



Universidad Surcolombiana

www.usco.edu.co



Universidad Surcolombiana

**CARACTERIZACION GEOLOGICA DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE
HIDROCARBUROS EN EL SECTOR CENTRO Y NORTE DEL
DEPARTAMENTO DEL HUILA**

**ANDREY ORLANDO CRUZ AGUJA
CHARLENYS ANDREA PEDROZA VILLEGAS
DIANA CAROLINA TOVAR CALDERON**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
NEIVA HUILA
2014**

**CARACTERIZACION GEOLOGICA DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE
HIDROCARBUROS EN EL SECTOR CENTRO Y NORTE DEL
DEPARTAMENTO DEL HUILA**

**ANDREY ORLANDO CRUZ AGUJA
CHARLENYS ANDREA PEDROZA VILLEGAS
DIANA CAROLINA TOVAR CALDERON**

**Trabajo de grado presentado como requisito académico para optar al título
de Ingeniero de Petróleos**

Director

**Geólogo ROBERTO VARGAS CUERVO
Profesor titular de la Facultad de Ingeniería Departamento de Petróleos
Universidad Surcolombiana**

Codirector

**Ingeniera HAYDEE MORALES MONDRAGON
Profesor Asistente de la Facultad de Ingeniería Departamento de Petróleos
Universidad Surcolombiana**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
NEIVA HUILA
2014**

Nota de aceptación

Firma del Director

Firma del Evaluador

Firma del Evaluador

Neiva, Huila Noviembre 2014

DEDICATORIAS

A Dios

Por darme la vida y ser el guía de todas mis acciones.

A la Virgen Del Carmen

Por ser la inspiración para poder concluir mi carrera profesional.

A mi Madre

No me equivoco si digo que eres la mejor mamá del mundo, gracias por todo tu esfuerzo, tu apoyo incondicional, por su paciencia, su amor y por la confianza que depositaste en mí.

A mi Padre

Para mi padre por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme a cumplir mis objetivos.

A mi Hermana

Por el apoyo que siempre me brindo día a día en el transcurso de cada año de mi carrera Universitaria.

A MI FAMILIA Y AMIGOS.

Dedico mi triunfo profesional a lo más grande que Dios nos ha dado que es la familia por su apoyo moral y espiritual, que de una u otra forma estuvieron a mi lado apoyándome y así lograr alcanzar mi meta. Gracias por su comprensión, apoyo y amistad que me proporcionan para obtener mi objetivo.

A MIS COMPAÑERAS

Por brindarme su respeto y amistad, en haber compartido solidaridad, dificultades y alegrías, durante todo el proceso de nuestro trabajo de graduación y superando obstáculos para alcanzar un objetivo en común.

ANDREY ORLANDO CRUZ AGUIA

DEDICATORIA

A Dios por darme los medios necesarios por alcanzar todos mis logros, por iluminarme en tiempos de confusión, acompañarme en cada momento de mi vida y amarme tanto a mí como a mi familia. A mi padre Fabio Pedroza Bonelo, el amor de mi vida, por tanto amor, exigencia y cariño. Por el apoyo incondicional que me ha brindado en cada etapa de mi vida y ayudar a forjar mi carácter de un modo particular que solo él sabe aplicar.

A mi madre Carmen Raquel Villegas González, por ser tan tierna y comprensiva, por su nobleza por darme tantos consejos, por ser mi motivo y mi ejemplo a seguir.

A mi hermana Sharon Estefany Pedroza Villegas por enseñarme tantas cosas como ver la vida de una forma más sencilla, por hacer mi vida más alegre y dejar depositar mis consejos y enseñanzas en ella para su vida.

A Juan José Bermúdez por sacarme tantas sonrisas y alentarme los momentos que me rindo, por brindarme su amistad desde hace 6 años y darme la certeza de que el destino si existe.

A mis secuaces y compañeros de lucha Diana Carolina Tovar Calderón y Andrey Orlando Cruz Aguja, por hacer este sueño posible y real, más que compañeros son mis amigos y para ellos todos los éxitos del mundo y mi amistad el resto de tiempo.

A toda mi familia, amigos y compañeros que creyeron en mí y estuvieron dándome todos sus buenos pensamientos y estar en diferentes etapas de mi vida.

CHARLENYS ANDREA PEDROZA VILLEGAS

DEDICATORIA

*A DIOS que siempre me ha llenado de fortaleza.
Al más hermoso Ángel, mi madre Rosa María Calderón, quien ha sido la inspiración para
realizar todos los proyectos de mi vida.*

A mi padre Mario Tovar Valderrama, quien además del genio me heredo el gusto por el saber.

A mis tíos Flor Ángela Tovar y Jaime Rubio, que me brindaron educación, apoyo y consejos.

*Con todo mi cariño y Amor, a mi demás Tíos, Primos y Hermanos quienes han hecho todo en la
vida para que yo cumpla mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino
se terminaba.*

*A mis chicos súper poderosos, que a pesar de todas las dificultades siempre nos mantuvimos
unidos para sacar el proyecto adelante; amigos tenemos un gran futuro esperándonos, Dios los
bendiga y llene de muchos éxitos.*

DIANA CAROLINA TOVAR CALDERON

AGRADECIMIENTOS

Al profesor Roberto Vargas Cuervo por su dedicación, sabiduría y apoyo incondicional en nuestro desarrollo personal e investigativo de este proyecto de grado.

A la profesora Haydee Morales Mondragón, por sus valiosas contribuciones.

Al profesor Jaime Rojas por su apoyo y contribución con el Laboratorio de Aguas de la universidad Surcolombiana y brindarnos sus conocimientos

Al decano Ervin Aranda Aranda por su apoyo en la etapa inicial del proyecto de grado.

A Faiber Andres Ladino Cerquera por su apoyo incondicional en toda la parte práctica y trabajo de campo, mil gracias.

A Pedro Alexander Esquivel Vivas por su apoyo en la parte conceptual.

A Alfredo Olaya Y Gloria Amparo de Olaya por guiarnos y brindarnos apoyo logístico en la etapa inicial del proyecto relacionado con “La Tribuna”.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCION	3
2. GENERALIDADES	5
2.1. RELACION CON LA INDUSTRIA PETROLERA	5
2.2. LOCALIZACION GEOGRAFICA, ACCESOS E INFRAESTRUCTURA	6
3. GEOLOGIA REGIONAL	9
3.1. BASAMENTO ECONOMICO	9
3.2. COBERTURA PRODUCTIVA	11
3.2.1. Formación Caballos (Kc)	12
3.2.1.1. Caballos Inferior (LKB)	12
3.2.1.2. Caballos Medio (MKB)	12
3.2.1.3. Caballos Superior (UKB)	12
3.2.2. Formación Villeta (Kv)	12
3.2.2.1. Caliza de Tetuán	13
3.2.2.2. Shale de Bambucá	13
3.2.2.3. Caliza La Luna o Calizas La Frontera (Cenomaniano - Turoniano)	13
3.2.2.4. Shale de Aico	14
3.2.3. Formación Monserrate (Kg)	14
3.2.3.1. La Unidad K4	14
3.2.3.2. La Unidad K3	14
3.2.3.3. La Unidad K2	14
3.2.3.4. La Unidad K1	14
3.2.4. Formación Guaduala (TKg)	16
3.2.4.1. El Miembro San Francisco	16
3.2.4.2. El Miembro Teruel	16
3.2.5. Formación Gualanday (Tg)	16
3.2.5.1. El miembro Palermo	16
3.2.5.2. El miembro Bache	16
3.2.5.3. El miembro Tesalia	16
3.2.6. Formación Potrerillos (Tep)	17
3.2.7. Formación Doima (Ted)	17

3.2.8. Formación Honda (Tmh)	17
3.2.8.1. Honda Inferior	17
3.2.8.2. Honda Superior	17
3.2.9. Formación Gigante (Tpg)	18
3.3. GEOLOGIA ESTRUCTURAL	20
3.3.1. Pliegues	20
3.3.2. Sinclinal de Bache	20
3.3.3. Anticlinal de Palogrande	21
3.3.4. Anticlinal de Dina	21
3.3.5. Anticlinal de San Francisco	21
3.3.6. Anticlinal de la Hocha	21
3.3.7. Sinclinal de Tesalia	22
3.3.8. Fallas	22
3.3.8.1. Falla de Chusma y frentes de cabalgamiento asociados	22
3.3.8.2. Falla de Santa Clara	23
3.3.8.3. Falla de Buenos Aires	23
3.3.8.4. Falla de Buenavista	23
3.3.8.5. Falla de Dina	23
3.3.8.6. Falla de Baché	23
3.3.8.7. Falla de San Francisco	23
3.3.8.8. Falla de Magdalena	23
3.4. GEOLOGIA DEL PETROLEO	24
3.4.1. Roca Fuente	24
3.4.1.1. Generación de Hidrocarburos	24
3.4.2. Roca Reservorio	25
3.4.3. Roca Sello	25
3.4.4. Tipo de Trampas	25
3.5. GEOLOGIA HISTORICA	26
4. INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS	31
4.1. CLASIFICACION DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS	31
4.2. IMPORTANCIA ECONOMICA DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS	32
4.3. INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS EN EL HUILA	34
5. INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCARBUROS DE LA TRIBUNA	36
5.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL AREA DE LA TRIBUNA	38
5.2. GEOLOGIA GENERAL DEL AREA DE LA TRIBUNA	40

5.3. ESTRATIGRAFIA DEL AREA DE LA TRIBUNA	45
5.3.1. Cretacico	45
5.3.1.1. Formación Villeta (Kv)	45
5.3.1.2. Formación Monserrate (Kg)	54
5.3.2. Neogeno	55
5.3.2.1. Formación Honda (Th)	55
5.3.3. Cuaternario	56
5.4. GEOLOGIA ESTRUCTURAL DEL AREA DE LA TRIBUNA	56
5.4.1. Anticlinal San Francisco	56
5.4.2. Fallas	56
5.4.2.1. Falla de Baché	57
5.4.2.2. Fallas Menores	57
5.5. GEOLOGIA DEL PETROLEO DEL AREA DE LA TRIBUNA	57
5.6. CARACTERIZACION DEL INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCARBUROS DEL AREA DE LA TRIBUNA	58
5.6.1. Geología Local del Indicio Superficial de Hidrocarburos del Área de la Tribuna	58
5.6.2. Caracterización de los Fluidos del Área de la Tribuna	59
5.6.2.1. Caracterización fisicoquímica de las aguas superficiales de la quebrada El Neme del área de La Tribuna	59
5.6.2.2. Caracterización del crudo del indicio superficial de hidrocarburos del área de La Tribuna	61
5.7. RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN DE LOS FLUIDOS DEL AREA DE LA TRIBUNA	63
5.7.1. Resultados de la Caracterización Fisicoquímica de las Aguas Superficiales de la Quebrada el Neme del Área de la Tribuna	63
5.7.2. Resultados de la Caracterización de la del Crudo del Indicio Superficial de Hidrocarburos del Área de la Tribuna	64
5.8. ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LA CARACTERIZACION DEL INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCARBUROS DEL AREA DE LA TRIBUNA	65
5.8.1. Gravedad API	66
5.8.2. Contenido de Agua y Sedimento	66
5.8.3. Punto de Chispa y Punto de Inflamación por el Método de Cámara Abierta de Cleveland	66
6. INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCARBUROS DEL ALMORZADERO MUNICIPIO DE TERUEL	68
6.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL AREA DEL ALMORZADERO	68

6.2. ESTRATIGRAFIA DEL AREA DEL ALMORZADERO	71
6.2.1. Cuarzomonzodiorita de Teruel (Jt)	71
6.2.2. Formación Villeta (Kv)	73
6.2.3. Depósitos Cuaternarios (Qal)	74
6.3. GEOLOGIA ESTRUCTURAL DEL AREA DEL ALMORZADERO	75
6.4. CARACTERIZACION DEL INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCARBUROS DEL AREA DEL ALMORZADERO	76
6.4.1. Geología Local del Indicio Superficial de Hidrocarburos del Área del Almorzadero	76
6.4.2. Caracterización del Crudo del Indicio Superficial de Hidrocarburos del Área del Almorzadero	78
6.5. RESULTADOS DE LA CARACTERIZACION DEL CRUDO DEL INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCARBUROS DEL AREA DEL ALMORZADERO	79
6.6. ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LA CARACTERIZACION DEL INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCARBUROS DEL AREA DEL ALMORZADERO	80
6.6.1. Gravedad API	81
7. INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCARBUROS DE LA FINCA MEXICO MUNICIPIO DE YAGUARA	82
7.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA DE LA FINCA MEXICO	82
7.2. ESTRATIGRAFIA DEL AREA DE LA FINCA MEXICO	85
7.2.1. Formación Villeta (Kv)	85
7.2.2. Depósitos Cuaternarios (Qal)	86
7.3. GEOLOGIA ESTRUCTURAL DEL AREA DE LA FINCA MEXICO	87
7.4. CARACTERIZACION DEL INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCRABUROS DEL AREA DE LA FINCA MEXICO	88
7.4.1. Geología Local del Indicio Superficial de Hidrocarburos del Área de la Finca México	88
7.4.2. Caracterización del Crudo del Indicio Superficial de Hidrocarburos del Área de la Finca México	89
7.5. RESULTADOS DE LA CARACTERIZACION DEL CRUDO DEL INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCARBUROS DEL AREA DE LA FINCA MEXICO	92
7.6. ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LA CARACTERIZACION DEL INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCARBUROS DEL AREA DE LA FINCA MEXICO	93
7.6.1. Gravedad API	94

7.6.2. Determinación del Punto de Chispa y Punto de inflamación por el Método de Cámara Abierta de Cleveland	94
7.6.3. Determinación de Contenido de Agua por el Método de Destilación	94
8. INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCARBUROS DE LA BOCANA MUNICIPIO DE RIVERA	95
8.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL AREA DE LA BOCANA	95
8.2. ESTRATIGRAFIA DEL AREA DE LA BOCANA	96
8.2.1. Cuarzomonzonita de Algeciras (Ja)	96
8.2.2. Depósitos Cuaternarios (Qal)	98
8.3. GEOLOGIA ESTRUCTURAL DEL AREA DE LA BOCANA	99
8.4. CARACTERIZACION DEL INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCARBUROS DEL AREA DE LA BOCANA	100
8.4.1. Geología Local del Indicio Superficial de Hidrocarburos del área de la Bocana	100
8.4.2. Caracterización del Crudo del Indicio Superficial de Hidrocarburos del Área de la Bocana	101
8.5. RESULTADOS DE LA CARACTERIZACION DEL CRUDO DEL INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCARBUROS DEL AREA DE LA BOCANA	104
8.6. ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LA CARACTERIZACION DEL INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCARBUROS DEL AREA DE LA BOCANA	105
8.6.1. Gravedad API	106
8.6.2. Determinación del Punto de Chispa y Punto de Inflamación por el Método de Cámara Abierta de Cleveland	107
8.6.3. Determinación del Contenido de Agua por el Método de Destilación	107
9. CONCLUSIONES	108
10. RECOMENDACIONES	110
11. BIBLIOGRAFIA	111

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Ubicación y límites del Valle Superior del Magdalena. (Tomado del documento Colombian Sedimentary Basins: Nomenclature, Boundaries and Petroleum Geology. ANH). 7
- Figura 2.** Modelo de elevación digital del área de estudio donde se observa la morfología de la cordillera Central y Oriental y la cobertura sedimentaria de la subcuenca de Neiva. 10
- Figura 3.** Imagen satélite Landsat del área de estudio donde se observa la morfología del piedemonte de las cordilleras central y oriental. 10
- Figura 4.** Mapa Geológico Generalizado de la Cuenca de Neiva. (Tomado de evaluación geológica del campo Pijao - ICP 2000). 15
- Figura 5.** Columna Estratigráfica generalizada del valle superior del Magdalena Subcuenca de Neiva. Fuente: Ecopetrol, ICP-2000, modificado por Vargas 2008. 19
- Figura 6.** Cuenca Marginal De Relleno, Paleozoico – Inferior. Tomado de Vargas 1988. 26
- Figura 7.** Cuenca Interior Fractura, Paleozoico – Superior. Tomado de Vargas 1988. 27
- Figura 8.** Cuenca Interior Fracturada, Jurásico – Interior. Tomado de Vargas 1988. 28
- Figura 9.** Cuenca Interior Fracturada; Cretáceo Superior – Paleoceno. Tomado de Vargas 1988. 29
- Figura 10.** Cuenca Interior Fracturada; Post – Mioceno. Tomado de Vargas 1988. 30
- Figura 11.** Mapa de la localización general de los indicios superficiales de hidrocarburos del país. Tomado de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH). 33

Figura 12. Plegable alusivo al sendero ecológico de la Tribuna.	37
Figura 13. Trac del GPS del recorrido por el sector de La Tribuna.	38
Figura 14. Imagen tomada de google earth con la localización del sector de La Tribuna.	40
Figura 15. Modelo de elevación digital del área central de la Tribuna donde se observa la morfología y alineamientos estructurales. Sección del Espaciomapa 323, IGAC.	41
Figura 16. Modelo de elevación digital del área central de la Tribuna donde se observa la morfología y alineamientos estructurales.	41
Figura 17. Plano esquemático de la cuenca de la quebrada el Neme en el área de la tribuna donde se muestran las unidades estratigráficas presentes. Tomado de Sánchez Mario en estudio de la Tribuna 2012.	42
Figura 18. Poligonal abierta para La Tribuna proyectada en la plancha 323-II-A del IGAC.	43
Figura 19. Localización del área de estudio de la vereda el Almorzadero en el mapa topográfico. Plancha 345-I-B del IGAC.	68
Figura 20. Trac del GPS del recorrido por el sector del Almorzadero.	69
Figura 21. Imagen tomada de google earth con la localización del sector del Almorzadero.	70
Figura 22. Localización en el mapa topográfico del área de estudio correspondiente a la finca México. Plancha 345-I-D del IGAC.	82
Figura 23. Trac del GPS del recorrido por el sector de la finca México.	83
Figura 24. Imagen tomada de google earth con la localización del área de estudio del sector de la Finca México.	85

Figura 25. Localización en el mapa topográfico del área de estudio correspondiente a la Bocana. Plancha 323-IV-D del IGAC. 95

Figura 26. Imagen tomada de google earth con la localización del área de estudio del sector de la Bocana. 96

LISTA DE FOTOGRAFIAS

- Fotografía 1.** Secuencia estratigráfica del paleógeno en la sección geológica Neiva – Palermo – Santa María representado por la formación Gualanday miembro Bache y Tesalia. 11
- Fotografía 2.** Lodolitas. Afloramiento en los puntos 28 al 29, La Tribuna. 46
- Fotografía 3.** Lodolitas silíceas. Afloramiento en los puntos 31 al 32, La Tribuna. 47
- Fotografía 4.** Lodolitas fisiles hacia la base y limolitas en el tope de la sección. Afloramiento en los puntos 37 al 38, La Tribuna. 48
- Fotografía 5.** Secuencia de limolitas y lodolitas. Afloramiento en los puntos 40 al 41, La Tribuna. 49
- Fotografía 6.** Lodolitas. Afloramiento en los puntos 42 al 43, La Tribuna. 50
- Fotografía 7.** Conjunto de limolitas y lodolitas. Afloramiento en los puntos 44 al 45, La Tribuna. 51
- Fotografía 8.** Secuencia de limolitas y lodolitas arenosas. Afloramiento en los puntos 48 al 49, La Tribuna. 52
- Fotografía 9.** Limolitas arenosas y lodolitas. Afloramiento en los puntos 51 al 52, La Tribuna. 53
- Fotografía 10.** Lodolitas calcáreas y margas en la base, suprayace un paquete de calizas. Afloramiento en los puntos 53 al 54, La Tribuna. 54
- Fotografía 11.** Rezumadero de la quebrada El Neme localizado en el área de La Tribuna. 58

Fotografía 12. Muestra de agua de la quebrada El Neme del área de La Tribuna para realizar la caracterización.	60
Fotografía 13. Ojos del indicio superficial de hidrocarburos del área de La Tribuna.	61
Fotografía 14. Determinación de la gravedad API por el método del picnómetro para el crudo del indicio superficial de hidrocarburos del área de La Tribuna.	62
Fotografía 15. Determinación del Punto de Chispa y Punto de Inflamación para el crudo del indicio superficial de hidrocarburos del área de La Tribuna.	62
Fotografía 16. Determinación del contenido de agua y sedimentos en el petróleo crudo por el método de la centrifuga para el crudo del indicio superficial de hidrocarburos del are de La Tribuna.	63
Fotografía 17. Panorámica del Afloramiento estudiado aguas arriba del rezumadero del Almorzadero.	71
Fotografía 18. Afloramiento de la Cuarzomonzodiorita de Teruel mostrando las zonas de alteración hidrotermal.	73
Fotografía 19. Cerró localizado al NW del rezumadero del Almorzadero conformado por lodolitas.	74
Fotografía 20. Depósitos de canal donde se ubican los rezumaderos estudiados.	77
Fotografía 21. Rezumadero 1. Obsérvese las iridiscencias y manifestaciones de gas.	77
Fotografía 22. Georreferenciación del rezumadero “El Almorzadero”	78
Fotografía 23. Muestra de hidrocarburo del Almorzadero bajo luz fluorescente.	79

Fotografía 24. Muestra del hidrocarburo emergente del rezumadero del Almorzadero.	80
Fotografía 25. Grupo de trabajo en zona de rezumadero México.	83
Fotografía 26. Afloramiento de la formación Villeta, área de la finca México.	86
Fotografía 27. Afloramiento de depósitos Cuaternarios, área de la finca México.	87
Fotografía 28. Afloramiento formación Villeta, rocas altamente fracturadas, área de la finca México.	88
Fotografía 29. Lutitas y costra asfáltica en el rezumadero México.	89
Fotografías 30. Indicio superficial de hidrocarburos de México.	90
Fotografía 31. Determinación de la gravedad API por el método del picnómetro para el crudo del indicio superficial de hidrocarburos del área de la finca México.	91
Fotografía 32. Determinación del Punto de Chispa y Punto de Inflamación para el crudo del indicio superficial de hidrocarburos del área de la finca México.	91
Fotografía 33. Determinación del contenido de agua por el método de destilación para el crudo del indicio superficial de hidrocarburos del área de la finca México.	92
Fotografía 34. Afloramiento de la Cuarzomonzonita de Algeciras, área de la Bocana.	97
Fotografía 35. Afloramiento de la Cuarzomonzonita de Algeciras, área de la Bocana. Obsérvese cristales atacados por la hidrolisis generando minerales de arcilla de tipo caolinita.	98
Fotografía 36. Afloramiento de Depósitos Cuaternarios, área de la Bocana.	99
Fotografía 37. Falla geológica por la cual migran los hidrocarburos a superficie, área de la Bocana.	100

Fotografía 38. Geología local del indicio superficial de hidrocarburos de la Bocana.	101
Fotografía 39. Indicio superficial de hidrocarburos de la Bocana.	102
Fotografía 40. Determinación de la gravedad API por el método del picnómetro para el crudo del indicio superficial de hidrocarburos del área de la Bocana.	103
Fotografía 41. Determinación del Punto de Chispa y Punto de Inflamación para el crudo del indicio superficial de hidrocarburos del área de la Bocana.	103
Fotografía 42. Determinación del contenido de agua por el método de destilación para el crudo del indicio superficial de hidrocarburos del área de la Bocana.	104
Fotografía 43. Degradación del crudo en el indicio superficial de la Bocana.	106

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Nomenclatura estratigráfica de la formación Villeta para el Valle Superior del Magdalena utilizada por las compañías petroleras e INGEOMINAS.	13
Tabla 2. Inventario de indicios superficiales de hidrocarburos presentes en el Huila.	35
Tabla 3. Coordenadas de las estaciones del trac del recorrido por el sector de La Tribuna.	39
Tabla 4. Coordenadas de los puntos de la poligonal abierta del sector La Tribuna.	44
Tabla 5. Resultados obtenidos de las pruebas realizadas a las muestras de agua superficiales de la quebrada el Neme del área de La Tribuna.	64
Tabla 6. Resultados obtenidos de las pruebas realizadas a la muestra de crudo del indicio superficial de hidrocarburos del área de La Tribuna.	65
Tabla 7. Coordenadas de las estaciones del trac del recorrido por el sector del Almorzadero.	69
Tabla 8. Resultado obtenido de la prueba realizada a la muestra de crudo del indicio superficial del Almorzadero.	80
Tabla 9. Clasificación del crudo mediante gravedad API determinado por fluorescencia.	81
Tabla 10. Coordenadas de las estaciones del trac del recorrido por el sector de la finca México.	84
Tabla 11. Resultados obtenidos de las pruebas realizadas a la muestra de crudo del indicio superficial de México.	93

Tabla 12. Resultados obtenidos de las pruebas realizadas a la muestra de crudo del indicio superficial de la Bocana.

RESUMEN

El objetivo del trabajo es presentar la caracterización geológica de cuatro (4) de los indicios superficiales de hidrocarburos localizados hacia la zona norte y centro del departamento del Huila. Para tal fin se desarrollaron una serie de estudios de clasificación petrográfica, litológica, estratigráfica de las rocas y caracterización fisicoquímica del hidrocarburo presente, además se realizó un inventario de los indicios superficiales de esta área como información base para investigaciones futuras.

Mediante un reporte presentado en el año 2010 por la ANH (Agencia Nacional de Hidrocarburos) se observa que en toda la extensión del departamento del Huila se encuentran veinticuatro (24) rezumaderos reportados de los cuales no se encuentra información registrada alguna, por lo cual se realizó la confirmación de los datos de georreferenciación y caracterización general de cada uno.

La caracterización que se realizó en este proyecto es de tipo geológico, petrográfico, estratigráfica y de fluidos. Para la caracterización geológica se tuvo en cuenta parámetros como: formación a la cual pertenece, características geológicas y sistema petrolífero; en la caracterización petrográfica se tuvo en cuenta el tipo de migración cuando es un indicio superficial activo, en caso de que sea un indicio superficial inactivo, se realizara geoquímica de rocas; finalmente en la caracterización de los fluidos se realizaran las siguientes pruebas: Gravedad API (método del picnómetro), Punto de Chispa y Punto de Inflamación (Flash Point y Fire Point) y Método estándar para la determinación de agua y sedimentos ya sea por centrifuga o por destilación.



ABSTRACT

The main objective in this work is to introduce geological characterization in four (4) hydrocarbon surface indication located in the north and center zone of Huila department. For this purpose were performed a set of petrographic, lithologic, stratigraphic rock classification studies and present hydrocarbon physicochemical characterization, besides was performed an inventory of surface indication in this area as base information for further researches.

Through a report presented by ANH in 2010 (Agencia Nacional de Hidrocarburos) it was observed that in the whole extension of Huila department are twenty four (24) petroleum seep reported which there is any information recorded, whereby it was performed the georeferencing data confirmation and each general characterization.

The characterization performed in this project is geological, petrographic, stratigraphic and fluid type. For geological characterization it was consider some parameters such as: formation to which it belongs, geological characteristics and oil system; for petrographic characterization it was consider the migration type when it is an active surface indication, in the event of an active surface indication it will perform rock geochemistry; finally in fluid characterization it will perform the following tests: API gravity (pycnometer method), Flash Point and Fire Point and standard method for water and sediments characterization by centrifuge or distillation.



1. INTRODUCCION

Particularmente el departamento de Ingeniería de Petróleos de la UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA, a través de los años ha venido realizando estudios de la geología de superficie en el Valle Superior del Magdalena (VSM) en la subcuenca de Neiva, con el objetivo de transmitir o dar a conocer a sus estudiantes algunos de los métodos de exploración geológica de superficie y conocimiento de la estratigrafía de la subcuenca de Neiva y el departamento del Huila para que una vez sean profesionales logren desarrollar proyectos viables y económicamente atractivos.

Continuando con el desarrollo de las investigaciones y los aportes obtenidos para el Valle Superior del Magdalena (VSM), liderados por el Museo Geológico y del Petróleo con el apoyo del Grupo de Investigación Ecosistemas Surcolombianos (ECOSURC) de la Universidad Surcolombiana, se desarrolló el trabajo de grado “CARACTERIZACION GEOLÓGICA DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS EN EL SECTOR CENTRO Y NORTE DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA”

En el territorio huilense se identifican varios rezumaderos de hidrocarburos y gases en superficie, de los cuales se tiene poca información, precisándose en la localización geográfica, además de las características distintivas de cada uno de los rezumaderos como lo son la geología, geoquímica, estado, extensión y material gráfico.

Debido a los grandes requerimientos de energía que actualmente demanda el mundo, se hace necesario la exploración y hallazgo de nuevos yacimientos de hidrocarburos, los cuales se hacen cada vez más escasos y difíciles de alcanzar.

La profundización en el conocimiento de los rezumaderos se puede convertir en un elemento de uso constante por parte de la industria petrolera, se podrían establecer modelos de correlación genética de los campos productores con los rezumaderos en pro de entender los procesos de formación, migración y acumulación de los hidrocarburos.

Considerando la gran importancia para la exploración petrolífera el tener un inventario de estos indicios superficiales y más aún cuando no existe ningún estudio oficial publicado sobre esta temática.



CARACTERIZACION GEOLOGICA DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS EN EL SECTOR CENTRO Y NORTE DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA

Como bien se sabe, la presencia y caracterización geológica de un indicio superficial en un área o determinado bloque contribuye notablemente en el avance de los métodos de exploración. Por lo que se realizaron los análisis correspondientes para llegar a una caracterización geoquímica, petrográfica, litológica, estratigráfica y de los fluidos a cuatro (4) de los veinticuatro (24) rezumaderos encontrados en todo el departamento del Huila; teniendo en cuenta que se tomó como punto de partida el listado publicado en el año 2010 por la ANH (Agencia Nacional de Hidrocarburos) el cual reporta (24) rezumaderos; añadiendo a los estudios anteriores los análisis de calidad de aguas correspondientes a la quebrada el Neme en las zonas aledañas al rezumadero encontrado en el centro de investigación LA TRIBUNA, el cual hace parte de la universidad Surcolombiana; con el fin de aportar una base de datos con información de buena calidad, que pueda ser tomada como base para investigaciones y estudios posteriores.

El presente trabajo representa la primera etapa de la investigación y caracterización sobre indicios superficiales de hidrocarburos en el Huila, el cual servirá de base para dos nuevos proyectos que se encuentran en marcha de la mano del Museo Geológico y del Petróleo con el apoyo del Grupo de Investigación Ecosistemas Surcolombianos (ECOSURC) de la Universidad Surcolombiana. Los cuales servirán de base para el montaje de nuevas prácticas académicas como también para que los estudiantes logren demostrar los conocimientos en los parámetros geológicos cuando sean profesionales.



2. GENERALIDADES

El objetivo primordial es hacer una caracterización de cuatro de los veinticuatro indicios superficiales presentes en el departamento del Huila, haciendo una descripción geográfica donde se tiene en cuenta la estratigrafía, petrografía general, análisis estructural y caracterización de fluidos definiendo densidad, BSW, API y puntos de inflamabilidad hacer una clasificación de los rezumaderos según su dinámica y determinar a qué estructura geológica se encuentran asociados y la importancia económica que tienen estos indicios de acuerdo a su posición geológica.

Con el creciente consumo de hidrocarburos que se ha venido presentando en los últimos años nace la necesidad de encontrar nuevas reservas de hidrocarburos, para poder contrarrestar la demanda de hidrocarburos.

El presente proyecto de investigación nace, debido a la necesidad de la caracterización geológica y de los fluidos de los indicios superficiales de hidrocarburos (rezumaderos) en el sector centro y norte del departamento del Huila, debido a que solo se conoce de su ubicación de acuerdo al inventario preliminar de rezumaderos en Colombia de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), por lo cual se hace necesaria una caracterización.

Todo esto se hace en pro de ayudar a recolectar información base para proyectos venideros sobre indicios superficiales en el departamento del Huila y en pro de brindar soportes para incrementar la exploración petrolífera.

2.1. RELACION CON LA INDUSTRIA PETROLERA

El Valle Superior del Magdalena, y especialmente la subcuenca de Neiva es reconocida como zona productora desde 1962 en un periodo de 20 años que va hasta 1982 cuando fueron descubiertos varios yacimientos petrolíferos al norte de la ciudad de Neiva, dándole a la subcuenca de Neiva y a los campos allí presentes una historia de producción que llega a sobrepasar en algunos casos los 50 años; en los campos allí presentes hay en estos momentos un evidente



desgaste sustentado con la caída en la producción, por lo cual resulta necesario la obtención de hidrocarburos de otras fuentes no convencionales.

El reconocimiento de zonas de interés exploratorio para hidrocarburos convencionales o no, conllevan tareas investigativas, entre ellas la geología y sus áreas, que incluyen el reconocimiento de la litología y geoquímica de una cuenca petrolífera. En el Valle Superior del Magdalena, estos estudios han sido limitados.

En el presente documento se hace un enfoque especial a la caracterización geológica y geoquímica de los indicios superficiales de hidrocarburos, para poder obtener una correlación con lo que se encuentra en el subsuelo. El estudio y reconocimiento de las rocas asociadas a los indicios superficiales de hidrocarburos en la subcuenca de Neiva dan un enfoque adecuado para la extracción de hidrocarburos asociados a Shales.

Los hidrocarburos que se extraen de manera no convencional contribuyen hoy en día de manera significativa al volumen que se produce mundialmente; específicamente, los hidrocarburos (gas y aceite) obtenidos en procesos de fracturamiento (fracking), representa para los Estados Unidos una disminución de las importaciones de gas en un 40% y de aceite en un 20%, en nuestro país se están llevando a cabo los primeros pasos, definiendo licencias ambientales y creando políticas que le den soporte legal a estas tareas de exploración y extracción.

2.2. LOCALIZACION GEOGRAFICA, ACCESOS E INFRAESTRUCTURA

El área de estudio se encuentra localizada en la denominada subcuenca de Neiva que pertenece al extremo sur del Valle Superior del Magdalena, que limita al norte con el denominado umbral de Natagaima, que divide el VSM en dos secciones, Sudeste con el sistema de fallas Algeciras-Garzón y al Oeste con las rocas del Pre-cretáceo de la cordillera occidental. Abarca parte del área rural de los municipios de Neiva, Palermo, Yaguará, Teruel, Pital y Tesalia (Véase Figura 1).



**CARACTERIZACION GEOLOGICA DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS
EN EL SECTOR CENTRO Y NORTE DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA**

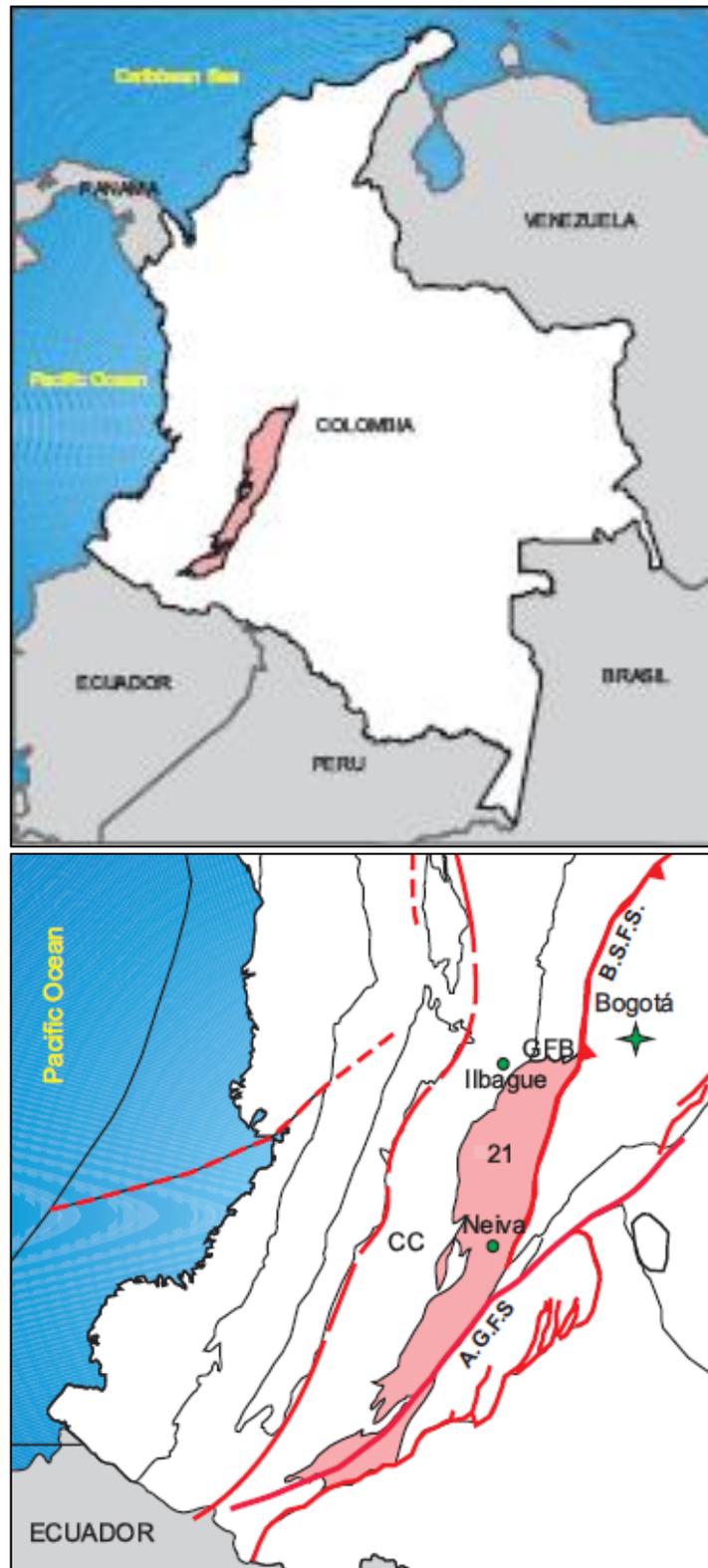


Figura 1. Ubicación y límites del Valle Superior del Magdalena. (Tomado del documento Colombian Sedimentary Basins: Nomenclature, Boundaries and Petroleum Geology. ANH).



CARACTERIZACION GEOLOGICA DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS EN EL SECTOR CENTRO Y NORTE DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA

Más precisamente la zona de estudio se encuentra localizada en el sector centro y norte del Departamento del HUILA, la cual y para fines logísticos se ha dividido en dos grandes zonas, sector occidental y sector oriental.

El sector occidental hace parte del extremo oriental de las estribaciones de la cordillera central comprendiendo las áreas de los municipios de Yaguará, Teruel y Palermo, que se encuentra parte de estos municipios en las planchas topográficas escala 1:25000 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (IGAC).

- ❖ Plancha 345 – I – D
- ❖ Plancha 345 – I – B
- ❖ Plancha 323 – III – D

El sector oriental comprende la estribación occidental de la cordillera oriental abarcando los municipios de Neiva, Aipe, Tello y Rivera, que se encuentra parte de estos municipios en las planchas topográficas escala 1:25000 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (IGAC).

- ❖ Plancha 324 – III – A
- ❖ Plancha 324 – I – C
- ❖ Plancha 323 – II – C
- ❖ Plancha 302 – IV – C

La base cartográfica utilizada para este proyecto fue consultada y adquirida al INGEOMINAS utilizando las planchas geológicas y espacio-mapas antes mencionadas a escala 1:100.000.

Hasta las zonas de estudio es posible acceder hasta ciertos lugares por carreteras pavimentadas y carretables, para poder acceder hasta el ojo del indicio superficial de hidrocarburos se hace necesario caminar, en ciertos casos por carretables o por medio de la vegetación.



3. GEOLOGIA REGIONAL

3.1. BASAMENTO ECONOMICO

De acuerdo a la industria petrolera colombiana se considera basamento económico al límite por el cual la posibilidad de hallar hidrocarburos es remota o el riesgo de inversión económica para su exploración es bastante alto, con lo cual no justifica su exploración. El límite del basamento económico en el Valle Superior del Magdalena con la cobertura productiva corresponde a la formación Caballos.

El basamento económico Precretáceo está conformado por rocas ígneas intrusivas y extrusivas de composición ácida correspondientes al batolito de Ibagué y la formación Saldaña y rocas de metamorfismo regional correspondiente al llamado Macizo de Garzón localizado al este del área, está conformado por un núcleo de rocas precámbricas constituidas por migmatitas y gneises, anfibolitas paleozoicas e intrusiones de granitos y cuarzodioritas también de edad paleozoica.

El Jurásico se encuentra representado por una serie de rocas volcánicas y piroclásticas que corresponden estratigráficamente a la formación Saldaña compuesta por riolitas, dacitas, tobas y aglomerados volcánicos, principalmente. Así también se presentan rocas ígneas intrusivas acidas del batolito de Ibagué.

Para la unificación del basamento y su separación con la cobertura productiva a nivel regional, se trabajó con una imagen satélite de modelo de elevación digital donde se observa claramente la diferenciación entre estas 2 unidades (Véase Figuras 2 y 3).



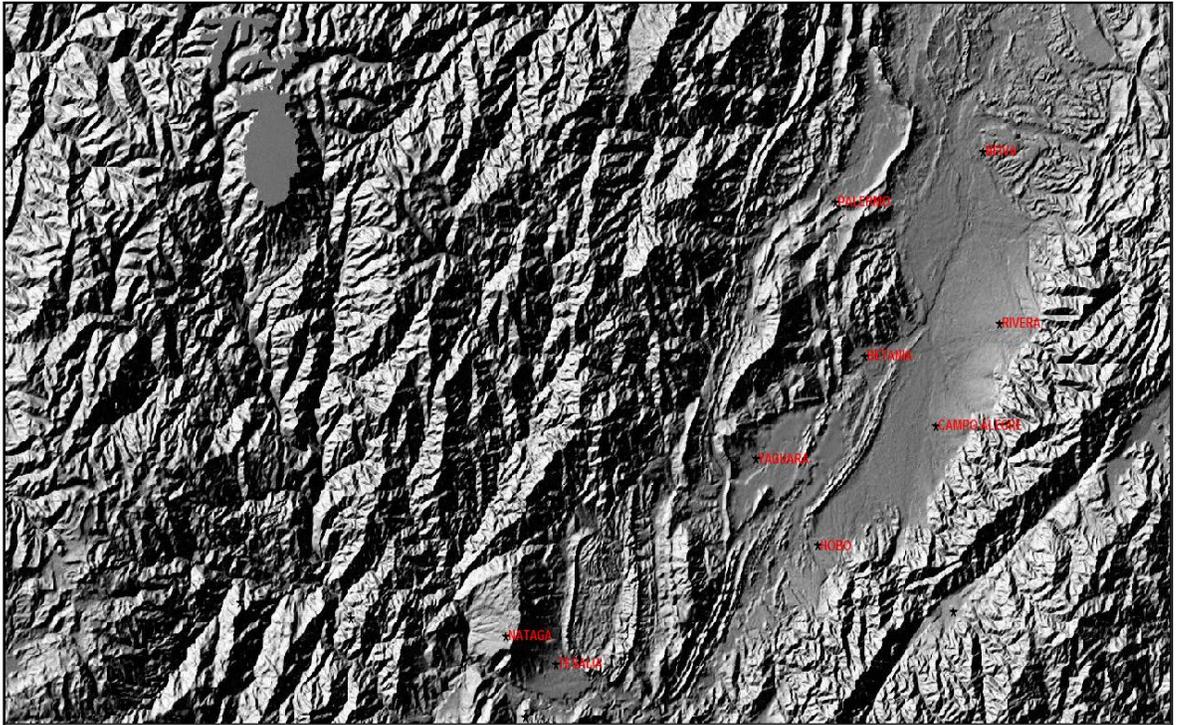


Figura 2. Modelo de elevación digital del área de estudio donde se observa la morfología de la cordillera Central y Oriental y la cobertura sedimentaria de la subcuenca de Neiva.



Figura 3. Imagen satélite Landsat del área de estudio donde se observa la morfología del piedemonte de las cordilleras central y oriental.



3.2. COBERTURA PRODUCTIVA

La cobertura productiva de carácter sedimentario está determinada por dos secuencias deposicionales diferentes, caracterizada por presentar rocas de origen clástico y químico.

La primera se trata de una secuencia clástica marina que abarca desde el Cretáceo Medio (Aptiano - Albiano) hasta el paleógeno (Paleoceno) de un ambiente marino a transicional desarrollando un ciclo regresivo y en la cual fueron depositados en el área, las formaciones Caballos, Villeta, Monserrate y Guaduas respectivamente.

La segunda secuencia compuesta por rocas sedimentarias de origen continental que abarcan desde el Eoceno hasta el reciente, que corresponden estratigráficamente a las formaciones Gualanday, Doima, Potrerillos, Honda, Gigante y Depósitos Cuaternarios.



Fotografía 1. Secuencia estratigráfica del paleógeno en la sección geológica Neiva – Palermo – Santa María representado por la formación Gualanday miembro Bache y Tesalia.



3.2.1. Formación Caballos (Kc)

En la subcuenca de Neiva esta formación operacionalmente fue dividida en Caballos Inferior, Caballos Medio y Caballos Superior; Flórez y Carrillo (1994) redefinieron estas formaciones denominándolas Formación Alpujarra (Caballos Inferior), El Ocal (Caballos Medio) y Caballos (Caballos Superior).

3.2.1.1. Caballos Inferior (LKB)

Está compuesta por una serie de secuencias arenosas retrogradacionales, siendo un depósito continental a la base con cuarzoarenitas y subarcosas de color blanco a gris claro, de grano fino a grueso, localmente conglomeráticas bien seleccionadas con pseudomatriz caolinítica. En la parte media y tope predominan lodolitas negras ricas en restos de plantas, que corresponden a depósitos en llanuras aluviales surcadas por canales sinuosos. Reposita discordantemente sobre el basamento económico o puntualmente sobre la formación Yaví. Tiene un espesor promedio de 150 pies.

3.2.1.2. Caballos Medio (MKB)

Fue depositada en un ambiente marino restringido (Litoral a Sublitoral) se caracteriza por tener intercalaciones de calizas lumaquelicas y dolomitas de color gris verdoso, algunas glauconitas y lodolitas de color gris a negro, ricas en materia orgánica. Tiene un espesor promedio de 120 pies.

3.2.1.3. Caballos Superior (UKB)

Es el principal yacimiento productor en los Campos Santa Clara y los Mangos, está constituida por cuarzoarenitas muy continuas de grano fino a grueso friables, muy bien a moderadamente seleccionadas, con laminación inclinada y paralela, que fueron originadas como depósitos de cordones de playa progradantes. Presentan intercalaciones de lodolitas e interlaminaciones de arena y lodo y arenitas calcáreas bioclásticas, que representan depósitos marinos marginales (estuarios).

3.2.2. Formación Villeta (Kv)

Para el presente trabajo se considera esta unidad litoestratigráfica como la más importante ya que los cuatro rezumaderos investigados son producto de la dismigración primaria de esta unidad litoestratigráfica considerada como la roca generadora de la subcuenca de Neiva.



**CARACTERIZACION GEOLOGICA DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS
EN EL SECTOR CENTRO Y NORTE DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA**

A continuación se presenta en la tabla 1 la relación estratigráfica entre la nomenclatura de la formación Villeta propuesta por el INGEOMINAS y la utilizada por la industria petrolera.

EDAD		NOMENCLATURA EMPLEADA EN LA INDUSTRIA PETROLERA		NOMENCLATURA EMPLEADA POR INGEOMINAS	
ERA	PERIODO	GRUPO	FORMACIÓN	GRUPO	FORMACIÓN
INFERIOR	Santoniano Albiano	Villeta	Aico Chert	K II	Loma Gorda
			La Luna		
			Shale de Bambucá		Hondita
			Calizas de Tetuán		

Tabla 1. Nomenclatura estratigráfica de la formación Villeta para el Valle Superior del Magdalena utilizada por las compañías petroleras e INGEOMINAS.

La formación Villeta es una unidad marina transgresiva en donde sus sedimentos fueron depositados en un ambiente nerítico anóxico, sus rocas blandas erosionables dan lugar a una topografía suave de valles.

Esta formación se encuentra dividida informalmente por las compañías petroleras que han trabajado en el área en cuatro unidades que de base a tope son:

3.2.2.1. Caliza de Tetuán

Calizas finogranulares derivadas de organismos plactónicos, ricas en materia orgánica de color marrón oscuro a claro, masivas y muy duras, intercaladas con lodolitas. El contacto con la Formación Caballos es transicional y su ambiente de depósito está por debajo del nivel de acción de las olas (Ambiente anóxico de plataforma).

3.2.2.2. Shale de Bambucá

Compuesta por shale verde a verde grisáceo con bajo contenido de calcita. El contacto con la Caliza de Tetuán es transicional y el predominio de sedimento arcilloso sugiere proximidad del área fuente y una somerización del fondo y acercamiento a la línea de costa.

3.2.2.3. Caliza La Luna o Calizas La Frontera (Cenomaniano-Turoniano)

Calizas micríticas derivadas de organismos planctónicos rica en materia orgánica de origen marino, de color crema a gris claro, masivas y blocosas.



3.2.2.4. Shale de Aico

Es una sección arenosa al tope y limosa en la base, que consta de cuarzoarenitas blancas, angulares a subangulares de grano fino a medio, algunas veces calcáreas, que representa una somerización del fondo y un acercamiento a la línea de costa.

3.2.3. Formación Monserrate (Kg)

Litológicamente está constituida por cuatro miembros dos arenosos y dos lutíticos.

3.2.3.1. La Unidad K4

Con un espesor promedio de unos 25 metros está compuesta por arcillolitas y limolitas con un nivel de roca fosfórica.

3.2.3.2. La Unidad K3

Con un espesor de unos 30 metros está representado por areniscas cuarzosas blancas a grises y de grano fino a medio.

3.2.3.3. La Unidad K2

Con un espesor de unos 30 metros, está conformada por limolitas silíceas y chert, este miembro presenta dos niveles de roca fosfórica, es muy común el intenso plegamiento de estas rocas.

3.2.3.4. La Unidad K1

Posee un espesor de unos 35 metros y está compuesta por cuarzoarenitas de grano grueso con cemento silíceo.

La formación Monserrate fue depositada en un ambiente de plataforma cercano a la línea de costa, asociado a zonas de frente de costa y plataforma (Reyes et al, 1995).Y de acuerdo a su registro fósil está datada como Campaniano a Maastrichtiano. (Beltrán y Gallo, 1968).

Esta formación es productora en varios campos del Valle Superior (DK, Palogrande-Cebú entre otros).



CARACTERIZACION GEOLOGICA DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS EN EL SECTOR CENTRO Y NORTE DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA

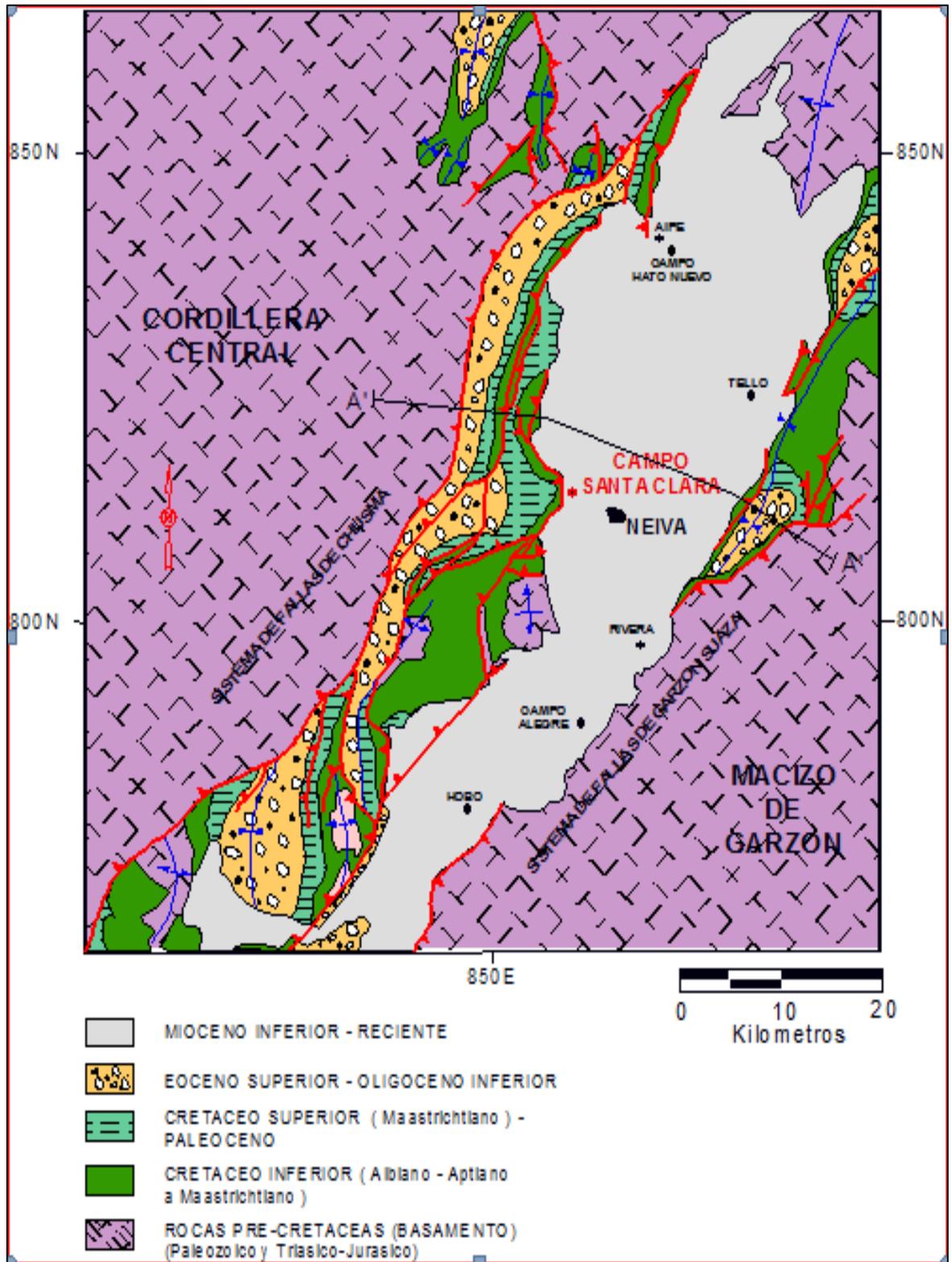


Figura 4. Mapa Geológico Generalizado de la Cuenca de Neiva. (Tomado de evaluación geológica del campo Pijao - ICP 2000).



3.2.4. Formación Guaduala (TKg)

Esta formación está constituida por dos miembros

3.2.4.1. El Miembro San Francisco

Compuesto por arcillolitas grises a rojo oscuro a púrpura, blandas, con intercalaciones de limolitas. Su ambiente de depósito es el parálico.

3.2.4.2. El Miembro Teruel

Está compuesto por areniscas finas verdosas y arcillolitas con algunas capas de carbón, depositados en un ambiente continental.

El contacto del Grupo Guaduas con el suprayacente Grupo Gualanday en el área es una discordancia Regional que representa un hiato deposicional del Eoceno inferior. La formación Guaduala posee un espesor que varía entre 250 y 300 metros. El grado de erosión de estas rocas dan lugar a una topografía suave deprimida que forma valles.

3.2.5. Formación Gualanday (Tg)

Esta formación está dividida en tres miembros: Palermo, Bache y Tesalia, respectivamente.

3.2.5.1. El miembro Palermo

Está representado por una serie de conglomerados grises constituidos por cantos redondeados de líticos, chert y cuarzo e intercalaciones de areniscas en capas de estratificación masiva a gruesa.

3.2.5.2. El miembro Bache

Está constituido por arcillolitas y lodolitas moteadas y algunos niveles de areniscas y conglomerados.

3.2.5.3. El miembro Tesalia

Está representado por otra serie de conglomerados oligníticos con fragmentos de cuarzo lechoso y chert negro, con ligeras intercalaciones de areniscas y arcillolitas varicoloreadas.



El material clástico que constituye a los miembros Palermo y Tesalia probablemente fueron derivados de la cordillera central y distribuidos sobre una planicie a manera de amplios abanicos aluviales con fuertes corrientes fluviales. El miembro Bache se depositó sobre una gran planicie asociada a extensos pantanos y algunas corrientes fluviales débiles. La edad de la formación Gualanday corresponde al Eoceno superior según dataciones paleontológicas.

3.2.6. Formación Potrerillos (Tep)

Constituidas por arcillolitas varicoloreadas blandas y limosas intercaladas con delgados niveles de conglomerados y areniscas conglomeráticas. Esta unidad pertenece al Eoceno superior.

3.2.7. Formación Doima (Ted)

Reposa discordantemente sobre la formación Potrerillos y está constituida por conglomerados poligmíticos con fragmentos de rocas ígneas y metamórficas chert y cuarzo, embebidos en una matriz areno-limosa. Esta formación fue depositada en un ambiente fluvial de grandes corrientes sobre planicies ligeramente onduladas. Su edad corresponde al Oligoceno inferior.

3.2.8. Formación Honda (Tmh)

Se puede dividir en dos unidades las cuales son:

3.2.8.1. Honda Inferior

Constituida por intercalaciones de arcillolitas rojas, cafés rojizas y grises verdosas, interestratificadas con arenitas, algunas veces conglomeráticas, grises a grises verdosas.

3.2.8.2. Honda Superior

Conformada predominantemente por arenitas grises a blancas con algunas intercalaciones de lodolitas cafés rojizos a gris verdosas.



Se depositó en ambientes fluviales, con facies de canal, abanicos de rotura (crevassessplay), llanura de inundación y lagos pantanosos. En algunos campos como Dina Terciarios es una formación productora.

3.2.9. Formación Gigante (Tpg)

Conformada por depósitos vulcanoclásticos provenientes de la actividad volcánica de la cordillera central durante el cuaternario temprano. Litológicamente está compuesta por tobas, aglomerados y rocas clásticas gruesas. El registro fósil de la formación Gigante es muy rico en restos vegetales y xilópalos, material carbonáceo y ocasionalmente restos óseos. Por dataciones radiométricas esta formación tiene una edad de unos 8 millones de años.



CARACTERIZACION GEOLOGICA DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS EN EL SECTOR CENTRO Y NORTE DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA

		GRUPO	FORMACION	AMBIENTE	LITOLOGIA					
CUATERNARIO										
Neógeno	Secuencia Sin-Orogénica	Plioceno-Holoceno	Gigante / Mesa (1000 mts)	Terrestre, Llanuras de Piedemonte.						
		Mioceno	Medio a Superior	Honda (2500 mts)		Terrestre, Llanuras Aluviales				
			Inferior	Barzales (50 - 300 mts)		Terrestre, Lagunas				
Paleógeno	Secuencia Sin-Orogénica	Oligoceno	Doima	(1100 - 3000 mts)	Terrestre, Ríos entrelazados.					
			Potreriño							
		Eoceno	Gualanday			Tesalia				
						Bache				
						Palermo				
		Paleoceno	Guaduala			Teruel	(400 - 1200 mts)	Terrestre, Paleógeno.		
						San Francisco				
		CRETÁCEO	Secuencia Preorogénica			Superior	Maastrichtiano	Monserrate (150 - 200 mts)	Marino Intermareal.	
						Inferior	Santoniano			Shale Aco
										La Luna
Albiano	Villeta (700 - 1100 mts)			Shale Bambuca						
				Caliza Tetuán						
Aptiano	Caballos (90 - 200 mts)			Superior	Fluvial Salobre					
		Inferior								
Basamento	Secuencia Preorogénica	Jurásico	Yaví (385 mts)	Subaéreo Vulcanoclástico						
		Triásico	Intrusivo							
		Precámbrico	metamórfico							

Figura 5. Columna Estratigráfica generalizada del valle superior del Magdalena Subcuenca de Neiva. Fuente: Ecopetrol, ICP-2000, modificado por Vargas 2008.



3.3. GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Estructuralmente la subcuenca de Neiva se encuentra afectada por pliegues de tipo anticlinal y sinclinal y fallas geológicas que repercuten directamente en las propiedades petrofísicas de las rocas presentes en el subsuelo.

A continuación se hace una breve descripción de las principales estructuras geológicas presentes en las diferentes áreas reconocidas para este proyecto y que son considerados de gran importancia por afectar las propiedades petrofísicas de las formaciones productoras.

3.3.1. Pliegues

Los pliegues observados en el área son de carácter regional y afectan las rocas sedimentarias presentes en la subcuenca de Neiva. Los pliegues en general tienen una orientación norte – sur a NE – SW. Los más importantes son: Dina y San Francisco, la Hocha y los sinclinales de Guacirco, Bache, Tesalia. Al oriente se presentan los sinclinales de San Antonio y Pacarni. En general los pliegues anticlinales son apretados, muy fracturados y afectados por fallas geológicas. Los sinclinales son amplios y generan una morfología suave.

3.3.2. Sinclinal de Bache

Su eje se localiza a una distancia mínima aproximada de 14 km al noroccidente de Neiva. Afecta rocas del Grupo Honda. Sus características, según INGEOMINAS-HOCOL (1994) son: amplitud máxima de 10 km con estrechamiento a 5 km, hacia el sur, donde está enmarcado por las fallas de Baché y Dina. Su eje está orientado en dirección N15-20E en su parte norte y cambia a NS, con cabeceo hacia el sur originando el cierre del pliegue hacia el norte. El flanco occidental presenta mayor inclinación de las capas (hasta 25°), y hacia el núcleo las inclinaciones son suaves (<8°).



3.3.3. Anticlinal de Palogrande

Su eje se localiza a una distancia mínima de aproximadamente 7 km al NE de Neiva, con una dirección NS que luego varía a NW. Afecta rocas del Grupo Honda, y se presenta cortado por la Falla de Palogrande.

3.3.4. Anticlinal de Dina

Su eje curvo, varía desde NW hasta NE, pasando por NS y se localiza a una distancia mínima de 13 km al NW de Neiva. Afecta rocas del Grupo Honda. Según INGEOMINAS-HOCOL (1994), es una estructura ovalada, simétrica, de 3,5 km de extensión y 9 km² de superficie.

3.3.5. Anticlinal de San Francisco

Su eje de dirección NE, se localiza a una distancia mínima aproximada de 14,5 km al noroccidente de Neiva. De acuerdo con el mapa geológico de la plancha 323-Neiva (INGEOMINAS; 1995, versión preliminar), afecta rocas sedimentarias cretáceas (formaciones Hondita, Loma Gorda y La Tabla). Según INGEOMINAS-HOCOL (1994), es una estructura compleja y asimétrica cortada por varias fallas de cabalgamiento y transversales que producen distorsión y truncamiento de las capas que la conforman; su eje se encuentra cabeceando hacia el norte originando el cierre de la estructura hacia ese sector.

3.3.6. Anticlinal de la Hocha

Con una orientación del plano axial de N10-15W con cabeceo de similar pendiente tanto al norte como al sur. El cabeceo norte del anticlinal de la Hocha presenta un cierre simétrico definido por la formación caballos, los buzamientos son moderados a altos variados 70⁰ al NE, el flanco oeste del anticlinal de La Hocha está definido por unidades jurásicas y cretácicas con buzamiento suaves al oeste entre 20⁰ y 40⁰. Tres fallas de rumbo sinestral cortan el flanco oeste del anticlinal de la Hocha afectando las formaciones Villeta, Monserrate y Guaduala.



3.3.7. Sinclinal de Tesalia

Se presenta como una amplia estructura afectando rocas del paleógeno y neógeno con un dominio en los buzamientos bajos a moderados en el flanco occidental y verticalizados hacia el flanco oriental.

3.3.8. Fallas

Son las estructuras geológicamente más importantes y que inciden directamente en el entrapamiento de los hidrocarburos. Fotogeológicamente se pueden determinar dos patrones de fallamiento asociados al área de trabajo:

El patrón de fallas de dirección N – S a NE – SW y correspondientes a las fallas inversas de los sistemas garzón – Suaza al oriente y Chusma - Teruel al occidente; asociadas a este sistema de fallas se encuentra gran número de fracturas de tipo normal, inverso y de rumbo entre las cuales sobresalen la falla de Buenavista, falla de Dina, Falla de Bache, Falla de Baraya y la Falla de Fortalecillas.

El patrón de fallamiento SE – NW a Este - Oeste es de tipo secundario y se asocia al patrón de fallamiento principal N – S, en este sobresalen la falla de Palogrande que afecta a Fortalecillas y el lineamiento que pasa por el casco urbano de Neiva con una dirección N50W y una longitud de 19 Km. Se observa desde el Sureste de la ciudad hasta la desembocadura del río las Ceibas.

3.3.8.1. Falla de Chusma y frentes de cabalgamiento asociados

Esta falla y los frentes de cabalgamiento asociados a ella, tienen vergencia hacia el oriente y trazos irregulares, los cuales llegan a ser fallas de carácter regional como la Falla de San Francisco al norte y la Falla de Buenavista al sur, esta última exhumando rocas cretácicas y haciendo que estas cabalguen sobre las sedimentitas del Paleógeno y Neógeno. Otro frente de cabalgamiento pero de menor magnitud, estructurando solo el terciario en superficie, se presenta en la parte meridional del área de estudio, cuya acción y desarrollo en conjunto con la Falla de Chusma propiamente dicha, produce el par sinclinal/anticlinal asimétricos, que se desarrolla justo en frente de él.



3.3.8.2. Falla de Santa Clara

Corresponde a una falla de cabalgamiento con rumbo N – S y buzamiento al este. Hacia el este del Campo Santa Clara, esta falla alcanza a afectar el intervalo terciario poniendo en contacto rocas del basamento (Formación Saldaña) y del Cretáceo (Formaciones Caballos y Villeta) con las formaciones Barzalosa y Honda.

3.3.8.3. Falla de Buenos Aires

La Falla de Buenos Aires corresponde a una falla de cabalgamiento que aflora en superficie y trunca el Backthrust de Santa Clara. En el área del campo Santa Clara tiene un rumbo N-NE o NS y una vergencia al este. Esta falla es importante ya que podría constituir el sello lateral para posibles acumulaciones dentro de la Formación Honda en el área del Campo Santa Clara.

3.3.8.4. Falla de Buenavista

Dirección aproximada N35 E, girando para volverse casi N – S. Buza al oeste. Su traza se localiza al occidente de Neiva a una distancia mínima de 2,5 km aproximadamente. Pone en contacto rocas de la Formación Gigante con rocas del Grupo Honda.

3.3.8.5. Falla de Dina

Su traza se ubica a aproximadamente 2,5 km al occidente de la zona norte de Neiva y continúa hacia el norte. Buza al este.

3.3.8.6. Falla de Baché

Su traza se ubica a aproximadamente 5 km al occidente de Neiva. Tiene una dirección muy variable desde casi NS al frente de Neiva, girando hasta N60E al sur (frente a zona de Matamundo). Pone en contacto rocas terciarias y cretácicas, o rocas terciarias entre sí.

3.3.8.7. Falla de San Francisco

Dirección aproximada NS a N20E. Su traza se ubica aproximadamente a 15 km al occidente de Neiva. Pone en contacto rocas terciarias y rocas cretácicas.

3.3.8.8. Falla de Magdalena

Limita la depresión del río Magdalena en su parte oriental y es una fractura de carácter regional de tipo inverso que pone en contacto rocas terciarias de la Formación Honda con rocas cretácicas de la Formación Villeta y rocas Jurásicas de la Formación Saldaña. Hacia el norte se conoce como falla del Prado y hacia el



SW se encuentra cubierta por depósitos cuaternarios recientes. Esta falla en algunos sectores ejerce control estructural sobre el cauce del Río Magdalena, hecho que se denota en el paralelismo existente entre este y la falla.

3.4. GEOLOGIA DEL PETROLEO

De los estudios sobre la Geología de Petróleo en el VSM, específicamente la Subcuenca de Neiva, el de mayor difusión es el de Buitrago (1994), quien trata el tema bajo la metodología de los sistemas petrolíferos, identificando los sistemas Villeta-Caballos para el margen occidental del VSM y Villeta-Monserrate, para el sector central del Sinclinal de Neiva. Los campos productores más cercanos al área de trabajo son el Campo los Mangos o Yaguará, el cual produce del sistema petrolífero Villeta-Caballos, descubierto en 1987. Otros campos cercanos a los recorridos programados son La Hocha, Palermo y Santa Clara.

3.4.1. Roca Fuente

La roca fuente para los hidrocarburos en la Subcuenca de Neiva es, según los trabajos publicados, la “Formación Villeta”. Buitrago (1994) afirma que los intervalos generadores se encuentran en las porciones media e inferior de la Formación Villeta, en edades que van desde el Albiano hasta el Turoniano, con Kerógenos tipo I y II para la parte inferior y mezcla de Kerógenos tipo II y III para la parte media. A este intervalo de tiempo equivalen las formaciones Tetuán, Hondita y parte de la Formación Lomagorda. De hecho, la mayoría de las manifestaciones superficiales de hidrocarburos se encuentran en las rocas de estas formaciones y en muchos afloramientos de las mismas, al romper estas con el martillo, se percibe un fuerte olor a hidrocarburo. Las lodolitas y shales de la Formación Caballos son consideradas como una fuente secundaria; igual puede decirse de las rocas finogranulares del Paleozoico expuestas en diversas zonas del departamento, pero que no han sido totalmente evaluadas.

3.4.1.1. Generación de Hidrocarburos

Maldonado & Mantilla (1989) mediante análisis geoquímicos de muestras recolectadas dentro del área de estudio y en zonas aledañas, estiman que “la Formación Villeta, comenzó a generar petróleo desde el Oligoceno inferior a profundidades cercanas o mayores a 2000 metros en un rango de temperaturas



entre 70 y 80 grados centígrados. El petróleo migró y se entrampó durante el Oligoceno con el desarrollo del sistema de cabalgamientos de Chusma, que generó las estructuras propicias para su acumulación en las arenas de las Formaciones Caballos y Monserrate”.

Buitrago (1994), plantea un modelo de generación en el centro de la cuenca, la cual comenzó la generación de petróleo hace 30 Ma durante el Oligoceno y de gas hace 10 Ma en el Mioceno Tardío. Esto es, para la Formación Villeta que se encuentre enterrada a más de 6 km de profundidad en el sinclinal de Neiva. Este modelo lo extrapola al margen occidental del VSM, en el bloque yacente de la Falla de Chusma.

3.4.2. Roca Reservorio

Para el sistema petrolífero Villeta - Caballos - Monserrate, la roca reservorio son las areniscas de la Formación Caballos y Monserrate y el principal objetivo en el proceso exploratorio de la subcuenca de Neiva del VSM, debido a sus buenas cualidades petrolíferas.

3.4.3. Roca Sello

Las rocas que podrían constituir sellos en los posibles entrampamientos en el área de estudio, son los shales no calcáreos y calcáreos de las formaciones Caballos medio. También los shales de la Formación Villeta y las arcillolitas de la parte basal del grupo Guaduala.

3.4.4. Tipo de Trampas

Los campos productores en la Subcuenca de Neiva son acumulaciones debidas a estructuras formadas por pliegues relacionados a fallas, en su mayoría anticlinales fallados. Estos se asocian a fallas de tipo regional como el Campo San Francisco asociado a la Falla de San Francisco en el norte y el Campo Los Mangos asociados a la Falla de San Jacinto.



3.5. GEOLOGIA HISTORICA

El Valle Superior del Magdalena es una región compleja geológicamente, donde afloran rocas desde el Precámbrico hasta el Reciente y conforman un relieve irregular.

Durante el paleozoico inferior (cámbrico ordovícico) en la región entre la ancestral cordillera central y los llanos existía una cuenca marina de tipo marginal de relleno somera sobre un basamento precámbrico conformado por lo que hoy denominamos el macizo de Garzón. La placa oceánica no había chocado contra el continente y la depositación consistió principalmente en sedimentos de plataforma conformado por rocas pelíticas (limolitas, lodolitas y arcillolitas), calizas y rocas clásticas gruesas.

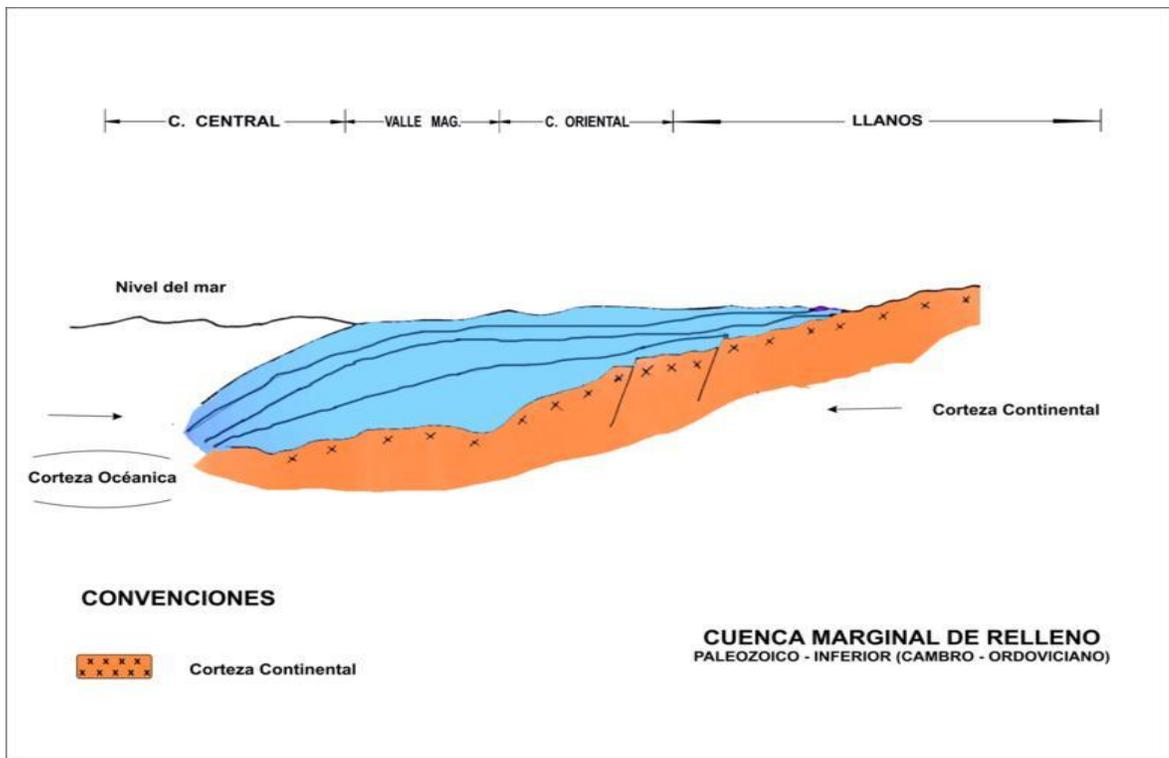


Figura 6. Cuenca Marginal De Relleno, Paleozoico – Inferior. Tomado de Vargas 1988.

En el paleozoico superior (silúrico devónico pernico) hace contacto la placa oceánica chocando contra la placa continental generando un paleorelieve positivo siendo el inicio de la ancestral cordillera central esto provoca un evento orogénico denominado orogenia caledoniana la cual litifica los sedimentos del paleozoico



CARACTERIZACION GEOLOGICA DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS EN EL SECTOR CENTRO Y NORTE DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA

inferior y sufren de metamorfismo principalmente en su sector occidental (cordillera central, valle superior del magdalena y cordillera oriental) generando los hoy denominados grupos Cajamarca (Huila y Tolima) grupo Valdivia y Ayura Montebello en el norte de Colombia. Hacia el sector del hoy llamado llanos orientales, las rocas del paleozoico inferior no sufrieron metamorfismo, estando conformadas por lutitas, margas y areniscas, razón por la cual en algunas perforaciones realizadas en los llanos se ha bajado a esta secuencia paleozoica.

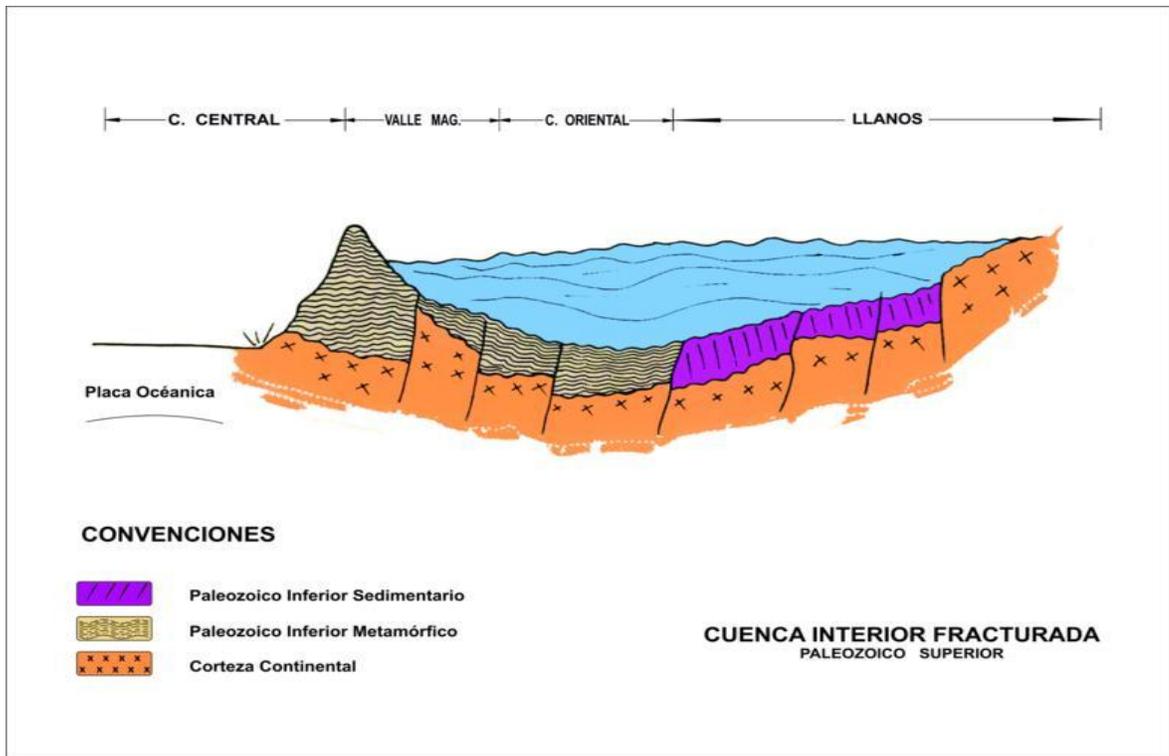


Figura 7. Cuenca Interior Fractura, Paleozoico – Superior. Tomado de Vargas 1988.

Como producto del fenómeno orogénico se genera una tectónica de bloques formando una cuenca marina interior fracturada en la cual depositó sedimentos de plataforma y zona batial principalmente como lodolitas arcillolitas, calizas y niveles fosilíferos estando representados en el Huila por las rocas de la formación hígado localizadas en el sector de garzón.

En el triásico inferior se retira el mar generando un ambiente continental altamente oxidante representado por las capas rojas de la Formación Luisa, la cual se restringió a la región occidental del actual Valle Superior del Magdalena. En el Triásico superior luego de una intensificación de los procesos tectónicos y de la subsidencia del área de sedimentación, el mar penetró en el Valle Superior del



Magdalena y dio lugar a la deposición de calizas fosilíferas correspondientes a la Formación Payandé, retirándose luego de la acumulación de la parte basal de la Formación Saldaña. Seguidamente se inicia una actividad volcánica esencialmente explosiva y simultáneamente ocurre una ampliación del área receptora de materiales, tendencia que continúa hasta el fin de la sedimentación de la Formación Saldaña. Cuando cesó la subsidencia, se colmató la cuenca y se extinguió el vulcanismo; prosiguió un período erosivo que se prolongó hasta el Cretácico Pre-Aptiano.

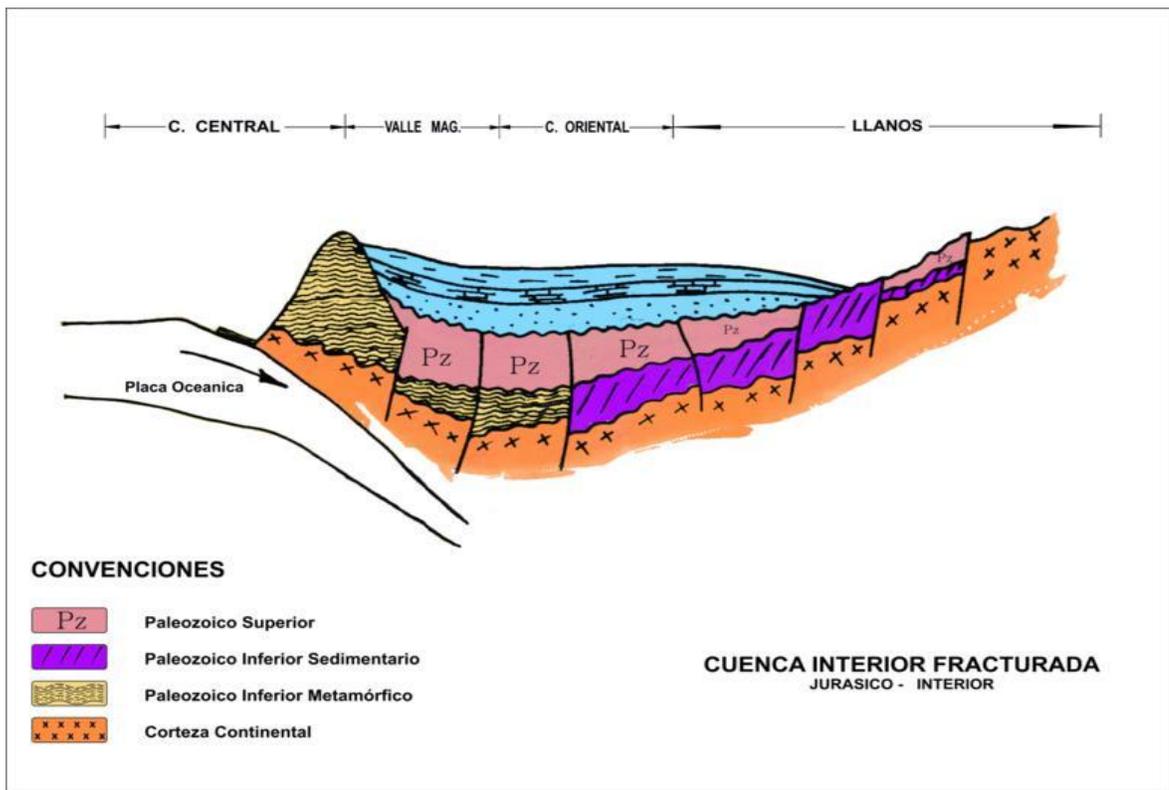


Figura 8. Cuenca Interior Fracturada, Jurásico – Interior. Tomado de Vargas 1988.

La deposición de la Formación Yaví señala el inicio de una nueva etapa de distensión, con que cubre el Valle Superior del Magdalena y el ámbito de las actuales Cordilleras Central.

La secuencia vulcano-sedimentaria del Triásico -Jurásico, señala la existencia de un período de fallamiento de tipo distensivo y un importante evento erosivo precretácico, que significa que la Formación Saldaña, además de constituir el sustrato para la trasgresión marina acaecida en el Cretácico, jugó un papel



CARACTERIZACION GEOLOGICA DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS EN EL SECTOR CENTRO Y NORTE DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA

temporal como región de aporte de sedimentos para la unidad más baja de dicha trasgresión.

Durante el periodo cretácico se genera una cuenca marina interior fracturada la cual deposita las formaciones caballos, Villeta y Monserrate. A finales del mastrichtiano se retira el mar iniciando un proceso de transición representado por la formación Guaduala, lo cual deposita principalmente arcillas en un ambiente parálico. Posteriormente con un solevantamiento de la cordillera central genera grandes corrientes fluviales que deyectan en dirección oeste – este generando durante el eoceno y oligoceno grandes depósitos fluviales correspondientes las formaciones gualanday, Doima y Potrerillo, Colmatando la cuenca sedimentaria. A principio del mioceno se inicia el proceso de levantamiento de la cuenca producto denominada orogenia andina generando la llamada hoy cordillera oriental y generando el rompecabezas de las actuales cuencas continentales.

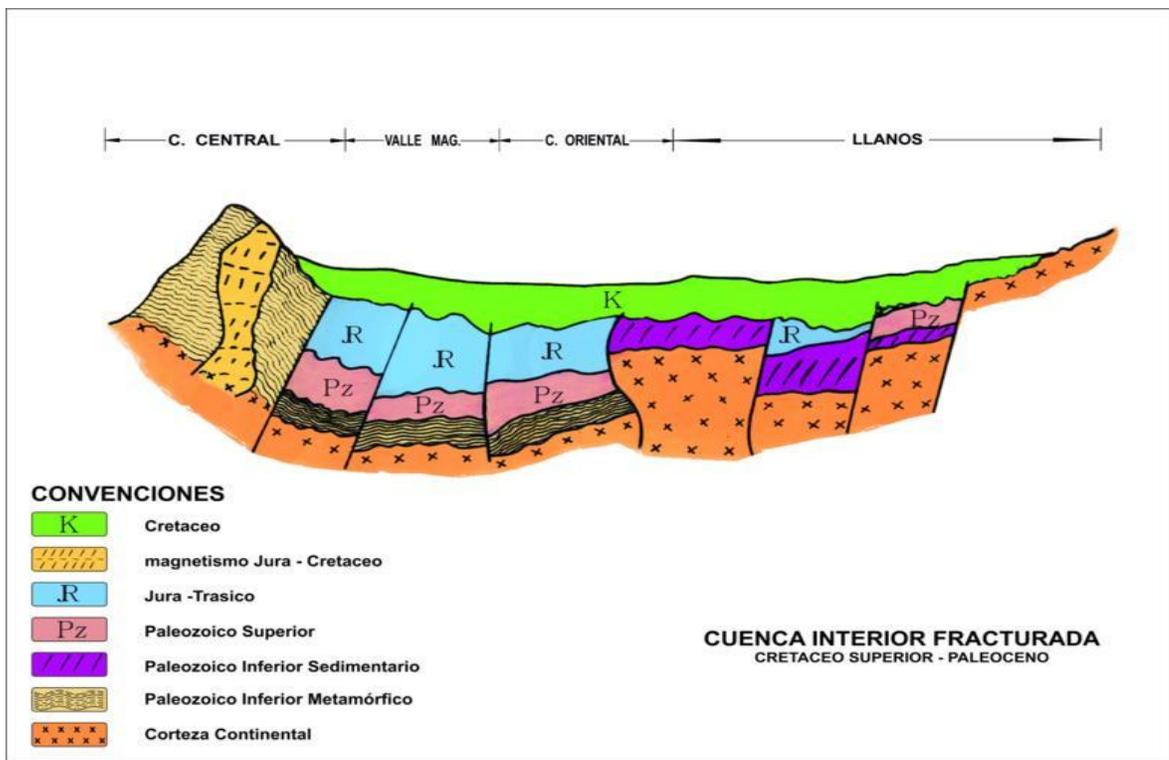


Figura 9. Cuenca Interior Fracturada; Cretáceo Superior – Paleoceno. Tomado de Vargas 1988.

Durante el cuaternario la actividad volcánica de la cordillera central genera una gran cantidad de sedimentos piroclásticos que han cubierto parcialmente las rocas sedimentarias de la subcuenca de Neiva y corresponden a las formaciones Gigante y Guacacallo.



CARACTERIZACION GEOLOGICA DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS EN EL SECTOR CENTRO Y NORTE DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA

Así también durante el Cuaternario, en ambiente continental y debido a procesos agradacionales por la dinámica fluvial y la acción de la gravedad fundamentalmente, se conforman depósitos aluviales, vulcano-clásticos, fluvio-lacustres, de flujos de lodo y de ladera.

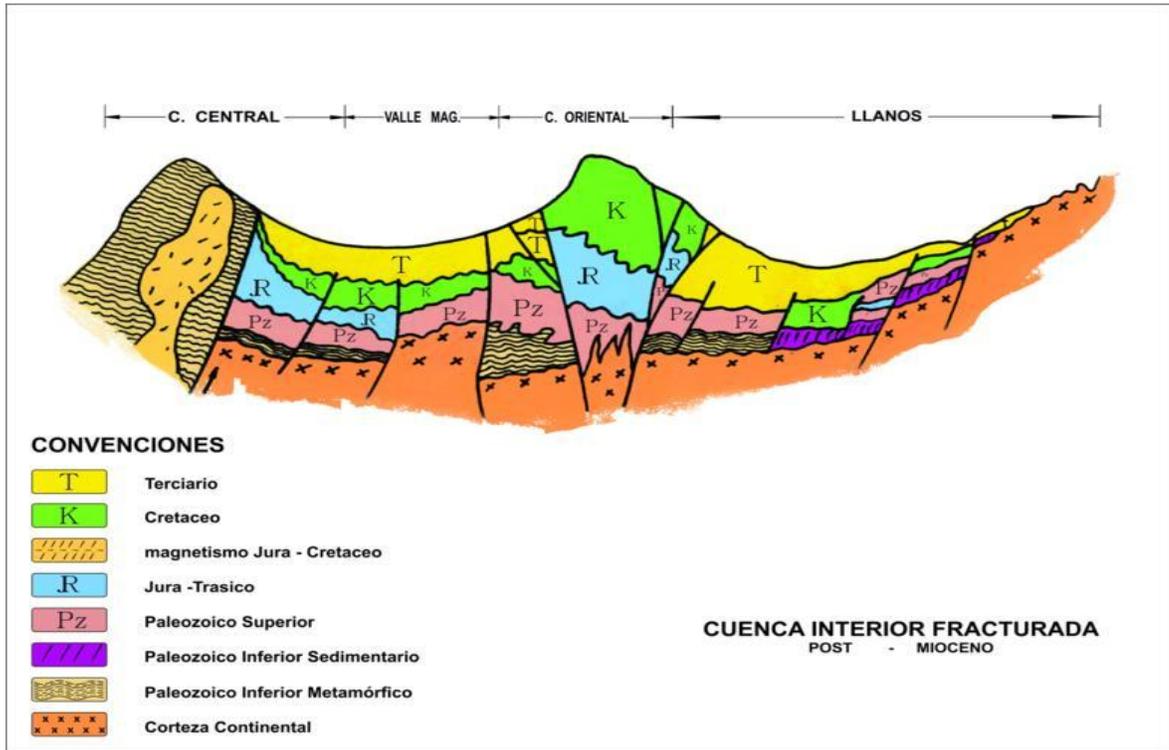


Figura 10. Cuenca Interior Fracturada; Post – Mioceno. Tomado de Vargas 1988.



4. INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS

Los rezumaderos o manifestaciones superficiales de petróleo son emanaciones de fluidos constituido principalmente por hidrocarburos parafínicos, nafténicos y aromáticos, además de azufre, mercaptanos y agua salada, es el resultado de un largo proceso de degradación bacteriana de organismos acuáticos animales y vegetales, producida en el fondo de los océanos durante un período de millones de años. El petróleo queda depositado en la llamada roca madre, desde donde migra a través de areniscas, calizas y otras rocas porosas (rocas almacén) hasta alcanzar una anomalía geológica (anticlinal o falla), donde una capa impermeable de margas o de arcilla forma una trampa que lo mantiene retenido. Se encuentra casi siempre situado entre una capa inferior de agua salada (más densa que el petróleo) y una capa superior de hidrocarburos gaseosos, aunque también puede ascender y salir libre a la superficie en forma de rezumamiento, a través de los poros o intersticios de una roca.

4.1. CLASIFICACION DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS

Los indicios superficiales se pueden clasificar en directos o indirectos. Entre los directos se encuentran los activos como rezumaderos de petróleos, filtraciones de gas y volcanes de lodo; también existen los indicios superficiales fósiles como las arenas asfálticas.

Al interpretar los indicios superficiales se toman en cuenta dos conceptos: Dismigración primaria donde el petróleo sube directamente desde la roca madre, lo cual quiere decir que tienen poco valor exploratorio así como los indicios asociados a secuencias homoclinales de rocas generadoras.

Indicios asociados a rocas generadoras y dismigración secundaria donde el petróleo emana de la roca almacén, tienen un alto valor exploratorio y algunos ejemplos son indicios asociados a anticlinales fallados y/o erosionados.



4.2. IMPORTANCIA ECONOMICA DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS

Uno de los objetivos que tiene la industria, en especial la Agencia Nacional de Hidrocarburos es evaluar el potencial hidrocarburífero del país, además de diseñar, evaluar y realizar estrategias de promoción de la exploración y explotación de hidrocarburos de acuerdo con los estándares internacionales; razón por la cual desde este, un proyecto de pregrado se pretende resaltar la importancia de la investigación Geológica y Geofísica en el departamento del Huila, iniciativa que debe ser extendida para todo el territorio nacional.

En el territorio Colombiano hay identificados una serie de rezumaderos de Hidrocarburos como lo muestra la figura 11; de los cuales se conocen muy poca información tal como la localización geográfica y el tipo de manifestación la cual está determinada como rezumadero activo o fósil.

Poco se conoce de las características distintivas de cada uno de los rezumaderos, tales como la geología (clase de roca, estructura, composición, posición estratigráfica, etc.) y algunas características de los fluidos que contengan.

Este tipo de información se convierte en un insumo de mucho valor para la promoción de las cuencas sedimentarias del país y para la industria del petróleo en si misma al contar con información geoquímica de los sistemas petrolíferos de todo el país que les permita realizar la identificación y caracterización de los crudos.

El conocimiento detallado de los rezumaderos se convertirá en un elemento de uso constante por parte de la industria petrolera que así puede tener mayores y mejores elementos de juicio que permitan refinar los modelos exploratorios; de manera similar se podrían establecer o aproximarse a modelos de correlación genética de los campos productores, son los indicios superficiales de hidrocarburos la herramienta en pro de entender los procesos de formación, migración y acumulación de los hidrocarburos.

Este estudio de identificación, inventario, muestreo y caracterización geoquímica de los indicios superficiales de hidrocarburos del Huila, toma mayor valor por lo



CARACTERIZACION GEOLOGICA DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS EN EL SECTOR CENTRO Y NORTE DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA

cual se incentiva así la inversión de capital de riesgo nacional y extranjero en la búsqueda del recurso petrolífero.

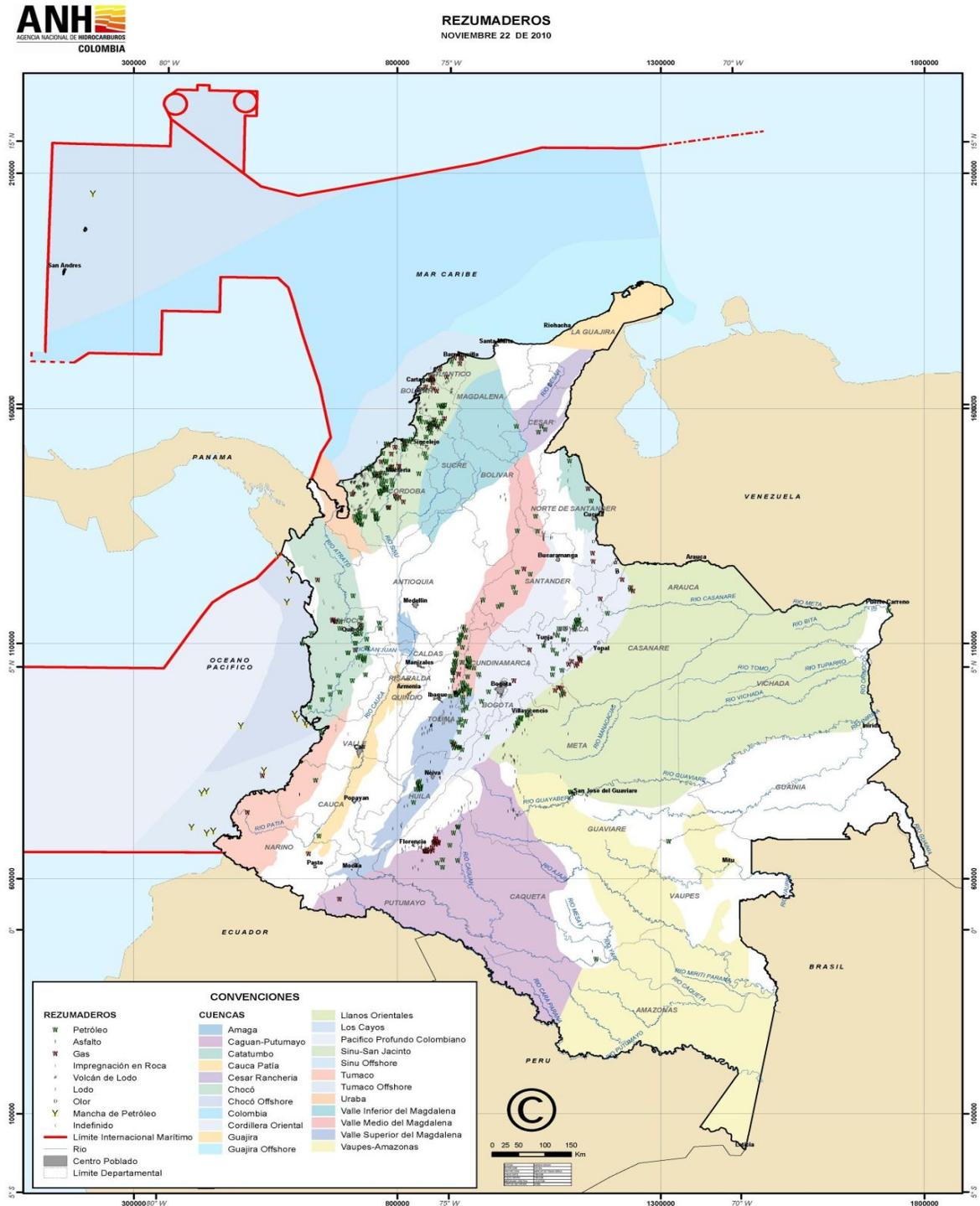


Figura 11. Mapa de la localización general de los indicios superficiales de hidrocarburos del país. Tomado de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH).



4.3. INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS EN EL HUILA

Las características geológicas del Huila están vinculadas al origen y evolución de las Cordilleras Central y Oriental, y en particular al desarrollo del Valle Alto del Río Magdalena, de ahí la gran variedad de litologías, anomalías geológicas, unidades morfoestructurales, suelos, tipos de relieve y paisajes, producto del fuerte tectonismo, manifiesta en la cantidad de fallas, la gran actividad volcánica y sísmica; los cambios climáticos durante pasadas glaciaciones produjeron procesos erosivos que modelaron los diferentes paisajes sobre la parte más alta de la cordillera Central. Se destacan las rocas metamórficas e ígneas intrusivas y extrusivas asociadas a la cordillera Central y Oriental. Teruel, geológicamente presenta varias unidades litológicas de distinto origen ígneo, sedimentario y metamórfico, de diferente edad desde el Triásico - Jurásico del Mesozoico, Terciario hasta el Cuaternario.

La presencia de hidrocarburos encontrados en superficie en el área, están reflejados por la presencia de rezumaderos activos e inactivos en las formaciones Saldaña, Caballos, el Grupo Villeta y algunos intervalos Terciarios, así como la presencia de nacimientos de agua, los cuales se encuentran con aparente contaminación por hidrocarburos. Estos pueden presentar relaciones de tipo estructural y estratigráfico, con presencia de flujos continuos como los rezumaderos encontrados en las formaciones Villeta y algunos intervalos Terciarios, como también de la presencia de hidrocarburo seco.

Resaltando que el departamento cuenta con más de veinticuatro (24) rezumaderos que si bien, en no todos se logran encontrar muestras de aceite líquido, se encuentra de forma fosilizada o inmóvil, se presenta un inventario de los rezumaderos existentes en el Huila.

A continuación se presenta el inventario de los indicios superficiales de hidrocarburos presentes en el Huila, formación a la cual está asociado, tipo de rezumadero y su respectiva localización geográfica.



**CARACTERIZACION GEOLOGICA DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS
EN EL SECTOR CENTRO Y NORTE DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Formación	Tipo De Rezumadero	Coordenadas	
		Este	Norte
Cretáceo Superior	Asfalto	791312	705707
Cretáceo Superior	Asfalto	807666	709626
Terciario Inferior	Asfalto	812787	752918
Terciario Inferior	Asfalto	818901	754862
Terciario Inferior	Filtración Aceite	830650	762075
Cuaternario	Flujo Intermitente De Aceite	835612	789686
K3 Base	Fósil	839504	799201
K3 MDST	Fósil en Fracturas	839714	800626
Kug	Filtración Aceite	839991	788836
SSS/K4	Fósil	840026	803580
Guaduas K4 Basal	Fósil	840521	803552
K4 Basal	Filtración Aceite	842022	806997
Kc	Filtración Aceite	842142	791827
Kc	Filtración Aceite	843395	794805
Kum	Filtración Aceite	843542	790818
Kum	Filtración Aceite	843988	790907
Villeta	Filtración Aceite	844031	795289
Kb SST	Fósil en Fracturas	844112	790948
Guaduas K4/K3 Contacto	Fósil en Fracturas	844169	795080
Kc	Filtración Aceite	844485	796107
Terciario Superior	Asfalto	862348	828555
Cretáceo	Asfalto	862643	847730
Cretáceo Superior - Terciario	Asfalto	881194	813432
Terciario Inferior	Asfalto	884757	828063

Tabla 2. Inventario de indicios superficiales de hidrocarburos presentes en el Huila.



5. INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCARBUROS DE LA TRIBUNA

La Tribuna es un centro de educación ambiental de 128 hectáreas manejado inicialmente por la fundación Hocol y a partir de abril de 2012 por ECOPETROL, en ambos casos mediante convenios con la Universidad Surcolombiana. Antes fue un área dedicada a la ganadería extensiva con alto deterioro erosivo, pero bajo la administración de estas entidades pasó por proceso de regeneración natural del bosque, cuya recuperación ha sido significativa. En convenio con la Universidad Surcolombiana se ha fomentado la investigación y la educación ambiental. La Tribuna cuenta con varios trabajos de flora y fauna, un sendero ambiental con fines ecoturísticos, el cual es visitado por estudiantes universitarios, comunidades y profesionales de empresas petroleras.

La sucesión estratigráfica más común en la Tribuna está representada por una secuencia monótona de shales negros pertenecientes al miembro Bambucá de la formación Villeta. En la literatura geológica colombiana existen referencias muy heterogéneas acerca de las rocas de La formación Villeta (Cenomaniano – Coniaciano) en el borde occidental de la subcuenca de Neiva del Valle Superior del Magdalena (VSM), por lo que las características litológicas de las pocas secciones descritas se han asumido como representativas de la unidad a través de toda la cuenca.

La madurez termal varía desde inmadura a madura temprana. La mayoría de la secuencia estratigráfica (Formaciones Calizas Tetuán, Bambucá y La Luna) tiene kerógeno tipo II. Las formaciones Tetuán, Bambucá y La Luna tienen muy bueno a excelente potencial generador de HC con TOC variando de 2 a 12 % y potencial generador entre 20 y 80 mg HC/g Roca. Las calizas de la Formación Tetuán y La Luna tienen las mejores características de roca generadora en la cuenca.

Los indicios superficiales o rezumaderos encontrados en la quebrada El Neme están asociados al miembro Shale de Bambucá de la formación Villeta y se presentan como indicios activos, producto de la dismigración primaria y correspondientes a fallamientos distensivos puntuales y alto fracturamiento de la roca.





Figura 12. Plegable alusivo al sendero ecológico de la Tribuna.



5.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL AREA DE LA TRIBUNA

El Centro De Investigación y Educación Ambiental (CIEA) La Tribuna, se localiza en estribaciones del piedemonte de la Cordillera Central, en la cuenca del río Magdalena a la margen izquierda y la microcuenca de la quebrada El Neme, en el norte del departamento del Huila, aproximadamente a 28 Kilómetros de la ciudad de Neiva, en la vereda Tamarindo.

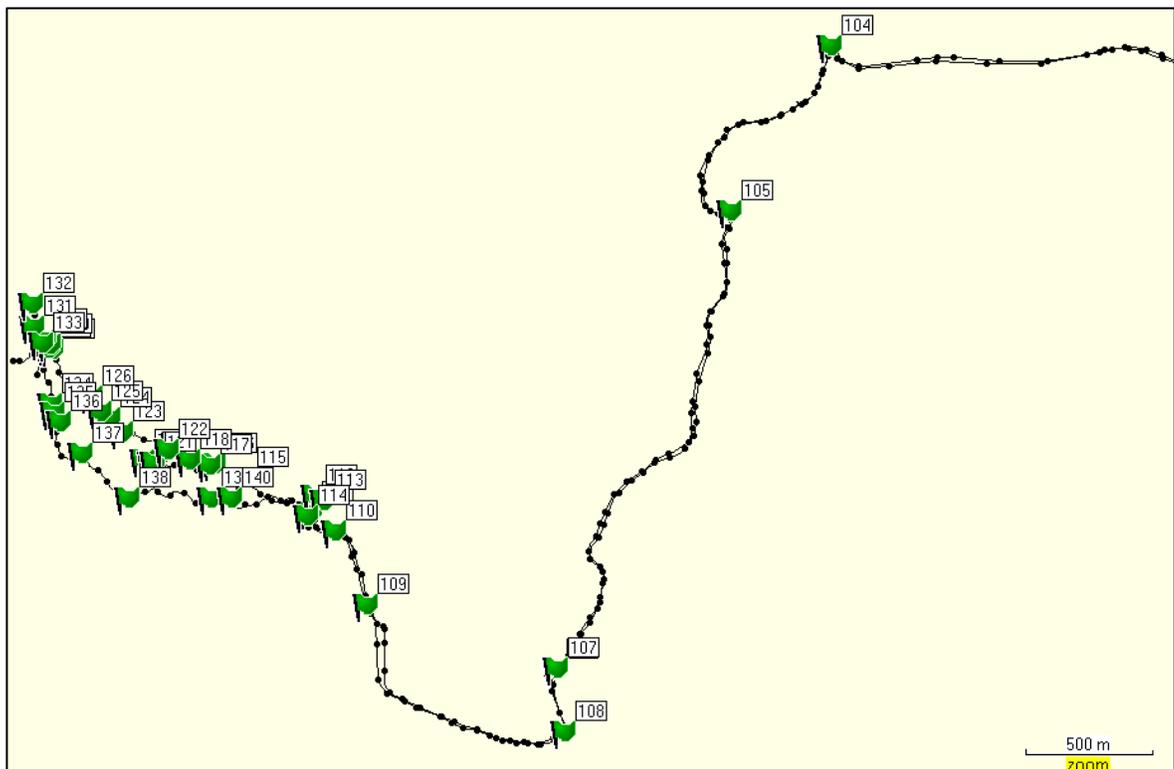


Figura 13. Trac del GPS del recorrido por el sector de La Tribuna.

Gran parte del Centro de Investigación se encuentra dentro de la microcuenca de la quebrada El Neme que se origina en la ladera oriental del filo Cerro Chiquito, al noroeste del caserío San Francisco, a una elevación de 925 metros sobre el nivel del mar y descarga sus aguas en la margen izquierda del río Baché, en territorio de la vereda Tamarindo, a una altitud aproximada de 450 metros.



**CARACTERIZACION GEOLOGICA DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS
EN EL SECTOR CENTRO Y NORTE DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Puntos	Este	Norte
105	857755	831857
106	857063	830062
107	857068	830068
108	857099	829822
109	856321	830320
110	856192	830609
111	856101	830682
112	856113	830744
113	856150	830727
114	856087	830669
115	855845	830815
116	855720	830871
117	855698	830865
118	855620	830884
119	855439	830887
120	855469	830876
121	855482	830876
122	855533	830924
123	855352	830996
124	855304	831049
125	855270	831075
126	855237	831137
127	855081	831317
128	855063	831324
129	855069	831338
130	855051	831359
131	855004	831406
132	855000	831497
133	855042	831342
134	855073	831107
135	855087	831068
136	855110	831037
137	855193	830909
138	855379	830738
139	855705	830734
140	855785	830735

Tabla 3. Coordenadas de las estaciones del trac del recorrido por el sector de La Tribuna.



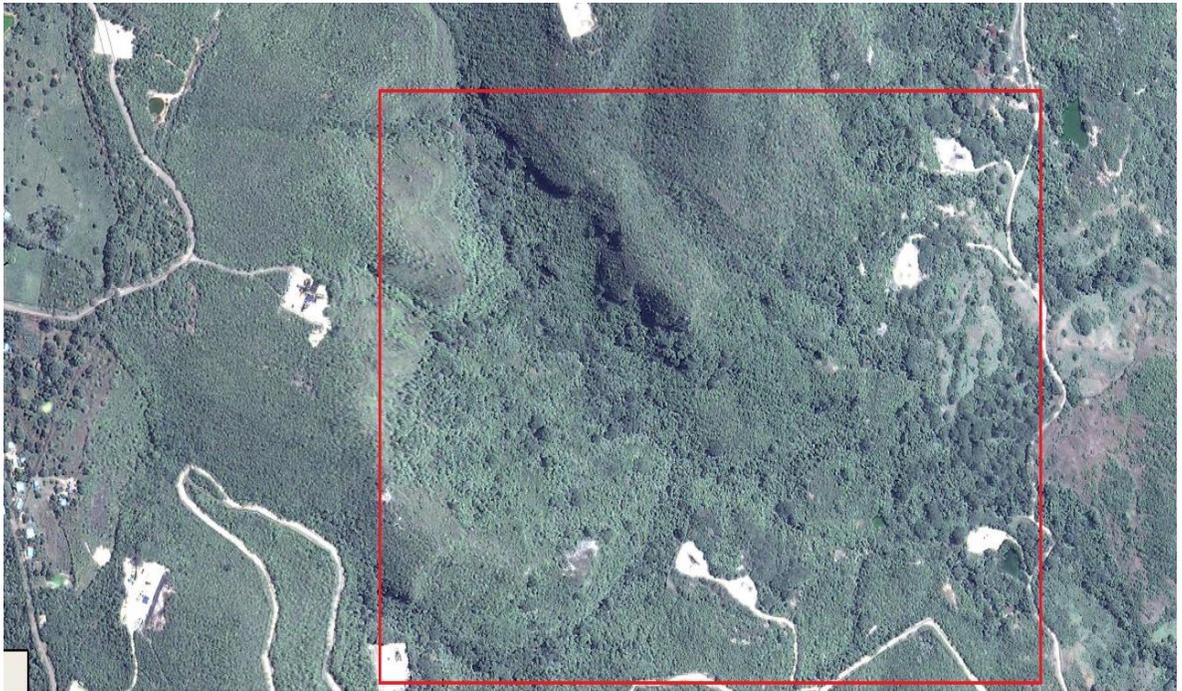


Figura 14. Imagen tomada de google earth con la localización del sector de La Tribuna.

Aparte de la quebrada El Neme, también se encuentra la quebrada El Chímbligo y cuatro cascadas: Las Lajas, Lajitas, El Chispiadal y La Cueva del Chímbligo, con alturas máximas de 17 metros, así como la laguna Verde, varios nacederos de agua y pozos de petróleo que están actualmente activos.

5.2. GEOLOGIA GENERAL DEL AREA DE LA TRIBUNA

Geológicamente el área de la Tribuna corresponde a un anticlinal asimétrico y fallado constituido por sedimentos cretácicos, los cuales reposan discordantes sobre sedimentos Miocenos y el Basamento Pre - Cretáceo (Petrobras, 1999).

Tectónicamente el área central de la Tribuna corresponde al núcleo del anticlinal de San Francisco el cual presenta un alto fracturamiento debido al carácter plástico de las rocas incompetentes de la formación Villeta. Al oriente y en contacto fallado se presentan las rocas clásticas de la formación Honda, y al occidente en contacto gradacional se presentan las rocas de la formación Monserrate formando la cuchilla del cerro chiquito.



CARACTERIZACION GEOLOGICA DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS EN EL SECTOR CENTRO Y NORTE DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA

En el área de la Tribuna se encuentran las unidades estratigráficas correspondientes a las formaciones (Véase Figura 17): Villeta, ocupando un área de 52.79 hectáreas que corresponden al 41.38% del área total, Formación Monserrate, ocupando un área de 18 Hectáreas que corresponden al 14.1% del área total, Formación Honda, ocupando un área de 18.82 Ha que corresponden al 14.75% del área total y Cuaternario, que ocupa un área de 37.98 has que corresponden al 29.78% del área total de estudio.

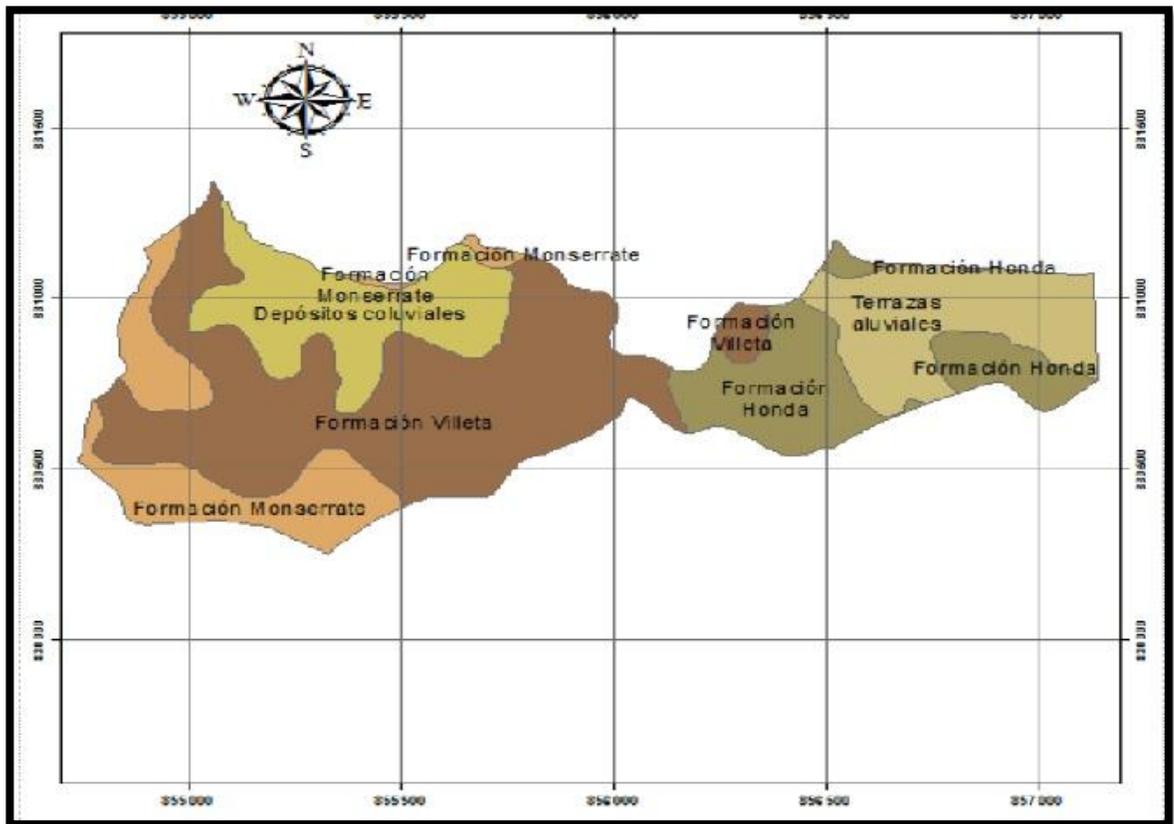


Figura 17. Plano esquemático de la cuenca de la quebrada el Neme en el área de la tribuna donde se muestran las unidades estratigráficas presentes. Tomado de Sánchez Mario en estudio de la Tribuna 2012.

Para el levantamiento de la columna estratigráfica se realizó una poligonal abierta con brújula, GPS y Hip Chain y en la cual se realizaron 31 puntos de control geológico (Véase Tabla 2), 30 de ellos que representan trayecto que cubre la formación Villeta de base a tope (los puntos en color verde corresponden a los afloramientos, el color negro describe el trayecto) y un punto (en color rojo) adicional que corresponde a la casa del Centro de Investigación y Educación Ambiental (CIEA) - La Tribuna.



Para el levantamiento de la columna estratigráfica en el sector de la Tribuna se realizó una poligonal abierta por 1195.9 metros a lo largo del cauce de la quebrada El Neme sección donde mejor afloran las unidades estratigráficas y en especial la formación Villeta como unidad más representativa de La Tribuna (Véase Figura 18).

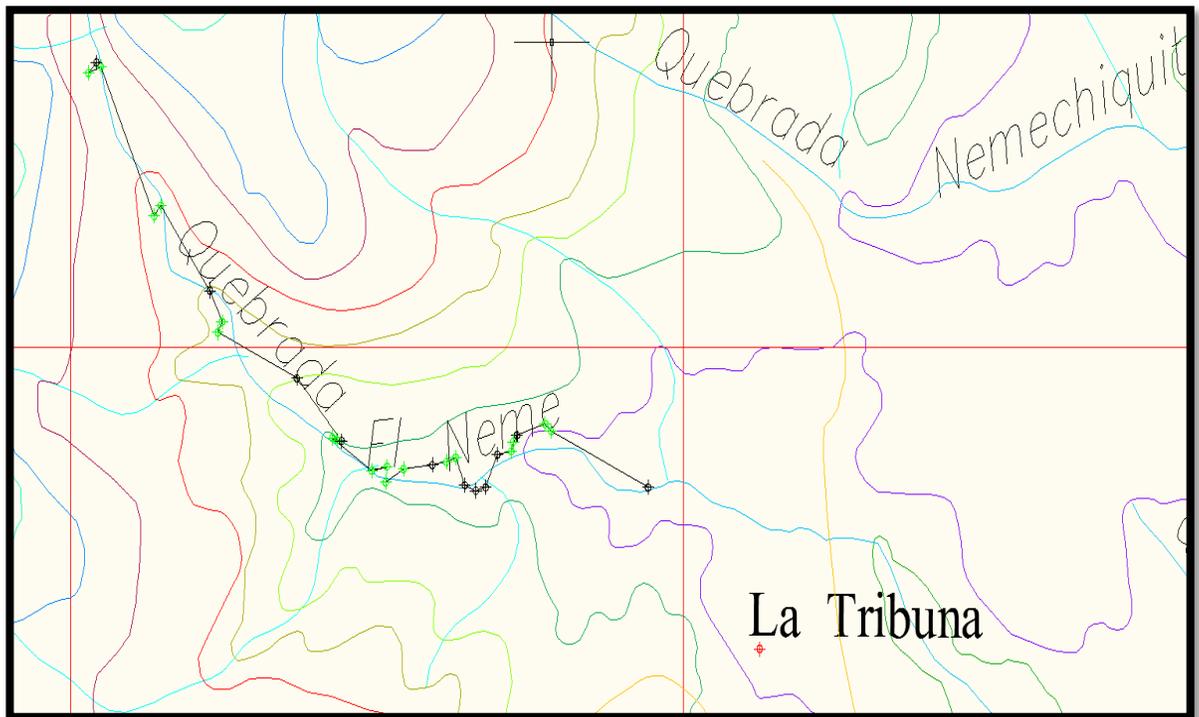


Figura 18. Poligonal abierta para La Tribuna proyectada en la plancha 323-II-A del IGAC.



**CARACTERIZACION GEOLOGICA DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS
EN EL SECTOR CENTRO Y NORTE DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Puntos	Este	Norte
Casa CIEA	856124	830625
1	855942	830826
2	855784	830896
3	855774	830905
4	855728	830891
5	855722	830883
6	855719	830871
7	855696	830867
8	855677	830826
9	855661	830822
10	855643	830829
11	855628	830863
12	855613	830858
13	855590	830854
14	855543	830849
15	855444	830817
16	855516	830852
17	855491	830847
18	855427	830888
19	855435	830885
20	855442	830884
21	855369	830962
22	855240	831019
23	855247	831032
24	855227	831071
25	855147	831177
26	855136	831164
27	855049	831350
28	855029	831342
29	855042	831355
30	873114	847984

Tabla 4. Coordenadas de los puntos de la poligonal abierta del sector La Tribuna.



5.3. ESTRATIGRAFIA DEL AREA DE LA TRIBUNA

5.3.1. Cretacico

5.3.1.1. Formación Villeta (Kv)

Esta formación ocupa un área de 52.79 hectáreas que corresponden al 41.38 % del área de estudio. Las columnas estratigráficas propuestas, levantadas a lo largo de la quebrada El Neme, se tomaron según las indicaciones de la Guía Estratigráfica Internacional. Su levantamiento se realizó con el método del bastón de Jacob, empleando Hip Chain y brújula para elaborar una poligonal abierta, amarrada con datos de sistema de posicionamiento global (GPS) al tope y base de cada sección. Para la descripción se tuvieron en cuenta la composición, textura, estructura interna y externa, geometría, contactos, estructuras biogénicas y contenido fósil. Se utilizó la nomenclatura de Wentworth (1922) de tamaño de grano y de McKee y Weir (1953) para el espesor de los estratos. Para la clasificación de areniscas y lutitas se siguió a Folk (1980), para calizas a Dunham (1962), para rocas biosilíceas se empleó la terminología de Hesse (1988). En la determinación de color se empleó la carta de colores de la *Geological Society of America* (Goodort et al. 1991). Para determinar el grado de bioturbación se empleó la escala de Moore y Scruton (1957).

Para el levantamiento de la columna estratigráfica se realizó una poligonal abierta por 1195,9 metros a lo largo del cauce de la quebrada El Neme, sección donde mejor afloran las unidades estratigráficas y en especial la formación Villeta como unidad más representativa de La Tribuna. La columna estratigráfica fue dividida en secciones de acuerdo a las características petrográficas presentes.

Como uno de los objetivos centrales del Centro De Investigación y Educación Ambiental (CIEA) La Tribuna de la mano con el Museo Geológico y del Petróleo con el apoyo del Grupo de Investigación Ecosistemas Surcolombianos (ECOSURC) de la Universidad Surcolombiana es el levantamiento de la columna estratigráfica del miembro Shale de Bambucá para el área de La Tribuna con cinco días de campo, fue levantada la sección por el método de la poligonal abierta; posteriormente esta poligonal fue representada en un plano planimétrico separándola por segmentos, en esta, y teniendo en cuenta todos los parámetros estructurales como son: Orientación de las capas (rumbos y buzamientos), fallas y pliegues se realizó el balanceo de las secciones por el método geométrico y se



determinó el espesor real de la unidad del miembro Shale de Bambucá, el cual tiene 165 metros.

Segmento 1: Litológicamente hacia la base de la unidad (Punto 28 al 29) se encuentra un conjunto de estratificación fina a media con un espesor de 10,9 metros (Véase Fotografía 2) y conformado por lodolitas de color gris medio (N5) de formas tabulares y con laminación plano paralela fina composicionalmente hacia la base son más silíceas y al tope se hacen ligeramente calcáreas.



Fotografía 2. Lodolitas. Afloramiento en los puntos 28 al 29, La Tribuna.



Segmento 2: Suprayace a esta unidad un paquete de estratificación fina con un espesor de 6.6 metros (Punto 31 al 32) conformado por lodolitas silíceas de color gris claro (N6) en capas tabulares y localmente lenticulares gradando a lodolitas calcáreas, presentan laminación planoparalela fina y se encuentran localmente recubiertas con una película de calcita (Véase Fotografía 3).

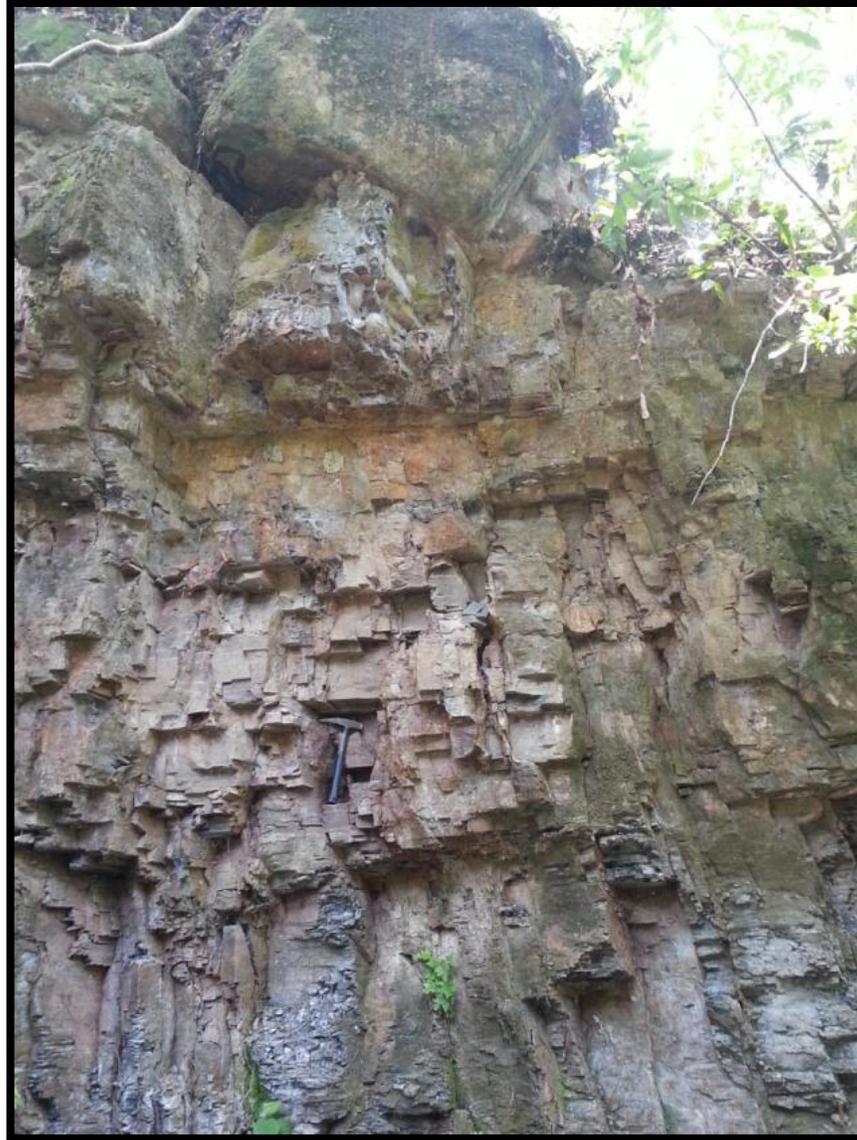


Fotografía 3. Lodolitas silíceas. Afloramiento en los puntos 31 al 32, La Tribuna.

Segmento 3: Suprayaciendo esta sección (Punto 37 al 38) y en contactos erosivos se presenta un conjunto de estratificación fina a muy fina con una



potencia de 5.2 metros conformado por lodolitas físciles, blandas en capas tabulares a lenticulares con laminación planoparalela media; la parte media de la sección presenta algunos niveles concrecionales de tipo nódulos con diámetros hasta de 5 centímetros y de composición micrítica. Hacia el tope de esta sección se presentan capas de limolitas oxidadas con presencia de hematites y limonita dándole a la roca una apariencia amarillenta (Véase Fotografía 4).

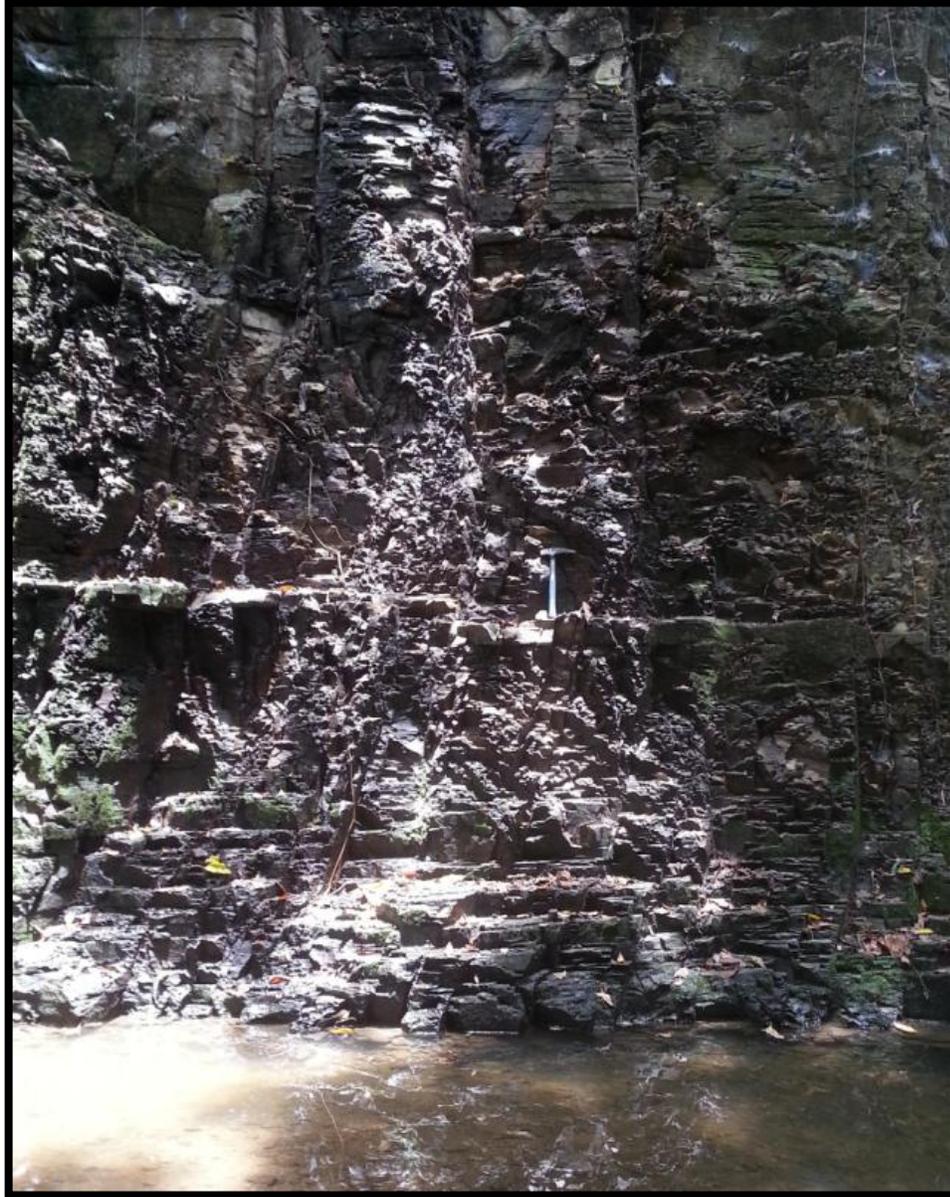


Fotografía 4. Lodolitas físciles hacia la base y limolitas en el tope de la sección. Afloramiento en los puntos 37 al 38, La Tribuna.

Segmento 4: Con un espesor de 24.1 metros fue levantada en los puntos de control (Punto 40 al 41) y está conformada por una secuencia de limolitas y



lodolitas de color pardo amarillento (5YR 2/1) a gris oscuro (N3), se presentan en capas tabulares con estratificación fina a media, las lodolitas presentan laminación planoparalela, composicionalmente las limolitas son muy silíceas y las lodolitas localmente calcáreas (Véase Fotografía 5).

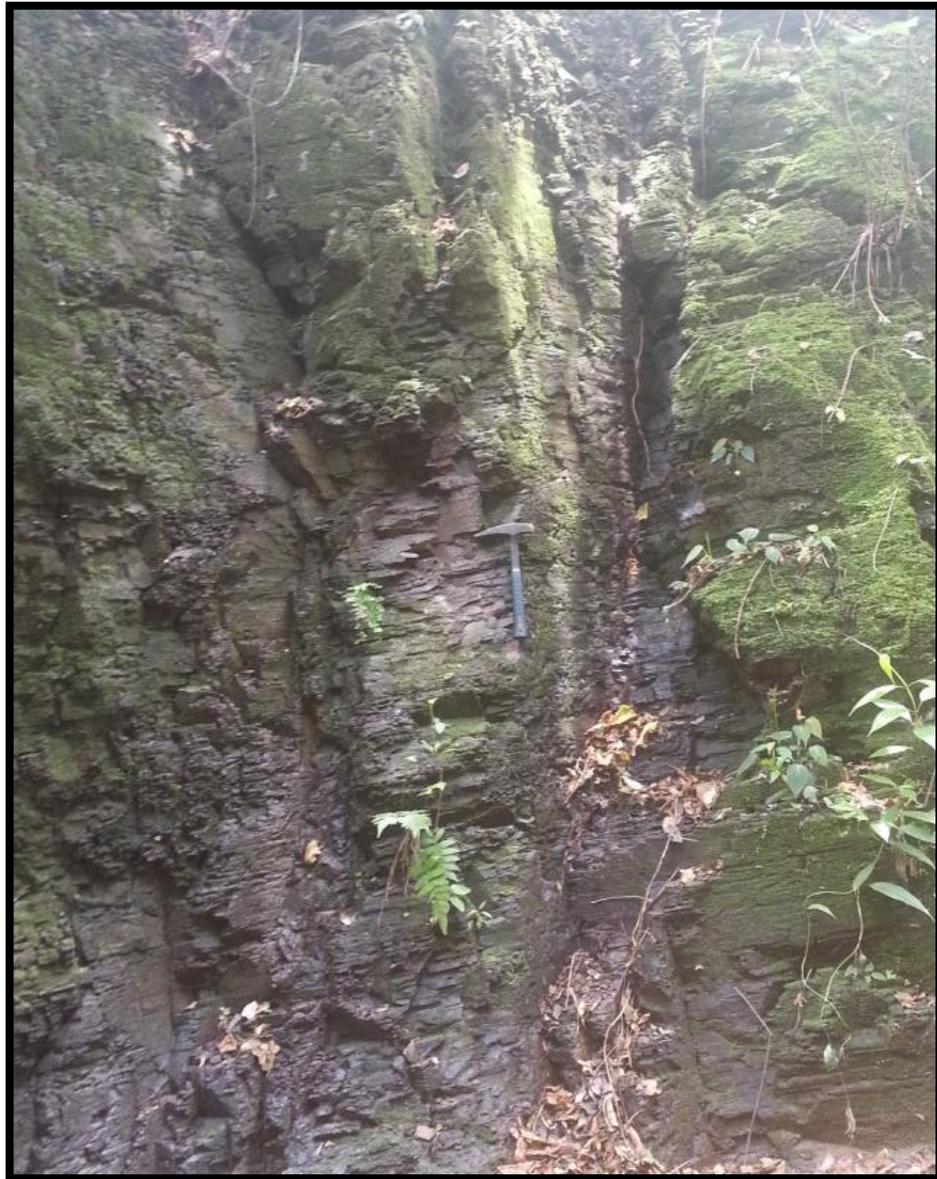


Fotografía 5. Secuencia de limolitas y lodolitas. Afloramiento en los puntos 40 al 41, La Tribuna.

Segmento 5: Con un espesor de 19.6 metros (Punto 42 al 43) se presenta una secuencia monótona de lodolitas fisiles (shales) de color gris oscuro (N3)



localmente oxidada en capas tabulares a lenticulares y con laminación planoparalela muy fina (Véase Fotografía 6).



Fotografía 6. Lodolitas. Afloramiento en los puntos 42 al 43, La Tribuna.

En las secciones 6 a 8 es apreciada una secuencia monotoná de shale carbonosos muy fracturados.

Segmento 6: Con un espesor de 19 metros (Punto 44 al 45) esta sección fue levantada en el sector geoturístico denominada cascada Chispiadal y está



conformado por un conjunto de estratificación media a fina de lodolitas y limolitas. Las limolitas se encuentran hacia la base y presentan oxidación a través de sus planos de estratificación y diaclasas con presencia de hematites y limonita, las lodolitas de color gris oscuro (N3) se presentan en capas de estratificación fina a muy fina, fisiles y puntualmente con alta concentración de materia orgánica. Composicionalmente son ricas en sílice generando a través de sus fracturas cortes concoides. En este punto se encuentra localizado el primer rezumadero asociado a estas rocas (Véase Fotografía 7).



Fotografía 7. Conjunto de limolitas y lodolitas. Afloramiento en los puntos 44 al 45, La Tribuna.



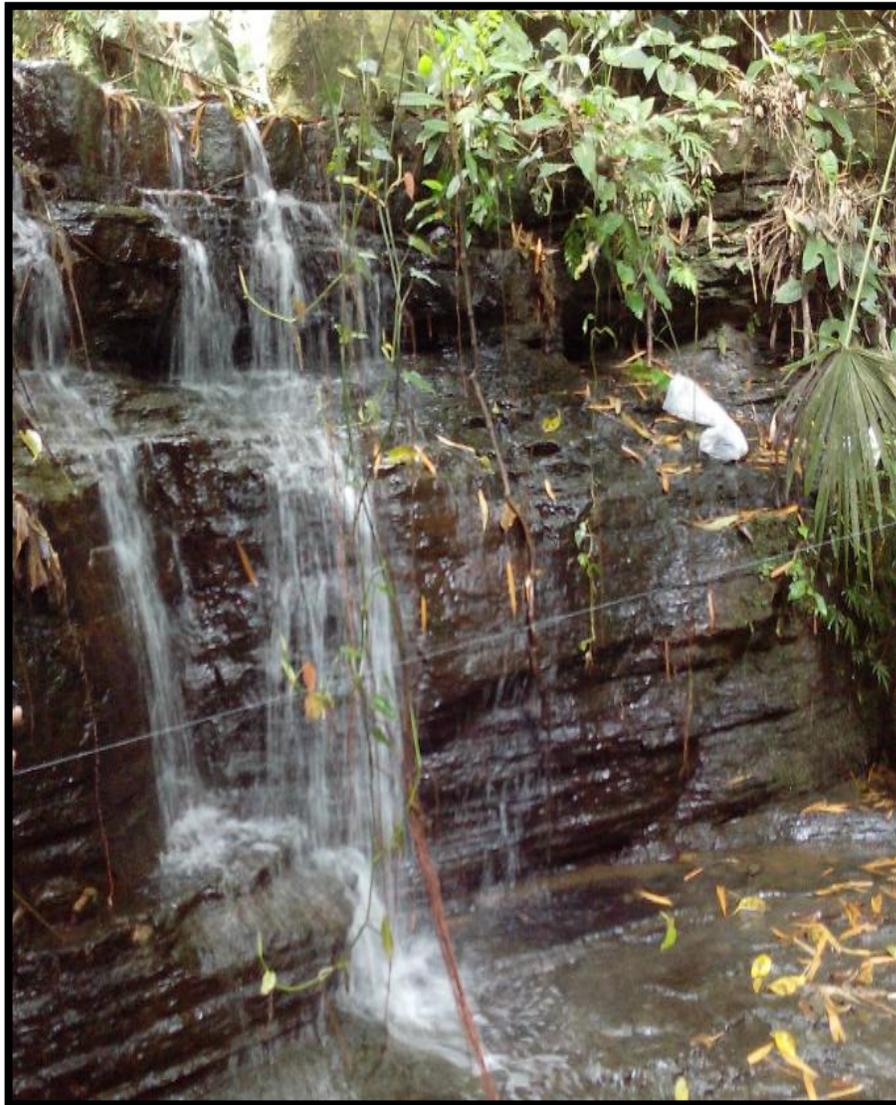
Segmento 7: Suprayaciendo, en contacto erosivo y localmente cubierto se presenta una secuencia con una potencia de 45.5 metros (Punto 48 al 49) de lodolitas y limolitas arenosas de color gris oscuro a negruzco (N3 – N2), las lodolitas se presentan en capas de estratificación media con estructuras internas homogéneas; hacia el tope de esta sección se presentan limolitas arenosas en capas de estratificación media a fina (Véase Fotografía 8).



Fotografía 8. Secuencia de limolitas y lodolitas arenosas. Afloramiento en los puntos 48 al 49, La Tribuna.



Segmento 8: Conformada por un conjunto de estratificación fina, con un espesor de 21 metros (Punto 51 al 52) de limolitas arenosas y lodolitas. Las limolitas se presentan en capas finas a medias y con laminación flaser. Las lodolitas gradan a lodolitas arenosas y se presentan localmente a través de sus planos de estratificación impregnadas de hidrocarburos (Véase Fotografía 9).



Fotografía 9. Limolitas arenosas y lodolitas. Afloramiento en los puntos 51 al 52, La Tribuna.

Segmento 9: (Punto 53 al 54) localizada en el sector denominado “Cueva del Chimbilo” en donde se presenta una secuencia de estratificación gruesa a fina con un espesor de 20 metros (Véase Fotografía 10) y corresponde al denominado miembro la Luna. La secuencia se inicia con un paquete de lodolitas calcareas y



margas de color gris claro (N5) muy fracturadas en capas tabulares y lenticulares con laminación planoparalela; suprayace a este nivel un paquete de calizas biosparíticas (packstone) de color gris claro a amarillentas (5Y 8/1).



Fotografía 10. Lodolitas calcáreas y margas en la base, suprayace un paquete de calizas. Afloramiento en los puntos 53 al 54, La Tribuna.

5.3.1.2. Formación Monserrate (Kg)

Esta unidad se presenta hacia la parte alta de la microcuenca El Neme ocupando un área de 18 hectáreas que corresponden al 14.1% del área total de la microcuenca. Morfológicamente se presenta a manera de “U” en las márgenes altas de la microcuenca formando un escarpe característico de estas unidades duras. Litológicamente está constituida por cuatro miembros: dos arenosos y dos lutíticos.

El nivel K4 con un espesor promedio de unos 25 metros está compuesto por arcillolitas y limolitas y delgados niveles de rocas fosfóricas, se presentan a manera de capas tabulares con estratificación fina de arcillolitas y lodolitas de color gris claro



con delgadas intercalaciones de areniscas de grano muy fino de color gris medio a oscuro (N5 a N2) con cemento calcáreo y laminación planoparalelo, ondulosa, discontinua y hacia el tope con estratificación flaser. El nivel K3 con un espesor de unos 30 metros está representado por areniscas cuarzosas blancas a grises y de grano fino a medio, estas areniscas se presentan en capas de estratificación media a muy gruesa con bancos de hasta de 3 metros. El nivel K2 está representado por una secuencia silíceas que son el resultado de la alta productividad orgánica primaria causada por una alta concentración de nutrientes, que fueron llevados por el influjo de los ríos a la plataforma marina o durante desarrollos de eventos transgresivos, las capas se presentan en forma tabular y de fina laminación planoparalela, las cuales indican que estos sedimentos se acumularon por debajo del nivel de acción de las olas en un ambiente de plataforma llano y tranquilo la presencia de niveles fosfáticos en esta unidad ricos en foraminíferos (pellets) y resto de peces indican alta concentración de materia orgánica y presencia de fotogénesis. Este nivel K2 tiene un espesor de unos 30 metros, está conformada por limolitas silíceas y chert, este miembro presenta dos niveles de roca fosfórica, es muy común el intenso plegamiento de estas rocas. El Nivel K1 posee un espesor de unos 35 metros y está compuesto por cuarzoarenitas de grano grueso con cemento silíceo. La formación Monserrate fue depositada en un ambiente de plataforma cercano a la línea de costa, asociado a zonas de frente de costa y plataforma. De acuerdo con su registro fósil está datada como Campaniano a Maestrichtiano.

Esta formación es productora en varios campos del Valle Superior (DK, Palogrande-Cebú entre otros).

5.3.2. Neogeno

5.3.2.1. Formación Honda (Th)

Esta formación ocupa un área de 18.82 Ha que corresponden al 14.75 % del área total de estudio, se presenta hacia la parte baja de la microcuenca en contacto fallado con la formación Villeta. En el área está representada por la parte media de esta unidad y consta de arcillolitas de color rojo y crema de carácter semiplástico y granulométricamente con proporciones de arena (45%), limo (30%) y arcilla (25%); estos análisis granulométricos fueron realizados en proyectos anteriores por el Museo Geológico y del Petróleo. Localmente se encuentran intercalaciones de limolitas en capas tabulares de estratificación media a fina y areniscas de granulometría de muy fina a conglomerática y niveles conglomeráticos en capas medias, es común la presencia de estratificación cruzada la cual representa



facies fluviales y laminación planoparalela típicas de ambientes lacustres dominantes durante este periodo del Mioceno antes del levantamiento de la Cordillera Oriental.

5.3.3. Cuaternario

Esta formación ocupa un área de 37.98 Ha que corresponden al 29.78 % del área de estudio. Los depósitos cuaternarios presentes reconocidos en el área de la tribuna corresponden a depósitos de derrubios y algunos depósitos coluviales asociados a la quebrada El Neme, los depósitos de derrubios se presentan como caídas de bloques en la parte alta de la microcuenca y son de poca magnitud. Los depósitos coluviales se observan asociados al cauce de la misma quebrada y se presentan como fragmentos de tamaño cantos y guijarros embebidos en una matriz arenosa.

5.4. GEOLOGIA ESTRUCTURAL DEL AREA DE LA TRIBUNA

Estructuralmente el área de estudio se encuentra afectada por pliegues de tipo anticlinal y sinclinal y fallas geológicas.

5.4.1. Anticlinal San Francisco

El sector de La Tribuna se localiza en el flanco oriental, su eje en el área con un rumbo N20E, se localiza en la parte media de la cuenca El Neme presentándose la zona del rezumadero contigua a su núcleo, representada por rocas clásticas del miembro Bambucá de la formación Villeta. Esta estructura está afectada por varias fallas distensivas y de cabalgamiento de bajo ángulo que producen distorsión y truncamiento de las capas que la conforman.

5.4.2. Fallas

Son las estructuras geológicamente más importantes y que inciden directamente en el entrapamiento de los hidrocarburos. Fotogeológicamente se pueden determinar varios patrones de fallamiento asociados al área de trabajo.



5.4.2.1. Falla de Baché

Es una falla inversa de alto ángulo buzando al Noroeste y localmente pone en contacto a las rocas de la formación Honda con la formación Villeta. Tiene una dirección aproximada de N20E y sobre la cuenca de la quebrada en El Neme se encuentra cubierta por derrubios, aunque se observan claramente algunos fragmentos de rocas cataclásticas tipo microbrechas que manifiestan el fuerte movimiento tectónico que ocasionan; así también se observan algunos desplazamientos locales de derrubios y suelos que manifiestan actividad reciente de la falla.

5.4.2.2. Fallas Menores

A lo largo del levantamiento de la columna de la sección estratigráfica por la sección la quebrada El Neme, se observaron gran número de pequeñas fallas inversas de despegue o estratiformes de carácter local que hacen repetir a la secuencia en gran número de ocasiones y que son omitidas en el balanceo de las secciones estratigráficas.

5.5. GEOLOGIA DEL PETROLEO DEL AREA DE LA TRIBUNA

De los estudios sobre la Geología de Petróleo en el VSM, específicamente la Subcuenca de Neiva, se identificaron los sistemas Villeta-Caballos para el margen occidental del VSM, el cual corresponde al del área de estudio en el sector de La Tribuna y el sistema Villeta-Monserrate, para el sector central del Sinclinal de Neiva. Con esta clasificación establece las características de los 18 campos productores para ese momento, en términos de roca reservorio, roca sello y tipo de trampa y estima 527 millones de barriles las reservas recuperables de aceite y 201 billones de pies cúbicos de gas. Los campos productores más cercanos al área de trabajo son el Campo San Francisco, Dina cretácico, el cual produce del sistema petrolífero Villeta-Caballos, descubierto en 1987.

Para la descripción del sistema petrolífero del área de estudio del sector la tribuna, se puede acceder a ella en el Capítulo 3 Geología Regional de este documento en el ítems 3.5. Geología del Petróleo, ya que el sistema petrolífero es igual en todo el Valle Superior del Magdalena (VSM) subcuenca Neiva.



5.6. CARACTERIZACION DEL INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCARBUROS DEL AREA DE LA TRIBUNA

5.6.1. Geología Local del Indicio Superficial de Hidrocarburos del Área de la Tribuna

El rezumadero de la quebrada el Neme localizado en la parte media central del centro de investigación “La Tribuna”, donde afloran rocas sedimentarias clásticas del miembro Shale de Bambucá, el cual en el punto forman la Cascada Chispiadal, el cual se presenta como un conjunto de estratificación fina a muy fina con una potencia de 19 metros conformada por lodolitas, limolitas y niveles de arcillolitas de color gris oscuro o negruzco (N5-N3). Las lodolitas con laminación planoparalela y bioturbados puntualmente se encuentran muy fracturadas y son las que se presentan en mayor proporción en el afloramiento.



Fotografía 11. Rezumadero de la quebrada El Neme localizado en el área de La Tribuna.



El ojo del rezumadero “La Tribuna” se encuentra sobre el cauce de la quebrada el Neme la cual está conformada por cursos de agua libre con fuerte presencia de iridiscencias de aceite, el rezumadero se encuentra sobre depósitos coluviales conformados por fragmentos de tipo bloques, cantos rodados de formas subangulares, guijas, guijarros, granulos de formas subredondeadas a subangulares y embebidos en una matriz limo-arenosa poco consolidados, areniscas, lutitas, limolitas silíceas, chert, areniscas rojas ferruginosas, además es común la presencia de hojarasca y fragmentos de roca impregnadas con hidrocarburos.

Unos 10 metros aguas abajo del escarpe de la cascada se presentan tres ojos por los cuales emergen hidrocarburos líquidos de aspecto pesado de color negro (N1) y ocasionalmente generando burbujas de gas. Aguas abajo de esos tres puntos se generan en la superficie del agua algunas iridiscencias.

En la parte alta de recepción estratigráfica se presenta otro punto de emanación de hidrocarburos asociado a depósitos coluviales, los cuales provienen de la dismigración primaria de la roca fuente o roca generadora. Confirma la generación de hidrocarburos a partir del miembro Bambucá.

5.6.2. Caracterización de los Fluidos del Área de la Tribuna

Para el área de La Tribuna se caracterizaron dos tipos de fluidos los cuales corresponden a los hidrocarburos y una muestra de aguas a la cual se le realizó los análisis fisicoquímicos.

5.6.2.1. Caracterización fisicoquímica de las aguas superficiales de la quebrada El Neme del área de La Tribuna

Para determinar las características fisicoquímicas del agua de la quebrada El Neme se tomaron muestras en los siguientes cuatro puntos ubicados dentro del área directa del rezumadero “La Tribuna”, de arriba hacia abajo: 1) antes del rezumadero, 2) sitio del rezumadero, 3) 10 metros después del rezumadero y 4) Casa de La Tribuna.

En la quebrada El Neme, donde se encuentra el rezumadero “La Tribuna”, sus aguas presentan fuertes iridiscencias de hidrocarburos y a su vez presencia de peces y cangrejos adaptados a este hábitat.



Para el análisis de las muestras de aguas fueron necesarias aplicar las siguientes pruebas:

- **Conductividad:** Es una medida de la capacidad de una solución acuosa a conducir una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones; en su concentración total, la movilidad, y la valencia y de la temperatura de medición
- **Oxígeno Disuelto:** Las concentraciones de OD en aguas naturales dependen de las características fisicoquímicas y la actividad bioquímica de los organismos en los cuerpos de agua. El análisis del OD es clave en el control de la contaminación en las aguas naturales y en los procesos de tratamiento de las aguas residuales industriales o domésticas.
- **Ph:** Es una medida de la concentración de iones hidronio (H_3O^+) en la disolución.
- **Turbiedad:** La turbidez es una medida de la propiedad óptica que causa dispersión y absorción de la luz con disminución de la transmisión en línea recta. Se miden en unidades de turbidez nefelométrica, (NTU).
- **Dureza:** La dureza total se define como la suma de concentración de iones calcio y magnesio, expresados como carbonato de calcio, en mg/L.
- **Alcalinidad:** La alcalinidad de un agua es su capacidad de neutralizar el ácido, La alcalinidad es una medida de una propiedad agregada de agua y puede ser interpretado en términos de sustancias específicas sólo cuando la composición química de la muestra es conocida.

Las pruebas se realizaron en el Laboratorio de Calidad de Aguas en la Universidad Surcolombiana.



Fotografía 12. Muestra de agua de la quebrada El Neme del área de La Tribuna para realizar la caracterización.



5.6.2.2. Caracterización del crudo del indicio superficial de hidrocarburos del área de La Tribuna

Se tomaron muestras de los hidrocarburos encontrados en el punto correspondiente a la siguiente localización geográfica (E 855469 - N 830876) a una altura de 539 m sobre el nivel del mar.



Fotografía 13. Ojos del indicio superficial de hidrocarburos del área de La Tribuna.

El ojo del rezumadero “La Tribuna” se encuentra sobre el cauce de la quebrada el Neme en el cual es común la presencia de hojarascas.

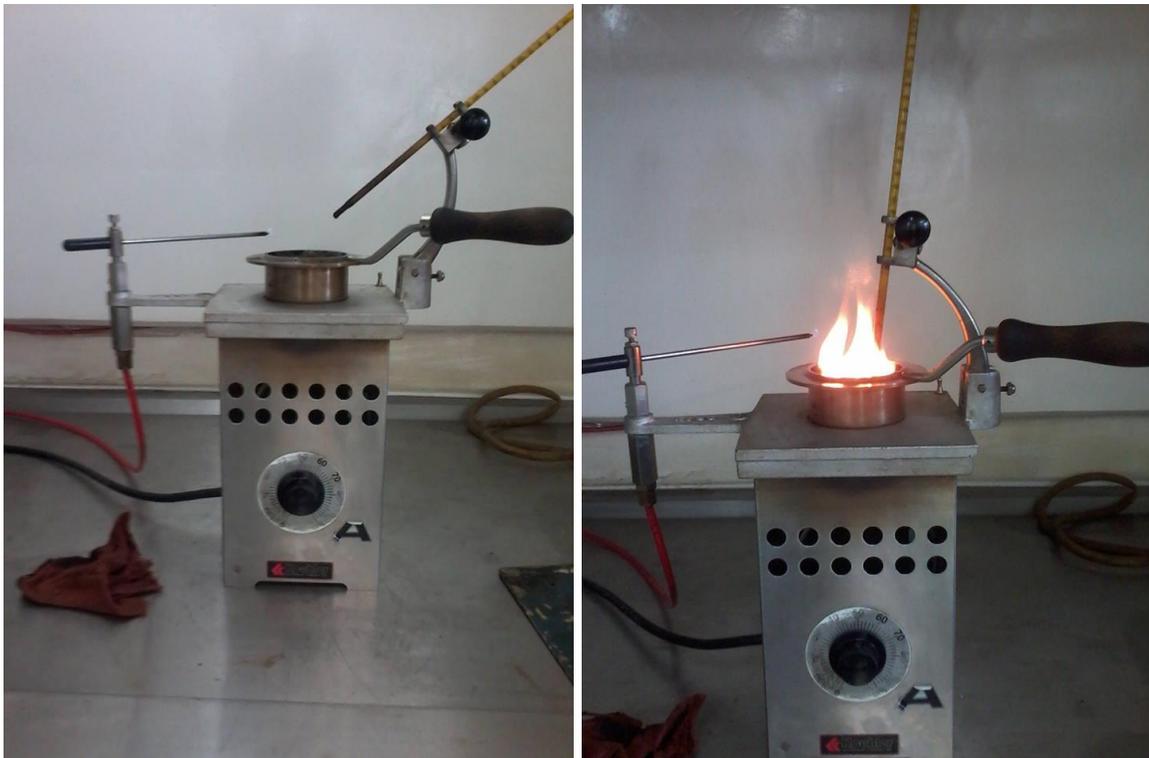
Para la caracterización del hidrocarburo las pruebas realizadas fueron:

- Determinación de la gravedad API por el método del picnómetro.
- Determinación del Punto de Chispa y Punto de Inflamación.
- Determinación del contenido de agua y sedimentos en el petróleo crudo por el método de la centrifuga.



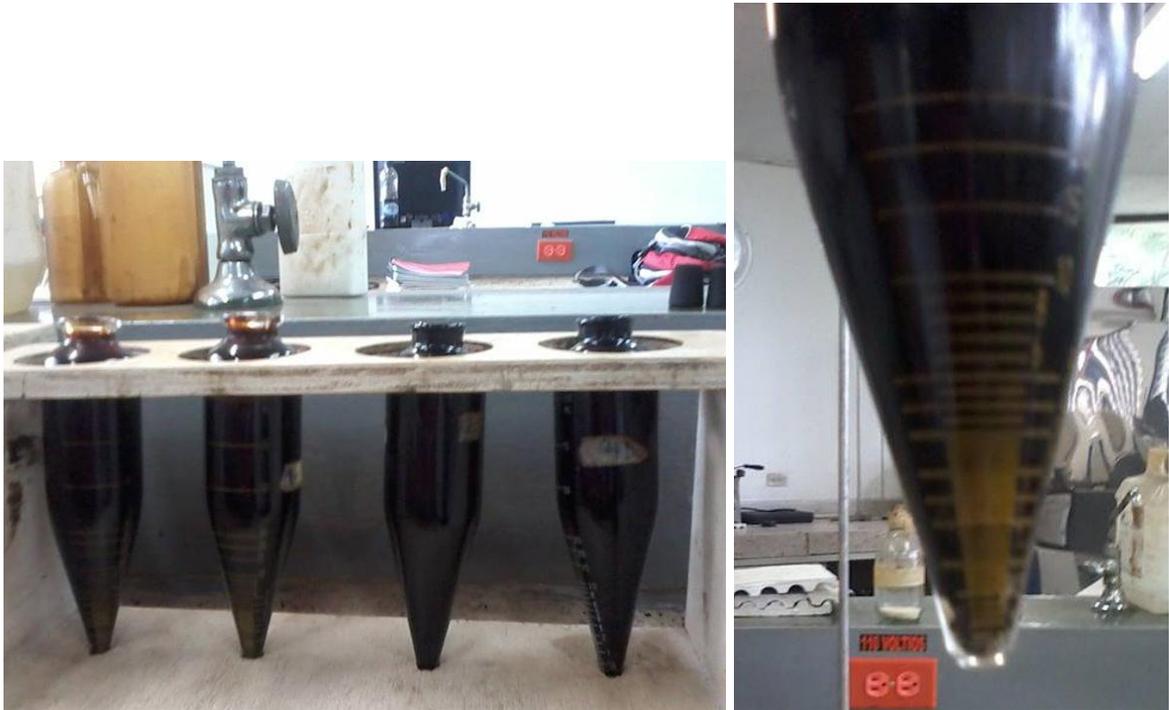


Fotografía 14. Determinación de la gravedad API por el método del picnómetro para el crudo del indicio superficial de hidrocarburos del área de La Tribuna.



Fotografía 15. Determinación del Punto de Chispa y Punto de Inflamación para el crudo del indicio superficial de hidrocarburos del área de La Tribuna.





Fotografía 16. Determinación del contenido de agua y sedimentos en el petróleo crudo por el método de la centrifuga para el crudo del indicio superficial de hidrocarburos del are de La Tribuna.

Las pruebas se realizaron en el Laboratorio de Crudos y Derivados del Petróleo en la Universidad Surcolombiana.

5.7. RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN DE LOS FLUIDOS DEL AREA DE LA TRIBUNA

5.7.1. Resultados de la Caracterización Físicoquímica de las Aguas Superficiales de la Quebrada el Neme del Área de la Tribuna

Para las muestras de agua de la quebrada El Neme aledañas al indicio superficial se obtuvieron los siguientes resultados:

Tipo de muestra: Agua

Encargados de la toma:

Roberto Vargas Cuervo (Msc Geologo)

Andrey Cruz Aguja (Estudiante)



**CARACTERIZACION GEOLOGICA DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS
EN EL SECTOR CENTRO Y NORTE DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Charlenys Andrea Pedroza (Estudiante)

Diana Carolina Tovar (Estudiante)

Fuente: Agua superficial

Análisis de laboratorio: Laboratorio de aguas de la Universidad Surcolombiana

Fecha de toma: 15 Marzo de 2014

Fecha de reporte: 29 Abril de 2014

Para la muestra de agua tomadas de la quebrada el Neme en el sector de La Tribuna se obtuvieron los siguientes datos.

Parámetro	Unidad de medida	Muestra Numero			
		1	2	3	4
		Aguas arriba del rezumadero	En el rezumadero	Aguas abajo del rezumadero	En La casa
Caudal	L/S	47,8183	47,8183	47,8183	NA
Ph	Adimensional	7,0	7,6	7,1	7,2
Temperatura	°C	24	23,5	23,2	23,2
Oxígeno Disuelto	Mg/L O ₂	7,2	7,7	7,4	7,5
Conductividad	Us/cm	31	46	48	25
Solidos Suspendidos	Mg/L	60	60	60	55
Solidos Totales	Mg/L	98	82	68	72
Sulfatos	Mg/L SO ₄	4,6	3	6	2
Dureza Total	Mg/L CaCO ₃	15	16	18	10
Color	Hazen	30	30	30	40
Alcalinidad	Mg/L CaCO ₃	6	5	5	5

Tabla 5. Resultados obtenidos de las pruebas realizadas a las muestras de agua superficiales de la quebrada el Neme del área de La Tribuna.

5.7.2. Resultados de la Caracterización de la del Crudo del Indicio Superficial de Hidrocarburos del Área de la Tribuna

Para la muestra de crudo del rezumadero que se encuentra en la quebrada El Neme del área de La Tribuna se obtuvo:



Tipo de muestra: Crudo

Encargados de la toma:

Roberto Vargas Cuervo	(Msc Geologo)
Andrey Cruz Aguja	(Estudiante)
Charlenys Andrea Pedroza	(Estudiante)
Diana Carolina Tovar	(Estudiante)

Fuente: Indicio superficial

Análisis de laboratorio: Laboratorio de Crudos y Derivados del Petróleo de la Universidad Surcolombiana

Tipo de rezumadero: Indicio superficial directo activo

Interpretación del indicio superficial: Dismigración primaria

Roca Fuente: Formación Villeta. Shale de Bambuca

Los resultados de la caracterización de la muestra del crudo del indicio superficial de hidrocarburos de La Tribuna son:

Tipo De Prueba	Resultado
Gravedad API	11.6 °API
% Bsw	2.3 %
Punto de Chispa	285.88 °F
Punto de Inflamación	366.58 °F

Tabla 6. Resultados obtenidos de las pruebas realizadas a la muestra de crudo del indicio superficial de hidrocarburos del área de La Tribuna.

5.8. ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LA CARACTERIZACION DEL INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCARBUROS DEL AREA DE LA TRIBUNA

El crudo presente en el indicio superficial del sector de la Tribuna es un crudo de aspecto viscoso y pesado, negro pardo, por lo tanto poco fluido, clasifica como un crudo de base mixta que contiene tanto componentes asfálticos (principalmente naftenos y aceites lubricantes) como parafínicos, debido a su elevada densidad, color y textura. Al ser un crudo pesado presenta además un alto contenido porcentual de azufre y sal, lo cual hace que su valor económico baje aún más pues se incrementan los costos de transporte y refinería.



Al realizar las pruebas respectivas para su caracterización se tomaron en cuenta las siguientes propiedades: Gravedad API, porcentaje de BSW (agua y sedimentos), Punto de Chispa y Punto de Inflamación.

5.8.1. Gravedad API

La muestra del sector de La Tribuna presenta una gravedad API de 11.6° lo que significa que su gravedad específica es de 0.988; dicho valor fue determinado utilizando el método del picnómetro debido a que no se contaba con la cantidad suficiente de muestra para realizarlo por el método del gravímetro el cual presenta un porcentaje de error menor. Debido a que el valor de la gravedad API se encuentra dentro del rango de $>10^{\circ}$ y $< 22.3^{\circ}$ se clasifica como un crudo pesado.

5.8.2. Contenido de Agua y Sedimento

Dicho procedimiento se realizó según la norma ASTM (D96-88)

Esta propiedad es de suma importancia a la hora de evaluar la calidad del crudo que se está caracterizando; el método aplicado en este caso fue el de la centrifugación, el cual se llevó a cabo a 1500 rpm durante 15 min utilizando un surfactante con el fin de romper las emulsiones presentes en el crudo para que se libere el mayor porcentaje de agua posible. Se tomó un volumen de muestra de 50 ml dando como resultado un valor del 2.3 % de BSW.

La normatividad colombiana exige que el petróleo crudo tenga un valor de BSW que se encuentre dentro de un rango de 0,1 al 0,5% para su transporte, compra y venta. El porcentaje obtenido en el análisis realizado a la muestra correspondiente al rezumadero “LA TRIBUNA” no cumple con dichos parámetros; además un valor tan elevado de BSW nos reafirma que se está trabajando con un crudo pesado.

5.8.3. Punto de Chispa y Punto de Inflamación por el Método de Cámara Abierta de Cleveland

Dicho procedimiento se realizó según la norma ASTM (D92-90)

Como se sabe los hidrocarburos son sustancias altamente inflamables y si se calienta mediante una fuente de calor externa, comienzan a oxidarse; la reacción



de oxidación es exotérmica, luego añade calor al de la fuente externa; conforme aumenta la temperatura se oxida más rápidamente, hasta que en cierto punto, el calor desprendido por la oxidación es suficiente para mantener la ignición sin ayuda de la fuente exterior a unas condiciones de presión estables. Lo que se busca con la realización de esta prueba es determinar la temperatura externa máxima a la cual se puede someter la muestra antes que genere una chispa. Haciendo el respectivo procedimiento se obtuvieron los siguientes datos:

Punto de Chispa: 285.88 °F

Punto de Inflamación: 366.58 °F

De acuerdo a los valores obtenidos de los puntos de inflamabilidad del crudo se puede observar que estos son bastante altos; lo cual nos indica que el crudo del indicio superficial ha sufrido una pérdida de volátiles, ya que al ser un crudo superficial en el proceso de emerger (inmigración) perdió sus componentes más livianos.

Este resultado del petróleo crudo pesado es una degradación por estar expuesto a las bacterias, el agua o el aire, como consecuencia, la pérdida de sus fracciones más ligeras, dejando atrás sus fracciones más pesadas.

De acuerdo a las pruebas realizadas al crudo se concluyó que el indicio superficial de hidrocarburos localizado en el centro de investigación La Tribuna clasifica como directo de tipo activo y de inmigración primaria, por lo tanto su valor exploratorio es bajo pero confirma la generación de hidrocarburos a partir del miembro Bambucá. Finalmente nos sigue indicando que se tiene un crudo de baja gravedad °API con alta presencia de componentes pesados; además nos indica que puede ser manejado y transportado sin problema debido que su punto de encendido es alto. Considerando que el área pertenece a San Francisco, el crudo caracterizado se correlaciona con el crudo del campo San Francisco siendo este de base parafínica.



6. INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCARBUROS DEL ALMORZADERO MUNICIPIO DE TERUEL

6.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL AREA DEL ALMORZADERO

El rezumadero el Almorzadero, se encuentra ubicado en la Finca San Antonio de la vereda el Almorzadero del municipio de Teruel, el área de estudio se encuentra localizada en el límite suroccidental y nororiental de los municipios de Palermo y Teruel, sobre el cauce de la quebrada el Almorzadero, al noroccidente del departamento del Huila, en las estribaciones de la cordillera Central que descienden del Nevado del Huila, en la cuenca del rio Magdalena a la margen izquierda, se encuentra aproximadamente a una distancia de 50 Kilómetros de la ciudad de Neiva.

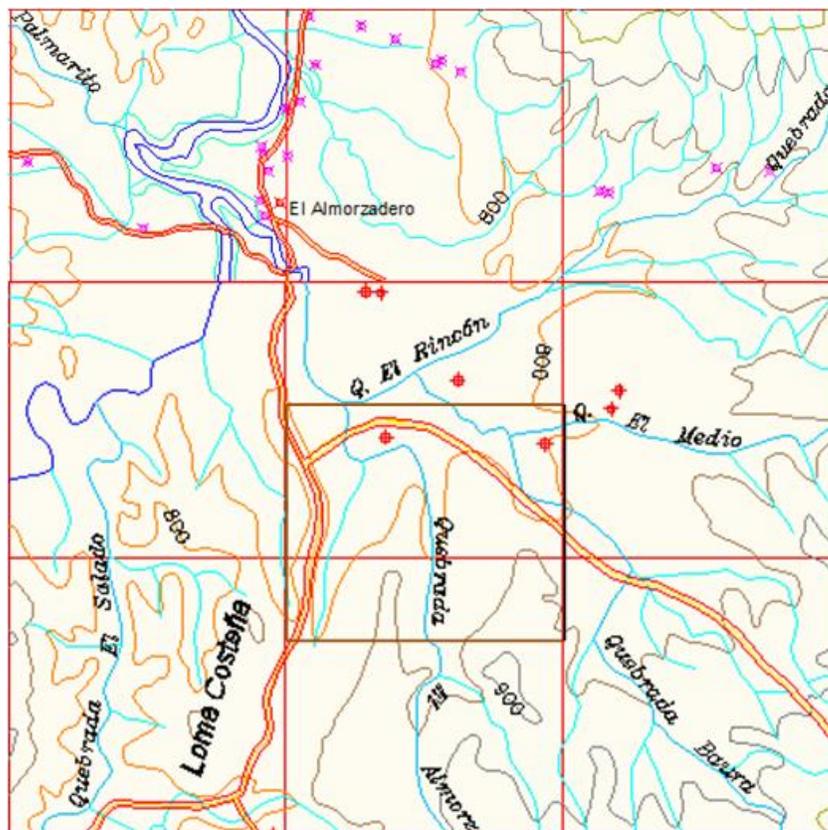


Figura 19. Localización del área de estudio de la vereda el Almorzadero en el mapa topográfico. Plancha 345-I-B del IGAC.



**CARACTERIZACION GEOLOGICA DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS
EN EL SECTOR CENTRO Y NORTE DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA**



Figura 20. Trac del GPS del recorrido por el sector del Almorzadero.

Punto	Este	Norte
174	839991	788836
175	841142	807129
176	839512	799680
177	839625	799534
178	839628	799529
179	839605	799543
180	839598	799543
181	839602	799542
182	839597	799541
183	839599	799538
184	839583	799589
185	839583	799589

Tabla 7. Coordenadas de las estaciones del trac del recorrido por el sector del Almorzadero.



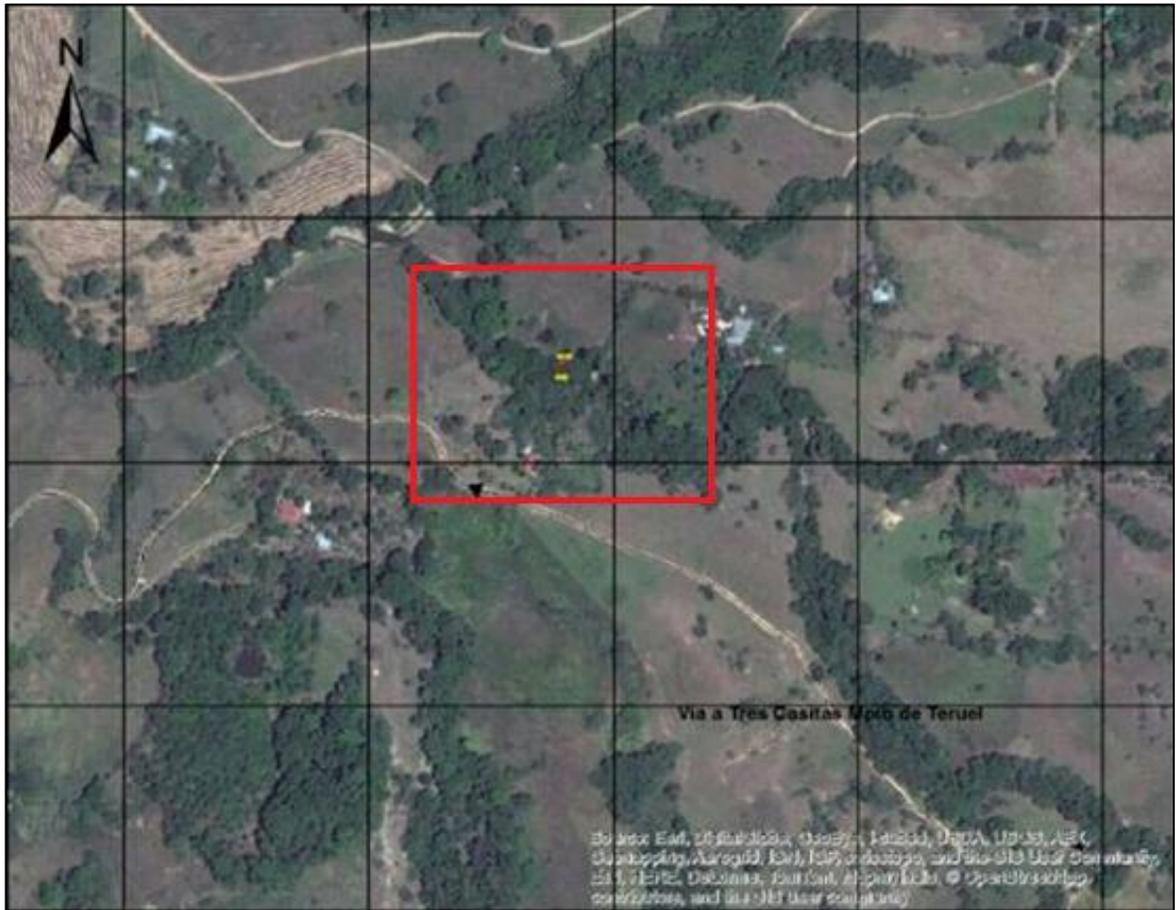


Figura 21. Imagen tomada de google earth con la localización del sector del Almorzadero.

El lugar de estudio se encuentra dentro de la microcuenca de la quebrada el Almorzadero a una elevación de 807 metros sobre el nivel del mar, la quebrada se origina en la ladera en el filo de UPAR, al oriente del municipio de Teruel y descarga sus aguas en la quebrada del Tune, en territorio de la vereda el Almorzadero, a una altitud aproximada de 790 metros.

Para llegar al área de estudio se toma por la carretera principal que comunica a los municipios de Palermo y Teruel a la altura de la vereda del Almorzadero, se desvía por la carretera destapada hasta llegar a la finca San Antonio.



6.2. ESTRATIGRAFIA DEL AREA DEL ALMORZADERO

En el área de estudio afloran rocas ígneas intrusivas de edad jurásica y rocas sedimentarias, pertenecientes al cretácico superior (Cenomaniano – Turoniano) y depósitos recientes cuaternarios propios de la actividad fluvial de los cauces de la región.

A continuación se hace una descripción de las unidades geológicas identificadas en el área de trabajo.

6.2.1. Cuarzomonzodiorita de Teruel (Jt)

Se utiliza el nombre Cuarzomonzodiorita de Teruel para designar un cuerpo ígneo intrusivo estudiado por el INGEOMINAS y que aflora al noreste de la población de Teruel, conformando la cuchilla de Upar y la microcuenca del Almorzadero. Este cuerpo plutónico se presenta normalmente fracturado y meteorizado y con procesos de alteración hidrotermal.



Fotografía 17. Panorámica del Afloramiento estudiado aguas arriba del rezumadero del Almorzadero.



Las rocas de este cuerpo corresponden en el área de estudio a la serie de Cuarzomonzodioritas, son de color gris claro a rosado cuando están frescas, cogiendo una tonalidad negrusca por la meteorización, presentan textura holocristalina, fanerítica y de cristales de tamaños medio a grueso, hipidiomófica inequigranular. Los minerales félsicos son cuarzo, plagioclasas, oligoclasa a andesina y feldespato potásico (ortoclasa) de color rosado; como minerales máficos se presentan biotita, horblenda y localmente, piroxeno.

Se observan algunas zonas silificadas a brechas tectónicas y a rocas muy fracturadas, pero en general no es continua y se extiende centimetricamente a lado y lado de las zonas cizalladas.

La alteración hidrotermal dominante en el borde de los afloramientos estudiados es de tipo filica, las plagioclasas se encuentran fuertemente seritizadas dejando localmente relictos de su estructura cristalina primaria, los máficos de tipo horblendas y biotitas se encuentran alterados generando sericita y clorita.

En el área se observa a lo largo de un sistema de diaclasas una zona de alteración hidrotermal de tipo argilica transformando los feldespatos en minerales arcillosos los cuales están asociados a las zonas de falla y se presenta como un material semiplástico de color gris lechoso denominado en las descripciones de campo como "GOUGE", en gran parte de los casos este material es producto del evento tectónico y que posteriormente se le sobre impuso la alteración hidrotermal.

El Granito de Teruel tentativamente se ubica en el Jurásico, por correlación litológica y posición estratigráfica similar con otros plutones de la Cordillera Oriental, como el Batolito de Algeciras y el Stock de Dolores datado por Sillitoe et al. (1982), aunque no se descarta que sea más antiguo.





Fotografía 18. Afloramiento de la Cuarzomonzodiorita de Teruel mostrando las zonas de alteración hidrotermal.

6.2.2. Formación Villeta (Kv)

Se reconoció en el área de estudio una secuencia de lodolitas de color gris claro a amarillentas, muy fracturadas, fisiles y oxidadas, estas se presentan en capas de estratificación fina a muy fina de formas tabulares y puntualmente lenticulares. Las rocas presentan estructuras internas con laminación planoparalela discontinua. Hacia la parte media del cerro se presentan lodolitas de color gris oscuro con laminación planoparalela y gradando a limolitas.





Fotografía 19. Cerró localizado al NW del rezumadero del Almorzadero conformado por lodolitas.

6.2.3. Depósitos Cuaternarios (Qal)

Estos depósitos presentes en el área estudiada corresponden a los materiales depositados por los cauces activos actuales que conforman el lecho o fondo de la quebrada el cual corresponde a materiales inconsolidados depositados en el lecho que de forma general corresponden a fragmentos de bloques (5%) cantos rodados (50%), guijas (25%), guijarros (10%) y gránulos (10%) de formas desde redondeadas hasta subangulares, embebidos en una matriz de arena gruesa a fina.



Composicionalmente los fragmentos corresponden en un 60% a rocas metamórficas (neises, migmatitas y anfibolitas), un 25% a rocas ígneas de las cuales el 15% corresponden a intrusivas (granitos rosados y cuarzomonzodioritas) y un 10% a rocas extrusivas (riolitas y dacitas) las rocas sedimentarias representadas por conglomerados corresponden al 5% en volumen del total de los fragmentos. La arena embebida en los fragmentos está conformada por cuarzo lechoso y puntualmente hialino en un 30% de formas subangulares, los feldespatos con un 60% corresponden principalmente a ortoclasa rosada. El 10% restante se presenta a manera de minerales pesados negros principalmente magnetita y otros óxidos de hierro.

Sobre este depósito se encuentran los ojos del rezumadero descrito para este trabajo.

6.3. GEOLOGIA ESTRUCTURAL DEL AREA DEL ALMORZADERO

En el área de estudio el contacto entre la Cuarzomonzodiorita de Teruel y la formación Villeta corresponde a la discordancia pre-apitana, la cual morfológicamente es bastante notoria. El afloramiento estudiado presenta además zonas de cizallas fuertes y pequeñas fallas distensivas, manifiestas principalmente y asociadas a las zonas de alteración hidrotermal de tipo argilica.

Las fallas presentes tienen un rumbo este – oeste a N70E buzando hacia el sureste (SE) y en su plano de falla presentan un material de aspecto arcilloso y dominado comúnmente gouge. Esto es de gran importancia ya que puede servir como vías de migración para fluidos de tipo agua o hidrocarburos.

En el sector norte se presenta comúnmente entre las rocas intrusivas de la llamada cuarzomonzodiorita de Teruel y las rocas sedimentarias de la formación Caballos con un rumbo general de N35E, el contacto es neto y generalmente genera cizallamiento débil. En ningún punto se observó registro de la formación Yavi ni el miembro inferior de la formación caballos. La disconformidad presenta características de permeabilidad lo que permite la migración de fluidos a lo largo de ella.



El área del Almorzadero se ubica en la denominada zona de cizalla de Teruel, la cual ha sido ampliamente estudiada por el grupo de investigación ECOSURC y el MUSEO GEOLOGICO Y DEL PETROLEO, la cual corresponde al trazo de una falla de rumbo de tipo dextral con desplazamientos no mayores a los 50 metros. La zona reconocida de esta estructura fue dentro del intrusivo de Teruel y parte de la formación Caballos y en general se presenta como una zona de alto fracturamiento con un rumbo preferencial de N80E a localmente EW y en la cual a lo largo de su trazo es común dentro del intrusivo la presencia de diques basálticos con espesores de hasta 20 metros desplazados por pequeñas fallas y mineralizados localmente con pirita. La presencia de fallas de tipo distensivo oblicuas a la zona de cizallamiento desplazando depósitos recientes y el alto grado de fracturamiento y lineamientos asociados a drenajes muestran esta zona como activa tectónicamente.

6.4. CARACTERIZACION DEL INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCARBUROS DEL AREA DEL ALMORZADERO

6.4.1. Geología Local del Indicio Superficial de Hidrocarburos del Área del Almorzadero

Sobre el cauce de la quebrada el Almorzadero y los depósitos de canal a 35 m hacia el sur del afloramiento del intrusivo de Teruel se localizaron tres puntos de rezumaderos activos de hidrocarburos con emanaciones intermitentes y burbujeantes manifestando la presencia de gases y su empuje natural a superficie.





Fotografía 20. Depósitos de canal donde se ubican los rezumaderos estudiados.



Fotografía 21. Rezumadero 1. Obsérvese las iridiscencias y manifestaciones de gas.



6.4.2. Caracterización del Crudo del Indicio Superficial de Hidrocarburos del Área del Almorzadero

Para el indicio superficial de hidrocarburos del Almorzadero se caracterizó solo un tipo de fluido el cual corresponde al hidrocarburo.

Se tomaron muestras de los hidrocarburos encontrados en los siguientes 3 puntos correspondientes a la siguientes localizaciones geográficas punto 1 (E 839602 - N 799542), punto 2 (E 839597 - N 799541) y punto 3 (E 839599 - N 799548) a una altura de 807 m sobre el nivel del mar.



Fotografía 22. Georreferenciación del rezumadero "El Almorzadero"

Cerca de dichos puntos se encontró hidrocarburo el cual presenta una alta viscosidad, el hidrocarburo es de color negro pardusco el cual se presenta en forma de trazas formando una película sobre la capa superficial de agua, dicho hidrocarburo al tener contacto con el agua me genera gotas que debido a su diferencia de densidades flota fácilmente sobre el agua.



Para la caracterización del hidrocarburo la prueba realizada fue:

- Determinación de la gravedad API por el método de fluorescencia, con una intensidad de luz negra micro vatios por cada centímetro cubico.

La prueba se realizó en el Laboratorio de Crudos y Derivados del Petróleo en la Universidad Surcolombiana.



Fotografía 23. Muestra de hidrocarburo del Almorzadero bajo luz fluorescente.

6.5. RESULTADOS DE LA CARACTERIZACION DEL CRUDO DEL INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCARBUROS DEL AREA DEL ALMORZADERO

Para la muestra de crudo del rezumadero que se encuentra en el área del Almorzadero se obtuvo:

Tipo de muestra: Crudo

Encargados de la toma:

Roberto Vargas Cuervo

(Msc Geologo)

Andrey Cruz Aguja

(Estudiante)



Charlenys Andrea Pedroza (Estudiante)

Diana Carolina Tovar (Estudiante)

Fuente: Indicio superficial

Análisis de laboratorio: Laboratorio de Crudos y Derivados del Petróleo de la Universidad Surcolombiana

Tipo de rezumadero: Indicio superficial directo activo

Interpretación del indicio superficial: Dismigración primaria

Roca Fuente: Formación Villeta. Shale de Bambuca

Los resultados de la caracterización de la muestra del crudo del indicio superficial de hidrocarburos del Almorzadero son:

Tipo de prueba	Resultado
Gravedad API por Fluorescencia	10

Tabla 8. Resultado obtenido de la prueba realizada a la muestra de crudo del indicio superficial del Almorzadero.

6.6. ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LA CARACTERIZACION DEL INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCARBUROS DEL AREA DEL ALMORZADERO

El crudo obtenido en el Almorzadero es de color negro parduzco, con alta viscosidad, es un crudo de aspecto bituminoso, se encuentra emergiendo en la parte suroeste (SW) de la quebrada. Es de base mixta y debido a su elevada densidad, textura y baja actividad no presenta gran dismigración de hidrocarburos.



Fotografía 24. Muestra del hidrocarburo emergente del rezumadero del Almorzadero.



La muestra obtenida debido a las propiedades del rezumadero es una cantidad muy poca, razón por la cual únicamente se determinó la gravedad API por fluorescencia.

6.6.1. Gravedad API

La muestra tomada del sector del Almorzadero fue sometida a prueba de fluorescencia mostrando una tonalidad marrón, la cual según la escala mostrada en la Tabla 9 presenta una gravedad API de 10, lo que hace referencia a que presenta una densidad relativa >1 , el valor de la gravedad permite que se clasifique como un crudo extrapesado.

De acuerdo a las pruebas realizadas al crudo se concluyó que el indicio superficial de hidrocarburos localizado en el Almorzadero clasifica como directo y de dismigración primaria, por lo tanto su valor exploratorio es bajo pero confirma la generación de hidrocarburos a partir del miembro Shale de Bambucá. Finalmente nos sigue indicando que se tiene un crudo de baja gravedad °API con alta presencia de componentes pesados.

Aceite Crudo	Densidad (g/cm³)	Gravedad API	Color Fluorescencia
Extra pesado	>1.0	<10	Marrón
Pesado	$1.0 - 0.92$	$10.0 - 22.3$	Anaranjado (Gold)
Mediano	$0.92 - 0.87$	$22.3 - 31.3$	Amarillo/crema
Ligero	$0.87 - 0.83$	$31.3 - 39$	Blanco
Súper Ligero	< 0.83	> 39	Azul/Blanco/Violeta

Tabla 9. Clasificación del crudo mediante gravedad API determinado por fluorescencia.



7. INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCARBUROS DE LA FINCA MEXICO MUNICIPIO DE YAGUARA

7.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA DE LA FINCA MEXICO

El rezumadero México, se encuentra ubicado en la finca México de la vereda el Paraíso del municipio de Yaguará, está localizado en la parte del centro del departamento del Huila, en la vertiente oriental de la cordillera Central, en la cuenca del rio Magdalena a la margen izquierda, se encuentra aproximadamente a una distancia de 75 Kilómetros de la ciudad de Neiva.

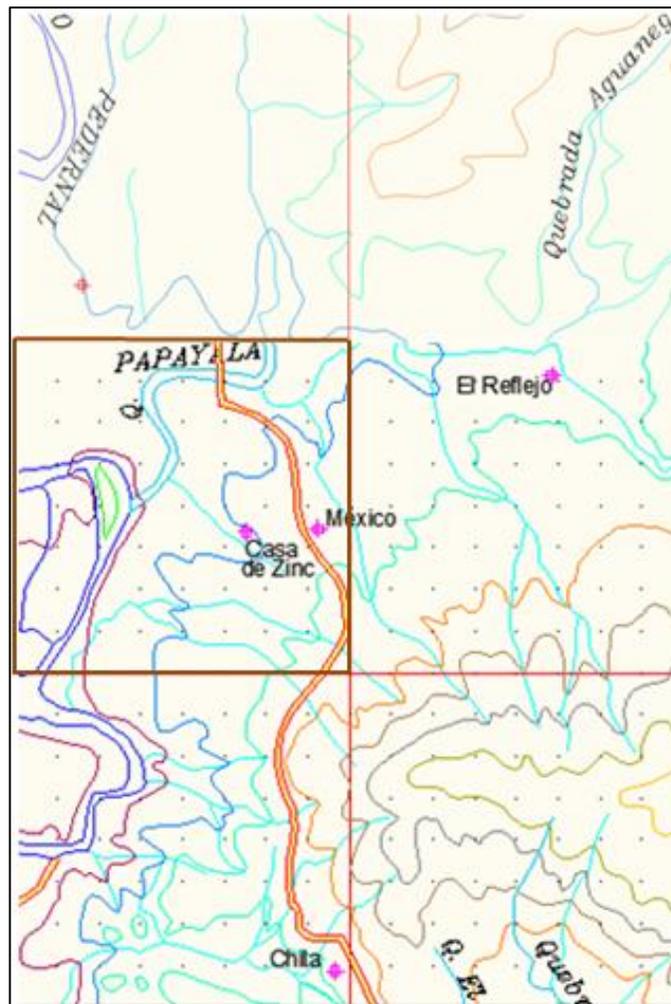


Figura 22. Localización en el mapa topográfico del área de estudio correspondiente a la finca México. Plancha 345-I-D del IGAC.





Fotografía 25. Grupo de trabajo en zona de rezumadero México.

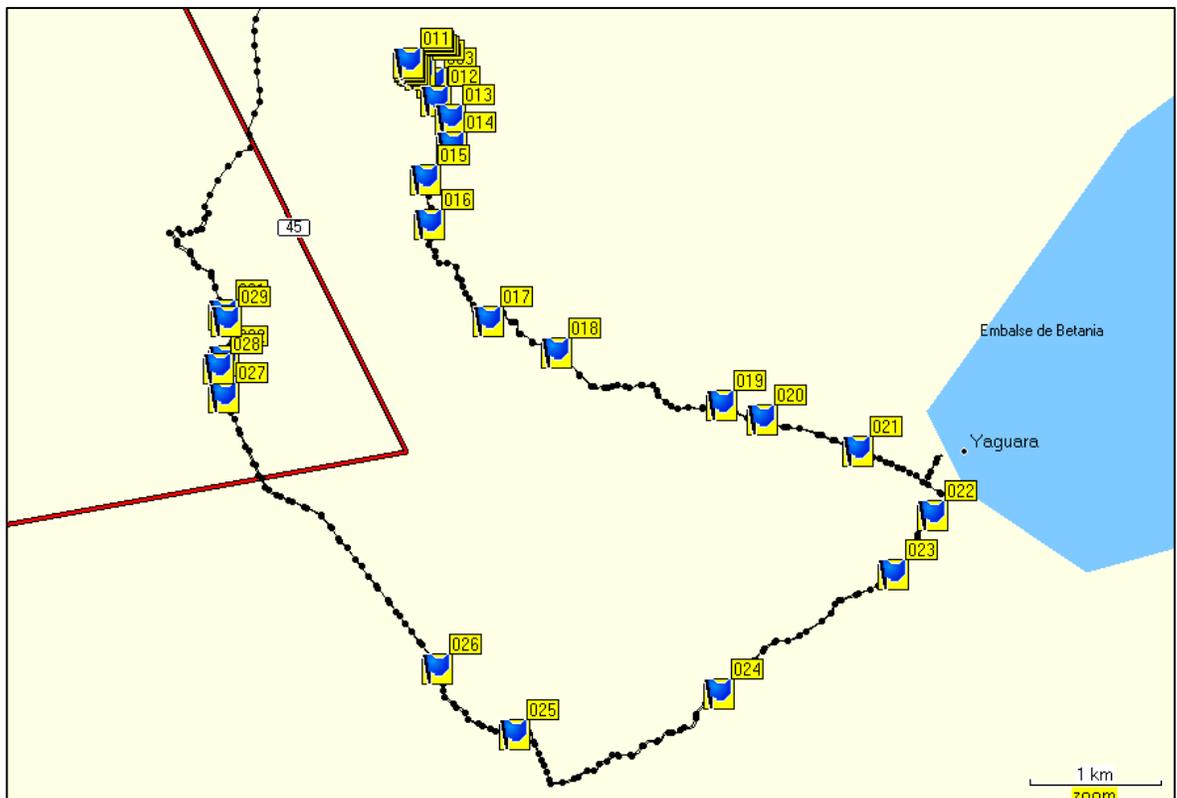


Figura 23. Trac del GPS del recorrido por el sector de la finca México.



**CARACTERIZACION GEOLOGICA DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS
EN EL SECTOR CENTRO Y NORTE DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA**

El lugar de estudio se encuentra dentro de la finca México a una elevación de 711 metros sobre el nivel del mar, sobre el cauce de la canal de desagüe de la finca México, el cual conduce a la quebrada Canadá.

Punto	Este	Norte
1	834215	787795
2	834217	787448
3	835811	789557
4	835718	789616
5	835678	789637
6	835662	789650
7	835656	789650
8	835656	789657
9	835643	789671
10	835638	789681
11	835628	789700
12	835836	789416
13	835945	789276
14	835961	789066
15	835761	788812
16	835789	788478
17	836240	787743
18	836760	787501
19	838020	787103
20	838329	786993
21	839061	786761
22	839629	786267
23	839328	785819
24	837994	784924
25	836435	784615
26	835840	785111
27	834217	787170
28	834174	787384
29	834237	787741

Tabla 10. Coordenadas de las estaciones del trac del recorrido por el sector de la finca México.



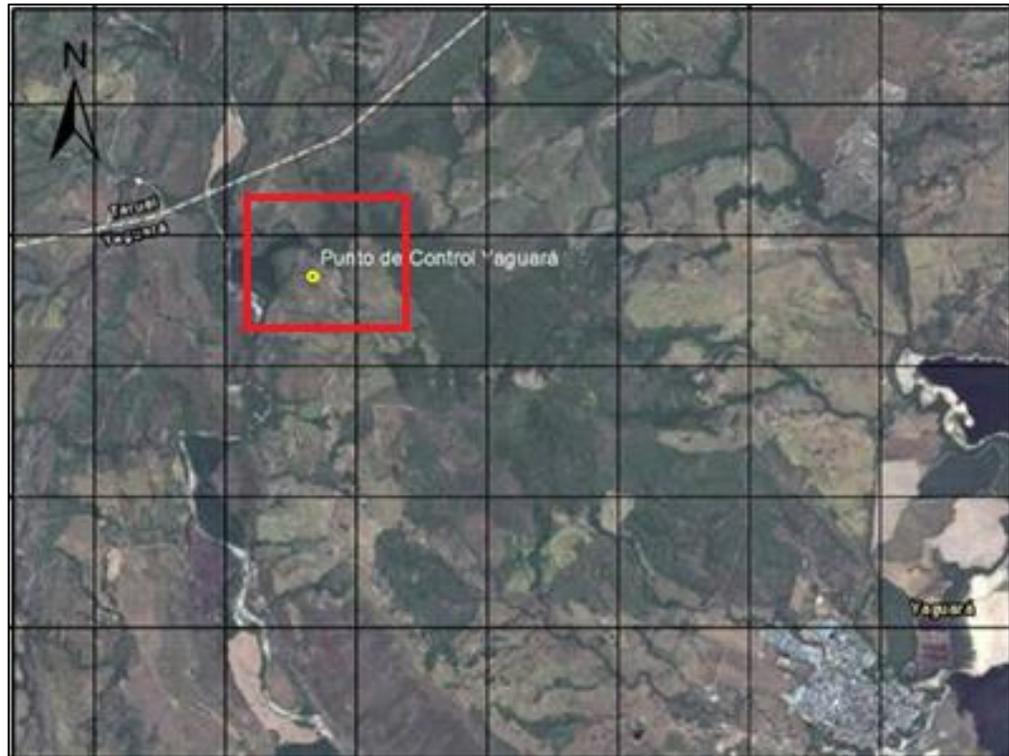


Figura 24. Imagen tomada de google earth con la localización del área de estudio del sector de la Finca México.

7.2. ESTRATIGRAFIA DEL AREA DE LA FINCA MEXICO

En el área de estudio afloran rocas sedimentarias, pertenecientes al cretácico superior (Cenomaniano – Turoniano) y depósitos recientes, cuaternarios propios de la actividad fluvial de los cauces de la región.

A continuación se hace una descripción de las unidades geológicas identificadas en el área de trabajo.

7.2.1. Formación Villeta (Kv)

En el área estudiada esta unidad estratigráfica se presenta como una secuencia monótona de lodolitas y limolitas con un espesor real de 5 metros. Hacia la base se presentan lodolitas de color gris oscuro negruzco (N4-N5) finas homogéneas medianamente fracturadas y con laminación lenticular y capas discontinuas



gradando a limolitas. Hacia la parte media de la secuencia se presentan lodolitas con intercalaciones de limolitas de color gris claro y cortado por venas de calcita con laminación planoparalela. El tope de la secuencia termina con una degradación a limolitas silíceas muy fracturadas.



Fotografía 26. Afloramiento de la formación Villeta, área de la finca México.

7.2.2. Depósitos Cuaternarios (Qal)

El área donde se ubica el rezumadero está conformada por depósitos coluviales y derrubios embebidos en una matriz de suelo orgánico, estos se presentan endurecidos y con costras asfálticas generando una superficie impermeable, no se observan claramente la composición de los depósitos de derrubios.





Fotografía 27. Afloramiento de depósitos Cuaternarios, área de la finca México.

7.3. GEOLOGIA ESTRUCTURAL DEL AREA DE LA FINCA MEXICO

Estructuralmente el área del rezumadero de la finca México se encuentra asociado a una falla de tipo distensiva, con un rumbo este - oeste buzando hacia el sur 70° las rocas presentes se encuentran altamente fracturadas con un patrón estructural de rumbos norte – sur al N20W con buzamientos entre 10° y 20° al SW.





Fotografía 28. Afloramiento formación Villeta, rocas altamente fracturadas, área de la finca México.

7.4. CARACTERIZACION DEL INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCRABUROS DEL AREA DE LA FINCA MEXICO

7.4.1. Geología Local del Indicio Superficial de Hidrocarburos del Área de la Finca México

El rezumadero presente en la finca México está asociado directamente al cuerpo lutítico y por dismigración primaria directamente de la roca generadora como es el Shale de Bambuca, sube a superficie y se manifiesta en 5 puntos a lo largo de 50 metros en dirección N20W. Para caracterizar geológicamente este rezumadero fue realizada una poligonal cerrada cubriendo el área impregnada.

El primer punto el cual es más grande y representativo (Véase Fotografía 30) se presenta embebido en un material de derrubios de color gris claro a blancuzco formando una pasta asfáltica, el crudo sale a través de fracturas fluyendo muy lentamente por su alta viscosidad. En este punto fueron tomadas las muestras para la caracterización.

En dirección N20W a partir de este punto se presenta una zona altamente impregnada que intermitentemente se puede seguir por unos 50 metros en la cual se presentan 4 ojos más de emisión de hidrocarburos pesados, impregnando fuertemente el material de derrubios y generando nuevamente esta pasta asfáltica.





Fotografía 29. Lutitas y costra asfáltica en el rezumadero México.

7.4.2. Caracterización del Crudo del Indicio Superficial de Hidrocarburos del Área de la Finca México

Para el indicio superficial de hidrocarburos de la finca México se caracterizó solo un tipo de fluido el cual corresponde al hidrocarburo.

Se tomaron muestras de los hidrocarburos encontrados en el punto correspondiente a la siguiente localización geográfica (E 835678 - N 789637) a una altura de 711 m sobre el nivel del mar.

Cerca de dicho punto se encontraron dos ojos de hidrocarburos los cuales presentaban una alta viscosidad capaz de sostener por unos segundos el peso de una persona.



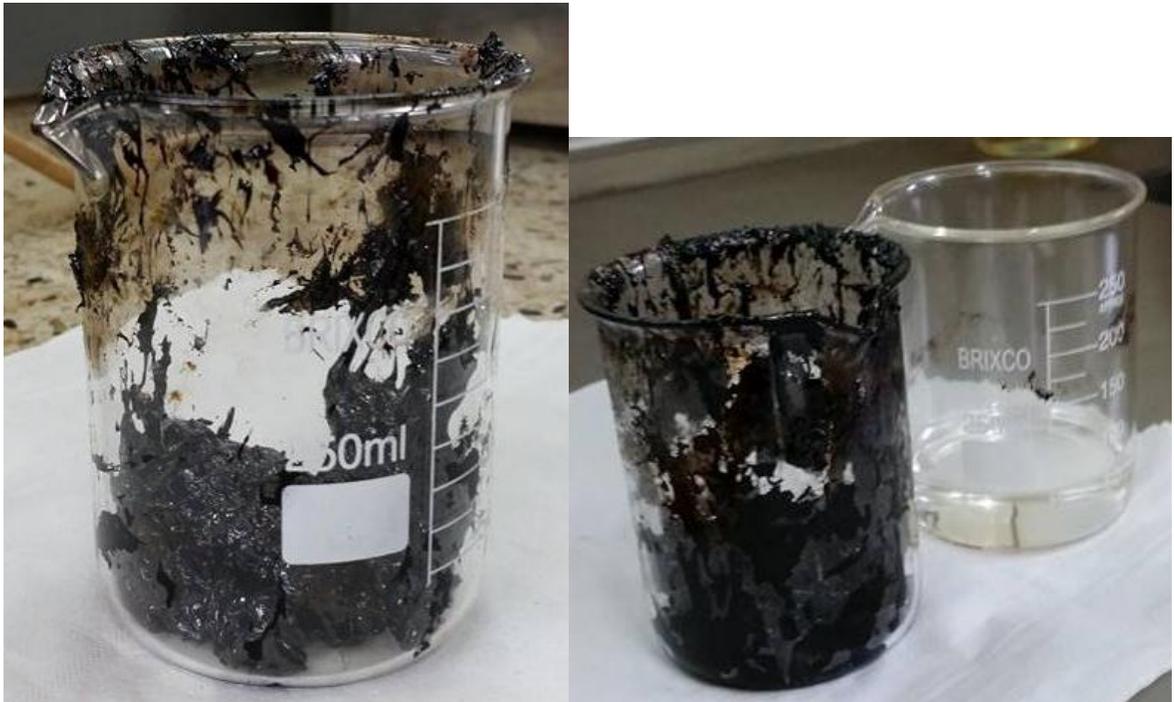


Fotografías 30. Indicio superficial de hidrocarburos de México.

Para la caracterización de hidrocarburo las pruebas realizadas fueron:

- Determinación de la gravedad API por el método del picnómetro.
- Determinación del Punto de Chispa y Punto de Encendido.
- Determinación del contenido de agua en el petróleo crudo por el método de destilación.



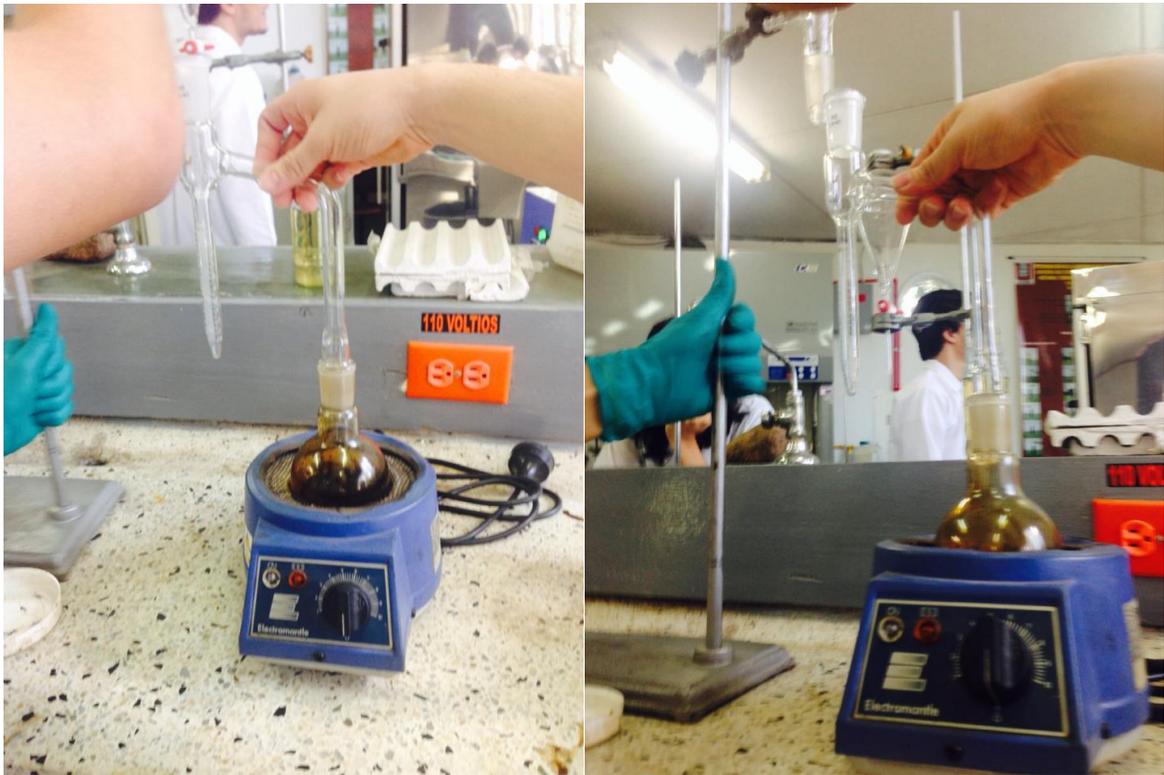


Fotografía 31. Determinación de la gravedad API por el método del picnómetro para el crudo del indicio superficial de hidrocarburos del área de la finca México.



Fotografía 32. Determinación del Punto de Chispa y Punto de Inflamación para el crudo del indicio superficial de hidrocarburos del área de la finca México.





Fotografía 33. Determinación del contenido de agua por el método de destilación para el crudo del indicio superficial de hidrocarburos del área de la finca México.

Las pruebas se realizaron en el Laboratorio de Crudos y Derivados del Petróleo en la Universidad Surcolombiana.

7.5. RESULTADOS DE LA CARACTERIZACION DEL CRUDO DEL INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCARBUROS DEL AREA DE LA FINCA MEXICO

Para la muestra de crudo del rezumadero que se encuentra en el área de la finca México se obtuvo:

Tipo de muestra: Crudo

Encargados de la toma:

Roberto Vargas Cuervo	(Msc Geologo)
Andrey Cruz Aguja	(Estudiante)



Charlenys Andrea Pedroza (Estudiante)

Diana Carolina Tovar (Estudiante)

Fuente: Indicio superficial

Análisis de laboratorio: Laboratorio de Crudos y Derivados del Petróleo de la Universidad Surcolombiana

Tipo de rezumadero: Indicio superficial directo activo

Interpretación del indicio superficial: Dismigración primaria

Roca Fuente: Formación Villeta. Shale de Bambuca

Los resultados de la caracterización de la muestra del crudo del indicio superficial de hidrocarburos de México son:

Tipo de prueba	Resultado
Gravedad API	10.8 °API
% Bsw	10 %
Punto de Chispa	310 °F
Punto de Inflamación	395 °F

Tabla 11. Resultados obtenidos de las pruebas realizadas a la muestra de crudo del indicio superficial de México.

7.6. ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LA CARACTERIZACION DEL INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCARBUROS DEL AREA DE LA FINCA MEXICO

El crudo obtenido en la finca México es de color marrón oscuro, presenta una viscosidad muy elevada y no fluye en lo absoluto, es un crudo de aspecto bituminoso, se encuentra impregnando en las rocas y más que un indicio superficial se presume que está relacionado a una mina de asfalto. Es de base asfáltica lo cual contiene gran cantidad de materia asfáltica como naftenos cuya viscosidad es muy sensible a los cambios de temperatura.

Haciendo las respectivas pruebas para su caracterización se tomaron en cuenta las siguientes propiedades: gravedad API, contenido de agua por destilación, punto de chispa y punto de inflamación.



7.6.1. Gravedad API

La muestra tomada del sector México entre los municipios Teruel y Yaguará presenta una gravedad API de 10.8° lo que hace referencia a que presenta una gravedad específica de 0.994, el valor de la gravedad API se encuentra en el rango de >10 y > 22.3 lo cual permite que se clasifique como un crudo pesado. El procedimiento realizado para la estimación de la gravedad API es el correspondiente al método del picnómetro.

7.6.2. Determinación del Punto de Chispa y Punto de inflamación por el Método de Cámara Abierta de Cleveland

El procedimiento se realizó según la norma ASTM (D92-90)

La temperatura correspondiente al punto de chispa y al punto de inflamación aumenta conforme el valor de la gravedad API disminuye. La muestra de hidrocarburo tomada en la finca México corresponde a un crudo pesado y muy viscoso por lo que presenta un alto punto de chispa y encendido:

Punto de Chispa: 310 °F

Punto de Inflamación: 395 °F

Esto atiende a un crudo de baja calidad y bajo valor económico, sin embargo es de resaltar que presenta un amplio rango de temperatura de transporte y manipulación antes de llegar a la temperatura de chispa.

7.6.3. Determinación de Contenido de Agua por el Método de Destilación

El procedimiento se realizó según la norma ASTM (D95-83)

El proceso de destilación consiste en calentar una mezcla de dos o más líquidos miscibles, hasta que sus componentes más livianos lleguen a la fase de vapor; vapor que luego se condensa y se recupera en forma líquida. Como la muestra recolectada del rezumadero de la finca “México” es altamente viscosa fue muy difícil su manipulación para poder correr la prueba; se tomaron 7 ml de muestra y 50 ml de solvente (relación superior a la establecida por la norma). Finalmente se obtuvo un valor de 10% de contenido de agua, lo cual excede los parámetros establecidos por la industria para transporte y refinería.



8. INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCARBUROS DE LA BOCANA MUNICIPIO DE RIVERA

8.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL AREA DE LA BOCANA

El rezumadero de La Bocana se encuentra localizado sobre la margen izquierda de la quebrada la Medina y más exactamente a 150 metros aguas abajo de la cascada la Bocana.

El área de estudio se encuentra dentro de la zona rural del municipio de Rivera en la vereda la Medina a 42 km de la ciudad de Neiva.

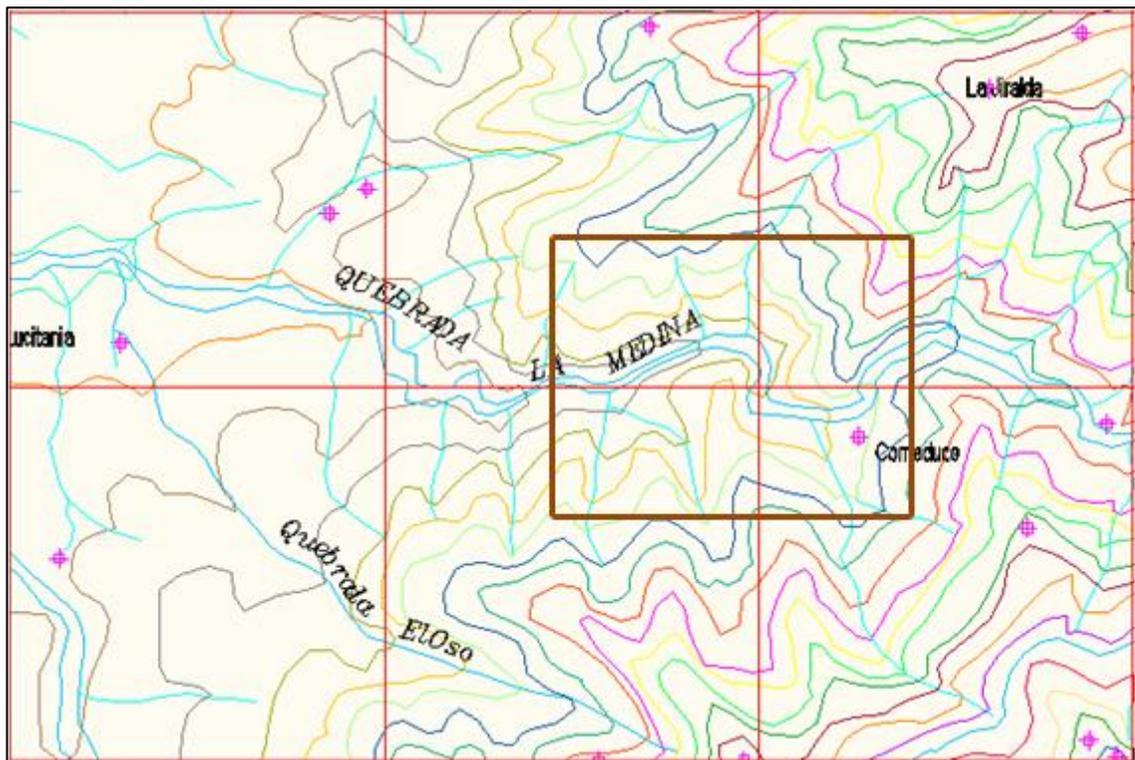


Figura 25. Localización en el mapa topográfico del área de estudio correspondiente a la Bocana. Plancha 323-IV-D del IGAC.

El lugar de estudio se encuentra dentro de la vereda la Medina a una elevación de 920 metros sobre el nivel del mar, sobre el cauce de la quebrada la Medina.





Figura 26. Imagen tomada de google earth con la localización del área de estudio del sector de la Bocana.

8.2. ESTRATIGRAFIA DEL AREA DE LA BOCANA

En el área de estudio afloran rocas ígneas intrusivas de edad jurásica y depósitos recientes cuaternarios propios de la actividad fluvial de la quebrada la Medina.

A continuación se hace una descripción de las unidades geológicas identificadas en el área de trabajo.

8.2.1. Cuarzomonzonita de Algeciras (Ja)

El INGEOMINAS determino un cuerpo intrusivo con características similares al stock de Teruel en la región entre la Ulloa Rivera y Algeciras y que aflora continuamente al occidente de estas poblaciones.

En la zona de interés afloran rocas ígneas intrusivas de color gris claro con tonalidades rosadas muy dura, fresca, aunque puntualmente se observa sectores meteorizados a semi meteorizados con influencia de la participación biológica



generando quelación y la meteorización física tradicional asociada a los cuerpos de agua presentes en el área. La hidrolisis como meteorización química es la más dominante en el área de estudio generando la hidrolisis de los feldespatos transformándolos en arcillas.



Fotografía 34. Afloramiento de la Cuarzomonzonita de Algeciras, área de la Bocana.

Litológicamente las rocas aflorantes en el punto del rezumadero corresponden a una serie de rocas ígneas intrusivas de color gris claro a rosadas, oxidadas, muy fracturadas, de textura holocristalina, fanerítica, equigranular, conformadas mineralógicamente por cuarzo (20%), de aspecto hialino, traslucido, cristalino de formas anhedrales a subeuhedrales, los feldespatos presentes corresponden a: ortoclasas (40%), la cual tiene formas cristalinas euhedrales a subeuhedrales de colores grises a rosados cuando están frescos. Comúnmente se observan estos cristales atacados por la hidrolisis generando minerales de arcilla de tipo caolinita. Las plagioclasas de tipo oligoclasa (35%) son de color blanco lechoso y de formas anhedrales a subeuhedrales, alterados hidrotermalmente por medio de la hidrolisis generando caolinita. Los minerales máficos observados en la sección (5%) corresponden a anfíboles de tipo horblenda y piroxenos de tipo augita.





Fotografía 35. Afloramiento de la Cuarzomonzonita de Algeciras, área de la Bocana. Obsérvese cristales atacados por la hidrólisis generando minerales de arcilla de tipo caolinita.

8.2.2. Depósitos Cuaternarios (Qal)

El área donde se ubica el rezumadero está sobre el cauce de la quebrada la Medina y está conformada por depósitos aluviales y coluviales y puntualmente derrubios de ladera, los depósitos aluviales están conformados por fragmentos de tipo bloques (10%) cantos rodados (50%), guías, guijarros y gránulos (30%) embebidos en una matriz de arena gruesa feldespática.





Fotografía 36. Afloramiento de Depósitos Cuaternarios, área de la Bocana.

8.3. GEOLOGIA ESTRUCTURAL DEL AREA DE LA BOCANA

El área de estudio se encuentra totalmente sobre rocas ígneas intrusivas la cual se comporta como un macizo rocoso fresco, homogéneo y muy fracturado con sistemas de diaclasas abiertas y rellenas de material de gougue plástico blando y localmente mineralizado con sulfuros. Los patrones de diaclasas más comunes corresponden a las direcciones:

Familia 1: N-S/30W

Familia 2: N20E/60S-W

En el punto del rezumadero se encuentra una falla geológica de tipo distensivo de pequeña escala con el patrón estructural N40W/60SW por la cual migran los hidrocarburos a la superficie.





Fotografía 37. Falla geológica por la cual migran los hidrocarburos a superficie, área de la Bocana.

8.4. CARACTERIZACION DEL INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCARBUROS DEL AREA DE LA BOCANA

8.4.1. Geología Local del Indicio Superficial de Hidrocarburos del área de la Bocana

El rezumadero de la Bocana considerado por los autores de este trabajo como el más importante, ya que se encuentra dentro de rocas ígneas intrusivas muy lejano a la cobertura productiva (más de dos kilómetros). En forma general el rezumadero se encuentra asociado a una falla geológica normal y es de tipo activo.





Fotografía 38. Geología local del indicio superficial de hidrocarburos de la Bocana.

8.4.2. Caracterización del Crudo del Indicio Superficial de Hidrocarburos del Área de la Bocana

Para el indicio superficial de hidrocarburos de la Bocana se caracterizó solo un tipo de fluido el cual corresponde al hidrocarburo.

En el rezumadero se encontraron dos ojos de hidrocarburos los cuales presentaban muy poca cantidad de hidrocarburos.

Se tomaron muestras de los hidrocarburos encontrados en el punto correspondiente a la siguiente localización geográfica (E 875046 - N 801942) a una altura de 920 m sobre el nivel del mar.





Fotografía 39. Indicio superficial de hidrocarburos de la Bocana.

Para la caracterización de hidrocarburo las pruebas realizadas fueron:

- Determinación de la gravedad API por el método del picnómetro.
- Determinación del Punto de Chispa y Punto de Encendido.
- Determinación del contenido de agua en el petróleo crudo por el método de destilación.



Fotografía 40. Determinación de la gravedad API por el método del picnómetro para el crudo del indicio superficial de hidrocarburos del área de la Bocana.



Fotografía 41. Determinación del Punto de Chispa y Punto de Inflamación para el crudo del indicio superficial de hidrocarburos del área de la Bocana.





Fotografía 42. Determinación del contenido de agua por el método de destilación para el crudo del indicio superficial de hidrocarburos del área de la Bocana.

Las pruebas se realizaron en el Laboratorio de Crudos y Derivados del Petróleo en la Universidad Surcolombiana.

8.5. RESULTADOS DE LA CARACTERIZACION DEL CRUDO DEL INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCARBUROS DEL AREA DE LA BOCANA

Para la muestra de crudo del rezumadero que se encuentra en el área de la Bocana se obtuvo:

Tipo de muestra: Crudo

Encargados de la toma:

Roberto Vargas Cuervo	(Msc Geologo)
Andrey Cruz Aguja	(Estudiante)
Charlenys Andrea Pedroza	(Estudiante)
Diana Carolina Tovar	(Estudiante)

Fuente: Indicio superficial



Análisis de laboratorio: Laboratorio de Crudos y Derivados del Petróleo de la Universidad Surcolombiana

Tipo de rezumadero: Indicio superficial directo activo

Interpretación del indicio superficial: Dismigración primaria

Roca Fuente: Formación Villeta

Los resultados de la caracterización de la muestra del crudo del indicio superficial de hidrocarburos de la Bocana son:

Tipo de prueba	Resultado
Gravedad API	11.5
Contenido de agua	7.78%
Punto de Chispa	292 °F
Punto de Inflamación	370 °F

Tabla 12. Resultados obtenidos de las pruebas realizadas a la muestra de crudo del indicio superficial de la Bocana.

8.6. ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LA CARACTERIZACION DEL INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCARBUROS DEL AREA DE LA BOCANA

La muestra de crudo tomada en el indicio superficial de la Bocana es de color negro pardo brillante, el hidrocarburo se encuentra impregnando las rocas, en algunas de las rocas se presentan trazas de color verde, así como también presenta biodegradación denotada en trazas de color blanco. La biodegradación del crudo es causada por medio bacteriano (microorganismos) de manera natural o por las condiciones ambientales que presenta el lugar donde se encuentra el crudo.

Haciendo las respectivas pruebas para su caracterización se tomaron en cuenta las siguientes propiedades: Gravedad API, Contenido de agua en el petróleo crudo por el método de destilación, Punto de chispa y Punto de inflamación.





Fotografía 43. Degradación del crudo en el indicio superficial de la Bocana.

8.6.1. Gravedad API

El crudo del indicio superficial de hidrocarburos de la Bocana presenta una gravedad API de 11.5° lo que corresponde a una densidad relativa de 0.989, al igual que los rezumaderos analizados con anterioridad el valor de la gravedad API de este indicio superficial se encuentra dentro del rango de $>10^\circ$ y $< 22.3^\circ$, lo que lo clasifica como crudo pesado. El método para la determinación de la gravedad API fue el del picnómetro.



8.6.2. Determinación del Punto de Chispa y Punto de Inflamación por el Método de Cámara Abierta de Cleveland

El procedimiento se realizó según la norma ASTM (D92-90)

El comportamiento del fluido correspondiente a este indicio superficial es muy similar al rezumadero de la Tribuna. Los resultados arrojados para los puntos de inflamabilidad de este crudo fue de:

Punto de Chispa: 292 °F

Punto de Inflamación: 370 °F

Al igual que en todos los indicios superficiales analizados, los valores de punto de chispa y encendido nos indica una alta pérdida de volátiles en el proceso de dismigración de los hidrocarburos y finalmente que el crudo correspondiente a este rezumadero puede ser manejado y transportado sin problema debido que su punto de chispa es alto.

8.6.3. Determinación del Contenido de Agua por el Método de Destilación

El procedimiento se realizó según la norma ASTM (D95-83)

La muestra de crudo de la Bocana, es un crudo que ha sufrido cierta pérdida de volátiles pero conserva su fluidez, lo cual hace que la separación de agua por el método de destilación sea más sencilla en comparación con la muestra de la finca México. La prueba se llevó a cabo según la norma y se tomaron 9 ml de muestra y 50 ml de solvente (Xileno) para formar la mezcla a destilar. El contenido de agua de esta muestra es el 7,78% el cual no cumple con las estipulaciones dadas por la industria.



9. CONCLUSIONES

- Los rezumaderos de la Tribuna, el Almorzadero y México de acuerdo a las características geológicas y análisis de crudos se determina que provienen de un proceso de dismigración primaria a partir del miembro Shale de Bambucá de la formación Villeta.
- El rezumadero del Almorzadero está asociado a un proceso de dismigración primaria cuya vía de migración está asociada a una falla normal distensiva con rumbo este – oeste a N70E buzando hacia el sureste (SE)
- El rezumadero de Mexico está asociado a un proceso de dismigracion primaria cuya vía de migración posiblemente está asociada al intenso fracturamiento y fisilidad de los shales asociados al miembro Bambucá de la formación Villeta.
- El rezumadero de la Tribuna está asociado a un proceso de dismigracion primaria cuya vía de migración está asociada al fracturamiento y fallas de despegue presentes en el área.
- El rezumadero de la Bocana se encuentra dentro de rocas ígneas intrusivas a una distancia de más de dos kilómetros de la cobertura productiva y por lo tanto se hace de gran interés exploratorio en búsqueda de yacimientos asociados a este tipo de rocas.
- El rezumadero de la Bocana se encuentra asociado a una falla geológica como vía de transmisión de fluidos.
- Teniendo en cuenta los hidrocarburos obtenidos de los indicios superficiales se clasifican entre pesado y extra-pesado, presentan alta viscosidad y perdida de los componentes volátiles en su proceso de dismigración, con altos puntos de inflamabilidad y poca calidad, con gran cantidad de sedimentos y porcentaje de agua.
- En el área de la tribuna se encuentran las unidades estratigráficas correspondientes a las formaciones Villeta, ocupando un área de 52.79 hectáreas que corresponden al 41.38% del área total, Formación Monserrate, ocupando un área de 18 Hectáreas que corresponden al 14.1% del área total,



**CARACTERIZACION GEOLOGICA DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS
EN EL SECTOR CENTRO Y NORTE DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Formación Honda, ocupando un área de 18.82 Ha que corresponden al 14.75% del área total y Cuaternario, que ocupa un área de 37.98 has que corresponden al 29.78% del área total de estudio.



10. RECOMENDACIONES

Continuar con el inventario, evaluación geológica y caracterización de fluidos para todos los rezumaderos de la región Surcolombiana. Y así contribuir con un mayor conocimiento a la geología del petróleo en el Valle Superior del Magdalena.

Este proyecto brinda una base y un estudio primario de los indicios superficiales y la caracterización de algunos rezumaderos que se encuentran en el territorio huilense. La profundización del estudio de los indicios superficiales de hidrocarburos en el Huila y a nivel nacional debe seguir, teniendo en cuenta la caracterización geológica, petrográfica y de fluidos.

Investigaciones relacionadas a este proyecto pueden servir de apoyo para la exploración petrolífera y facilitar la búsqueda de nuevos hallazgos de hidrocarburos.

Se pueden añadir estudios relacionados con geoquímica aplicando pruebas como cromatografía, pirolisis, biomarcadores, análisis cuantitativo de crudo entre otros, para ampliar las investigaciones basadas en esta información para poder establecer correlaciones de una forma más certera.

El rezumadero de la Bocana merece especial atención por su ubicación exclusiva en rocas ígneas sin ninguna relación cercana a rocas almacén o rocas generadoras, por esto se recomienda realizar estudios de detalle de este rezumadero para determinar su origen entre otros.



11. BIBLIOGRAFIA

BARONA PALENCIA L., CHÁVARRO HERNANDEZ M. Correlación Petrofísica en Superficie con Subsuelo de Formaciones Productoras Subcuenca Neiva. Universidad Surcolombiana. 2010.

INGEOMINAS, 1999. Geología del Huila 2001, A. Núñez. Escala 1:100.000.

J. MONTERO y R. CORTÉS, 1.991. Colombia. Provincias Geomórficas de Amenaza de Deslizamientos. En SGC, 1993.

PÉREZ BADILLO C., DÍAZ QUIMBAYA C. Levantamiento estratigráfico detallado para el Shale de Bambucá en dos secciones de la subcuenca de Neiva. Universidad Surcolombiana. 2014.

VARGAS CUERVO R Estratigrafía de la Formación Monserrate Mina los Yuyos. USCO. 1995.

VARGAS CUERVO R Reconocimiento Geológico y Petrográfico de las rocas ígneas intrusivas del jurasico y su relación con la formación Saldaña del Alto Magdalena, Colombia”, ECOSURC 2012.

VARGAS CUERVO R, LAMILLA GALINDO J. Reconocimiento Geológico de la cobertura Productiva de la Subcuenca de Neiva Huila Colombia Field Trip PETROMINERALES 2010.

VARGAS CUERVO R. Estratigrafía del Jurásico de la Región Surcolombiana USCO. 2010.

VARGAS CUERVO R. Proyecto de Integración Cartográfica de la Geología de la Cordillera Central y Occidental de Colombia Aplicada a la Exploración Aurífera, Geotec Ltda. Anglo Gold Ashanti Colombia. 2002.

VARGAS CUERVO R., Geología Física para Ingenieros (Texto Guía). Universidad Surcolombiana. 1999.

VARGAS CUERVO R., Petrología sedimentaria (Texto Guía). Universidad Surcolombiana. 1998.



VARGAS CUERVO R., POLANIA MARTINEZ M. Geología de la Zona Norte del Huila y el Desierto de la Tatacoa. Publicación especial Facultad de Ingeniería, Instituto de Ensayos e Investigaciones IDEI. Universidad Surcolombiana. Postgrado en Ambiental Universidad Nacional de Colombia. Seccional Medellín. 1988.

VARGAS CUERVO R., Proyecto de exploración aurífera en el Departamento del Huila. ANGLO GOLD ASHANTI COLOMBIA 2006

VARGAS CUERVO R., Proyecto de integración cartográfica de la geología de la cordillera central y occidental de Colombia aplicada a la exploración aurífera, GEOTEC LTDA. ANGLO GOLD ASHANTI COLOMBIA. 2003

SANCHEZ RAMIREZ, MARIO. Caracterización de la biodiversidad centro de investigación y educación ambiental La Tribuna Neiva – Huila. Maestría en ecología y gestión de ecosistemas estratégicos. 2012.

