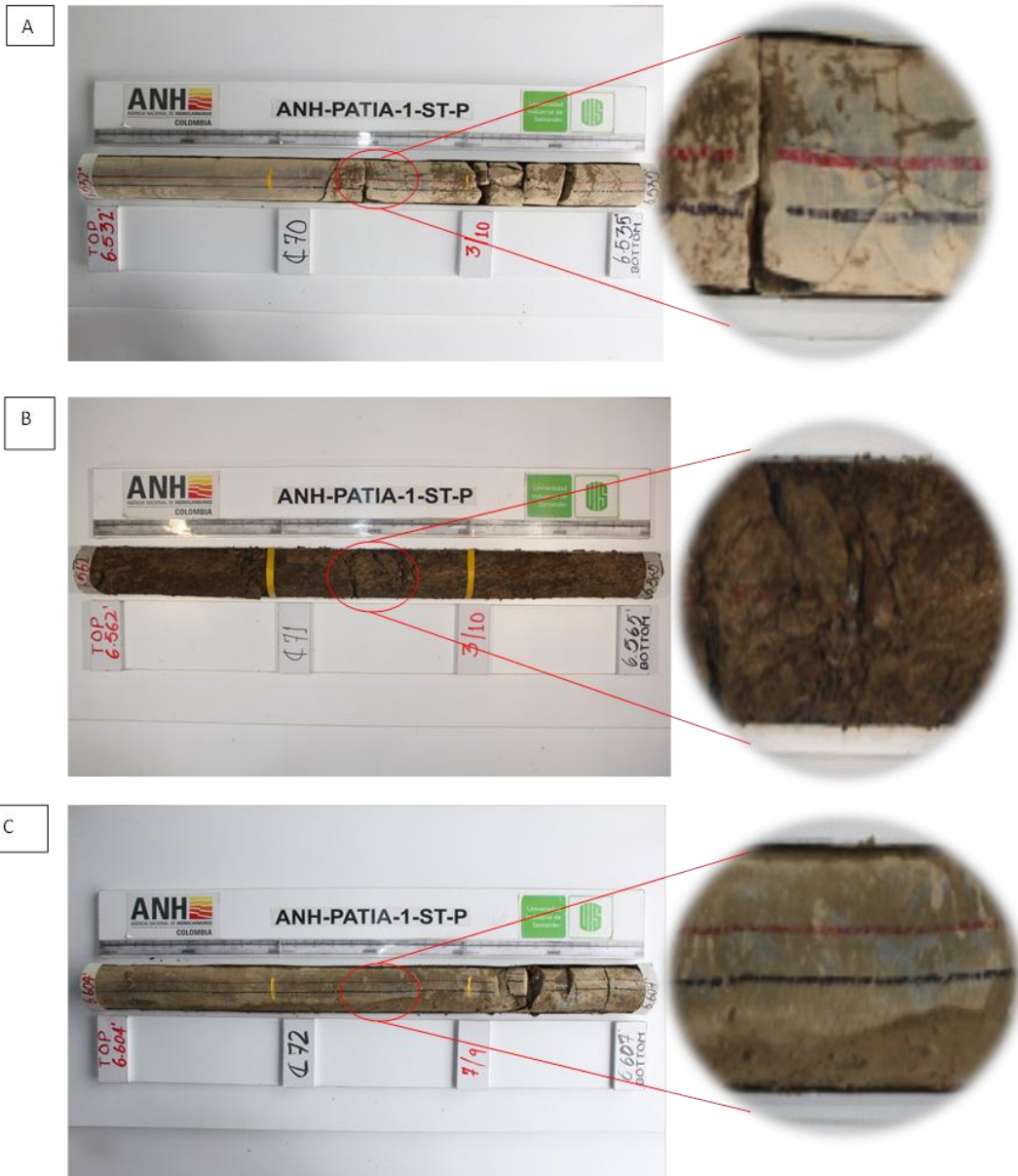


 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

6526´-6616´

El quinto intervalo comprende desde 6526 a 6616 pies y se compone de intercalaciones mayores de arcillolita (37%) y limolita (41%) con menores de arenisca (22%). La arcillolita es de color gris verdoso con tonos pardo rojizos a pardo amarillenta, es cerosa, compacta, masiva, ligeramente con material calcáreo rellenando estrías y pequeños nódulos, sobre la superficie de las fracturas se evidencian estrías y patinas de calcita, ocasionales conchas sin diferenciar. La limolita es gris oscuro con tonos pardo rojizos, oliva claro, pardo amarillentos, compacta y masiva, con delgadas fracturas rellenas de calcita, nódulos de arcillolita con halos de oxidación y ocasionales conchas calcáreas sin diferenciar. La arenisca se presenta en delgados niveles en contacto neto, de color gris claro a medio, de grano muy fino a medio, bien calibrada, moderadamente permeable, cemento siliceo y matriz arcillosa. Con ocasionales fragmentos líticos y carbonatos en la matriz.

Figura 25. Fotografía de núcleos pertenecientes a la Formación Mosquera, del intervalo de 6526´ a 6616´, donde se observa: A) Limolita Abigarrada, compacta, ligeramente blocosa, Presenta un marcado fracturamiento. B) Arcillolita Abigarrada, cerosa, compacta, firme, masiva. C) Arenisca Gris medio con tonos pardo amarillentos, grano fino a muy fino, bien calibrada, compacta, maciza, bien cementada.



6616 y 6661

La fase de corazonamiento finaliza con el intervalo limitado entre 6616 y 6661 pies, constituido casi en su totalidad (90%) por una gruesa secuencia de conglomerados polimícticos, bien consolidados, compuesto por granulos a guijarros, subredondeados a subangulares de basalto, cuarzo lechoso, diabasa, limolita, arenosoportado, con matriz arenosa de grano fino a medio, con contacto entre partículas longitudinal a tangencial, pobremente calibrado y con disposición caotica de los clastos. Adicionalmente se presentan intercalaciones de arenisca gris claro de grano fino, compuesta por cuarzo subtranslúcido y fragmentos líticos tamaño granulo, y limolita gris claro con matices pardo amarillentos, muy compacta, impermeable, astillosa y con ocasionales fragmentos de conchas y nódulos de material calcáreo.

Figura 26. Fotografía de núcleo perteneciente a la Formación Mosquera, del intervalo de 6616´ hasta 6661´, donde se observa: A) Conglomerado polimictico compuesto por gránulos a guijarros, subredondeados a subangulares, de basalto, cuarzo lechoso, arcillolita, diabasa, limolita.



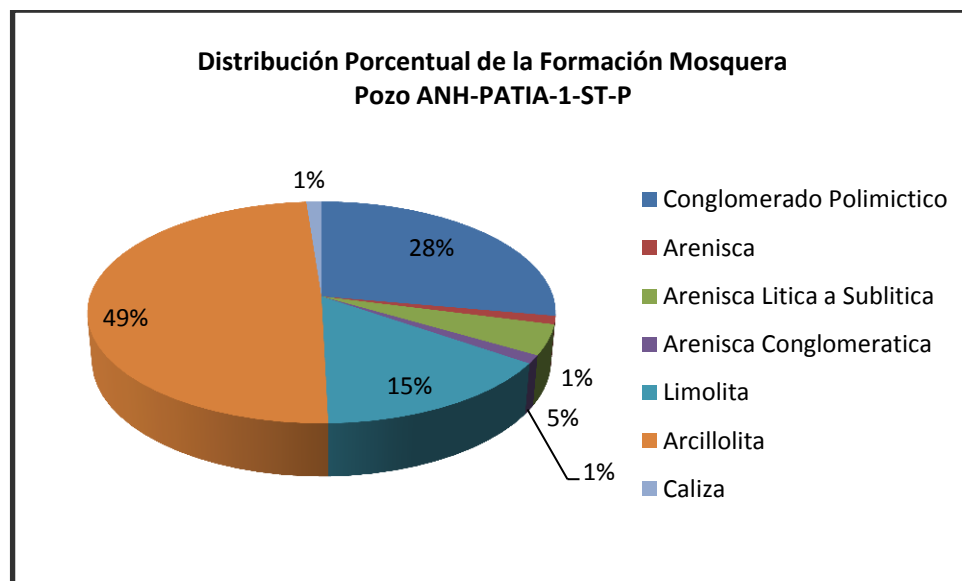
7.1.2 Muestras de zanja

6189' – 7801' PM (4173' - 7785'PV)



Espesor aparente perforado: 3612' PV

Se definió el tope de esta Formación por la aparición de una gruesa capa de arenisca lítica de grano fino a medio, cemento silíceo en ocasiones con cemento calcáreo, seguida por bancos de conglomerados compuestos de fragmentos gruesos de vulcano clásticos, gránulos a guijos de clastos rodados y flotantes de cuarzo lechoso en matriz arenosa. A continuación el gráfico porcentual que muestran la distribución litología en la formación Mosquera.

Figura 27. Modelo porcentual de litologías en la formación Mosquera en el pozo ANH-PATIA-1-ST-P



En esta fase se reconocen los siguientes intervalos:

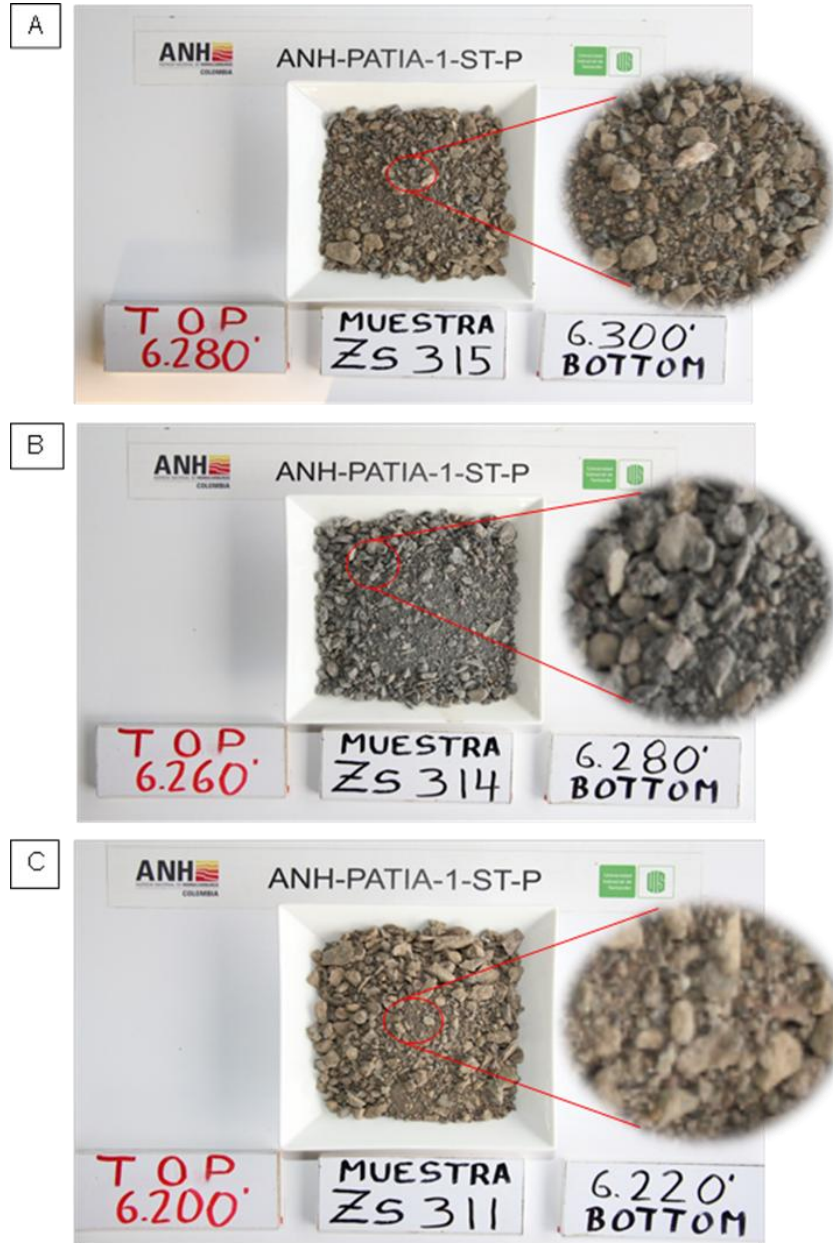
 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---



6189'-6380'

compuesto en sus primeros 15' por arenisca lítica parda amarillenta moderada, gris media, consolidada de grano fino a medio, con líticos, pobre porosidad visual, seguida por una gruesa secuencia de conglomerados polimícticos compuestos de basaltos, diabasa, localmente epidotas y fragmentos de rocas ígneas con óxidos de hierro, chert y gránulos de cuarzo en matriz arenosa-arcillosa. Se presentan intercalaciones mayores de Arcillolitas pardas amarillentas, naranja amarillentas, en menor proporción roja grisácea, gris clara, predomina subblocosa, firme, en parte son limosas, en menor proporción las arcillolitas grises se presentan amorfas, blandas y solubles. Localmente algunas son calcáreas y otras gradan a margas. La solubilidad estuvo entre 38 a 45 %.

En pequeños estratos y niveles se encuentra limolita parda oliva clara, parda amarillenta, parda rojiza oscura, blocosa, firme, se presenta tanto arcillosa como arenosa, en partes grada a arenisca de grano muy fino. Contiene micro inclusiones de vulcano clastos. Trazas observadas de calcita, caliza y magnetita a 6376'.

Figura 28. Fotografía de muestras de zanja correspondientes a la Formación Mosquera del intervalo de 6189' hasta 6380'. Donde se observa: A) Arcillolita parda amarillenta, subblocosa, blanda, hidratable, gradando a marga. B) Conglomerado Polimictico, Compuesto por gránulos a guijarros de basalto gris oscuro, chert, gabro, con matriz arcillosa arenosa



 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

6380'-6480'

El segundo intervalo entre 6380' hasta 6480' se reconoce por una gruesa secuencia de Arcillolita parda amarillenta, naranja amarillenta oscura, parda clara, gris clara, firme, blocosa, en parte amorfa y muy blanda, soluble, hidratable, pegajosa, algunas calcáreas. Solubilidad hasta del 45%.



Se encuentran pequeñas intercalaciones limosas y arenosas hacia la parte superior e inferior del intervalo. Hacia la base aparece caliza blanca, lodo-soportada, conglomerado polimíctico e intercalaciones menores de areniscas, limolitas y arcillolitas.

Figura 29. Fotografía de muestras de zanja correspondientes a la formación Mosquera del intervalo de 6380' hasta 6480'. Donde se observa: A) Arcillolita Gris, blanda, hidratable, soluble 32%, en partes grada a marga. B) Limolita, Gris oscura, consolidada, subblocosa, en parte arcillosa.



6480'-6661'

El tercer intervalo desde 6480' hasta 6661', se reconoce en sus primeros 45' una gruesa secuencia de conglomerado polymítico compuesto por fragmentos de

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

cuarzo blanco lechoso, otros fragmentos de rocas ígneas rojas (mineralizaciones ferrosas), se presentan como fragmentos de fracturas angulares de diversos tamaños desde grueso a guijos, pobre selección, matriz areno arcillosa, en parte arcillosa, con piritita y rellenos calcáreos en diques y fracturas.

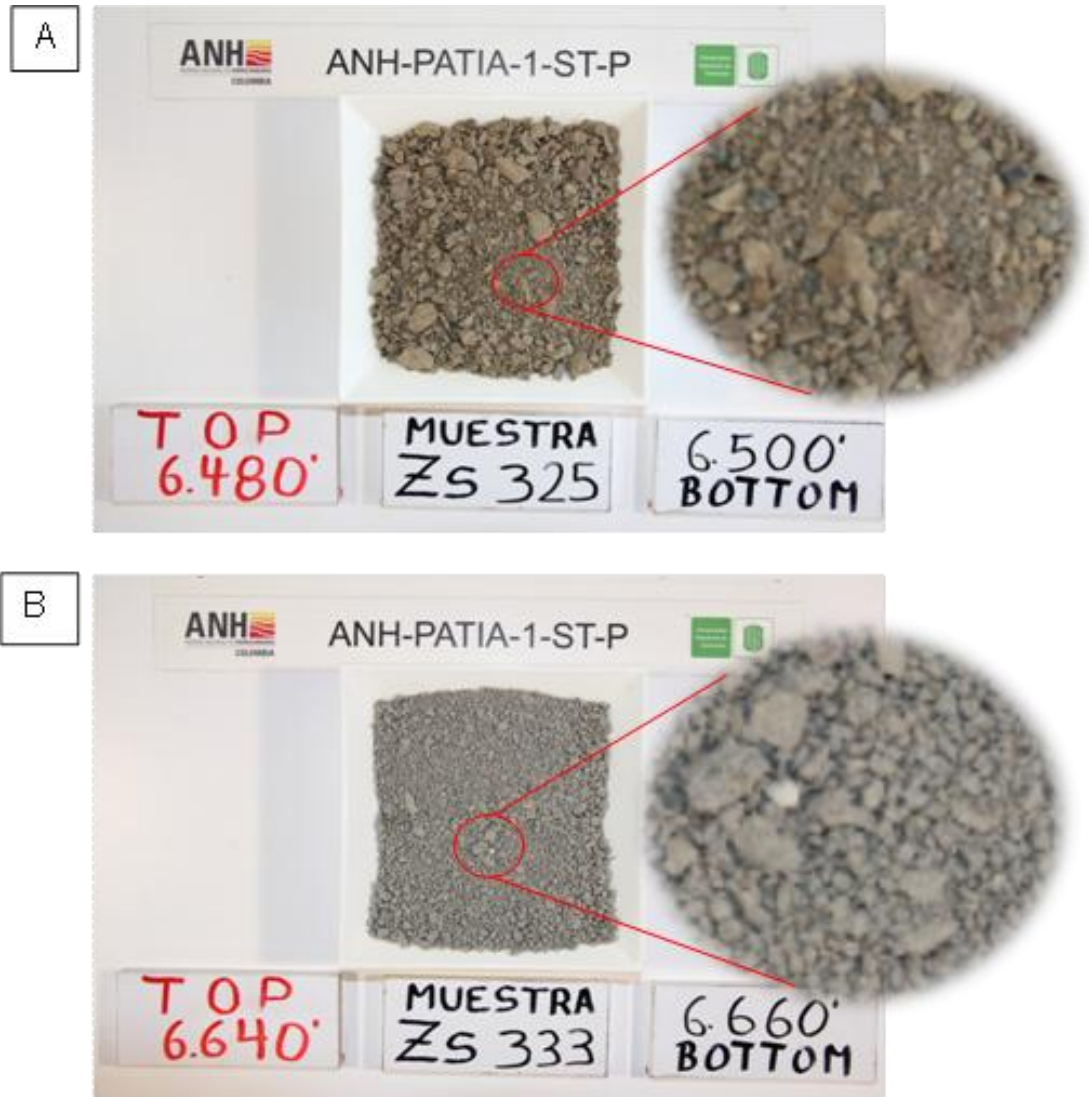
Seguidamente 90' de intercalaciones mayores de limolita y arcillolita con menores de arenisca.



La limolita es predominantemente parda amarillenta oscura, roja grisácea, parda oliva clara, parda moderada, consolidada, subblocosa, firme, dura, con inclusiones de cuarzo y líticos, grada a arenisca de grano fino, en partes calcárea.

La arcillolita es gris clara amorfa, blanda, pegajosa, muy soluble, continúa frecuente parda amarillenta oscura parda moderada, gris oliva claro subblocosa, firme, en parte soluble, rara calcárea.

Hacia la base se reconocen 20' de areniscas grises, gris oliva claro, consolidada, moderadamente friable, grano fino, angular a sub-angular, regular a bien seleccionada, cemento silíceo, matriz arcillosa, pobre porosidad visual, con inclusiones de líticos oscuros. Seguidamente una secuencia de 30' de conglomerado polimíctico compuesto por fragmentos de basalto gris oscuro a negro grisáceo, menor diabasa gris oscura, fragmentos de arenisca grano medio, lítica con vulcano-clastos, fragmentos de cuarzo blanco lechoso, sub-translúcido, epidota, se presentan como fragmentos de fracturas angulares de diversos tamaños desde grueso a guijos, pobre selección, matriz areno arcillosa, en basaltos se presenta inclusiones de piritita.

Figura 30. Fotografía de muestras de zanja correspondientes a la formación Mosquera del intervalo de 6480' hasta 6661'. Donde se observa: A) Arcillolita hidratable, pegajosa, levemente calcárea. B) Conglomerado Polimictico Fragmentos basalto, diabasa gris oscura, arenisca grano medio, lítica con vulcano-clastos, cuarzo, y fragmentos de rocas ígneas.



 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

6661'-6720'

Desde 6661' hasta 6720' el intervalo se caracteriza principalmente por el incremento porcentual de conglomerado polimíctico con abundante presencia de basalto gris oscuro a negro grisáceo en menor proporción se observó diabasa gris oscura y fragmentos de arenisca grano medio, lítica con vulcano-clastos como matriz, fragmentos de cuarzo blanco lechoso y sub-translúcido, epidota verde oliva clara y oscura, en parte con abundante caliza como relleno de fracturas, en general se presentan como fragmentos con fracturas angulares y superficies pulidas de diversos tamaños desde grueso a guijos, pobre selección. Se evidenció arcillolita de color amarilla moderada 5Y 7/6, parda oliva clara 5Y 5/6, naranja amarillenta oscura 10YR 6/6, parda amarillenta moderada 10YR 4/2, parda rojiza menor gris media N5, blocosa a subblocosa, firme en parte blanda, algunas limosas, algo pegajosa, algo soluble, en parte levemente calcárea. Ocasionalmente presencia de Arenisca parda oliva clara, gris clara moteada con parda oliva, moderadamente consolidada, friable, grano fino, angular a sub-angular, regular selección, escaso cemento silíceo, en parte matriz arcillosa, pobre porosidad visual, no calcárea. Trazas Limolita, trazas Caliza blanca, lodo-soportada, blanda, soluble, gradando a Marga, trazas yeso.

Figura 31. Fotografía de muestras de zanja correspondientes a la Formación Mosquera del intervalo de 6661´ hasta 6720´. Donde se observa principalmente: A) Conglomerado Polimictico conformado por fragmentos basalto gris oscuro a negro, diabasa gris oscura, fragmentos de arenisca grano medio, lítica con vulcano-clastos, fragmentos de cuarzo y epidota.



6720´-6920´

La secuencia infrayacente registrada desde 6720´ hasta 6920´ evidencia un cambio porcentual en la litología resultando arcillolita en mayor proporción, ésta se presentó en varios colores pardo amarillento moderado (10YR 5/4), pardo amarillento moderado (10YR 6/2), pardo moderado (5YR 3/4), Gris muy clara (N7), pardo amarillento moderado (10YR 5/4), pardo amarillento moderado (10YR 6/2), pardo claro (5YR 5/4), gris amarillento oscuro (10YR 6/6), pardo amarillento moderado (10YR 5/4), predomina pardo moderado claro (5YR 5/6), pardo moderado (5YR 3/4), pardo amarillento oscuro (10YR 4/2), blocosa a subblocosa, firme menor blanda, algunas limosas, pegajosa, soluble, en parte levemente calcárea, amorfa, blanda con micro vulcano-clastos, frecuente blocosa a subblocosa, firme, algunas limosas, soluble 42%, en parte levemente calcárea.

Figura 32. Fotografía de muestras de zanja correspondientes a la Formación Mosquera del intervalo de 6720´ hasta 6920´. Donde se observa principalmente: A) Arcillolita de color pardo amarillento, blocosa a subblocosa, en ocasiones limosas.



6920'-7000'



Avanzando en profundidad, se evidenció un intervalo comprendido entre 6920' y 7000' caracterizado en casi su totalidad por arcillolita, predominantemente en colores pardo moderado (5YR 4/4), pardo claro (5YR 5/4), naranja amarillento oscuro (10YR 6/6), pardo amarillento moderado (10YR 5/4), blocosa a subblocosa, firme menor blanda, algunas limosas, pegajosa, soluble, en parte levemente calcárea, registrándose además porcentajes no mayores de 30% de limolita de colores pardo rojizo oscuro (10R 3/4), rojizo moderado (10R 4/6), rojo grisáceo (10R 4/2), blocosa, firme, arcillosa, en parte grada arenisca de grano muy fino, en partes calcárea, se observan trazas de conglomerado y arenisca.

Figura 33. Fotografía de muestras de zanja correspondientes a la Formación Mosquera del intervalo de 6920´ a 7000´. Donde se muestra: A) Arcillolita parda, moderadamente firme menor blanda, algunas limosas, levemente calcárea.



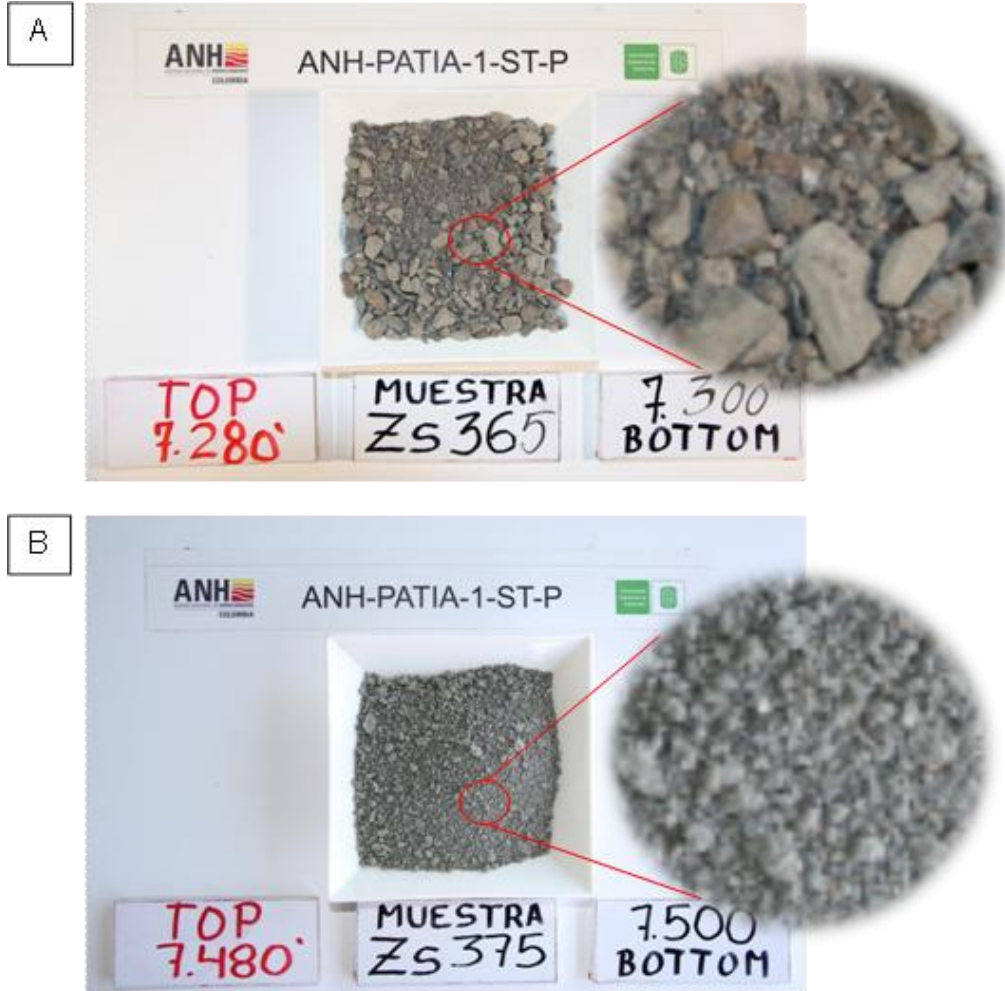
7000'-7800'

A partir de 7000' hasta 7800' la Formación se caracterizó por presencia alternante de conglomerado polimíctico compuesto de fragmentos basalto gris oscuro a negro grisáceo, menor diabasa gris oscura, gránulos de cuarzo, menor chert, inclusiones micropiriticas, fragmentos de arenisca grano medio, lítica con vulcanoclastos, matriz arenosa en parte arcillosa. En general se presentan como fragmentos con fracturas angulares y superficies pulidas de diversos tamaños desde grueso a guijos, pobre selección, con arcillolita de colores pardo moderado claro (5YR 5/6), pardo moderado (5YR 3/4), pardo amarillento oscuro (10YR 4/2), blocosa a subblocosa, firme menor blanda, algunas limosas, abundantes inclusiones de líticos oscuros, ocasional, pegajosa, soluble, en parte levemente calcárea, limolita color pardo muy oscuro (5R 2/2), pardo amarillento muy oscuro

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

(10YR 2/2), blocosa, firme, arcillosa, en parte grada arenisca de grano muy fino, con inclusiones de líticas, en partes calcárea y menores porcentajes de arenisca sublítica de color parda oliva clara, gris con tono pardo oliva claro y amarillo oliva, gris oscura, consolidada, moderadamente friable, grano fino a medio, subangular a subredondeado, regular selección, cemento silíceo, rara con matriz arcillosa, con micro inclusiones de vulcano-clastos negros, ocasional con micropirita, moderada porosidad visual.

Figura 34. Fotografía de muestras de zanja correspondientes a la Formación Mosquera del intervalo de 7000´-7800´. Donde se observa: A) Conglomerado polimictico se presenta como fragmentos con fracturas angulares de diversos tamaños desde grueso a guijos, pobre selección. B) Arcillolita gris verdosa, blocosa, amorfa, moderadamente firme a blanda.



Entre puntos más resaltantes se destaca lo siguiente:

7240'



A 7240' se evidenció presencia de estructuras biogénicas: rellenas oxido FeO₂, Gris claro moderado (N6) Calcárea.

Figura 35. Fotografía de muestras de zanja correspondientes a la Formación Mosquera en 7240' de profundidad. Donde se evidencian: A) estructuras biogénicas.



7480'-7500'

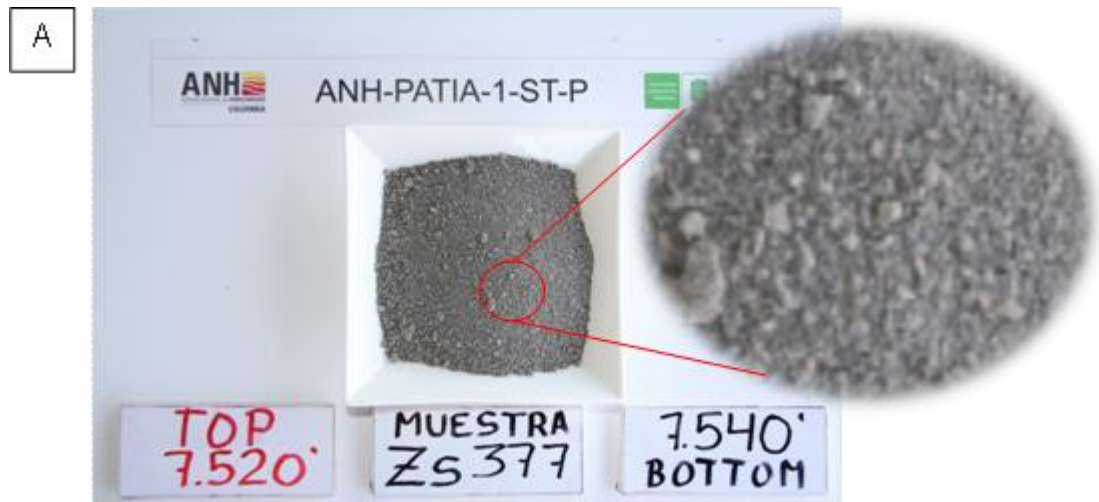
Desde 7480' hasta 7500' se registró 20' de 100% arcillolita de color gris verdoso claro, escasamente microcarbonosa, amorfa-subblocosa, muy blanda, con solubilidad de 40%, entre 7500' y 7520' se registró 10% de caliza blanca, gris blancuzca, gris con amarillo, amorfa, en parte blocosa, textura lodo-soportada y grano-soportada (en parte microcristalina), gradando a marga.

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

7500'-7801'

El intervalo comprendido entre 7500' y 7801' se caracterizó por la presencia de conglomerado polimictico compuesto por basalto negro, fragmentos tabulares y astillosos de cuarzo incoloro y gris claro, subtranslúcido, local con óxidos de hierro, chert gris oscuro a gris claro, matriz compuesta por arcilla gris clara, caliza y arenisca lítica con granos finos de cuarzo y finos vulcano-clastos redondeados, local con micropirita, en general se presenta como fragmentos angulares algunos con calcita en las fracturas, de pobre selección. El cual se intercala con delgados niveles de limolitas roja pardo amarillento moderado (10YR 6/6), rojo muy oscuro (5R ¾), rojo muy oscuro (5R 2/6) y arcillolita amarilla moderada (5Y 7/6), pardo moderado, (5YR 4/4), parda amarillenta moderada (10YR 5/4), parda amarillenta oscura (10YR 6/6), ocasional pardo claro (5YR 6/4), blocosa, amorfa, firme a blanda, pegajosa, soluble, algunas levemente calcáreas. En el tope de este intervalo desde 7500' a 7520' se presentó un delgado nivel de caliza blanca, gris blancuzca, gris con amarillo, amorfa, en parte blocosa, textura lodo-soportada y grano-soportada (en parte microcristaliana), gradando a marga.

Figura 36. Fotografía de muestras de zanja correspondientes a la Formación Mosquera de 7500´ hasta 7801´. Donde se observa: A) Conglomerado Polimictico compuesto por basalto negro, fragmentos tabulares y astillosos de cuarzo.





7.1.3 Micropetrografía de secciones delgadas. A fin de complementar la descripción macroscópica de los núcleos de roca y muestras de zanja recolectados durante la perforación del pozo estratigráfico ANH-PATIA-1-ST-P y pertenecientes a la formación Mosquera, y obtener un mayor detalle de los rasgos y elementos texturales, estructurales y composicionales, que contribuyan a la identificación facial y del ambiente de depósito de dicha formación, se analizaron bajo el microscopio petrográfico seis secciones delgadas cuyas profundidades se enuncian en la (Tabla 6).

Tabla 7. Profundidades de secciones tomadas de la formación Mosquera.

N° de Sección Delgada	Profundidad (Pies)	Formación
1	6201´	Mosquera
2	6242´	
3	6348´	
4	6487´	
5	6568´	
6	6604´	

La descripción micropetrográfica se realizó siguiendo los parámetros de Folk para la clasificación de las rocas sedimentarias, la tabla granulométrica propuesta por Wentworth, y el atlas de rocas sedimentarias en lámina delgada de Adams y MacKenzie, entre otros. Se identificaron las características de las partículas que componen la roca, con el fin de generar una idea de los procesos que tuvieron lugar durante la depositación y posterior litificación del sedimento. Se describen forma y contorno de los clastos (redondez y esfericidad) que conforman el armazón, el tipo y porcentaje de matriz, cemento, porosidad, el tipo de contacto de los granos y variación del tamaño (calibrado), presencia en los minerales de maclas, zonación, inclusiones, intercrecimientos, sobre crecimientos y alteraciones, entre otras.

7.1.3.1 Muestra C-54 (6201´). Litarenita de grano muy fino a fino, ligeramente feldespática, bien calibrada, arenosoportada, granos subangulares, subesféricos, en contacto longitudinal a puntual, compuesta predominantemente por fragmentos de rocas (45%), correspondientes a cuarcitas, sedimentitas de grano fino, chert y micaesquistos, y cuarzo (40%); en menor proporción feldespatos (8%). Como accesorios aparecen muscovita, minerales opacos clorita, epidota. Matriz escasa o ausente; baja porosidad (2%), bien cementada por material silíceo (5%). Madura

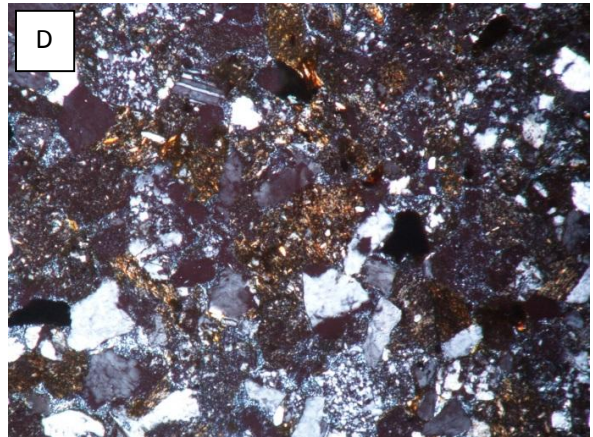
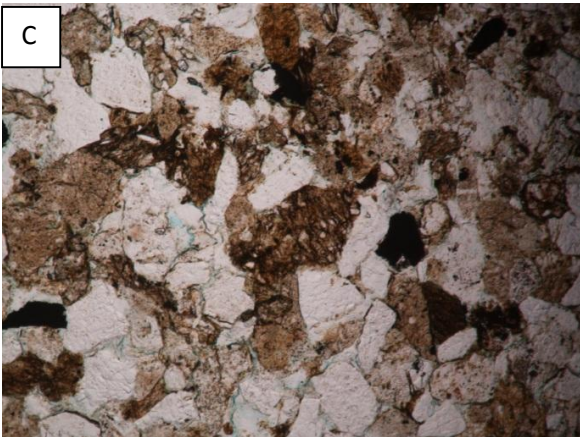
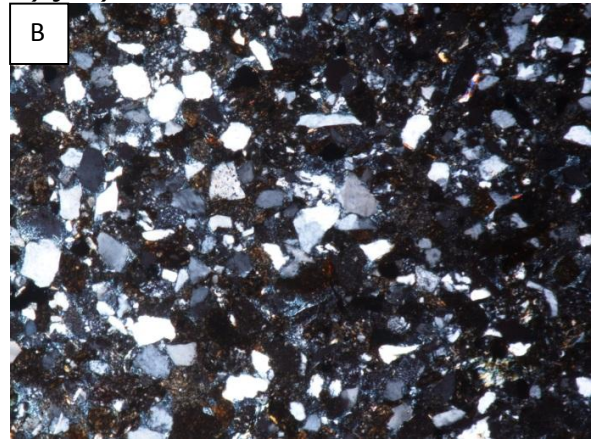
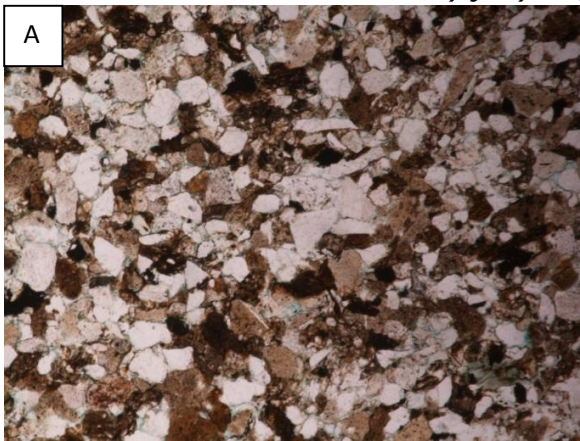
 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

texturalmente (poca arcilla o ninguna en la matriz, partículas con buen calibrado y no redondeadas) y submadura composicionalmente (cuarzo =40%).

FRAGMENTOS LITICOS (45%)

El tamaño de los clastos (arena fina a muy fina), dificulta su identificación, no obstante pueden distinguirse fragmentos de: cuarcita, cuyos clastos son policristalinos y con bordes de grano suturados; limolitas y arcillolitas de colores pardo rojizos con minerales arcillosos de alta birrefringencia, chert de aspecto silíceo, incoloro y de grano no identificable debido a su fino tamaño, y micaesquistos, distinguibles por su alto contenido de muscovita y la orientación preferencial de cristales.

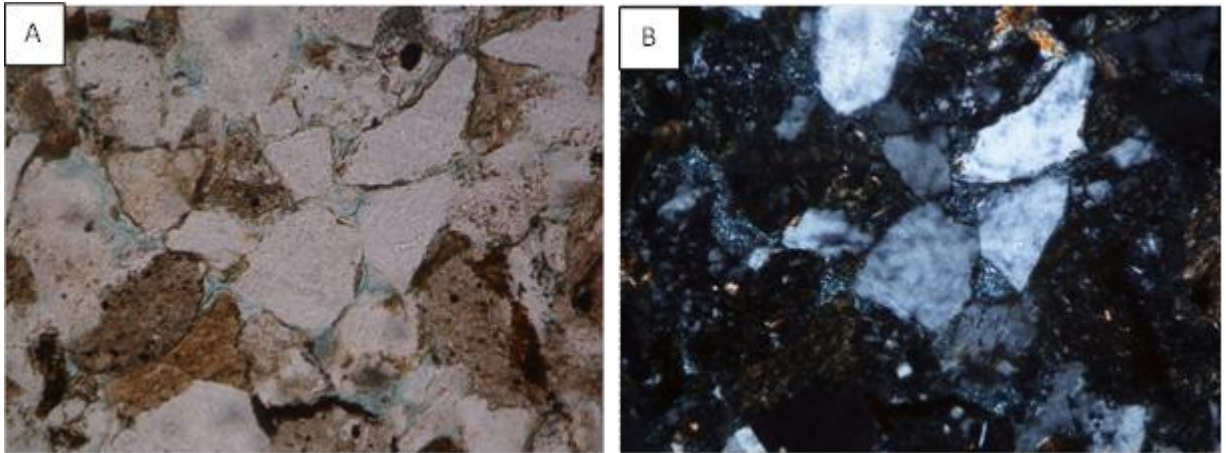
Figura 37. Microfotografía de la muestra C-54 correspondiente a una Litarenita. En A) y B) puede apreciarse el alto contenido de fragmentos de roca y cuarzo de tamaño de grano arena fina a muy fina que constituyen el armazón de la roca, la cual muestra un buen calibrado. Los clastos de cuarzo son subelongados y subangulares. Los fragmentos de roca evidencian tonos parduzcos en nicoles paralelos y en nicoles cruzados se observan oscuros o con colores de interferencia enmascarados por el color natural de los clastos. En C) y D) se observan un mayor detalle de la sección, evidenciando el contacto longitudinal de los clastos y su morfología subangular. La alta birrefringencia en los fragmentos de roca es producto de los minerales arcillosos que los constituyen. También se aprecian fragmentos de roca con colores de interferencia grises y de grano muy fino, correspondientes a fragmentos de chert, y minerales opacos, probablemente óxidos de hierro. Aumento: A) y B) X5; C) y D) X10



CUARZO (40%):

Presenta formas subangulares en tamaños de grado de arena fina, se presenta con extinción uniforme a ondulante, en cristales mono y policristalinos, estos últimos con bordes dentados, indicio de la procedencia metamórfica; presentan bajo relieve, incoloros. Colores de interferencia de grises de primer orden.

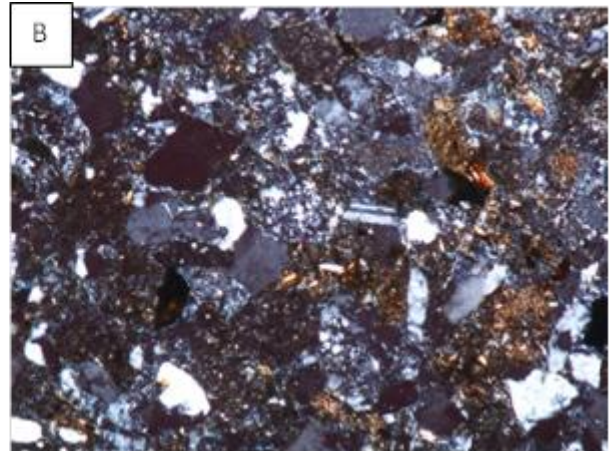
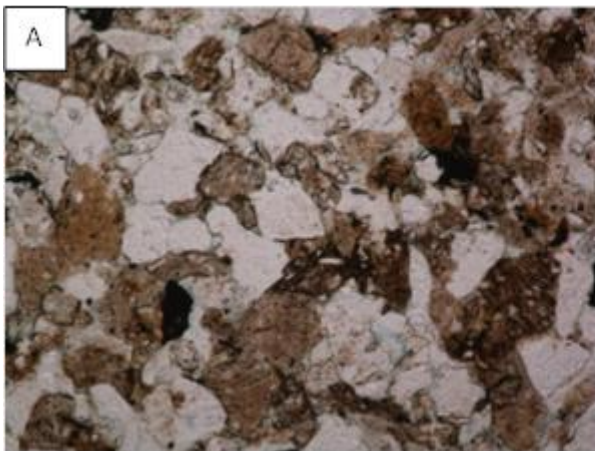
Figura 38. Microfotografía de la muestra C-54 correspondiente a una Litarenita, donde pueden observarse clastos de cuarzo subangulares en contacto puntual a longitudinal, con algunos fragmentos líticos de color parduzco, posiblemente limolitas. En la parte superior de la imagen se observa un cristal de muscovita, identificable por ser incoloro, de habito hojoso, y altos colores de interferencia. En el espacio intergranular se aprecia la ausencia de matriz lodosa, y los clastos estan cementados por un material siliceo, caracterizado por ser incoloro, de aspecto vítreo, microcristalino, y de baja birrefringencia. *Aumento: X20.*

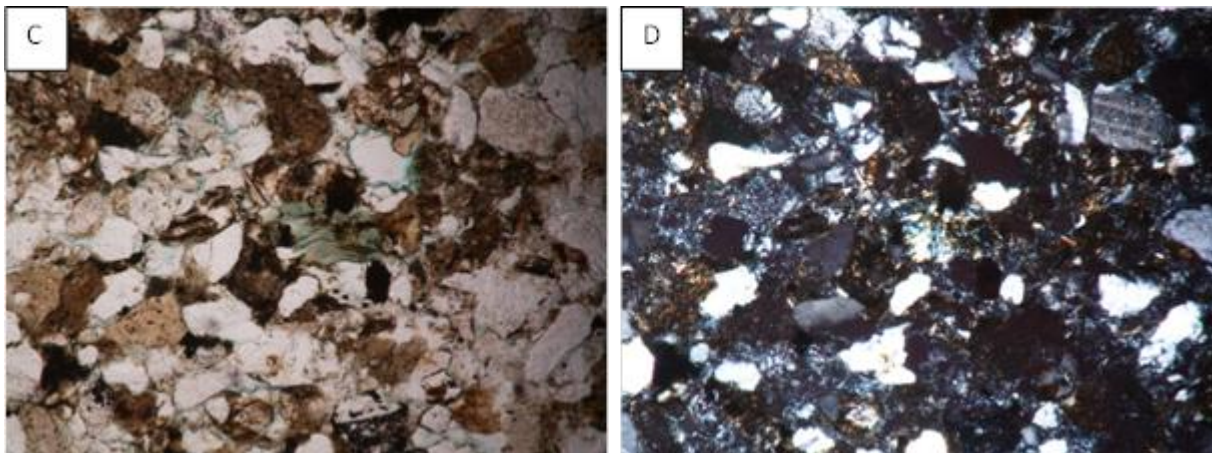


Feldespatos (8%)

Incoloro, relieve bajo, presente en clastos de tamaño arena muy fina, representados principalmente por plagioclasa albitica a intermedia, con maclado polisintético a Carlsbad, levemente alteradas a sericita, aunque también se identificó ortosa, característica por ser incolora, con ausencia de maclado, colores de interferencia grises de primer orden y de aspecto turbio debido a la alteración.

Figura 39. Microfotografía de la muestra C-54 correspondiente a una Litarenita, donde puede apreciarse, en A) y B), a la derecha del centro de la fotografía un grano de plagioclasa albita con macla característica. En el centro de la fotografía se observa un cristal de cuarcita constituido por cristales de cuarzo con diferente orientación óptica. En la parte derecha de la foto se aprecian fragmentos de roca de arcillolitas, de color parduzco y con alta birrefringencia. En C) y D) se aprecia en la esquina superior derecha otro grano de albita con macla característica, cuyo color se ve turbio como producto de la alteración sericitica. También se aprecia clorita en el centro de la fotografía, caracterizada por su color verde pálido y su hábito laminar. Aumento: A) y B) X10; C) y D) X10





7.1.3.2 Muestra C-55 (6243'). Es una roca detrítica, Litarenita moderadamente calibrada, de grano medio, oscilando entre grueso a fino, con excepcionales clastos tamaño muy grueso a guijo, granos subangulares a subredondeados, en contacto puntual, menor longitudinal, compuesta por cristales de cuarzo (35%) y fragmentos líticos (45%), en menor proporción feldespatos y plagioclasa (5%), como minerales accesorios aparecen muscovita, clorita, minerales opacos, zircón, epidota. Matriz escasa o ausente. Presenta buena porosidad (10%), tanto primaria (interparticula) como secundaria por fracturamiento. Cemento silíceo. Con abundantes venillas de cuarzo. Submadura textural y composicionalmente.

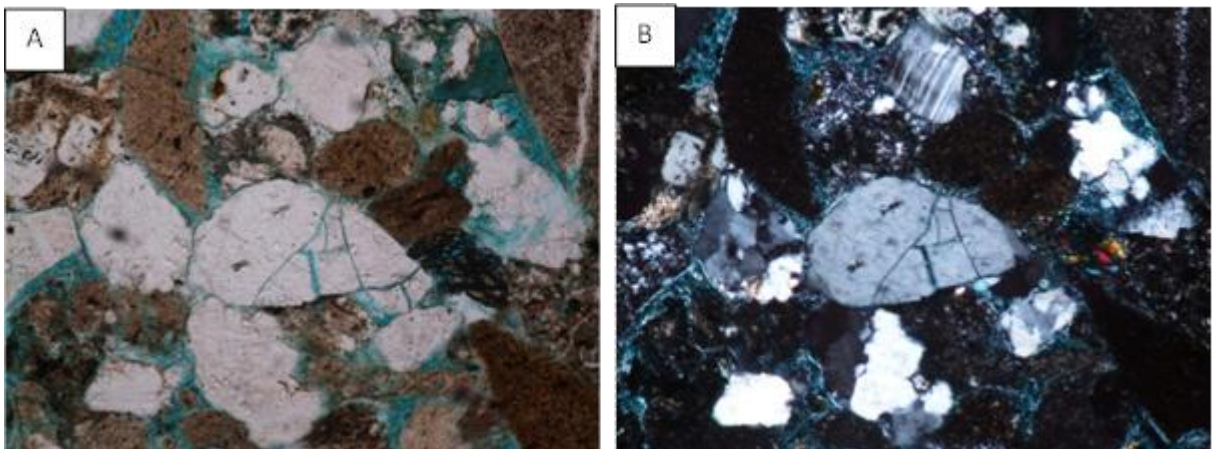
CUARZO: 35%

Los cristales de cuarzo presentan formas subangulares en tamaños de grado de arena media a fina, se presenta con extinción uniforme a ondulante, en cristales mono y policristalinos, estos últimos con bordes dentados, indicio de la procedencia metamórfica; presentan bajo relieve, incoloros.

Figura 40. Microfotografía de la muestra C-55 correspondiente a una Litarenita, observada bajo: A) luz polarizada sin analizador (LPNA) y B) luz

polarizada analizada (LPA), en las cuales puede observarse granos de cuarzo de tamaño arena media, subredondeados a subangulares, incoloros y con baja birrefringencia (grises de primer orden). En el centro de la imagen puede apreciarse un clasto de cuarzo monocristalino, y en derredor de este varios clastos policristalinos, evidentes por presentar dentro de un mismo grano extinción en diferentes direcciones. Se aprecian clastos de albita y epidota, en la parte superior y a la derecha del centro de la imagen, respectivamente, como también numerosos fragmentos líticos de sedimentitas de grano fino, caracterizadas por su color parduzco en LPNA.

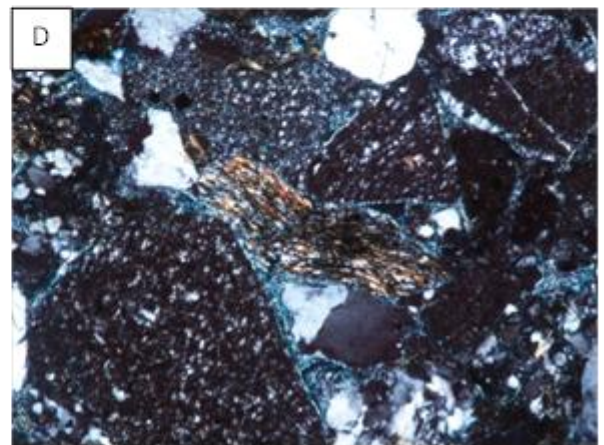
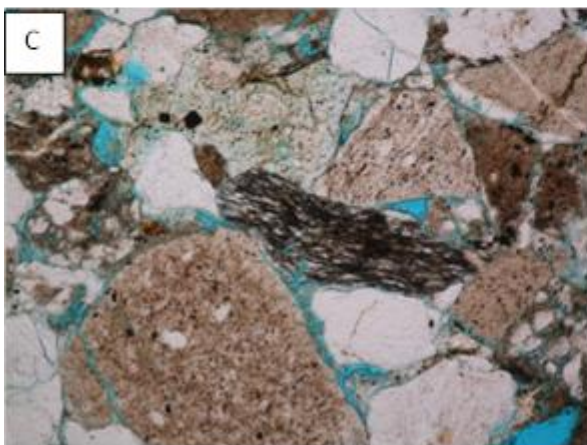
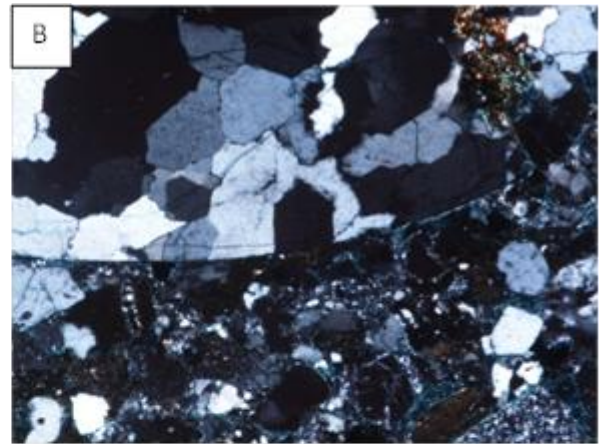
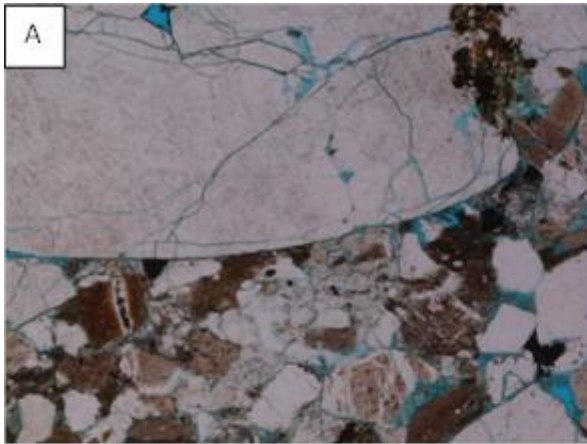
Aumento: X10





FRAGMENTOS LITICOS (45%)

Se presentan en tamaños de grano arena media a gruesa, excepcionalmente gránulo, y evidencian diversas litologías, tanto sedimentarias, de grano fino (limolitas, arcillolitas de colores parduzcos y chert), como metamórficas (Cuarzitas y esquistos micáceos), donde se aprecian contactos suturados y foliación.

Figura 41. Microfotografía de la muestra C-55 correspondiente a una Litarenita. En A) y B) puede observarse un fragmento lítico tamaño guijo de cuarcita, bien redondeado y bastante fracturado, caracterizado por ser policristalino y presentar cristales de cuarzo con bordes rectos a suturados. En C) y D) se observa un fragmento de esquisto micáceo caracterizado por la foliación y la alta birrefringencia de los minerales micáceos constituyentes. También se observan fragmentos líticos de limolitas, granos de cuarzo, y la buena porosidad de la roca. *Aumento: A) y B) X5, C) y D) X10.*

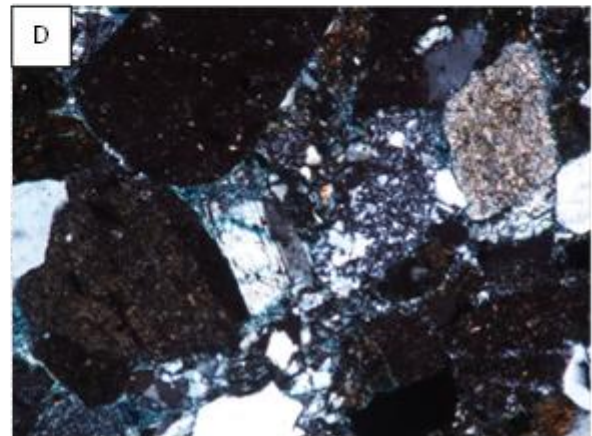
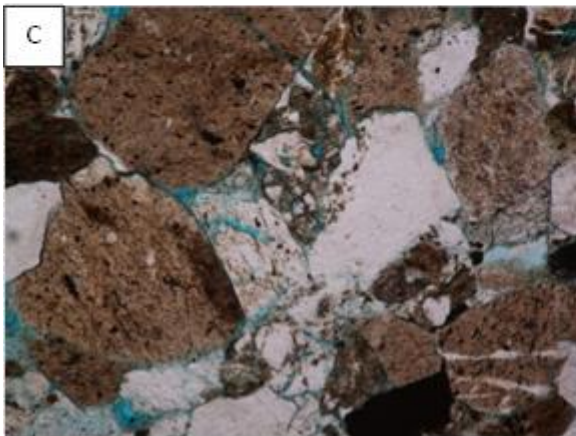
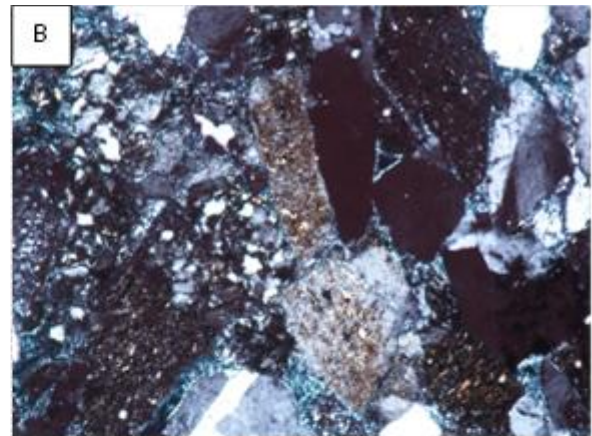
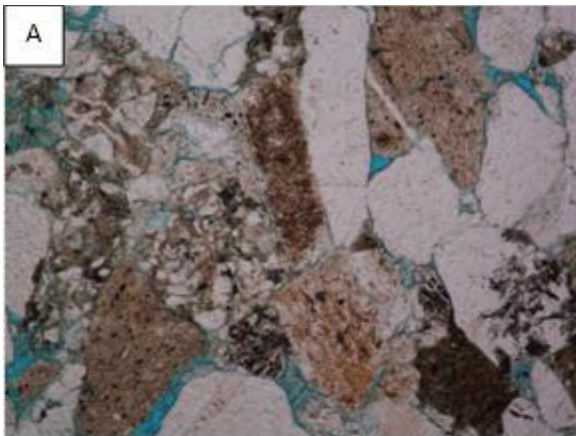


 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---



FELDESPATOS (10%)

Incoloro, relieve bajo, presente en clastos de tamaño arena fina, representados principalmente por ortosa de forma tabular, no maclada, de aspecto turbio producto de su alteración a sericita y caolín, y plagiosclasa albita, con maclado polisintético, de tamaño de grano arena muy fina y menor grado de alteración que la ortosa.

Figura 42. Microfotografía de la muestra C-55 correspondiente a una Litarenita. En A) y B) puede apreciarse clastos de ortosa en la parte central de la fotografía, caracterizados por presentar aspecto turbio de color parduzco, producto de la alteración a sericita. Los colores de interferencia son similares al del cuarzo, pero se distingue de este por la alta birrefringencia de los minerales de alteración. En C) y D) se aprecia en el centro de la fotografía un clasto tabular de plagioclasa, característico por la presencia de maclas, y a la derecha un grano de ortosa con alto grado de alteración. Aumento: X10



7.1.3.3. Muestra C-61 (6348'). Muestra tomada a 6348 pies de profundidad correspondiente a una Subarcosa de grano muy fino limosa , bien calibrada,

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

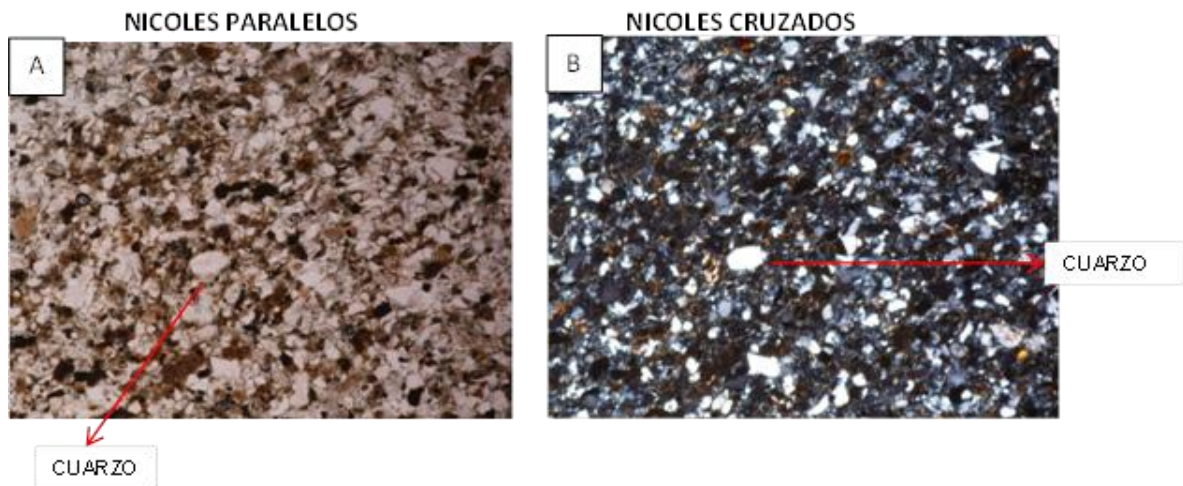
granos subangulares, cuarzo predominantemente (70%), Feldespato (10%), con algo de Fragmento de roca (5%), minerales opacos (2%), Plagioclasas (2%), y en menor proporción Glauconita, Circón, Moscovita, Biotita, presenta un bajo grado de madurez texturalmente y composicional, granos con contacto longitudinal y en ocasiones tangencial, cemento silíceo, matriz lodosa (10%), con escasa porosidad.

CUARZO: 60%

Individuos incoloros de bajo relieve, se exhiben colores de interferencia blancos del primer orden, su tamaño varía de arena muy fina a tamaño limo, se presenta con extinción uniforme a ondulante, en cristales mono y policristalinos, sus cristales presentan formas angulares.

Lente 5X

Figura 43. Microfotografía de la muestra C-61 correspondiente a una subarcosa, limosa observada bajo: A) luz polarizada sin analizador (LPNA) y B) luz polarizada analizada (LPA), en las cuales puede observarse granos de cuarzo de tamaño que varía de muy fina a limo, angulares, incoloros y con baja birrefringencia (grises de primer orden), se puede apreciar su matriz lodosa, y la ausencia de porosidad. *Aumento: X*



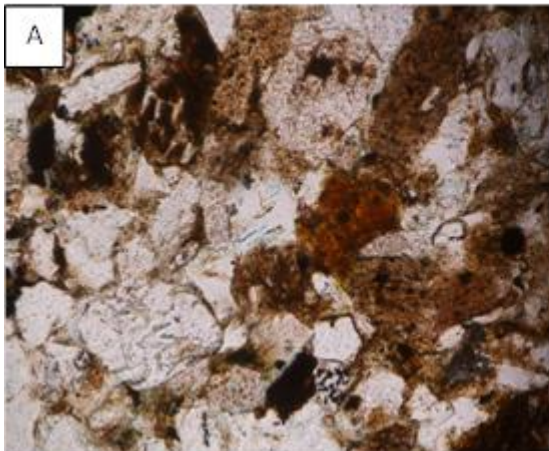
FELDESPATO: 25%

Su tamaño varia de arena fina a limo, sus cristales presentan forma angulares a subangulares, presenta relieve bajo, exhiben un bajo grado de alteración, se aprecian colores parduzcos con LPNA, se encuentran en contacto longitudinal con el cuarzo.

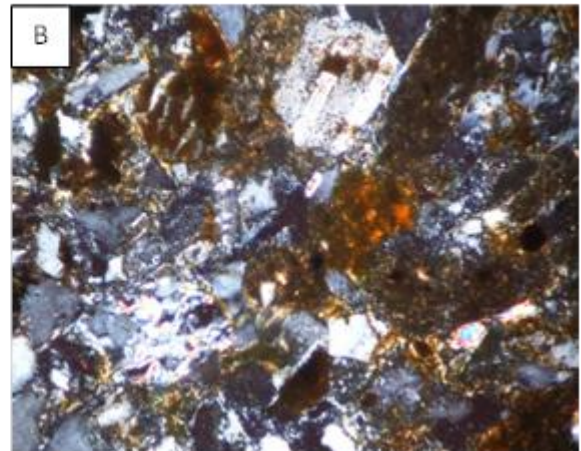
Lente 20X

Figura 44. Microfotografía de la muestra C-61 correspondiente a una subarcosa, limosa. En A) y B) puede apreciarse clastos de feldespato en la parte superior de la fotografía, caracterizados por presentar aspecto turbio de color parduzco, producto de la alteración, este se distingue por la alta birrefringencia de los minerales de alteración.

NICOLES PARALELOS



NICOLES CRUZADOS



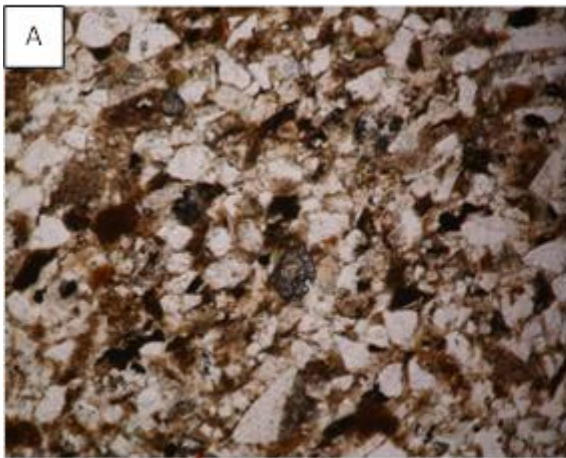
FRAGMENTOS LITICOS: 5%

Se presentan en tamaños de grano arena fino a medio, fragmento de roca de cuarcita de grano fino, policristalinos, donde se aprecian contactos suturados, presenta un relieve bajo, extinción neta a ondulante; en menor proporción se aprecian fragmento de chert, caracterizado por su apariencia cuarzosa, incoloro, su morfología angular, y tamaño de grano muy fino.

Lente 20X

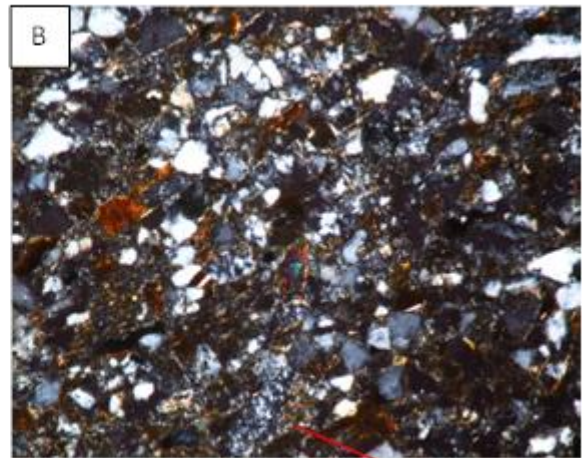
Figura 45. Microfotografía de la muestra C-61 correspondiente a una subarcosa, limosa. En A) y B) puede apreciarse contenido de fragmentos de roca y cuarzo de tamaño de grano arena fina. Se aprecian fragmentos de roca con colores de interferencia grises y de grano muy fino, correspondientes a fragmentos de chert, y minerales opacos, posiblemente oxidos de hierro.

NICOLES PARALELOS



FR CHERT

NICOLES CRUZADOS



FR CHERT

GLAUCONITA: 1%

Individuos de color verde de segundo orden, se presentan en tamaños de grano arena muy fina de relieve alto, sus colores de interferencia están enmascarados por el color natural del mineral, los cristales presentan formas de subredondeadas a redondeadas, se evidencia poco porcentaje de este mineral en la lámina delgada, sus bordes están en contacto longitudinal con el cuarzo.

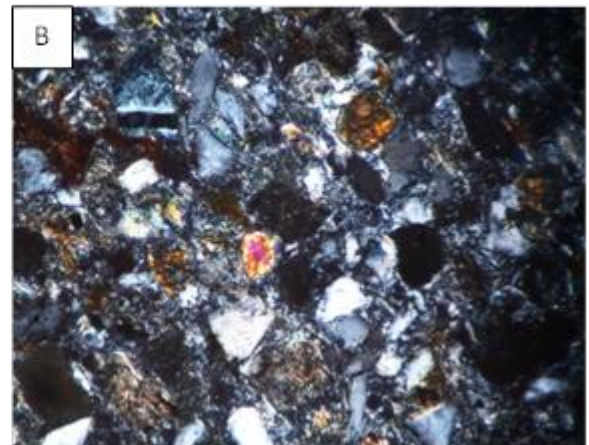
Lente 20X

Figura 46. Microfotografía de la muestra C-61 correspondiente a una subarcosa, limosa. Las fotografías A) y B) muestran la glauconita de grano de arena muy fina puede identificarse con facilidad con LPNA a causa de su color verde, el grano situado en la parte superior de la imagen contenido de muchos cristales pequeños de cuarzo que varían de muy fino a limo, la glauconita tiene birrefringencia media según muestran las fotografías con LPA.

NICOLES PARALELOS



NICOLES CRUZADOS



CIRCON: 1%

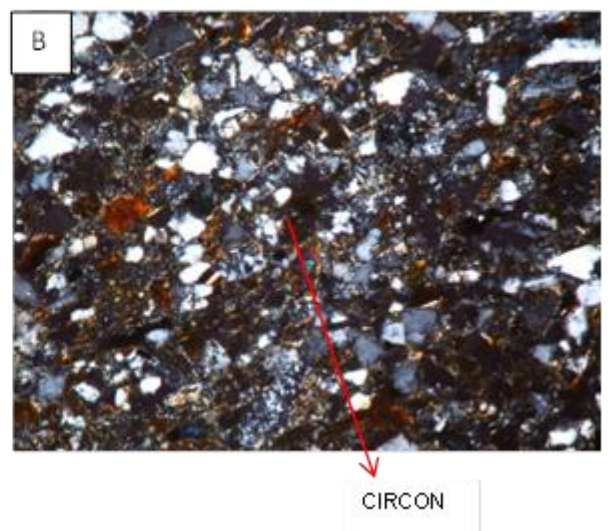
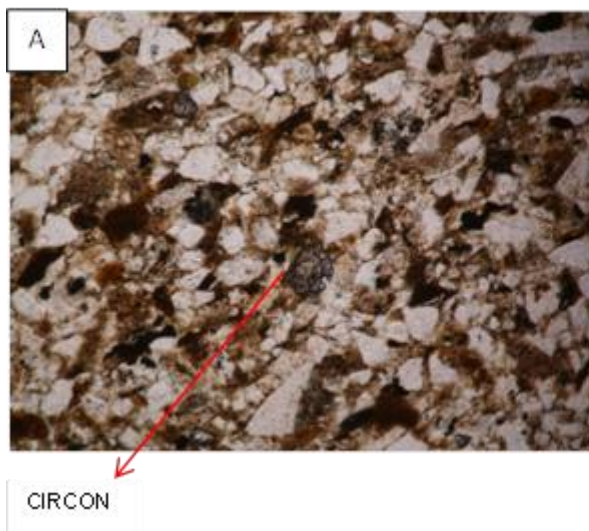
Presenta tamaño de grano arena muy fina, se aprecia un relieve muy alto, colores de interferencia de tercer orden, sus cristales presentan formas subredondeadas.

Lente 10X

Figura 47. Microfotografía de la muestra C-61 correspondiente a una subarcosa, limosa. Las fotografías A) y B) muestran el Circon de grano de arena muy fina puede identificarse con facilidad por su alto relieve, y colores de interferencia de tercer orden.

NICOLES PARALELOS

NICOLES CRUZADOS



MOSCOVITA: 1%

Cristales incoloros hojosos, presenta hábito laminar con terminaciones irregulares, exhibe exfoliación basal perfecta, de relieve bajo, se presentan en tamaños de grano arena muy fina.

PLAGIOCLASA: 2%

Cristales Incoloros de bajo relieve, presenta birrefringencia débil, grises de primer orden, presente en clastos de tamaño arena muy fina, y de forma angular, representados principalmente por anortita y albita.

BIOTITA: 1%

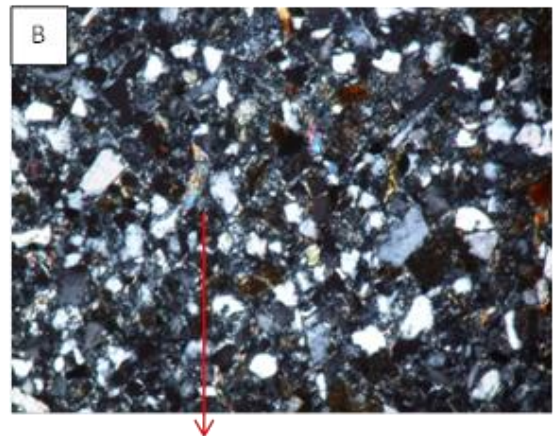
Individuos de hábito hojoso, se presenta en forma tabular y longitudinales de aspecto rectangular, se aprecia un pleocroísmo intenso, se presentan en tamaños de grano arena muy fina, su distribución en la roca es heterogénea.

Lente 10X

Figura 48. Microfotografía de la muestra C-61 correspondiente a una subarcosa, limosa. Las fotografías A) y B) muestran fragmento de roca con contenido de mica moscovita, biotita y plagioclasa, las láminas de mica muestran un hábito laminar con terminaciones irregulares, exhibe exfoliación basal perfecta, de relieve bajo, las clastos de biotita exhiben un hábito hojoso, en forma tabular y longitudinales de aspecto rectangular, y pequeños granos de plagioclasas los cuales se pueden identificar fácilmente por sus maclas.



NICOLES PARALELOS

NICOLES CRUZADOS



MOSCOVITA

MOSCOVITA

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

7.1.3.4. Muestra C-68 (6487'). Muestra tomada a 6348 pies de profundidad correspondiente a una Limolita ligeramente arenosa, bien calibrada, lodosoportada, clastos subangulares, granos de arena muy fina en contacto tangencial a flotantes, matriz limo-arcillosa(5%), constituida principalmente por Cuarzo (60%),y Muscovita (15%), en menor porcentaje fragmentos de roca de cuarcita y chert (6%), Plagiocasa- Albita (2%), Feldespato (3%), Opacos (2%) ,Circón(1%) y Clorita (1%) , Cementada por material arcilloso (5%). Composicionalmente submadura, con escasa porosidad

A continuación se describen los minerales presentes en la muestra:

CUARZO: 60%

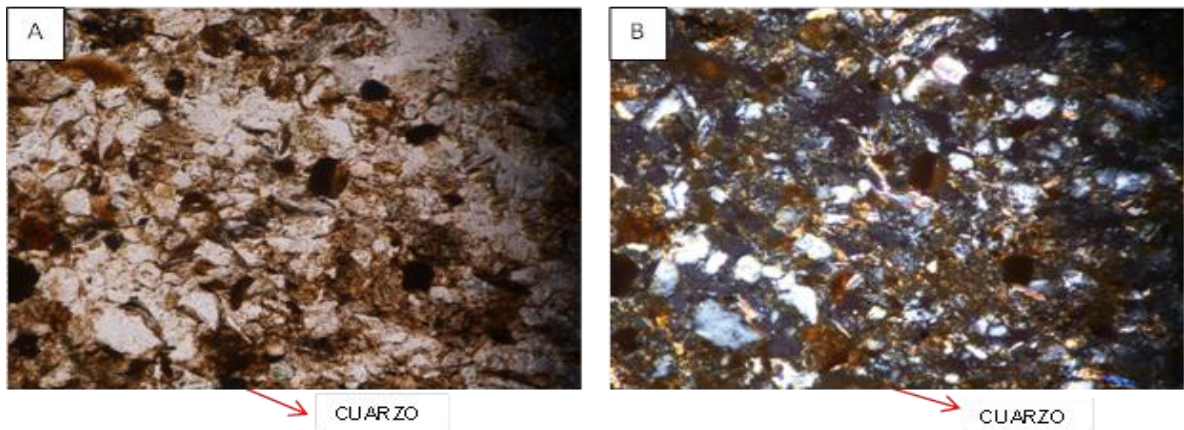
Se observan los cristales de cuarzo de tamaños que varían de arena muy fina a tamaño limo, bajo relieve en su forma, desde angulares hasta redondeados, se presenta con extinción uniforme a ondulante, en cristales incoloros con variedad mono y policristalinos, Colores de interferencia grises de primer orden.

Lente 20X

Figura 49. Microfotografía de la muestra C-68 correspondiente a una Limolita ligeramente arenosa, la fotografía A) con (LPNA) y la fotografía B) con (LPA), muestran granos de cuarzo de tamaños que varían de arena muy fina a tamaño limo, con morfología angulares hasta redondeados, La matriz dispuesta entre los granos de cuarzo es limo-arcillosa.

NICOLES PARALELOS

NICOLES CRUZADOS



MOSCOVITA: 15%

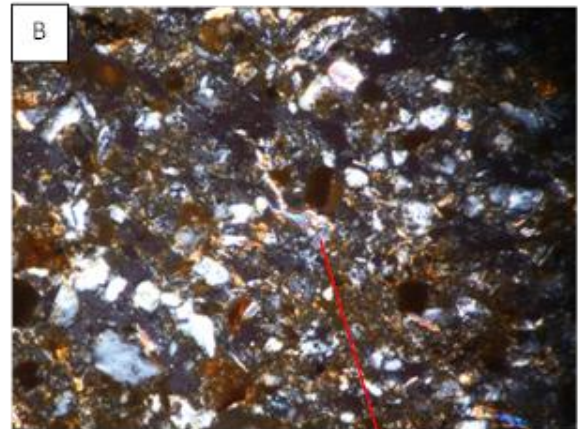
Incoloro, sus cristales presentan formas tabulares delgadas, exhibe una exfoliación basal perfecta, relieve no marcado, se aprecia un cambio de relieve en nicoles paralelos al girar la platina, el tamaño de sus cristales varía de limo a arena muy fina.

Lente 20X

Figura 50. Microfotografía de la muestra C-68 correspondiente a una Limolita ligeramente arenosa, Las fotografías A) y B) muestran fragmento de roca con contenido de mica moscovita, las láminas de mica se presentan en formas tabulares delgadas, exhibe una exfoliación basal perfecta, relieve no marcado

NICOLES PARALELOS

NICOLES CRUZADOS



MOSCOVITA

MOSCOVITA

FRAGMENTOS LITICOS: 7%

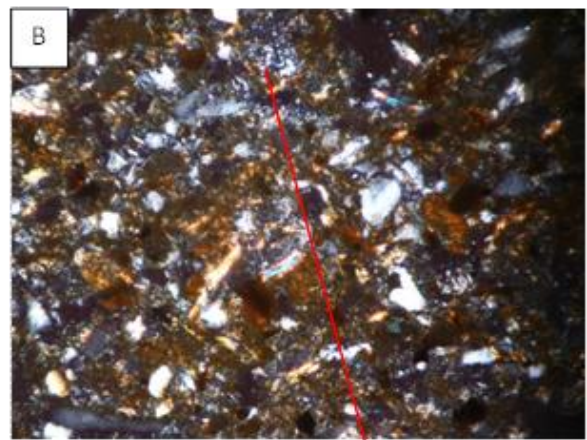
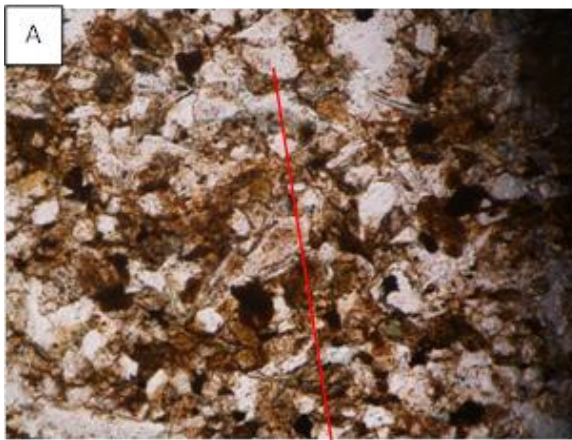
Están constituidos por cuarcitas de grano fino a muy fino, policristalinos, se aprecian contactos suturados, presenta un relieve bajo, extinción neta a ondulante; se evidencian fragmentos de chert en menor porcentaje, incoloro, su forma varía de angular a subangular, y tamaño de grano muy fino.

Lente 20X

Figura 51. Microfotografía de la muestra C-68 correspondiente a una Limolita ligeramente arenosa, Las fotografías A) y B) muestran un fragmento de roca rico en cuarcita de grano fino a muy fino, policristalinos, éstas son claramente distinguibles, Incluso observada en LPNA, presenta un relieve bajo, extinción neta a ondulante.

NICOLES PARALELOS

NICOLES CRUZADOS



CUARCITA

CUARCITA

CLORITA: 4%

Individuos de color verde pálido, su forma varia de angular a subangular , tamaño de grano arena muy fina, de relieve bajo, se aprecian en contacto tangencial con el cuarzo.

Lente 20X

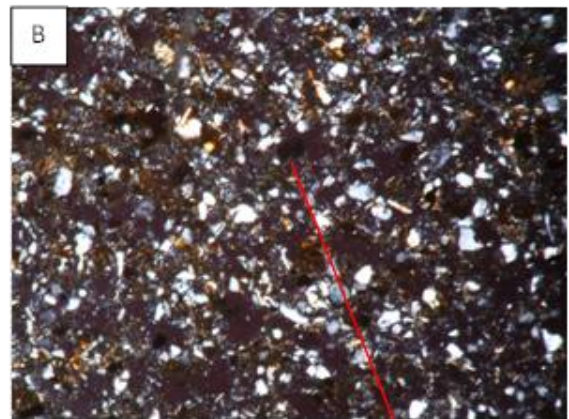
Figura 52. Microfotografía de la muestra C-68 correspondiente a una Limolita ligeramente arenosa, Las fotografías A) y B) muestran una roca sedimentaria de grano muy fino donde son visibles muchos fragmentos pequeños inferior a 1 mm , por lo tanto son de difícil identificación, entre estos la clorita, se aprecia de color verde pálido, formas angulares a subangulares , de relieve bajo.

NICOLES PARALELOS





CLORITA

NICOLES CRUZADOS



CLORITA

7.1.3.5. Muestra C-72 (6604'). Muestra tomada a 6604 pies de profundidad correspondiente a una Roca detrítica, Litarenita, su tamaño de grano oscila de muy fino a fino, moderadamente calibrada, granos subangulares a angulares, en contacto longitudinal y ocasionalmente puntual, constituida predominantemente por cristales de Cuarzo (50%), Fragmentos líticos (sedimentarios y metamórficos) (20%), en menor proporción Feldespato (5%), Moscovita (3%), Plagioclasa-Anortita (2%), Clorita (1%), Circón (1%). Presenta una zona donde sus cristales esta flotantes e inmersos en una matriz lodo-calcárea (10%). Bien cementada por

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

material arcilloso (7%), Submadura textural y composicionalmente, con escasa porosidad.

A continuación se describen los minerales presentes en la muestra:

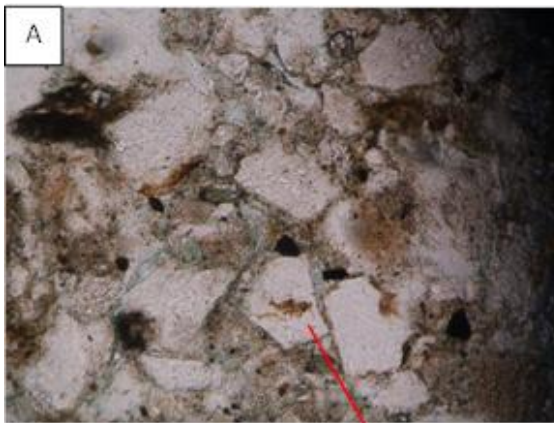
CUARZO: 50%

Cristales incoloros de bajo relieve, los colores de birrefringencia son grises de primer orden, el tamaño de sus granos varían de arena muy fina a fina, desde angulares hasta subangulares, se presenta con extinción uniforme a ondulante, en cristales incoloros con variedad mono y policristalinos, Colores de interferencia grises de primer orden.

Lente 20X

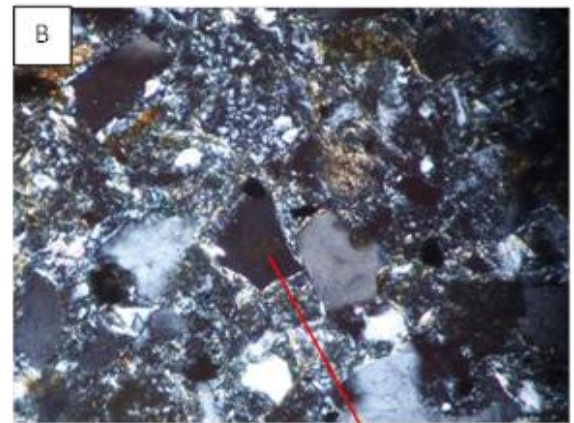
Figura 53. Microfotografía de la muestra C-72 correspondiente a una Litarenita, la fotografía A) con (LPNA) y la fotografía B) con (LPA), muestran granos de cuarzo granos que varían de arena muy fina a fina, con morfología desde angulares hasta subangulares, La matriz dispuesta entre los granos de cuarzo es lodo-calcárea.

NICOLES PARALELOS



CUARZO

NICOLES CRUZADOS





CUARZO

MOSCOVITA: 3%

Cristales incoloros hojosos, de hábito laminar con terminaciones irregulares, se presenta concordante con la única dirección de esquistosidad, relieve bajo, tamaño de grano muy fino, heterogéneamente distribuida en la roca.

FRAGMENTOS LITICOS: 30%

Están constituidos por Cuarcitas de tamaño de grano fino, policristalinos, se aprecian contactos suturados, presenta un relieve bajo, son angulares, extinción

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

neta a ondulante; se evidencian fragmentos de Chert, incoloro, su forma es subangular, y tamaño de grano oscila de fino a medio, se observan Fragmentos de Esquistos Micáceos de tamaño de grano fino, presentan una foliación marcada, relieve no marcado, también se aprecia Fragmentos de sedimentitas de grano fino posiblemente Arcillolitas, forma subangular y en ocasiones subredondeado, ocasionalmente exhibe microvenillas de cuarzo.

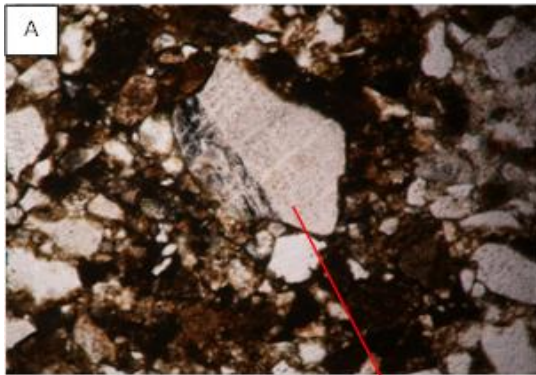
CIRCON (1%)

Presenta tamaño de grano arena muy fina, se aprecia un relieve muy alto, birrefringencia muy fuerte, colores de interferencia de tercer orden, sus cristales presentan formas subredondeadas.

Figura 54. Microfotografía de la muestra C-72 correspondiente a una Litarenita, puede apreciarse el alto contenido de fragmentos de roca, la cual muestra un moderadamente calibrado. En las fotografías A) y B) se evidencian fragmentos de Chert, incoloro, su forma es subangular, y tamaño de grano oscila de fino a medio. Las imágenes C y D muestran un grano de esquisto micáceo el cual muestra una alineación preferente que define una textura esquistosa y un clasto de circón de tamaño de grano arena muy fina, se aprecia un relieve muy alto, birrefringencia muy fuerte, colores de interferencia de tercer orden

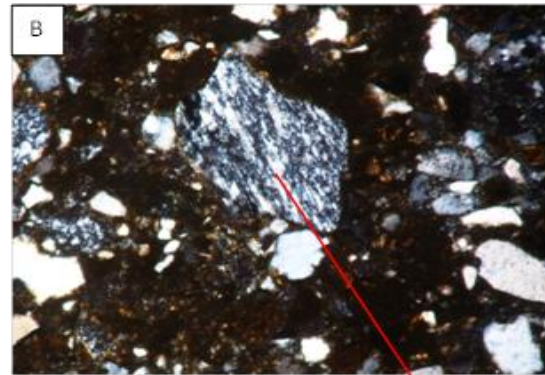
Lente 10X

NICOLES PARALELOS



FR CHERT

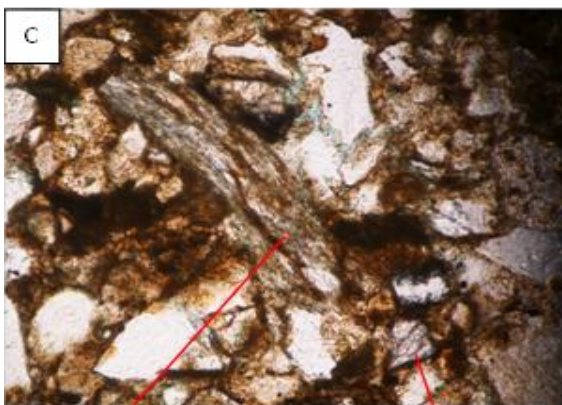
NICOLES CRUZADOS



FR CHERT

Lente 20X

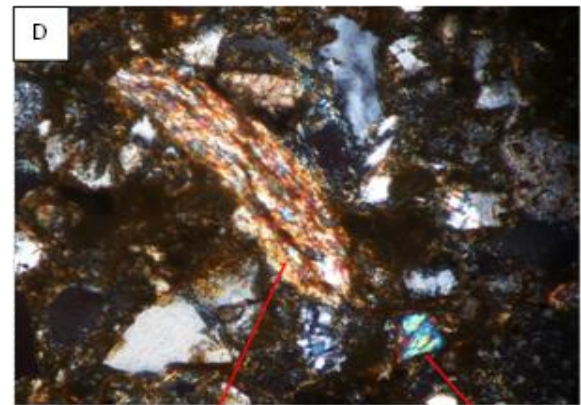
NICOLES PARALELOS



FR ESQUISTO MICASCEO

CIRCON

NICOLES CRUZADOS



FR ESQUISTO MICASCEO

CIRCON

FELDESPATO: 5%

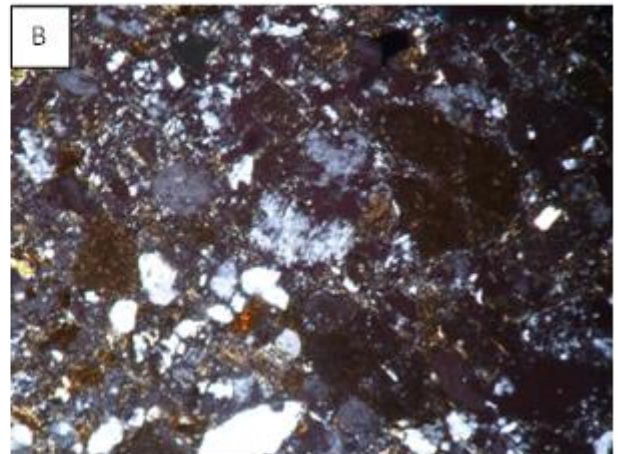
Individuos incoloros de aspecto terroso, Su tamaño varia de arena fina a muy fina, sus cristales presentan forma angulares a subangulares, presenta relieve bajo, exhiben un aspecto turbio debido a la alteración, se aprecian colores parduzcos en nicoles paralelos, se encuentran en contacto longitudinal y tangencial con el cuarzo.

Lente 10X



Figura 55. Microfotografía de la muestra C-72 correspondiente a una Litarenita, en A) y B), en el centro de la fotografía un grano feldespato, caracterizados por presentar aspecto turbio de color parduzco, producto de la alteración a sericita, Su tamaño varia de arena fina a muy fina, sus cristales presentan forma angulares a subangulares, presenta relieve bajo.

NICOLES PARALELOS

NICOLES CRUZADOS

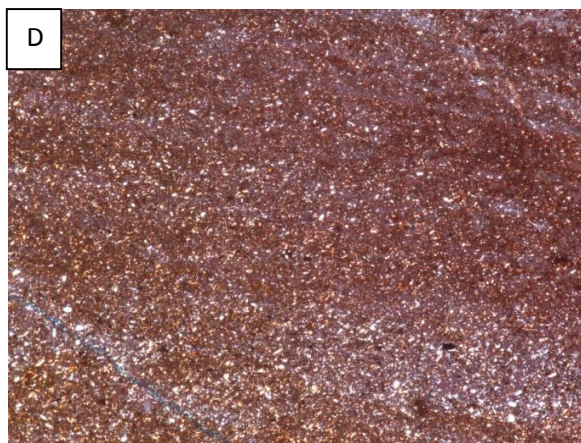
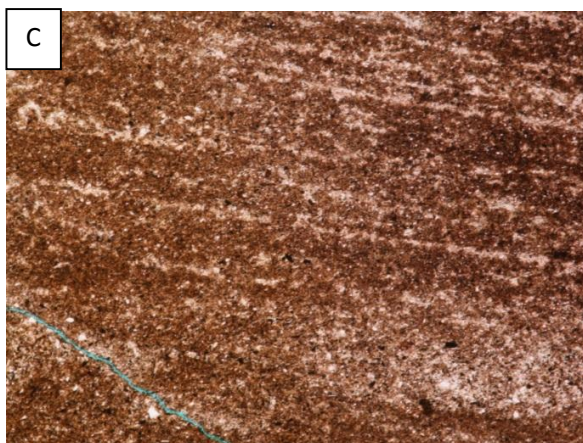
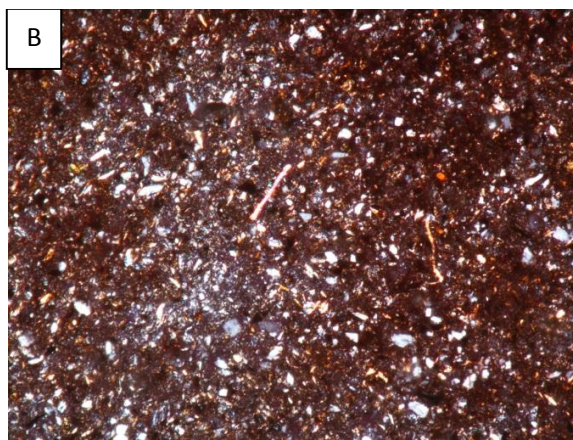
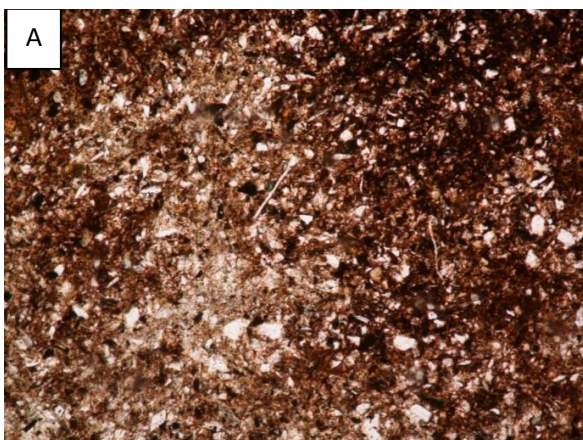


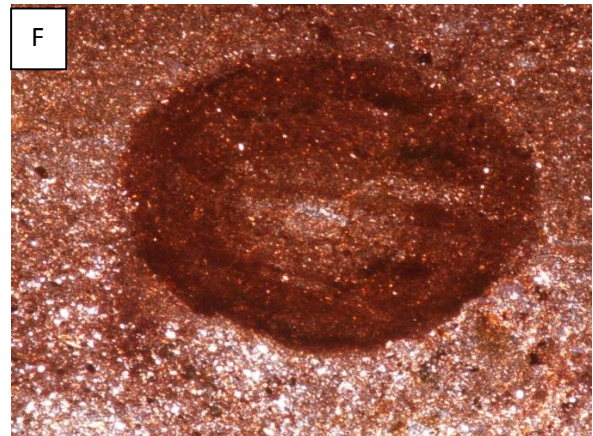
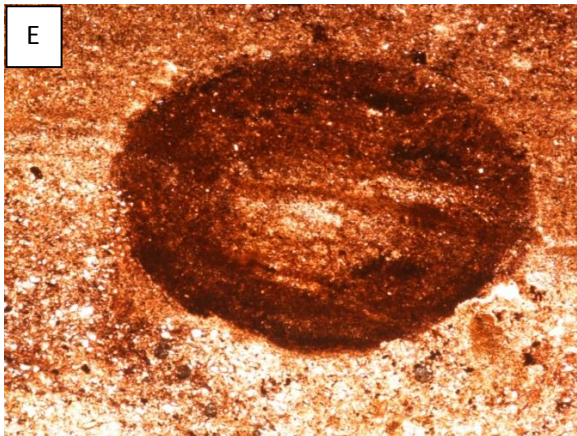
7.1.3.6 Muestra C-71 (6568'). Limolita arcillosa, pardo amarillenta, constituida principalmente por pequeños granos de cuarzo y laminillas de mica muscovita, con un contenido menor de minerales opacos y clorita. Los granos de cuarzo se

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

presentan subelongados subangulares, en contactos puntuales a flotantes dentro de material arcilloso. Exhibe en sectores laminación planoparalela, la cual se ve interrumpida por estructuras biogénicas (bioturbación). Se exhibe un contraste granulométrico neto, definido por una variación en la relación limo-arcilla a lo largo de una superficie irregular. Se identificó un molde de concha de bivalvo relleno de material arcilloso y un nódulo arcilloso, este último en la superficie que define el contraste granulométrico.

Figura 56. Microfotografía de la muestra C-71 correspondiente a una Limolita arcillosa, en la cual puede observarse: En A) y B), la composición predominantemente cuarzosa, con clastos tamaño limo, subelongados y subangulares, como también una lámina de mica muscovita transparente y con alta birrefringencia, en una matriz de arcillosa de grano más fino y con altos colores de interferencia, típico de las arcillas. En E) y F) se observa un nódulo arcilloso en el contacto entre material más limoso en la parte inferior y más arcilloso en la parte superior. Aumento: En A) y B) X10; en C), D), E) y F) X5.





7.2 ANALISIS FACIAL DE LA FORMACION MOSQUERA

Las litologías predominantes de la Formación Mosquera están representadas por arcillolitas abigarradas de color gris verdoso con moteado pardo amarillento y pardo rojizo, conglomerados polimicticos de matriz areno-arcillosa, limolitas de colores pardo rojizos y en menor proporción areniscas, areniscas líticas a sublíticas, areniscas conglomeraticas y lodolitas calcáreas (**Figura 27**).

7.2.1 Litofacies. A partir de un análisis litológico se logró identificar 6 facies sedimentarias tomados de los núcleos de roca, teniendo en cuenta características estructurales, texturales, y paleontológicas, las cuales se apreciaron a lo largo de la descripción en el pozo ANH-PATIA-1-ST-P.

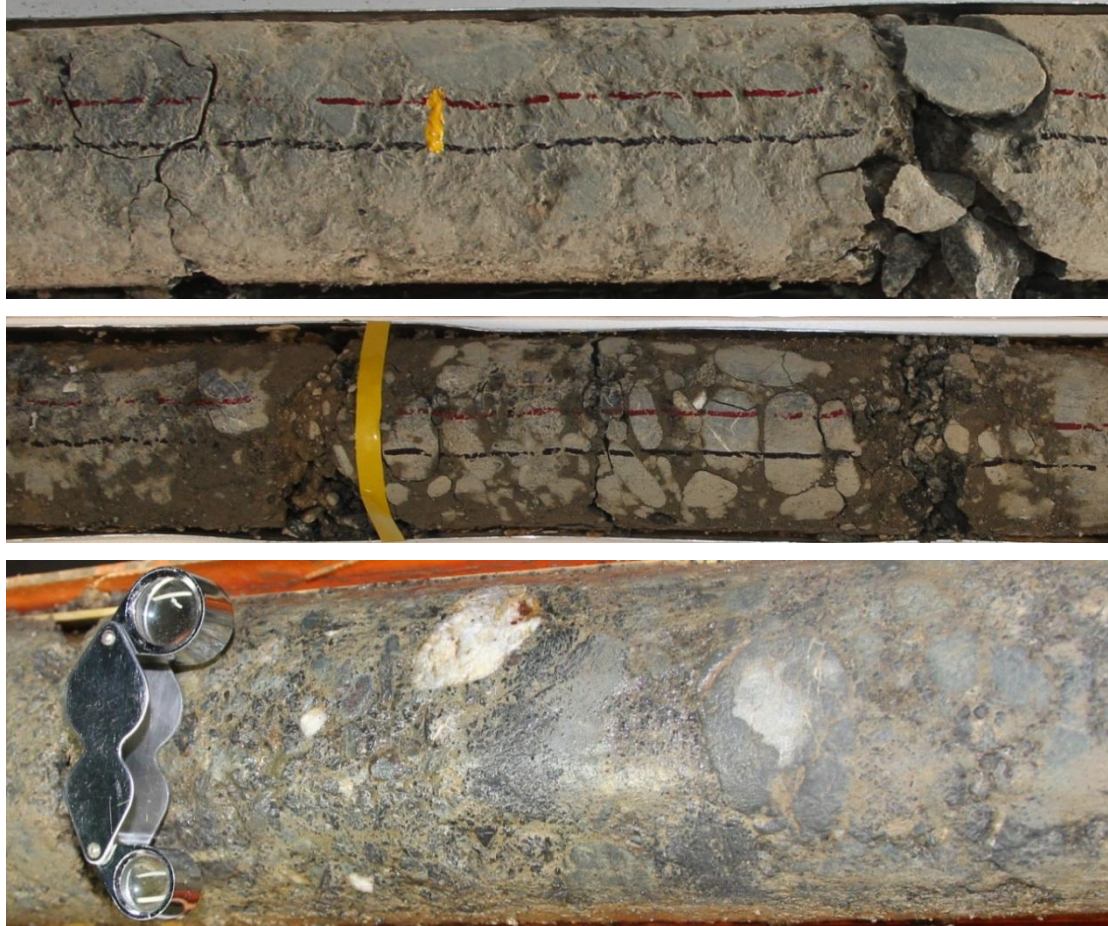
En la siguiente tabla se muestran 6 facies presentes para la Formación Mosquera, las cuales se interpretaron a partir de los códigos de clasificación según Miall (1996).

Tabla 8. Facies identificadas para la Formación Mosquera en el Pozo ANH-PATIA-1-ST-P.

Gcm	<i>Facies de Conglomerados Polimicticos clastosoportados</i>
Gmq	<i>Facies de Conglomerados Polimicticos Matriz soportados</i>
Fsm	<i>Facies de Arcillolitas y Limolitas masivas</i>
Fl	<i>Facies de Arcillolitos y Limolitas laminadas</i>
Sh	<i>Facies de Arenisca con laminación</i>
Sm	<i>Facies de Arenisca masiva</i>

Facies de Conglomerados Polimicticos clastosoportados (Gcm): Exhiben color gris oscuro a negro, y se componen de clastos tamaño gránulos a guijarros, subredondeados a subangulares, de basalto gris oscuro, diabasa gris a verde oliva, andesita gris clara, chert gris a verde ahumado, cuarcita gris clara y cuarzo lechoso, pobremente seleccionados. Estructuras sedimentarias ausentes o no reconocibles. La matriz oscila entre arcillosa y arenosa de grano medio a grueso. Cemento silíceo. Presentan material calcáreo rellenando fracturas. Aparecen ocasionalmente trazas de epidota e inclusiones micropiríticas.

Figura 57. Conglomerados polimicticos donde la matriz oscila entre arcillosa y arenosa.



Facies de Conglomerados Polimicticos matriz soportados (Gmg): bien consolidado, bien cementado, compuesto por fragmentos de tamaño gránulos a guijarros, principalmente de basaltos, diabasa, arcillolita, cuarzo lechoso, cuarcita, limolita y arenisca conglomerática, matriz areno-arcillosa; subredondeados a subangulares. En contacto neto con arenisca. Hacia la base del intervalo disminuye el tamaño de los fragmentos y aumenta considerablemente la proporción de la matriz arenosa; presenta material calcáreo como relleno de estrías sobre los fragmentos de basaltos y entre espacios intergranulares haciendo parte de la matriz. Presenta delgados niveles arenosos de grano muy

fino a fino, arcillolita y arenisca conglomerática con alto contenido de carbonato en la matriz; exhibe una dirección preferencial de fracturamiento transversal de bajo ángulo.

Figura 58. Conglomerados Polimicticos de matriz areno-arcillosa



Facies de arcillolitas y limolitas masivas (Fsm): Abigarradas, color predominante gris claro a oscuro , con matices pardo amarillento moderado, pardo rojizo moderado, poco consolidada, moderadamente blanda, hidratable, soluble, pegajosa, firme, masiva; ocasionalmente limosa, localmente grada a marga, en sectores se torna calcáreo, niveles hidratables con alto hinchamiento debido a su alta permeabilidad.

Figura 59. Arcillolita abigarrada con algunos niveles blocosos, fracturada.

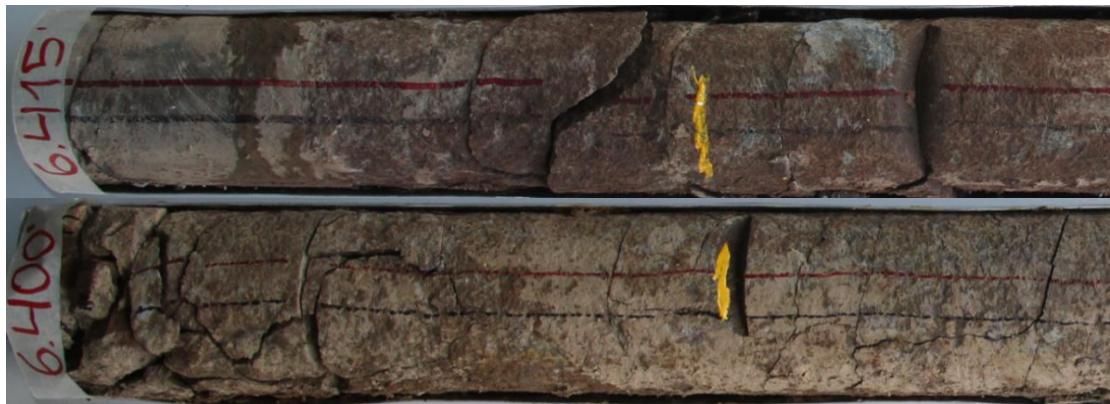
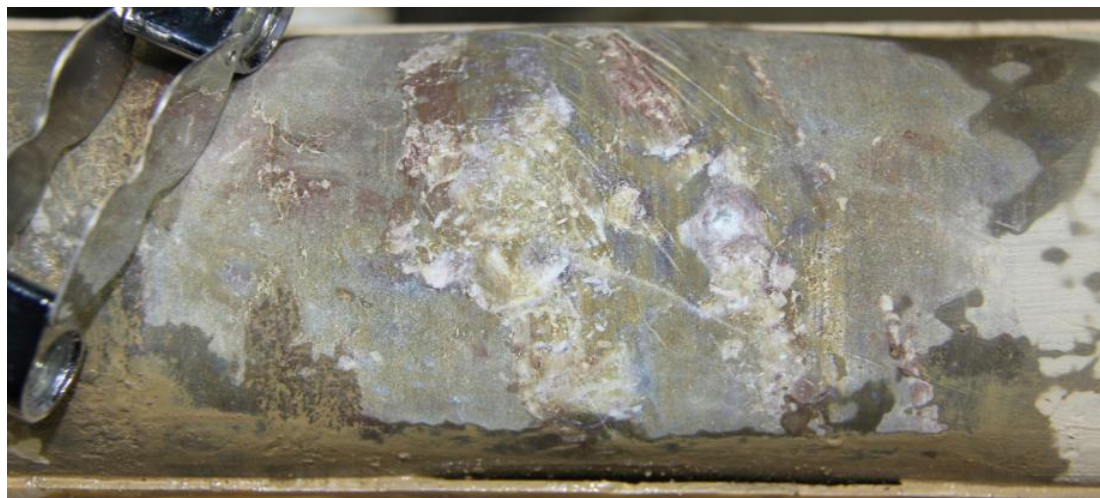
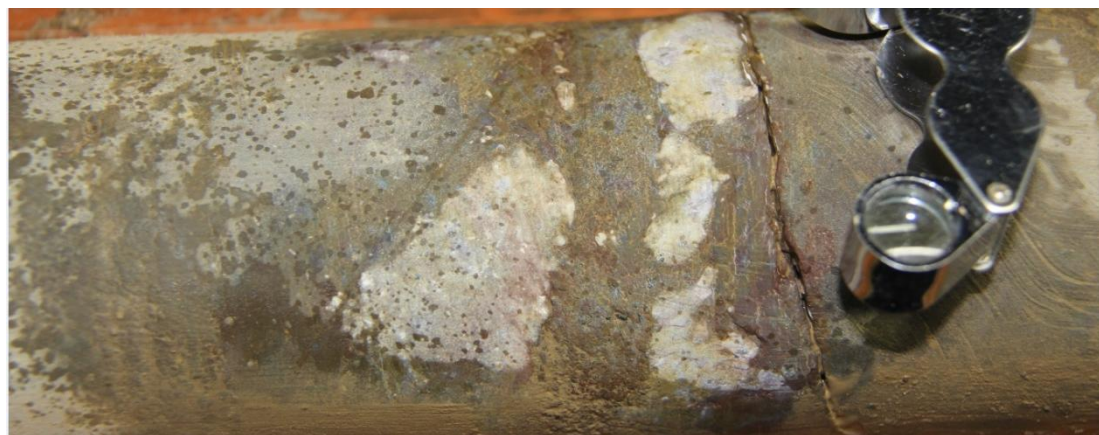


Figura 60. Arcillolita con niveles de material calcáreo.



Facies de Arcillolitos y limolitas laminadas (FI): Abigarrada, color gris oscuro con matices pardo rojizos y pardo amarillentos, compacta, ligeramente blocosa, material calcáreo como relleno de fracturas y ocasionalmente como nódulos. Presenta un marcado fracturamiento. Exhiben una laminación fina bastante marcada y nódulos de arcillolita de color parduzco. Ocasionales fragmentos irregulares de lodo calcáreo y de arcillolita con halos de oxidación. Exhibe localmente conchas sin diferenciar, Moderadamente fracturada.

Figura 61. laminación fina bastante marcada con ocasionales fragmentos irregulares de lodo calcáreo



Facies de Arenisca con laminación horizontal (Sh): Presenta color gris claro a oscuro con matices rojizos a pardos (amarillento claro), varía desde grano muy fino a muy grueso; bien consolidada, ligeramente cementada, ocasionalmente friable; en general no calcárea, aunque con algunos niveles donde la matriz es carbonatada y la consolidación de la roca se hace mayor, moderada selección, cristales de cuarzo subredondeados, cemento silíceo, pobre porosidad visual, localmente fracturada; presenta pequeños niveles de arcillolita y de conglomerado polimíctico con guijos y guijarros de basalto, diabasas, cuarcita, cuarzo de grano fino a medio de lechoso a traslucido y fragmentos de roca no diferenciables; matriz arenosa y cemento calcáreo, trazas de carbón; presenta laminación textural plano paralela a levemente inclinada, ocasionalmente nódulos de arcilla.

Figura 62. Laminación inclinada y venillas de material calcáreo



Figura 63. Laminación plano-paralela



Facies de Arenisca masiva (Sm): Exhiben color gris claro a gris oscuro con matices pardo amarillentos, de grano muy fino a medio, friable, muy consolidada, masiva, ocasionalmente gradando a arenisca conglomerática, medianamente permeable, cristales de forma angular a subangular, buena selección, presenta cemento silíceo, en parte matriz arcillosa con micro-inclusiones de fragmentos vulcanoclastos, pobre porosidad.

Figura 64. Arenisca de grano muy fino a medio en contacto con arenisca conglomerática.





Figura 65. Arenisca de grano muy fino a medio



Figura 66. Arenisca de grano medio grueso

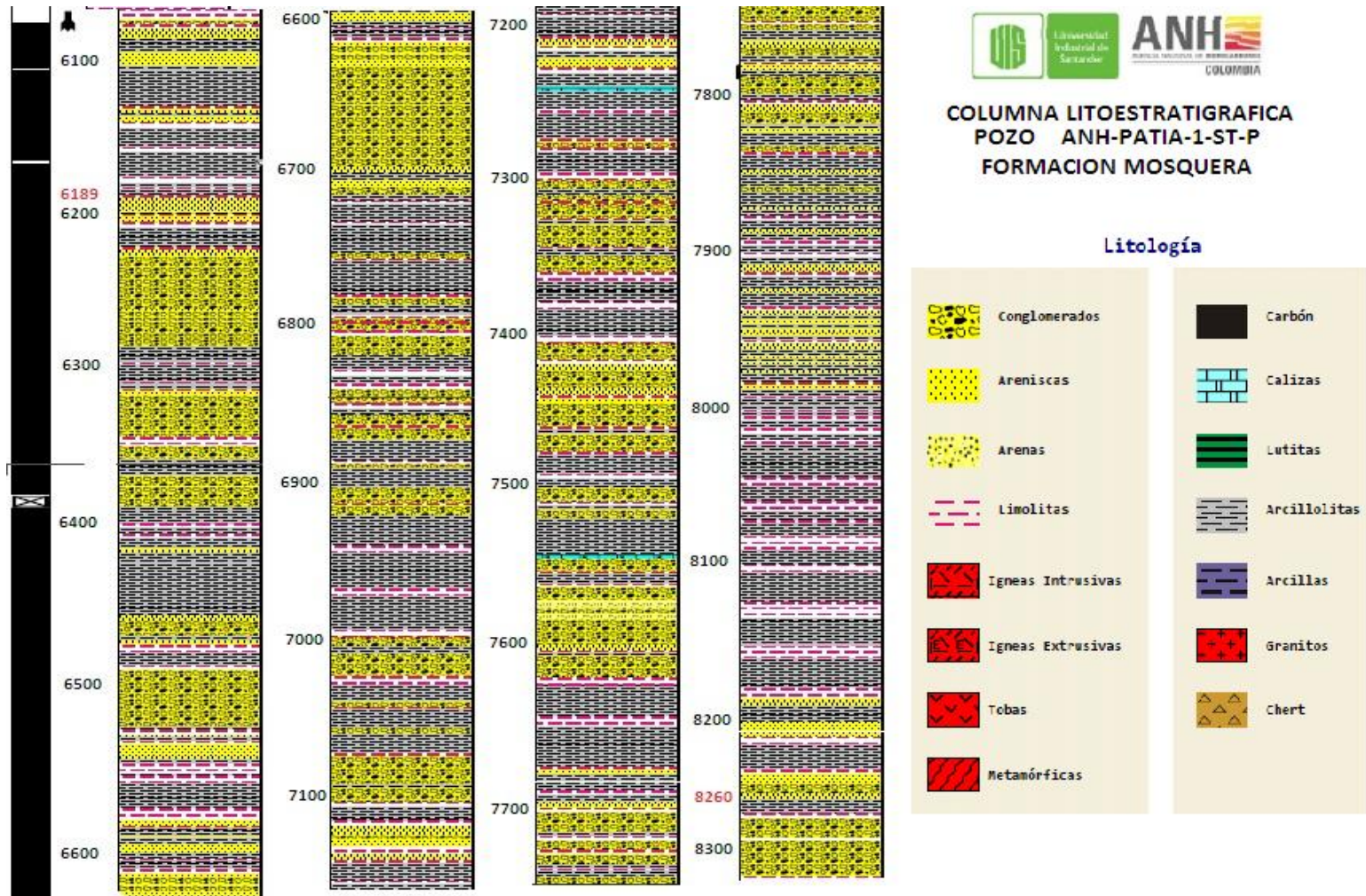


 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

7.2.2 Asociacion Litofacial. La presencia de facies superpuestas en sentido vertical representa cambios en el tiempo de las condiciones de sedimentación, bien sea, cambios en el suministro del sedimento, en el poder de la corriente, en la subsidencia, en el nivel del mar, entre otros. Sin embargo, Walker (1984) señalo que “Las facies que se encuentran superpuestas en la vertical, se encuentran también yuxtapuestas de manera horizontal con la misma ordenación”. Lo anterior permite aplicar el concepto de asociación de facies como una herramienta para conocer los procesos sedimentarios involucrados en la depositacion y por tanto definir el ambiente de depositación de una determinada unidad o secuencia sedimentaria.

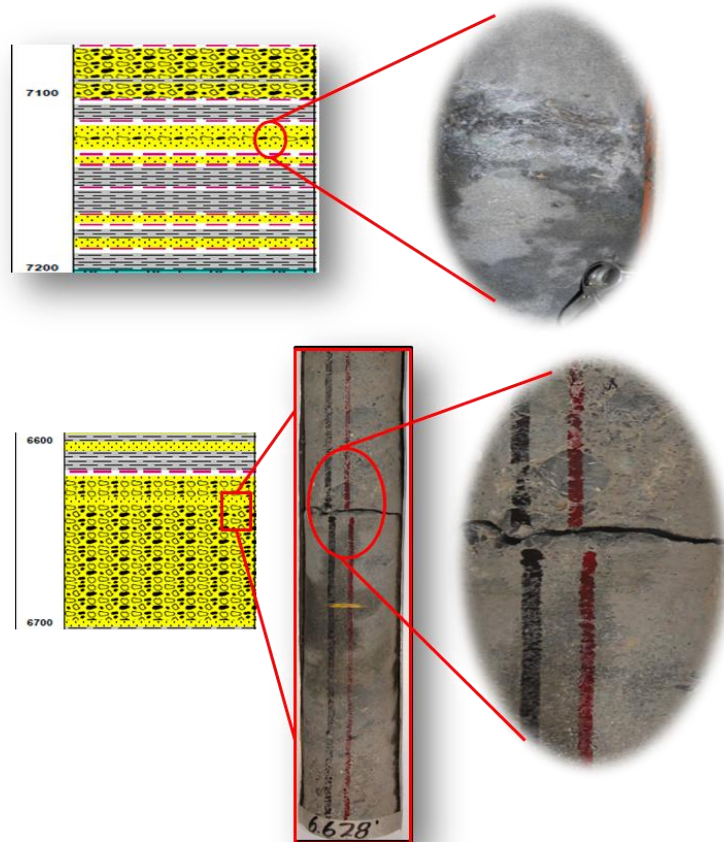
El presente trabajo, en vista de que no se poseen datos de pozos cercanos con los cuales establecer correlaciones laterales de las facies, se limita al análisis de las relaciones verticales de las facies encontradas para la Formación Mosquera en el pozo ANH-PATIA-1-ST-P, las cuales se exponen a continuación.

Figura 67. Columna Litoestratigráfica del Pozo ANH-PATIA-1-ST-P correspondiente a la Formación Mosquera.



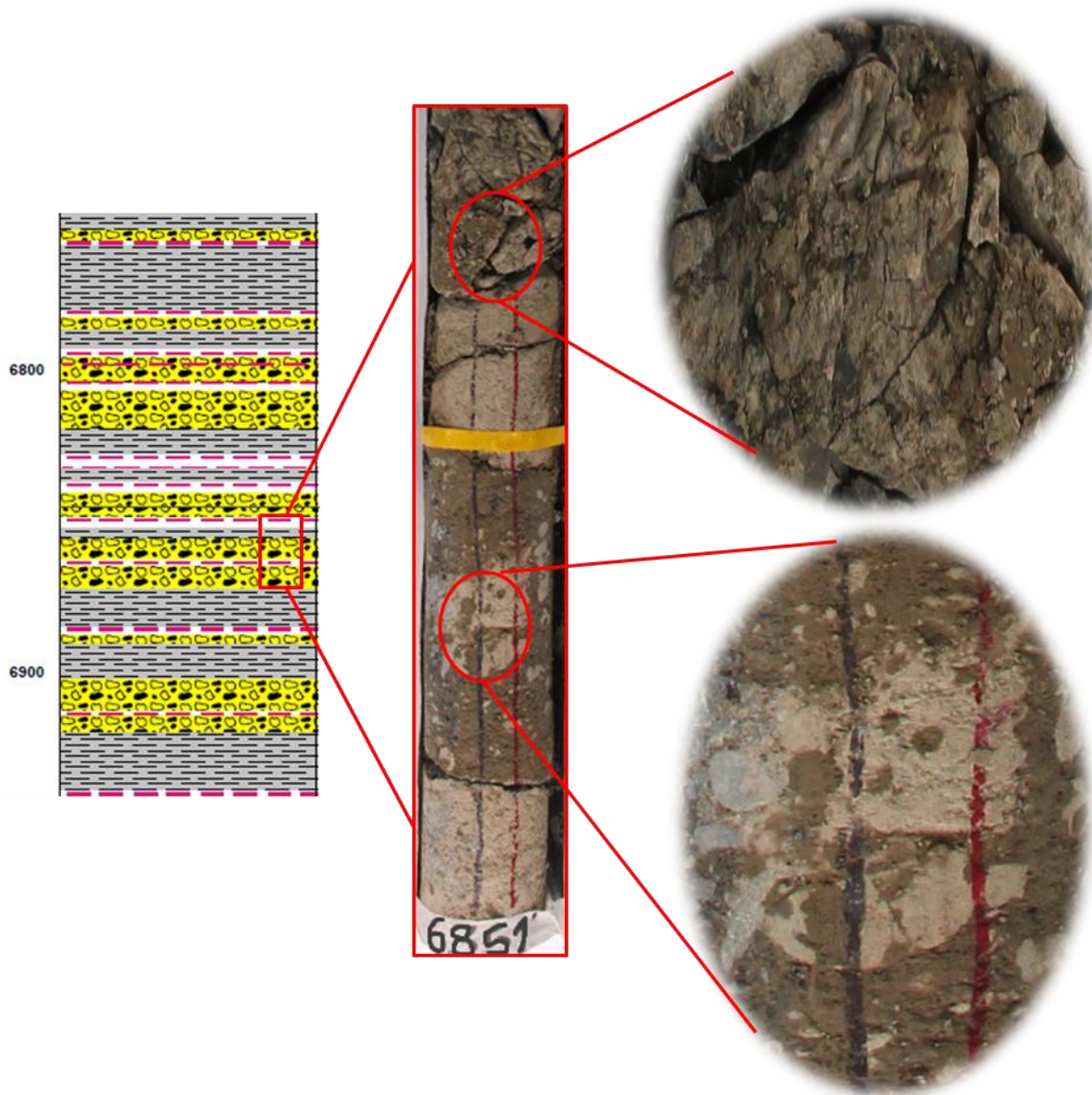
7.2.2.1 Asociación de facies de conglomerados (Gcm-Gmg) y arenisca masiva (Sm). En la figura 68 puede apreciarse la configuración de esta asociación facial, la cual se presenta en paquetes delgados (<1 ft de espesor) de arenisca lítica de grano fino bien calibrada, masiva o con estructura interna difusa, interestratificados en contacto erosivo hacia la base y neto hacia el tope, con paquetes más gruesos de conglomerados polimicticos; también se presenta, aunque con menor frecuencia, la relación inversa, es decir, pequeños niveles de conglomerados polimicticos dentro de niveles más gruesos de arenisca lítica de grano fino a muy fino.

Figura 68. Asociación de Facies de Conglomerados (Gcm-Gmg) y Arenisca Masiva (Sm).





7.2.2.2 Asociación de facies de conglomerados (Gcm-Gmg) Y Lodolitas (Fsm-FI)

Figura 69. Asociación de Facies de Conglomerados y lodolitas



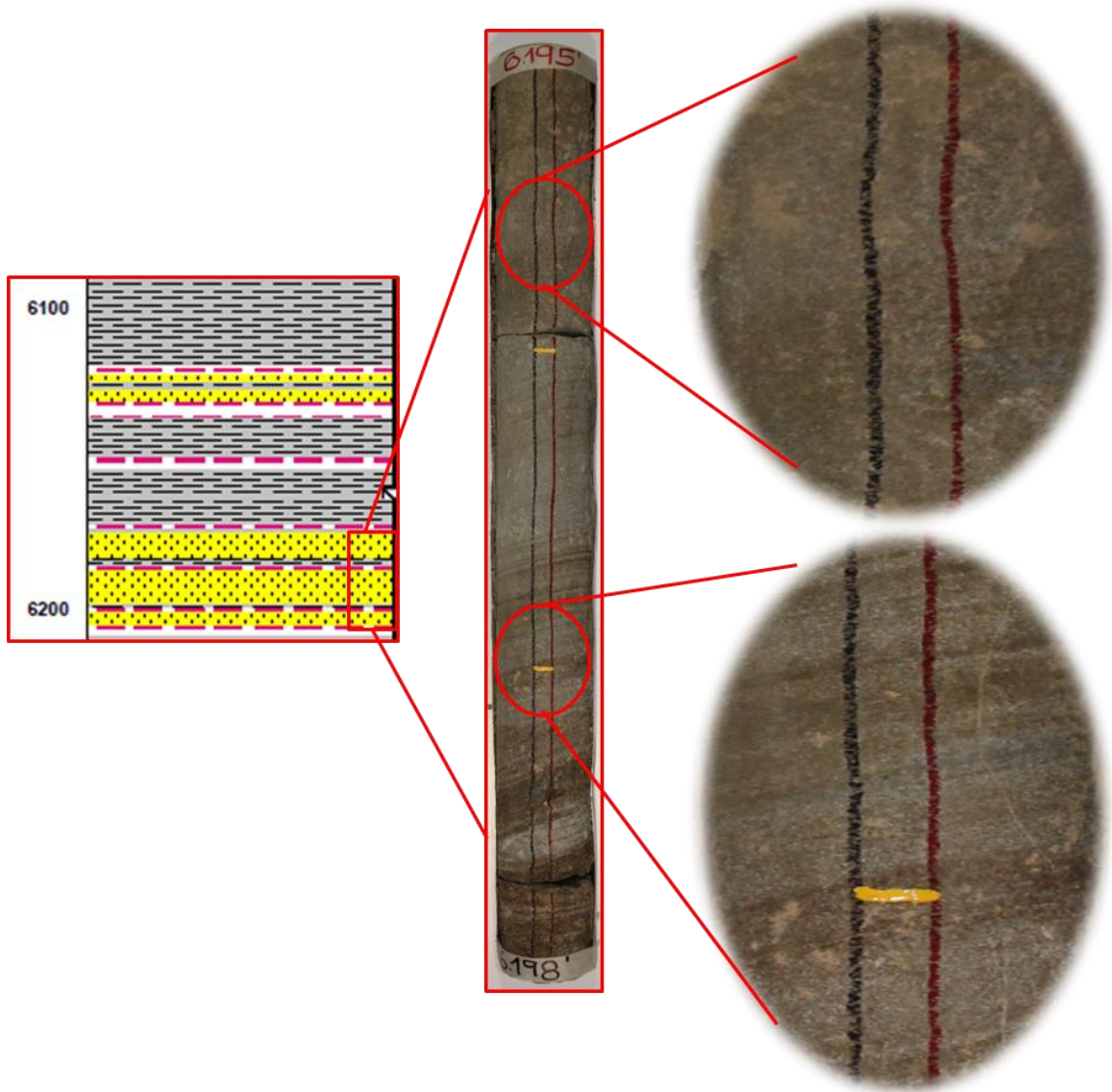
La asociación de facies conglomeraticas y lodolíticas ocurre con frecuencia a lo largo de la Formación Mosquera, y se presenta como una interestratificación de

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

capas medianas (3 a 10 pies de espesor), de conglomerados polimicticos con clastos tamaño arena muy gruesa a guijo de cuarzo y fragmentos líticos, dispuestos sin ninguna orientación preferencial (disposición caótica); y capas muy delgadas (<1 pie de espesor) de arcillolitas y limolitas de color gris medio, con matices pardo-amarillentos, pardo rojizos, violáceos. También se presentan zonas donde la asociación de estas facies se da en sets de hasta 20 pies de lodolitas con finas intercalaciones de conglomerados que no superan el pie de espesor. Cabe resaltar la ausencia de laminaciones y de capas arenosas.

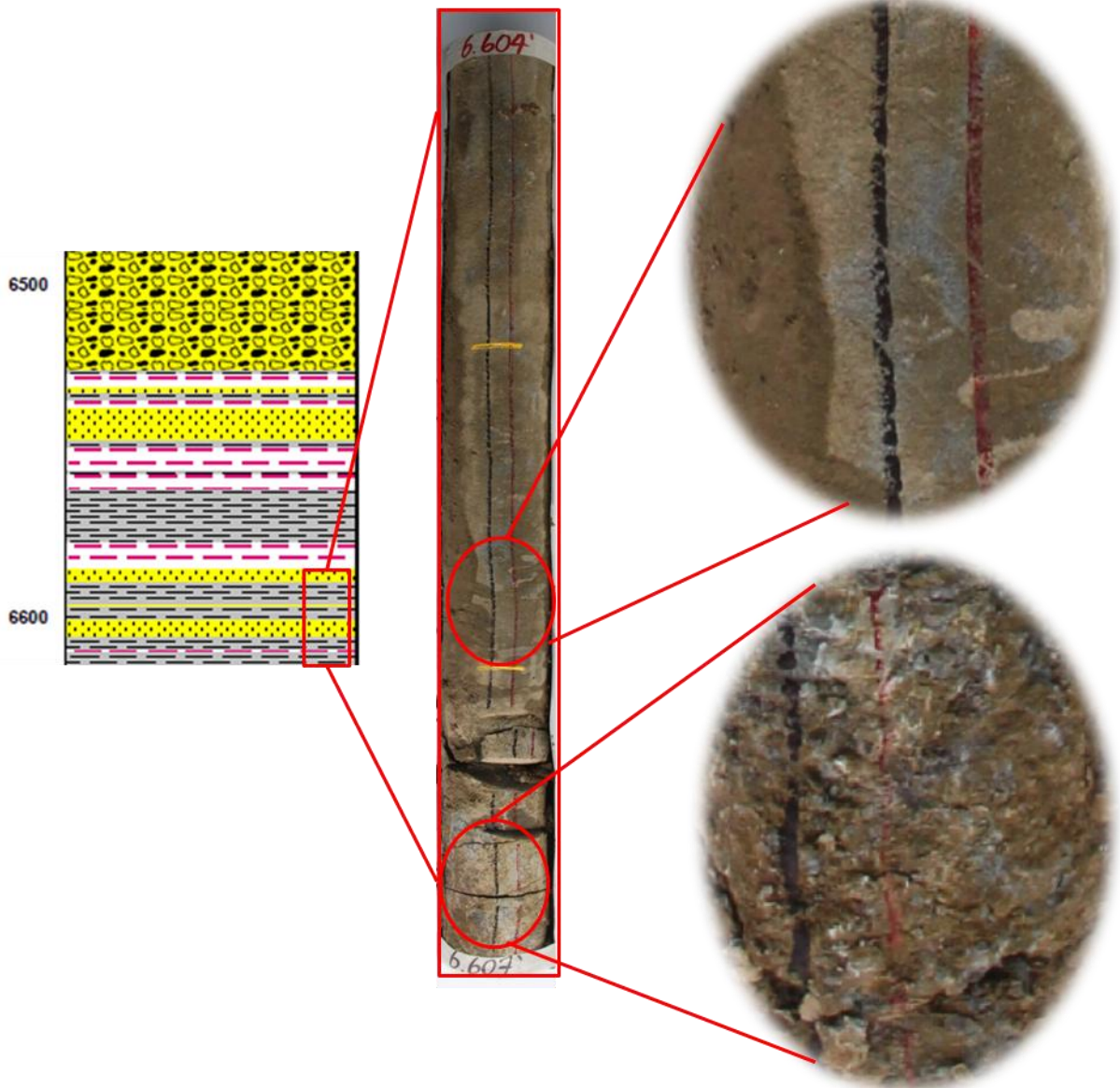
7.2.2.3 Asociacion de facies de areniscas laminadas (Sh) y Areniscas masivas (Sm). La presencia de areniscas con laminación se evidenció únicamente en el tope de la formación Mosquera, en un intervalo de aproximadamente 5 pies de espesor, donde se presenta una intercalación de laminillas muy finas de arcillolita pardo oscura; el tamaño de grano oscila entre fino a medio, clastos subredondeados, calibrado moderado; hacia la base del intervalo se torna conglomerática y con clastos arcillosos; hacia el tope la laminación plano paralela de la arenisca desaparece gradualmente hasta tornarse masiva (**Figura 70**)

Figura 70. Asociación de Areniscas Laminadas (Sh) y Areniscas Masivas (Sm)





7.2.2.4 Asociación de facies de areniscas (Sm) y lodolitas (Fsm) Masivas.

Figura 71. Asociación de Areniscas y Lodolitas masivas.



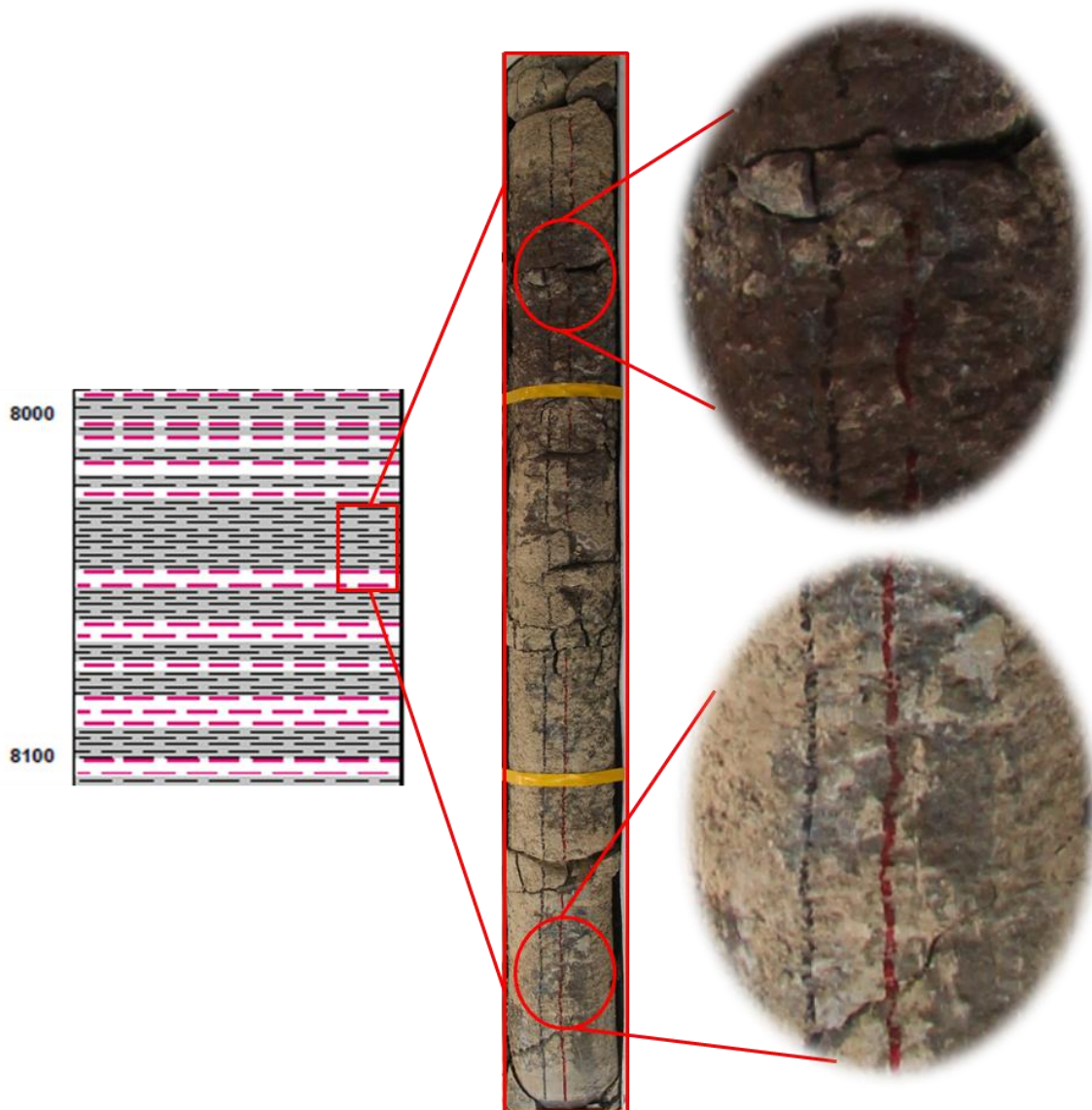
Esta asociación es poco frecuente y se presenta como espesos paquetes (hasta 30 pies de espesor) de arcillolitas y limolitas abigarradas, de color gris medio a oscuro, con un moteado de tonos pardo amarillentos y pardo rojizos, intercalados

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

con paquetes delgados de arenisca lítica a sublítica de grano fino a medio, con cuarzo y fragmentos líticos de vulcanoclastos, poca matriz arcillosa y cemento silíceo (**Figura 71**). Hacia la base de la formación (entre 7900 y 8000 pies) se observó una secuencia granocreciente donde la intercalación referida evidenció un aumento en la frecuencia de los niveles arenosos y una disminución drástica en el espesor de las capas lodolíticas

7.2.2.5 Asociación de facies de finos de inundación (Fsm-FI). La asociación de facies de arcillolitas y limolitas se observan con mucha frecuencia a lo largo de la formación Mosquera, a manera de espesos niveles arcillosos (20 pies de espesor en promedio) interestratificados con delgadas capas limosas. Ocasionalmente se evidenció la presencia de calizas tipo mudstone, tanto como delgadas capas discretas, como en pequeños clastos irregulares dentro de arcillolitas abigarradas, lo cual sugiere alguna influencia marina esporádica. Comúnmente esta asociación se encuentra limitada en su techo y en su base por bancos de conglomerados polimicticos en contacto neto y sin gradar a areniscas, excepto hacia la base de la formación, donde los bancos lodosos alcanzaron una potencia de 200 pies y mostraron una clara granocrecencia hacia el tope,

Figura 72. Asociación de Finos de Inundación.



7.3 ANALISIS DE REGISTROS ELECTRICOS

El análisis de registros de pozo permite realizar correlaciones estratigráficas precisas con pozos vecinos, constituyendo así la mejor herramienta para abordar el análisis de cuencas. Para el caso de estudio, además, puesto que gran parte de

la columna litoestratigráfica propuesta para la formación Mosquera en el pozo ANH-PATIA-1-ST-P se ha realizado con base únicamente en la descripción litológica porcentual de las muestras de zanja, la comparación de la respuesta que ofrecen los registros eléctricos con las asociaciones faciales, permiten entender mejor las relaciones litoestratigraficas de la secuencia estudiada.

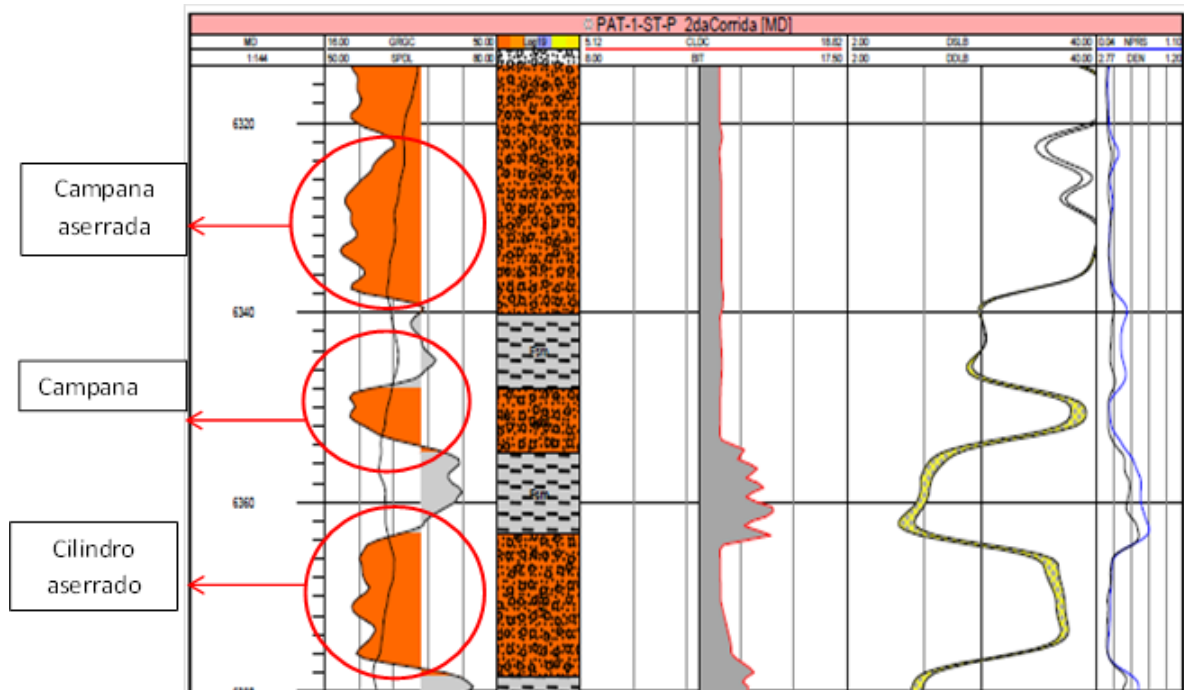
Tabla 9. Patrones para identificar electroformas en los registros eléctricos.

ELECTROFORMAS IDENTIFICADAS EN REGISTROS ELECTRICOS.			
<u>CAMPANA</u>	<u>EMBUDO</u>	<u>CILINDRO</u>	<u>ASERRADO</u>
Secuencias grano decrecientes. Asociado a: Relleno de canales tidales, Point bars fluviales, Point bars tidales	Secuencias grano crecientes, asociada con subambientes tales como: Barras, abanico de desembalse, barras de desembocadura, delta frontal y línea de costa	Secuencias grano decrecientes. Subambientes: relleno de canal distributivo, relleno de cañón de submarino, margen de plataforma carbonatada,	Muestra una forma irregular asociada a un alto contenido de arcilla, especialmente en TSF

7.3.1 Electrofacies de la formación mosquera. Las siguientes electrofacies fueron definidas para la Formación Mosquera, utilizando los registros eléctricos de potencial espontaneo (SP), Gamma Ray (GR) y Resistivos somero y profundo, y comparando sus respuestas con las asociaciones de facies previamente definidas.

7.3.1.1 Electroformas de canal

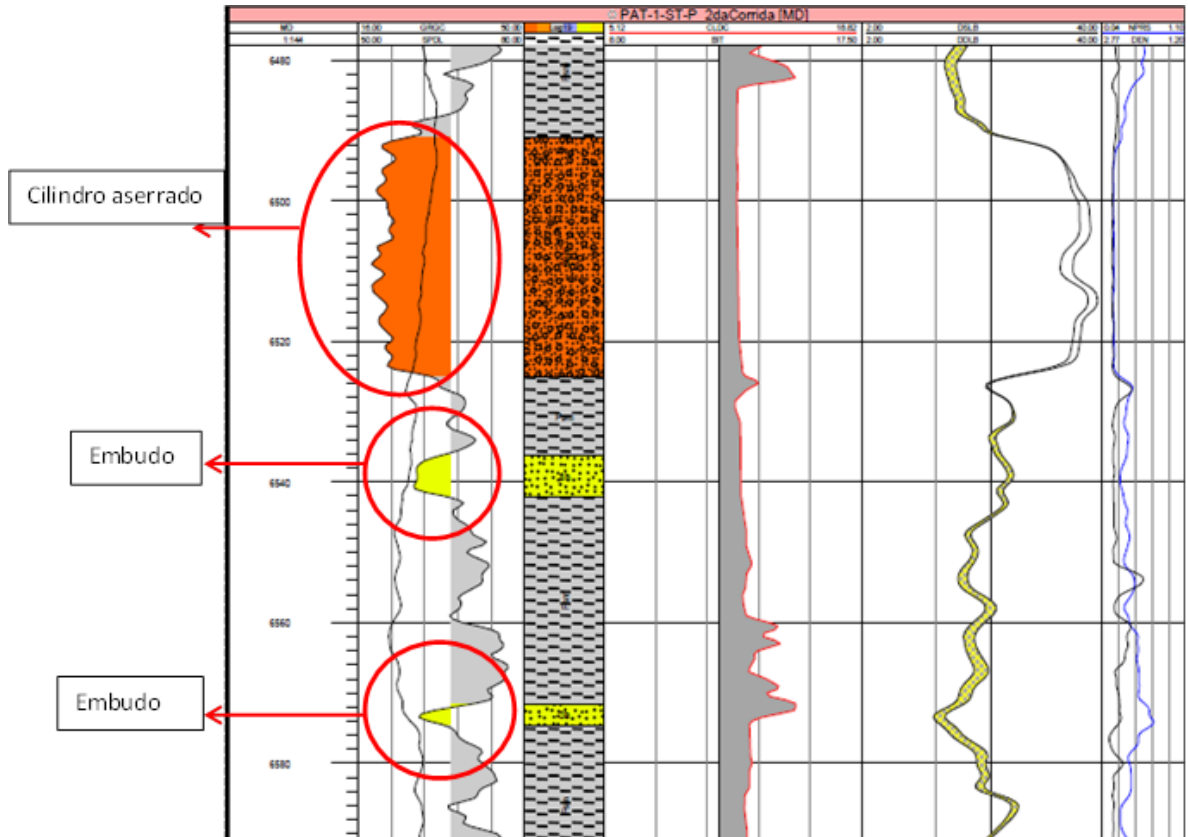
Figura 73. Electroformas de canal correspondientes a las Formación Mosquera



Los depósitos de canal, representados por gruesos paquetes de conglomerados polimicticos con ocasionales intercalaciones arenosas, muestran en el registro Gamma Ray electroformas de tipo “campana”, la cual indica una tendencia granodecreciente hacia el tope. Donde los paquetes de conglomerados polimicticos alcanzan grandes espesores como producto del apilamiento de barras, la tendencia del registro Gamma Ray tiende a ser de cilindro. El aspecto aserrado de las electroformas de canal son el resultado del contenido de arcilla en la matriz del conglomerado. Adicionalmente, puede observarse que en frente de los depósitos conglomeráticos los registros resistivos (en amarillo) y de densidad (azul) presentan valores altos, lo que sugiere que estos conglomerados son bastante consolidados y presentan muy baja porosidad.

7.3.1.2 Electroformas de desborde

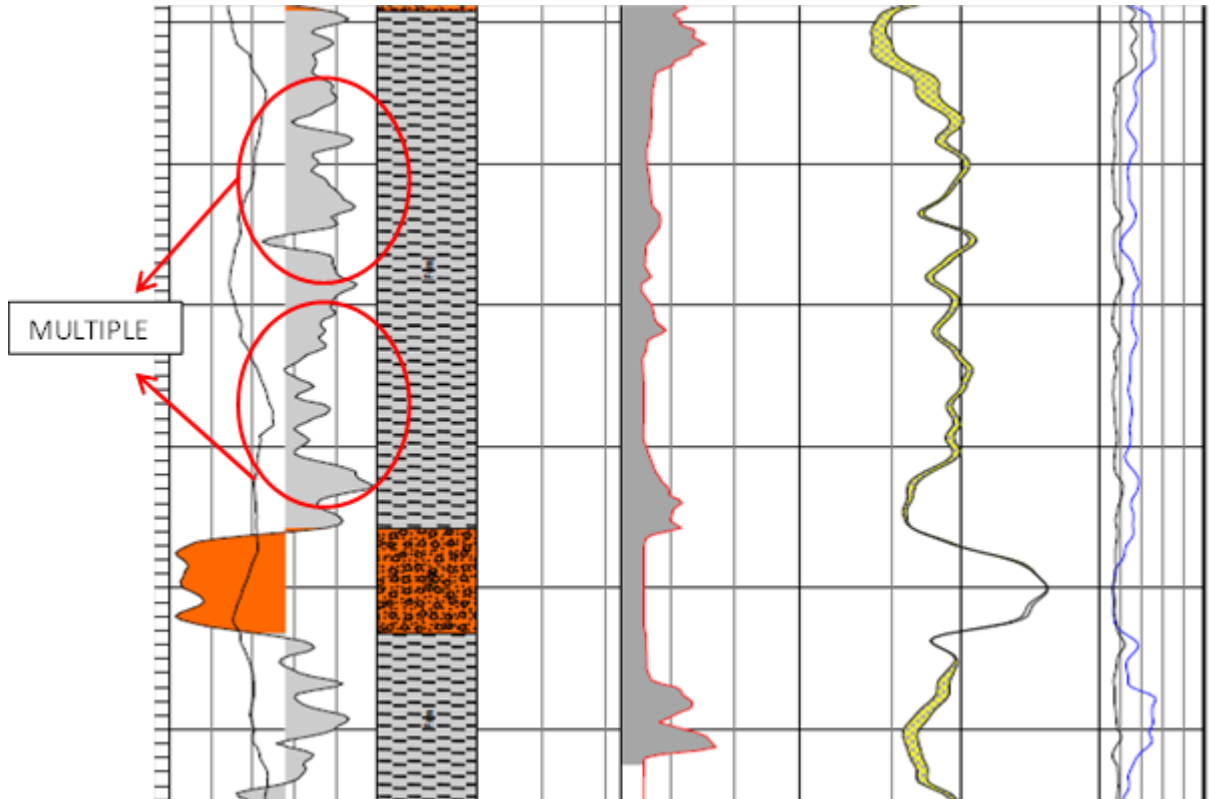
Figura 74. Electroformas características de los depósitos de desborde





En la **(Figura 74)** se observa claramente la configuración de tipo embudo para estos depósitos, representados por gruesos paquetes de lodolitas, que constituyen la llanura de inundación, con esporádicas intercalaciones de areniscas hacia el tope, generadas por el desbordamiento sobre las áreas adyacentes al canal, en épocas de avenida. La geoforma de embudo presenta un cambio subitito en su margen superior y gradual en su margen inferior. En los registros Resistivos (Amarillos) y Litodensidad (Negro), los bajos valores sugieren que los cuerpos arenosos pueden presentar un buen potencial como roca reservorio, si bien el espesor y frecuencia de las capas le dan un interés económico

7.3.1.3. Electroformas de llanura de inundación

Figura 75. Electroformas múltiples correspondientes a llanura de inundación.





Las electroformas correspondientes a las llanuras de inundación son de tipo múltiple, caracterizadas en el registro Gamma ray por altos valores y por numerosos picos agudos y de baja amplitud, producto de variaciones leves en la granulometría, en general de grano fino (**Figura 75**). En los registros resistivos puede apreciarse también algunos picos, que representan valores mas altos para las capas impermeables, y mas bajos para los cuerpos con mayor potencial como reservorio.

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

7.4 DEFINICION DE AMBIENTE SEDIMENTARIO DE LA FORMACION MOSQUERA.

A partir de la integración de los resultados derivados de la descripción macro y microscópicas de las muestras de corazones y zanja, la identificación y asociación de litofacies y electrofacies, se estima de manera aproximada los procesos sedimentarios característicos de la Formación Mosquera durante su depósito. La gran cantidad de depósitos de gravas sugiere un curso fluvial de alta energía y alto poder erosivo para arrastrar clastos de este tamaño, lo cual necesariamente implicaría un gradiente alto a moderado. Los clastos de los conglomerados oscilan entre arena muy gruesa y guijarros, son subredondeados y están compuestos invariablemente fragmentos de rocas metamórficas e ígneas provenientes de la erosión de la cordillera; la selección moderada y la ausencia de matriz arcillosa sugiere depósitos por flujos de corriente. Las areniscas son inmaduras químicamente, debido a la gran cantidad de fragmentos líticos (30%) de que se constituyen, indicando poco trabajamiento corriente abajo.

Los depósitos proximales de la Formación Mosquera están representados por los sedimentos de mayor granulometría, transportados por tracción y saltación como carga de fondo, y corresponden a la asociación de facies de conglomerados polimicticos clasto a matriz soportados de tamaño grano a guijo (Gcm-Gmg) y areniscas masivas (Sm), donde se muestra una tendencia granodecreciente y ausencia de estructuras internas, indicando posibles depósitos de barras longitudinales a laterales. La gran potencia de los paquetes conglomeraticos y la superposición de secuencias granodecrecientes indica un apilamiento de las barras. Las intercalaciones arenosas constituyen los depósitos en canales abandonados o los límites de las barras.

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

La asociación de facies de conglomerados polimicticos (Gcm-Gmg) y lodolitas (Fsm-FI) indica que el sistema se encuentra sujeto a cambios súbitos en las condiciones de sedimentación, producto de la divagación lateral del cauce y de fluctuaciones extremas en el caudal y la velocidad de la corriente, permitiendo que el material fino llevado en suspensión pueda ser depositado en la superficie de las barras durante las avenidas. Estos crecientes súbitas son comunes en zonas de alta montaña, donde el aporte de sedimentos es abundante, la descarga de agua son altas y esporádicas y los ríos son sobrecargados de sedimentos gruesos.

Los depósitos de desborde están representados por la asociación de facies de areniscas de grano fino a muy fino, masivas (Sm) y con laminación plano paralela (Sh), y facies de limolitas-arcillolitas (Fsm-FI), desarrolladas sobre la llanura de inundación como producto de derrames laterales de los canales durante periodos de avenida. La laminación plano paralela en las areniscas indica corrientes tractivas de alto régimen de flujo, y la ausencia de estructura interna en las areniscas masivas sugiere depositación por flujo laminar de alta viscosidad, caracterizado por la alta concentración de sedimentos.

Los depósitos distales o no asociados a canalización están representados primordialmente por la asociación facial de limolitas-arcillolitas (Fsm-FI) típica de la planicie de inundación (foodplain), los cuales alcanzan una gran potencia, e indican una elevada tasa de agradacion en el sistema. Son de estructura masiva, se presentan abigarradas con tonos ocres y con esporádicas nodulizaciones calcáreas, lo cual indica que estuvieron expuestas subareamente y fueron sometidas a procesos edáficos.

De lo referido anteriormente puede inferirse que la Formacion Mosquera fue depositada en un ambiente que evolucionó, desde las zonas mas cercanas a las

mas alejadas de la fuente de aporte de sedimentos, entre abanicos aluviales distales, ríos trenzados y llanura de inundación.

Figura 76. Modelo de depositación de la Formación Mosquera en un ambiente tipo ríos trenzados gravosos (Tomado de Miall, 1985).



Fig. 8.17B

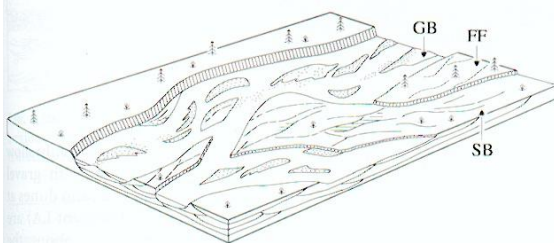






Fig. 8.18. Model of deep, gravel-bed braided river with well-defined topographic levels. Model 3 of Miall (1985)

GB: barras de grava (gralmente cuerpos tabulares y engranados con SB
FF: sedimentos finos de inundaciones (cuerpos delgados, se pueden engranar con SB. Pueden llenar canales abandonados)
SB: formas arenosas (lentes, capas, cuñas, barras menores, etc)



 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

CONCLUSIONES

- La descripción micropetrografica de seis secciones delgadas correspondientes a la Formación Mosquera evidencio areniscas de composicion lítica a lítico-feldespatica, de tamaño de grano entre fino a muy grueso, submaduras textural y composicionalmente, compuestas por cuarzo y fragmentos líticos de cuarcita, chert, basalto, esquistos micáceos, lodolitas, entre otros; presentan porosidades entre 1 y 10%, y minerales opacos, clorita, epidota y muscovita como minerales accesorios. Tambien se describieron limolitas arenosas cuarzo muscovíticas y limolitas arcillosas con laminación planoparalela y evidencia de bioturbación.
- Para la Formacion Mosquera en el pozo ANH-PATIA-1ST-P se adquirieron 525 pies de corazones de roca, cuyo análisis macropetrografico permitió la diferenciación de 6 litofacies: 1) Gcm: Conglomerados polimicticos clastosoportados; 2) Gmg: Conglomerados polimícticos matriz soportados; 3) Fs: Arcillolitas y limolitas masivas; 4) Fl: Arcillolitas y limolitas laminadas; 5) Sh: Arenicas con laminación planoparalela a inclinada paralela, 6) Sm: Areniscas masivas.
- Por medio del análisis de las asociaciones verticales de las facies anteriormente descritas, se reconocieron las siguientes asociaciones faciales: 1) Gcm-Gmg y Sm, interpretadas como depósitos de barras longitudinales a laterales; 2) Gcm-Gmg y Fsm-Fl correspondientes a canales abandonados o islas; 3) Sm-Sh y Fsm-Fl, equivalentes a depósitos de desborde, y 4) Fsm-Fl, representando los depósitos de planicie de inundación.



 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

- El análisis de los registros eléctricos permitió el reconocimiento de las siguientes electroformas: 1) Campana lisa y aserrados, correspondientes a las barras longitudinales constituidas por gruesos niveles conglomeráticos granodecrecientes hacia el tope; 2) Cilindro liso y aserrado, producto del apilamiento de barras longitudinales en ríos trenzados; 3) Embudos, representando secuencias granocrecientes, desde limos hasta arenas, correpondientes a depósitos de desborde durante épocas de avenidas; y 4) Multiple, con altos valores en el Gamma Ray, indicando los depósitos finos de llanuras de inundación.
- La Formación Mosquera ha sido interpretada con base en sus características y asociaciones litofaciales, como depositada en ambientes de ríos trenzados gravosos, caracterizados por el alto gradiente y energía de la corriente, cercanía a la fuente de aporte de tierras altas, bajo retrabajamiento y moderada selección de los sedimentos, la abundante carga de material grueso, migración lateral de corrientes de baja sinuosidad, que evolucionó lateralmente entre depósitos de abanicos aluviales distales y planicies de inundación.

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---



RECOMENDACIONES

- Es necesario disponer de mas información referente al subsuelo de la subcuenca Patía, para poder definir con mayor precisión el ambiente y las relaciones geométricas y faciales de la Formación Mosquera, pues la interpretación del ambiente de deposito puede ser ambigua si no se dispone de datos suficientes.
- Muchas de las estructuras no pudieron ser reconocidas puesto que gran parte de la Formacion fue estudiada a partir de muestras de zanja, lo cual no permite caracterizar a detalle las diferentes tipos de estructuras que sirven de diagnostivo para la caracterización facial y la determinación del ambiente de depósito.
- Si bien no se encontraron evidencias de rocas fuente de hidrocarburos para la Formacion Mosquera, si se presentaron niveles de areniscas líticas con un 10% de porosidad y gruesos paquetes de material arcilloso, que tendrían gran potencial como almacén y sello de hidrocarburos, respectivamente.



 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

BIBLIOGRAFÍA



- BARBOSA, G., 2003. Memoria Explicativa del Mapa Geológico del Departamento del Cauca a escala 1:250.000 (INGEOMINAS Cali en revisión). 221p.
- BARBOSA, G., 2003. Mapa Geológico del Departamento del Cauca a escala 1:250.000 (INGEOMINAS Cali en revisión). 221p.
- BARRERO, D. 1979. Geology of the central western cordillera, west of Buga and Roldanillo, INGEOMINAS, Publ.Geol.Esp, N° 4, pp. 75, Bogota Colombia.
- BARRERO, D. Y LAVERDE, F. Estudio Integral de Evaluación de la Geología y Potencial de Hidrocarburos de la Cuenca Intramontana Cauca-Patía. 1998.
- BORRERO, C y et al. 2009. localización de Pozos tipo *Slim Hole* Cuenca Cauca-Patía y en el sector central del área Sinú-Urabá. Informe final Contrato 113. Universidad de Caldas-Agencia Nacional de Hidrocarburos.
- Contrato Interadministrativo N° 06 de 2010 UIS – ANH. Aspectos Geológicos del Pozo ANH– PATÍA– 1 –ST- P.
- GEOESTUDIOS CONTRATO N° 2071464 Fondo Financiero De Proyectos De Desarrollo Agencia Nacional De Hidrocarburos Levantamiento De Columnas Estratigráficas Y Realización De Análisis Petrográficos, Petrofísicos, Bioestratigráficos Y Geoquímicos En Las Áreas De Pasto-El Bordo, Cali-Buga Y Buga-Cartago (Cuenca Cauca-Patía). 2008.

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

- GEOCONSULT LTDA. CONTRATO No. 055 de 2007 Localización De Pozos Estratigráficos Cuenca Cauca-Patía.
- HUBACH E., GROSSE, E. Y ALVARADO, B. (1931) Informe sobre los resultados de la Exploracion de Carbón den la Hoya del Cauca referente en la zona Quilichao-Caldono-Morales-El Playón-Suárez-Buenos Aires-Timba-Las Cañas-Jamundí, Departamentos de Cauca y Valle: Ingeominas, Inf. No. 192, 5 págs
- LEÓN, A., PADILLA, L. E. & MARULANDA, N. 1973. Geología, Recursos Naturales y Geoquímica de la parte NE del Cuadrángulo O-5, El Bordo, Departamento del Cauca. Ingeominas 1973, Inf.1652, inédito.
- MIALL, A. 1996. The Geology of Fluvial Deposits. Sedimentary Facies, Basin Analysis, and Petroleum Geology.Springer. 582 p.
- PADILLA, L.E. 1991. Propuesta de unificación para la nomenclatura estratigráfica del Terciario del Valle del Cauca y del Cauca. Boletín de Geología UIS, 20/35, 5-17. Bucaramanga.
- RESTREPO, J.J. & TOUSSAINT, J.F. 1988. Terranes and continental accretion in the colombian Andes. Episodes, 11/3, 189-193.
- RUIZ, S. 2002. Memoria Explicativa, Geología de la Plancha 386 Mercaderes, Escala 1:100000. INGEOMINAS. Bogotá.
- RUST, B.R, 1978. Depositional models for braided alluvium In: Fluvial Sedimentology (Ed. A.D. Miall), Can. Soc. Petrol. Geol. Mem, 5, pp. 469–486.

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

- Serra, O, sf, Analisis de ambientes sedimentarios mediante perfiles de pozo. Reporte interno de Schlumberger. 271 pag.
- Pettijohn, F. (1980). Rocas Sedimentarias. Sociedad de economía mixta. Traducción de la segunda edición por Turner. Editorial Universitari de Buenos Aires. Argentina.
- Caracterización biofísica de Mercaderes.
<http://www.crc.gov.co/files/ConocimientoAmbiental/POT/mercaderes/CARACTERIZACION%20BIOFISICA%20MERCADERES.pdf>
- González, L y García, C. (2007). Ambiente de depósito y estudio de procedencia de la formación cañón del tule (grupo difunta), cuenca de parras, Noroeste de México. Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, México D.F., México.
<http://www.igme.es/4empsla/libro/31.pdf>
- Nelson W. (1962). Contribución al conocimiento de la cordillera occidental. Sección carretera Cali-Bvtura. Serv. Geol. Nal., Bol. Geol. 10(1-3): 10-108, Bogotá.
- Hincapie, G., (2009). Evaluación geológica y prospectiva de la cuenca Cauca-Patia, Colombia. ACG GP., Simposio Bolivariano de explotación petrolera en cuencas subandinas, Cartagena, Colombia.
- Ingeominas, 1999. Plancha 386 escala 1:100000. Mercaderes.
- Murcia, L. y Cepeda, H., 1991. Mapa geológico de Colombia: memoria plancha 410, la Unión (Departamento de Nariño), escala 1:100000. Ingeominas, Bogotá.
- Martínez, L. y Cepeda, H., 1991. Arquitectura facial de las unidades tectonosedimentarias terciarias, con la evolución geodinámica de la

 <p>Laura Rocio Botia Moreno Ricardo Alejandro Pacheco</p>	<p>CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA Y DEFINICIÓN DE AMBIENTE DE DEPOSITO PARA LA FORMACIÓN MOSQUERA, EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA, A PARTIR DE LOS DATOS DEL POZO ANH-PATIA-1-ST-P.</p>	
---	---	---

subcuenca del alto Patia, Cauca-Colombia. Trabajo de grado, Departamento de geociencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

- American Petroleum Institute, 1998: recommended practices for core analysis exploration and production department. Washington.O.C.
- Vargas, L. (2012). Identificación y análisis de la información de ingeniería y geología requerida para establecer los recursos hidrocarburíferos prospectivos en un sector de una cuenca frontera, aplicación: cuenca frontera Colombiana. Trabajo de grado, Escuela de Geología , Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga.
- Folk, R. L.,(1968) petrology of sedimentary rocks. Hemphill publishing vo, Primera edición. Austin, TX.
- Cruz, L.,(1991) Curso de petrologia sedimentaria: guias de laboratorio. Bucaramanga : UIS. Departamento de Geologia.