


	<b>GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS</b>						 ISO 9001 SC 7384-1	 GP 205-1	 CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM CO-SC 7384-1
	<b>CARTA DE AUTORIZACIÓN</b>								
<b>CÓDIGO</b>	<b>AP-BIB-FO-06</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>2014</b>	<b>PÁGINA</b>	<b>1 de 2</b>		

Neiva, 11 de Noviembre de 2015

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

Luis Alberto Barrios Polanía, con C.C. No. 1075249167, Oskar Gerardo Ruíz Urrutia, con C.C. No. 10305503, Christian Bertini Sánchez Vanegas, con C.C. No. 1075211480, autores de la tesis y/o trabajo de grado titulado **CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA” (ZONA CENTRO – CARACTERIZACIÓN POPAYO)** presentado y aprobado en el año 2015 como requisito para optar al título de Ingenieros de Petróleos; autorizamos al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.

- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.

- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores” , los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.



## GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS

### CARTA DE AUTORIZACIÓN



CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 2

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: \_\_\_\_\_

EL AUTOR/ESTUDIANTE:





Firma: \_\_\_\_\_

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: \_\_\_\_\_

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: \_\_\_\_\_

	<b>GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS</b>					  	
	<b>DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO</b>						
<b>CÓDIGO</b>	<b>AP-BIB-FO-07</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>2014</b>	<b>PÁGINA</b>	<b>1 de 4</b>

**TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:**  
**CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA” (ZONA CENTRO – CARACTERIZACIÓN POPAYO)**

**AUTOR O AUTORES:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
BARRIOS POLANÍA	LUIS ALBERTO
RUIZ URRUTIA	OSKAR GERARDO
SÁNCHEZ VANEGAS	CHRISTIAN BERTINI

**DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
VARGAS CUERVO	ROBERTO
MORALES MONDRAGÓN	HAYDEÉ





**ASESOR (ES):**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
SIERRA CALDERON	CARLOS ARTURO

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE: INGENIERO DE PETRÓLEOS**

**FACULTAD: INGENIERÍA**

**PROGRAMA O POSGRADO: INGENIERÍA DE PETRÓLEOS**

	<b>GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS</b>						  
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
<b>CÓDIGO</b>	<b>AP-BIB-FO-07</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>2014</b>	<b>PÁGINA</b>	<b>2 de 4</b>

**CIUDAD:** NEIVA                      **AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2015    **NÚMERO DE PÁGINAS:** 83

**TIPO DE ILUSTRACIONES** (Marcar con una X):

Diagramas\_\_ Fotografías\_X\_ Grabaciones en discos\_\_ Ilustraciones en general\_X\_ Grabados\_\_ Láminas\_\_  
 Litografías\_\_ Mapas\_\_ Música impresa\_\_ Planos\_\_ Retratos\_\_ Sin ilustraciones\_\_ Tablas o Cuadros\_\_

**SOFTWARE** requerido y/o especializado para la lectura del documento:

**MATERIAL ANEXO:**

Mapa Geológico de las planchas estudiadas, Columna estratigráfica Popayo 21 y 23





**PREMIO O DISTINCIÓN** (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):

**PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:**

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. Fluorescencia	Fluorescence	6. Rezumadero	Seep
2. Estratigrafía	Stratigraphy	7. Geología	Geology
3. ANH	ANH		
4. Fluidos	Fluids		
5. Rocas	Rocks		

**RESUMEN DEL CONTENIDO:** (Máximo 250 palabras)

El presente documento investigativo tiene como denominación “POPAYO”, en el cual se presenta la caracterización geológica de dieciséis de los indicios superficiales de Hidrocarburos localizados hacia la zona centro del departamento del Huila. Los datos obtenidos de la ANH, permitieron observar que la mayoría de los indicios georeferenciados y asignados inicialmente a esta parte del proyecto, tenían coordenadas geográficas erradas, es decir no corresponden a los dieciséis rezumaderos encontrados por la Agencia Nacional de Hidrocarburos. La caracterización permitió realizar el levantamiento geológico al igual que estratigráfico en los sectores alrededor de las localidades de Yaguará y Teruel. El sector donde aflora principalmente rocas impregnadas de hidrocarburos de la Formación Villeta y puntos activos donde fluyen estos.

	<b>GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS</b>					  	
	<b>DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO</b>						
<b>CÓDIGO</b>	<b>AP-BIB-FO-07</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>2014</b>	<b>PÁGINA</b>	<b>3 de 4</b>





**ABSTRACT:** (Máximo 250 palabras)

The project presented below is part of a whole big research called “CARACTERIZACION GEOLOGICA DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS EN DEPARTAMENTO DEL HUILA” conducted by the “*Museo Geológico y del Petróleo*” with the support of the research group in *Ecosistemas Estratégicos – ECOSURC*.

The *Agencia Nacional de Hidrocarburos – ANH* published in 2010 was last updated map of all existing petroleum seeps in Colombia from which it is observed that in the department of Huila are reported forty (40) petroleum seeps originating georeferencing data in Bogota DC and general characterization of each.

To date it not officially had no other publication that integrated research on sipes present in the department of Huila; For this reason, the *Museo Geológico y del Petróleo* from *Universidad Surcolombiana* with the support of students Petroleum Engineering program has been proposed to carry out this investigation in which it seeks to corroborate the information provided by the ANH plus geologically characterize the fluids associated with surface indications present.

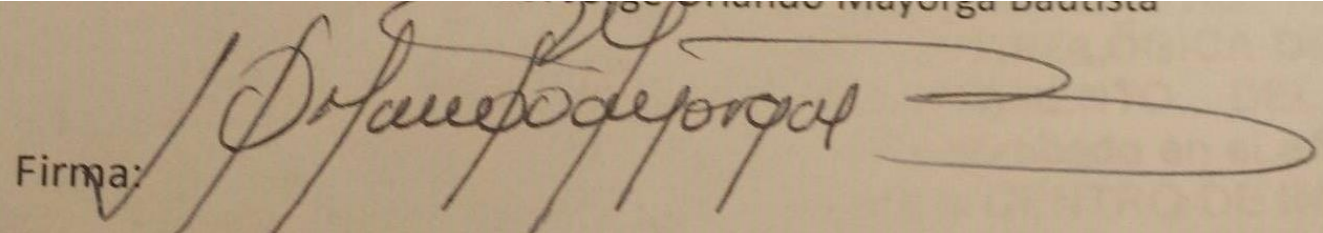
This research document is name “POPAYO”, in which the geological characterization of sixteen (16) of the surface indications of hydrocarbons located towards the central area of the department of Huila is presented.

	<b>GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS</b>						  
	<b>DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO</b>						
<b>CÓDIGO</b>	<b>AP-BIB-FO-07</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>2014</b>	<b>PÁGINA</b>	<b>4 de 4</b>

**APROBACION DE LA TESIS**

Nombre Presidente Jurado: Jorge Orlando Mayorga Bautista

Firma:

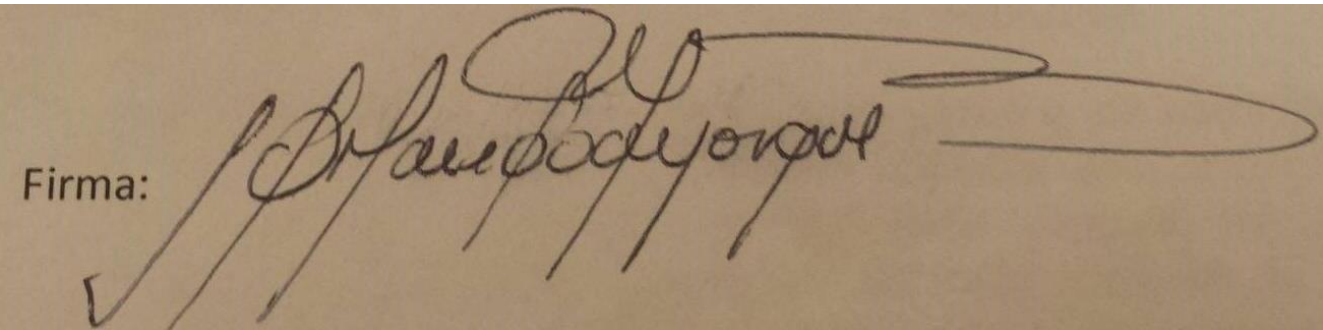
Firma: 

Nombre Jurado: Isauro Trujillo Vásquez

Firma:

Nombre Jurado: Jorge Orlando Mayorga Bautista

Firma:

Firma: 

**“CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE  
HIDROCARBUROS EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA”**

**(ZONA CENTRO – CARACTERIZACIÓN POPAYO)**

**OSKAR GERARDO RUIZ URRUTIA  
LUIS ALBERTO BARRIOS POLANIA  
CHRISTIAN BERTINI SÁNCHEZ VANEGAS**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA DE PETRÓLEOS  
NEIVA HUILA  
2015**

**“CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE  
HIDROCARBUROS EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA”**

**(ZONA CENTRO - CARACTERIZACIÓN POPAYO)**

**OSKAR GERARDO RUIZ URRUTIA  
LUIS ALBERTO BARRIOS POLANIA  
CHRISTIAN BERTINI SÁNCHEZ VANEGAS**

**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 MONDRAGÓN  
Profesor Asistente de la Facultad de Ingeniería Departamento de Petróleos  
Universidad Surcolombiana**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA DE PETRÓLEOS  
NEIVA HUILA  
2015**



**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

Firma del Director

---

Firma del Evaluador

---

Firma del Evaluador

## DEDICATORIA

*A Dios  
Por mostrarme su milagro en cada una de las personas que conocí, conozco y conoceré.*

*A la Virgen Del Carmen  
Por ser la madre que me guía en mis sueños reales*

*A mi Madre*

*A mi Padre*

*A mis Hermanos*

*A MI FAMILIA, AMIGOS Y CONOCIDOS POR SU APOYO INCONDICIONAL.*

*A MIS COMPAÑEROS DE PROYECTO Y A TODOS CON LOS QUE COMPARTÍ EN LA  
ACADEMIA.*

*Christian B. Sánchez Vanegas*

## DEDICATORIA

*A Dios*

*A mi Madre*

*A mi Padre*

*A mis Hermanos*

*A MI FAMILIA Y AMIGOS POR SU APOYO INCONDICIONAL.*

*A MIS COMPAÑEROS DE PROYECTO Y A TODOS CON LOS QUE COMPARTÍ EN LA  
ACADEMIA.*

*Luis Alberto Barrios Polanía*

## DEDICATORIA

*A Dios*

*Quien siempre me da fortaleza en todos los momentos de mi vida gracias mil gracias.*

*A mi Madre*

*Por brindarme su apoyo incondicional en todo momento*

*A mi Padre*

*Por enseñarme a compartir y alcanzar mis metas*

*A mis abuelos*

*Que siempre me acogieron como su hijo los doy gracias por eso*

*A MI FAMILIA Y AMIGOS POR SU APOYO INCONDICIONAL.*

*A MIS COMPAÑEROS DE PROYECTO YA TODOS CON LOS QUE COMPARTÍ EN LA  
ACADEMIA.*

*Oskar Gerardo Ruíz Urrutia*

## **AGRADECIMIENTOS**

Al profesor Roberto Vargas Cuervo Director del Proyecto de Grado nos dirigió, nos coordinó y nos inculcó la Geología.

A la profesora Haydee Morales Mondragón quién nos apoyó con todo lo relacionado a todo el estudio de los fluidos en las rocas y con todos los implementos de Laboratorio.

A Cristian Leonardo Forigua compañero de investigación por toda su colaboración con respecto a los mapas.

A Faiber Andres Ladino Cerquera por toda su ayuda en campo y su conocimiento en el área rural.

A Maria Alejandra Vargas Coordinadora del MUSEO GEOLÓGICO Y DEL PETRÓLEO quién nos ha apoyado constantemente con la documentación para llevar a cabo este proyecto.

Al Ingeniero de Petróleos Carlos Arturo Sierra por su colaboración y asesoría en oficina y en campo.

Al Ingeniero de Petróleos Pedro Alexander Esquivel Vivas por compartir su conocimiento con nosotros.

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	14
2. GENERALIDADES .....	15
2.1. RELACION CON LA INDUSTRIA PETROLERA.....	16
2.2 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA, ACCESOS E INFRAESTRUCTURA .....	17
3. GEOLOGIA REGIONAL .....	18
3.1 BASAMENTO ECONÓMICO .....	18
3.1.1 Formación Saldaña.....	19
3.2 COBERTURA PRODUCTIVA .....	19
3.2.1 Formación Caballos. (Kc) .....	20
3.2.3 Formación Monserrate Km (LaTabla – Grupo Olini). .....	23
3.2.4 Formación Guadala KPgs (Seca). .....	23
3.2.5 Formación Gualanday (Tg). .....	24
3.2.6 Formación Honda (Ngh). .....	24
4. GEOLOGIA ESTRUCTURAL.....	25
4.1. PLIEGUES .....	26
4.1.1 Anticlinal de Guagua.....	26
4.2. Fallas.....	26
4.2.1. Falla de Chusma y frentes de cabalgamiento asociados.....	26
4.2.2. Falla de Baché.....	26
4.2.3. Falla de San Francisco. ....	27
4.2.4. Falla de Upar .....	27
4.2.5. Falla El Agrado – Betania .....	27
4.2.6. Falla de La Boa.....	27
4.2. SECCIONES ESTRUCTURALES TERUEL – ÍQUIRA.....	27
4.2.1. Discordancia Precretácica. ....	30
5. INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS .....	31
5.1 CLASIFICACION DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS .....	31
5.2. IMPORTANCIA ECONOMICA DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS .....	32
5.3. INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS EN EL HUILA.....	33

6. CARACTERIZACION INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS EN EL HUILA “SECTOR POPAYO”.....	37
6.1. ZONA 1 .....	37
6.1.1 REZUMADERO POPAYO 13 .....	38
6.1.2. REZUMADERO POPAYO 17. ....	45
6.1.3 REZUMADERO POPAYO 15 Y POPAYO 16.....	53
6.1.4. REZUMADERO POPAYO 12 .....	56
6.2. ZONA 2 .....	58
6.2.1 REZUMADERO POPAYO 18 .....	59
6.2.2 REZUMADEROS POPAYO 20, POPAYO 21 Y POPAYO 23 .....	61
6.2.3. REZUMADERO POPAYO 14 .....	69
6.3 ZONA 3 .....	70
6.3.1 REZUMADEROS POPAYO 19, 22, 24 Y 25.....	72
6.3.2 REZUMADERO POPAYO 26 .....	73
6.3.2 REZUMADERO POPAYO 27 .....	76
CONCLUSIONES .....	80
RECOMENDACIONES.....	81
BIBLIOGRAFÍA.....	82
ANEXOS.....	83

## TABLA DE IMÁGENES

Ilustración 1. Modelo de elevación digital. ....	17
Ilustración 2. Columna Estratigráfica generalizada del Valle Superior del Magdalena subcuena de Neiva. Fuente: Ecopetrol, ICP-2000, modificado por Vargas 2008.....	21
Ilustración 3. Corte estructural del Valle Superior del Magdalena. Fuente. Blanco, Mauricio Alberto. Geología estructural del piedemonte oriental de la cordillera central entre los municipios de Yaguara y Palermo, valle superior del Magdalena. 2002.....	28
Ilustración 4. Mapa estructural del Huila mostrando el patrón estructural del fallamiento asociado al basamento. Fuente Instituto Colombiano de Geología y minas INGEOMINAS. ....	29
Ilustración 5. Corte estructural de la sección Yaguará donde se observa el intrusivo cabalgando sobre el sedimentario. Fuente. Blanco, Mauricio Alberto. Geología estructural del piedemonte oriental de la cordillera central entre los municipios de Yaguará y Palermo, Valle superior del Magdalena. 2002 .....	30
Ilustración 6. Clasificación de indicios superficiales.....	32
Ilustración 7. Localización de la zona 1. Imagen obtenida de Google Earth versión libre. ....	38
Ilustración 8. Localización rezumadero Popayo 13. Mapa topográfico. Plancha 323-3-D del IGAC .....	39
Ilustración 9. Vista satelital Google Earth del rezumadero Popayo 13.....	39
Ilustración 10. Track realizado GPS Tumblr en el sector Popayo 13 .....	40
Ilustración 11. Localización rezumadero Popayo 17 mapa topográfico. Plancha 323-3-D del IGAC. ....	45
Ilustración 12. Localización rezumadero popayo 17 Vía Palermo – Teruel. Google Earth Versión Libre. ....	46
Ilustración 13. Track GPS del recorrido por el sector zona 1 .....	46
Ilustración 14. Corte esquemático de la estación 038 asociada al rezumadero Popayo 17.....	48
Ilustración 15. Corte esquemático asociado al rezumadero Popayo 17. ....	49
Ilustración 16. Escala para obtener los grados API del crudo impregnado en la roca.....	51
Ilustración 17. Fluoroscopio desarrollado por la Universidad Surcolombiana .....	51
Ilustración 18. Estudiante observando el grado API del crudo en la roca. ....	52
Ilustración 19. Muestra de roca de Popayo 17 expuesta al fluoroscopio. ....	52
Ilustración 20. Por su tonalidad oscura en las impregnaciones de crudo nos indica que es un crudo pesado en rezumadero Popayo 17. ....	53
Ilustración 21. Localización rezumadero Popayo 15 y 16. Mapa topográfico. Plancha 323-3-D del IGAC. ....	54



Ilustración 22. Localización rezumadero Popayo 15 y Popayo 16 Vía Palermo - Teruel. Tomada de Google Earth.....	54
Ilustración 23. Corte esquemático asociado al rezumadero Popayo 15 y 16.....	55
Ilustración 24. Localización rezumadero Popayo 12. Mapa topográfico. Plancha 345-I-B del IGAC.....	57
Ilustración 25. Fotografía aérea de Popayo 12. Google Earth. ....	57
Ilustración 26. Localización de estudio zona 2. Imagen tomada de Google Earth versión libre.....	58
Ilustración 27. Localización rezumadero popayo 18. Mapa topográfico. Plancha 345-1-B del IGAC.....	59
Ilustración 28. Localización Rezumadero 18 Fotografía tomada de Google Earth versión libre.....	60
Ilustración 29. Capas de estratificación gruesa rezumadero Popayo 18. ....	61
Ilustración 30. Localización rezumaderos 20, 21 y 23. Mapa topográfico. Plancha 345-1-B del IGAC.....	62
Ilustración 31. Rezumadero 20. Fotografía tomada de Google Earth versión libre. ....	62
Ilustración 32. Muestra de roca impregnada de crudo del afloramiento de Popayo 21.....	65
Ilustración 33. Fotografía de las muestras de rocas impregnadas Popayo 21.....	66
Ilustración 34. Fotografía muestras de roca Popayo 21 en el fluoroscopio.....	66
Ilustración 35. Fotografía de muestra de roca de Popayo 23. ....	68
Ilustración 36. Fotografía de muestra de roca Popayo 23 en el fluoroscopio. ....	68
Ilustración 37. Localización Popayo 14. Mapa topográfico. Plancha del IGAC. ....	69
Ilustración 38. Fotografía aérea rezumadero Popayo 14. Tomada de Google Earth. ....	69
Ilustración 39. Fotografía aérea de la Zona 3. Tomada de Google Earth. ....	71
Ilustración 40. Localización Zona 3 Mapa topográfico. Plancha del IGAC.....	71
Ilustración 41. Localización Zona 3. Mapa geológico. Plancha del IGAC. ....	72
Ilustración 42. Localización rezumadero 26. Mapa topográfico. Plancha 345-I-B del IGAC.....	73
Ilustración 43. Rezumadero 26. Fotografía tomada de Google Earth versión libre. ....	74
Ilustración 44. Localización rezumadero 27. Mapa topográfico. Plancha 345-1-B del IGAC. ....	76
Ilustración 45. Rezumadero 27. Fotografía tomada de Google Earth versión libre. ....	77

## RESUMEN

El proyecto presentado a continuación hace parte de toda una gran investigación denominada: “CARACTERIZACION GEOLOGICA DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS EN DEPARTAMENTO DEL HUILA”, realizado por el *Museo Geológico y del Petróleo* con el apoyo del grupo de investigación en *Ecosistemas Estratégicos - ECOSURC*.

La *Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH* publicó en el año 2010 la última actualización del mapa de los todos los rezumaderos existentes en Colombia entre los cuales se observa que en el departamento del Huila se encuentran reportados cuarenta (40) rezumaderos georeferenciados con origen Bogotá D.C. y caracterización general de cada uno.

Hasta la fecha no había oficialmente ninguna otra publicación que integrara trabajos de investigación sobre rezumaderos presentes en el departamento del Huila; por esta razón, el *Museo Geológico y del Petróleo* de la *Universidad Surcolombiana* con el apoyo de estudiantes del programa de *Ingeniería de Petróleos* se ha propuesto a realizar esta investigación en la cual se busca corroborar la información presentada por la ANH además de caracterizar geológicamente los fluidos asociados a los indicios superficiales presentes.

El presente documento investigativo tiene como denominación “POPAYO”, en el cual se presenta la caracterización geológica de dieciséis (16) de los indicios superficiales de Hidrocarburos localizados hacia la zona centro del departamento del Huila.

Los datos obtenidos de la ANH, permitieron observar que la mayoría de los indicios georeferenciados y asignados inicialmente a esta parte del proyecto, tenían coordenadas geográficas erradas, es decir no corresponden a los dieciséis (16) rezumaderos encontrados por la Agencia Nacional de Hidrocarburos.

La caracterización permitió realizar el levantamiento geológico al igual que estratigráfico en los sectores alrededor de las localidades de Yaguará y Teruel. El sector donde aflora principalmente rocas impregnadas de hidrocarburos de la Formación Villeta y puntos activos donde fluyen estos.

## ABSTRACT

The project presented below is part of a whole big research called "CARACTERIZACION GEOLOGICA DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS EN DEPARTAMENTO DEL HUILA" conducted by the "*Museo Geológico y del Petróleo*" with the support of the research group in *Ecosistemas Estratégicos – ECOSURC*.

The *Agencia Nacional de Hidrocarburos – ANH* published in 2010 was last updated map of all existing petroleum seeps in Colombia from which it is observed that in the department of Huila are reported forty (40) petroleum seeps originating georeferencing data in Bogota DC and general characterization of each.

To date it not officially had no other publication that integrated research on sipes present in the department of Huila; For this reason, the *Museo Geológico y del Petróleo* from *Universidad Surcolombiana* with the support of students Petroleum Engineering program has been proposed to carry out this investigation in which it seeks to corroborate the information provided by the ANH plus geologically characterize the fluids associated with surface indications present.

This research document is name "POPAYO", in which the geological characterization of sixteen (16) of the surface indications of hydrocarbons located towards the central area of the department of Huila is presented.

The data obtained from the ANH, allowed to note that most of the geo referencing data and initially assigned to this part of the project, had geographical coordinates wrong, this indicates not correspond to the sixteen (16) seeps found by the National Hydrocarbons Agency.

The characterization allowed for geological stratigraphic uprising like in the areas around the towns of Yaguará and Teruel.

The sector impregnated rock outcrops where mainly of hydrocarbons from the Villeta Formation and hotspots where these flows.

## 1. INTRODUCCIÓN

El estudio realizado por la Facultad de Ingeniería, especialmente por los estudiantes de Ingeniería de Petróleos en todo el Valle Superior del Magdalena (VSM) que hace parte de nuestro Departamento del Huila ha utilizado los métodos aprendidos durante la formación académica ofrecida por el área de Geología y bajo la supervisión del Geólogo Roberto Vargas Cuervo ha creado proyectos interesantes y viables para toda la región.

Dirigido bajo el liderazgo del Geólogo Roberto Vargas Cuervo, de la mano de otros grupos de tesis y soportados con la ayuda del Museo Geológico, los laboratorios de Crudos y Derivados, laboratorio de Rocas y Laboratorio de Núcleos en las instalaciones de la Universidad Surcolombiana se ha logrado obtener un proyecto bien estructurado y fundamentado para brindar gran información acerca de la industria del petróleo y las propiedades petrofísicas que son la base para la caracterización de los yacimientos de petróleo.

## 2. GENERALIDADES

De acuerdo a la información de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), en Colombia solo se conoce la ubicación de algunos puntos como indicios superficiales de hidrocarburos denominados rezumaderos, el departamento del Huila cuenta con 45 rezumaderos de los cuales el grupo "POPAYO" trabaja con 16 en la zona central del departamento.

La falta de caracterización de estas áreas es de gran interés ya que con la exploración se recolectaría información de posibles nuevos yacimientos de hidrocarburo en el subsuelo teniendo en cuenta las relaciones que existe entre los rezumaderos y los yacimientos cercanos a la zona.

Con la información que nos presenta la (ANH) y con presencia o trazas en el departamento del Huila cuenta con 45 rezumaderos entre los cuales trabajaremos con 16 en la zona central del departamento. Esto con el motivo de la falta de investigación en la caracterización geológica y de fluidos de estos indicios superficiales de hidrocarburo se realizó todo este proceso de investigación.

Para la zona Central se tiene planeado una descripción geográfica teniendo en cuenta la estratigrafía, petrografía general, análisis estructural y caracterización de los fluidos dependiendo de los hallazgos. Se hace una clasificación de rezumaderos según su dinámica, se determina a que estructura geológica se encuentra asociada, también se estudia la importancia económica que tienen estos indicios dependiendo de su posición geológica.

## 2.1. RELACION CON LA INDUSTRIA PETROLERA

El ingeniero de petróleos formado en la Universidad Surcolombiana se ha caracterizado por una mayor profundización en el área de geología buscando con esto nuevas expectativas laborales y ampliando el área de conocimientos en relación con las ciencias de la tierra.

El Valle Superior del Magdalena (VSM), especialmente la subcuenca de Neiva es reconocida como zona productora desde 1962 hasta 1982, en este lapso de tiempo 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, en estos momentos existe un evidente desgaste sustentado con la caída de la producción, por lo cual resulta necesaria la obtención de hidrocarburos de otras fuentes, en este caso: no convencionales.

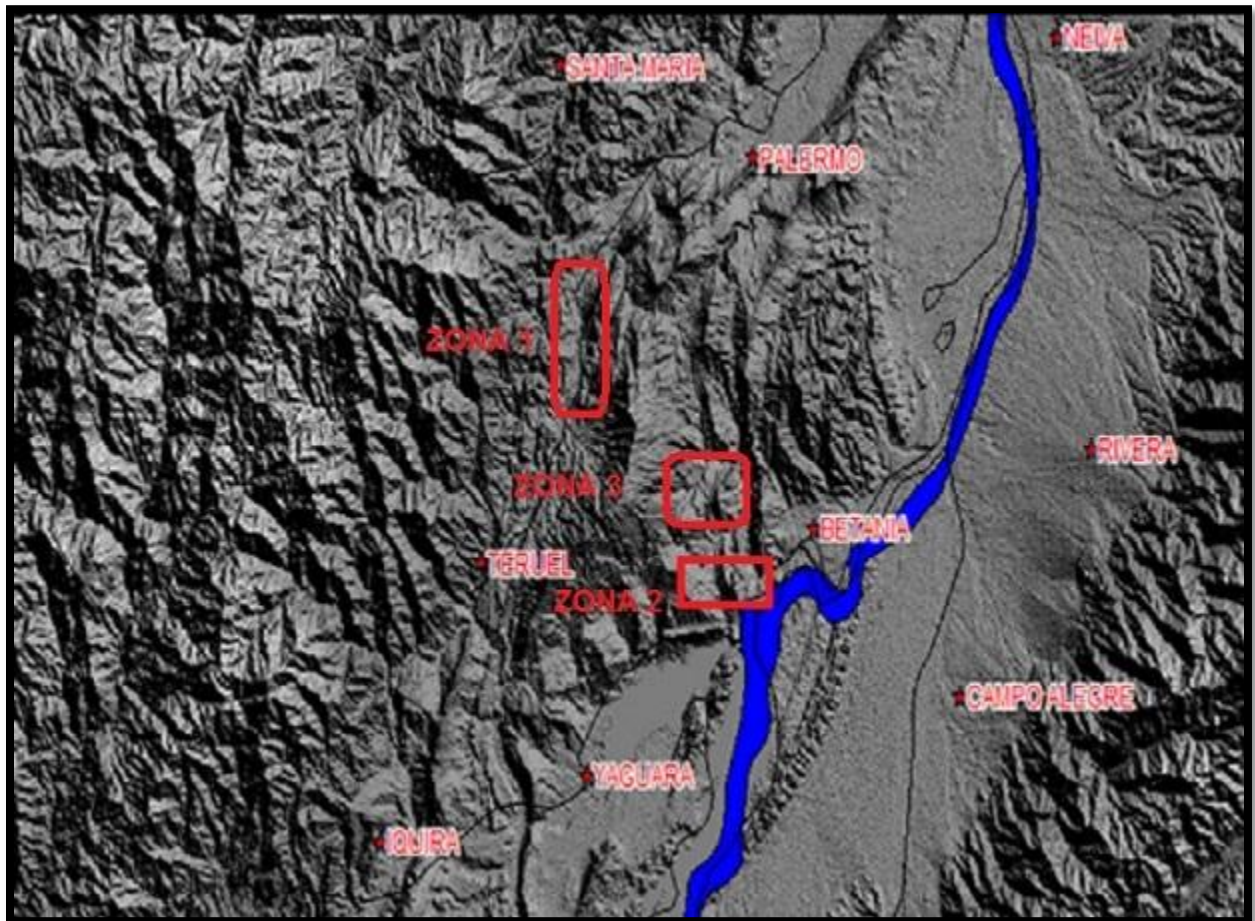
El reconocimiento de zonas de interés exploratorio para hidrocarburos convencionales o no convencionales, conllevan a tareas investigación en áreas básicas del conocimiento, entre ellas la geología, que incluye el reconocimiento de la litología y geoquímica de una cuenca petrolífera. En el Valle Superior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

En el desarrollo de este proyecto se hace un enfoque a la caracterización geológica y de fluidos de los indicios superficiales de hidrocarburos, con el fin de obtener una correlación o interpretación geológica de lo que se encuentra en el subsuelo. El estudio, reconocimiento y evaluación de las formaciones que presentan indicios superficiales de hidrocarburos asociados; brindan información relevante sobre el orden en el cual sucedieron los procesos necesarios para que exista una provincia petrolífera (migración – entrapamiento – acumulación), siendo esto información de sustento para la formación de posibles yacimientos, este caso es el de la subcuenca de Neiva.

El conocimiento de los mecanismos de migración (primaria o secundaria), es el punto de partida para lograr comprender la presencia de hidrocarburos en superficie. En las cuatro áreas estudiadas, donde se encontraron rezumaderos, se presentan los procesos de dismigración primaria y secundaria respectivamente y áreas impregnadas con un importante interés económico para la explotación de asfaltitas, asociadas a un proceso de dismigración secundaria convirtiéndose así en un área de gran interés científico, además de tener una visión económica.

## 2.2 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA, ACCESOS E INFRAESTRUCTURA

El área de estudio se encuentra localizada en la Subcuenca de Neiva del Valle Superior del Magdalena (VSM) en zona rural del municipio de Yaguará, Íquira, Palermo y Teruel dichas regiones se encuentran contenidas en las planchas topográficas 323-III-D, 345-I-B, 345-I-D, a escala 1:25.000 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).



*Ilustración 1. Modelo de elevación digital.*

### **3. GEOLOGIA REGIONAL**

El área asignada para el presente trabajo de investigación denominada grupo Popayo se encuentra localizado en la parte media del Valle de la denominada subcuenca de Neiva, aflorando en el área rocas que van desde el jurásico hasta el reciente, comprendiendo las formaciones Saldaña, Caballos, Villeta, Monserrate, Guaduala y Depósitos recientes.

La nomenclatura estratigráfica aplicada en el presente proyecto es la utilizada por la industria petrolera aunque siempre se hace la correlación con las unidades litoestratigráficas utilizadas por el Servicio Geológico Colombiano (SGC) a continuación se presenta una descripción general de la geología de la subcuenca de Neiva.

Geológicamente el Valle Superior del Magdalena corresponde a un gran sinclinorio constituido por sedimentos Neógenos, los cuales reposan discordantes sobre sedimentos Pre – Miocenos y el Basamento Pre - Cretáceo (Petrobras, 1999) . en él se Caracteriza geológicamente el complejo piedemonte oriental de la cordillera central como a un gran fallamiento constituido por sedimentitos cenozoicas, en la que cabalgan rocas intrusivas pre – cretáceas correspondiente a la formación Saldaña.

Tectónicamente el Valle Superior constituye una depresión estructural de compresión (Buttler, 1983 en Petro-Canada Oil and Gas Inc., 1987.) el cual está limitado por fallas de cabalgamiento, con transporte tectónico hacia el occidente en el borde oriental, y transporte hacia el oriente en el borde occidental. En el piedemonte occidental de la Cordillera Oriental el estilo estructural se asocia a deformación compresiva de edad Miocena.

#### **3.1 BASAMENTO ECONÓMICO**

El basamento económico está determinado por el límite a partir del cual se considera que las posibilidades de hallar yacimientos comerciales de hidrocarburos son remotas, o que el riesgo de la inversión es injustificado, este límite es por lo tanto susceptible de modificación, de acuerdo con los avances en el conocimiento geológico de la región que se va a estudiar.

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. Está conformado por un núcleo de rocas precámbricas constituidas por migmatitas y gneiss, anfibolitas precámbricas y 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.

### **3.1.1 Formación Saldaña.**

La formación Saldaña perteneciente a la era mesozoica del periodo jurásico superior de la subcuenca de Neiva se pueden encontrar facies conglomeráticas de vulcanitas y capas rojas depositadas en ambientes continentales, en la cual aflora en el núcleo del anticlinal de la hoz compuesta principalmente por tobas líticas, vítreo-cristalinas, macizas. En su mayoría la Formación Saldaña se encuentra muy meteorizada y fracturada indicando su carácter competente representado entonces por una serie de rocas volcánicas y piroclásticas compuestas por riolitas, dacitas, tobas y aglomerados volcánicos. La Formación Saldaña en el flanco oeste se encuentra en contacto fallado con la Formación Villeta, mientras que en el flanco Este está en contacto fallado con unidades Cenozoicas.

## **3.2 COBERTURA PRODUCTIVA**

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

La primera se trata de una continuidad clástica marina depositada discordantemente sobre el basamento, va desde el Cretáceo Medio (Aptiano - Albiano) hasta la base del paleógeno (Paleoceno), en un ambiente marino a transicional desarrollando un ciclo regresivo depositándose en el área, las formaciones Caballos, Villeta y Monserrate respectivamente.

La segunda continuidad discordante está compuesta por rocas sedimentarias de origen continental, comprendidas desde el Eoceno hasta los depósitos recientes del Cuaternario, que correspondiendo así estratigráficamente a las formaciones Guaduala, Gualanday, Honda y Depósitos Cuaternarios.

Cada una de las formaciones que compone la secuencia sedimentaria productiva en el VSM y que afectan sobre el área de estudio serán descritas a continuación:

### **3.2.1 Formación Caballos. (Kc)**

En la subcuenca de Neiva definida originalmente por Corrigan (1967), en el cerro Caballos al oeste de Olaya Herrera (Ortega, Tolima), distinguiendo con este nombre una unidad arenosa, depositada en ambientes transgresivos a marinos someros; la situó estratigráficamente como suprayacente a las unidades «precretácicas» e infrayacente a la Formación Villeta; esta formación operacionalmente fue redividida en tres unidades litológicas, Caballos Inferior, Caballos Medio y Caballos Superior. Florez y Carrillo (1994) redefinieron estas formaciones denominándolas Formación Alpujarra (Caballos Inferior), El Ocal (Caballos Medio) y Caballos (Caballos Superior).

La Formación Caballos Superior (Kcs), es el principal yacimiento productor en los Campos Santa Clara, Hato Nuevo y Tenay. 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.

La formación Caballos Medio (Kcm) 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.

La Formación Caballos Inferior (Kci) está compuesta por una serie de secuencias arenosas retrogradacionales, siendo un depósito continental a la base con cuarzo arenitas 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. Reposan discordantemente sobre el basamento económico o puntualmente sobre la formación Yavi. Tiene un espesor promedio de 150 pies. El presente trabajo sigue la redefinición de la Formación hecha por Flórez y Carrillo (1994) con la redefinición de estas formaciones denominándolas Formación Alpujarra (Caballos Inferior), El Ocal (Caballos medio) y Caballos (Caballos Superior).

		GRUPO	FORMACION	AMBIENTE	LITOLOGIA		
<b>CUATERNARIO</b>							
Neógeno	Secuencia Sin-Crónica	Plioceno-Holoceno	<b>Gigante / Mesa</b> (1000 mts)	Terrestre, Llanuras de Piedemonte.			
		Mioceno	Medio a Superior	<b>Honda</b> (2500 mts)		Terrestre, Llanuras Aluviales	
Paleógeno	Mioceno		Inferior	<b>Barzolos</b> (60 - 300 mts)	Terrestre, Lagunar		
		Oligoceno	Doima	Terrestre, Ríos entrelazados.			
	Eoceno	Potreriillo	(100 - 3000 mts)				
		Gualanday		Tesalia			
				Bache			
	Palermo						
CRETÁCEO	Superior	Paleoceno	Guaduala	Teruel	(400 - 1200 mts)	Terrestre, Paálico.	
		Maastrichtiano	Guaduala	San Francisco			
	Inferior	Secuencia Pre-crónica	Maastrichtiano	<b>Montserrat</b> (150 - 200 mts)	K1	Marino Intera Intamareal.	
			Campaniano		K2		
			Santoniano		<b>Villeta</b> (700 - 1100 mts)		Shale Aco
							LaLuna
Shale Bambuca							
Albiano	<b>Caballos</b> (90 - 200 mts)	Superior	Fluvial Salobre				
Albiano		Medio					
		Inferior					
Aptiano	<b>Yaví</b> (385 mts)	Superior a intermareal Terrestre.					
Basamento	Jurásico	Saldaña (800 - 1500 mts)	Subaéreo Vulcanoclástico				
	Triásico	Intrusivo					
	Precámbrico	metamórfico					

Ilustración 2. Columna Estratigráfica generalizada del Valle Superior del Magdalena subcuena de Neiva. Fuente: Ecopetrol, ICP-2000, modificado por Vargas 2008

### **3.2.1.1 Formación Alpujarra.**

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. Reposa discordantemente sobre el basamento económico o puntualmente sobre la formación Yaví y tiene un espesor promedio de 150 pies.

### **3.2.1.2 Formación Ocal.**

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 Formación Caballos.**

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).

Rocas de la formación Caballos aparecen en el sector centro - sur del área de estudio, compuesta por areniscas cuarzosas con delgadas intercalaciones de arcillas, formando estructuralmente un monoclinal con rumbos de N30-70E y con buzamientos de 10-30SE

### **3.2.1.4. Formación Villeta Kv (Loma Gorda - Hondita).**

Para el presente trabajo se considera esta unidad litoestratigráfica como una de las más importantes ya que los rezumaderos investigados son producto de la dismigración secundaria de esta unidad litoestratigráfica considerada como la roca generadora de la subcuenca de Neiva.

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:

- *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).*
- *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.*
- *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.*
- *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 Km (LaTabla – Grupo Olini).**

Litológicamente está constituida por cuatro miembros dos arenosos y dos lutíticos. El K4 con un espesor promedio de unos 25 metros está compuesto por arcillolitas y limolitas con un nivel de roca fosfórica. El K3 con un espesor de unos 30 metros está representado por areniscas cuarzosas blancas a grises y de grano fino a medio. 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. La unidad 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 a su registro fósil está datada como Campaniano a Maestrichtiano. Esta formación es productora en varios campos del Valle Superior (Dina Cretáceos, Palogrande-Cebú, Brisas, Pijao).

### **3.2.4 Formación Guadala KPgs (Seca).**

Esta formación está constituida por dos miembros: 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. 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 da 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. 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. El miembro Bache está constituido por arcillolitas y lodolitas moteadas y algunos niveles de areniscas y conglomerados. El miembro Tesalia está representado por otra serie de conglomerados oligmíticos 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 Honda (Ngh).**

Se puede dividir en Honda Inferior constituida por intercalaciones de arcillolitas rojas, cafés rojizas y grises verdosas, interestratificadas con arenitas, algunas veces conglomeráticas, grises a grises verdosas y 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 (crevasses splay), llanura de inundación y lagos pantanosos. En algunos campos como Dina Terciarios es una formación productora.

## 4. GEOLOGIA ESTRUCTURAL

En el área comprendida entre Yaguará, Íquira, Palermo y Teruel se encuentran los 16 rezumaderos a los cuales se les hace la descripción de las principales estructuras geológicas ya que estas afectan las principales propiedades petrofísicas de las formaciones productoras.

La subcuenca de Neiva está afectada estructuralmente por pliegues de tipo anticlinal, sinclinal y fallas geológicas que repercuten directamente en las propiedades petrofísicas de las rocas presentes en el subsuelo.

En el basamento las fallas conocidas como Thrust (fallas inversas o de empuje) son asociadas a yacimientos minerales metálicos y posibles entrapamientos de hidrocarburo. Estas fallas son resultado de las fuerzas complexionales que implican el acortamiento o alargamiento horizontal de la corteza terrestre.

El ángulo del plano de falla con la horizontal puede variar desde algunos grados hasta 90° y pueden ser reconocidas en el subsuelo por repetición de secciones estratigráficas en pozos perforados a través del plano de falla. La ocurrencia de estas trampas estructurales contra una falla depende del sello que brinde el plano de falla a la roca porosa reservorio que prevenga la migración a través o a lo largo del plano de falla.

Las formaciones fracturadas usualmente están causadas por deformaciones locales, fallamiento y plegamiento, o por reducción de la sobrecarga lo que permite la expansión de la roca subyacente, y compactación diferencial. Las rocas frágiles son comúnmente afectadas debido a su inelasticidad. En varios casos, puntos de rotación, fracturas, y fisuras, se modifican y combinan con la porosidad primaria y secundaria para brindar grandes y efectivas porosidades y permeabilidades en un reservorio. La producción en algunos casos es obtenida de rocas ígneas o metamórficas como resultado del fracturamiento. Las fracturas proveen un espacio en el yacimiento, así como la permeabilidad necesaria para la migración, acumulación y producción de aceite y gas. Para que una trampa ocurra en una formación fracturada, esta debe ser superpuesta por una roca más flexible o menos frágil, la cual no pueda ser fracturada por la deformación. De otra manera, la migración puede ocurrir hacia arriba a través de las fracturas y no se formaría una trampa.

Cuando el fallamiento causa las fracturas, la producción es limitada a una banda estrecha a lo largo de la falla. Cuando el plegamiento u otras deformaciones han causado el fracturamiento, el yacimiento puede ser muy complejo en su forma y en el comportamiento de la producción. Generalmente, las áreas de grandes deformaciones tienen un gran número de fracturas, las cuales resultan en un mejor comportamiento del pozo y un mayor recobro de hidrocarburos.

Las fallas presentes y asociadas al basamento son las estructuras geológicamente más importantes y que inciden directamente en el entrapamiento de los hidrocarburos. Geológicamente se pueden determinar dos patrones de fallamientos asociados al área de trabajo:

#### **4.1. 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. En general los pliegues anticlinales son apretados, muy fracturados y afectados por fallas geológicas. Los sinclinales son amplios y generan una morfología suave.

##### **4.1.1 Anticlinal de Guagua**

Se ubica en un bloque entre las fallas Upar y Baché al occidente y La Boa al oriente. Muestra al sur la discordancia de la Formación Caballos sobre rocas intrusivas del Jurásico y presenta cabeceo al nororiente, hacia donde se observa la secuencia del Cretácico e incluso parte de la Formación Seca en su flanco noroccidental.

#### **4.2. 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:

##### **4.2.1. 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.

##### **4.2.2. 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.

#### **4.2.3. 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.

#### **4.2.4. Falla de Upar**

Tiene vergencia al occidente; una extensión de aproximadamente 20 km con orientación norte – sur y parece corresponder a otro retrocabalgamiento de la Falla El Agrado – Betania. Su trazo sigue la ladera occidental de la cuchilla Upar, cerca de Teruel, y hace cabalgar rocas jurásicas sobre paleógenas. Termina contra la falla Baché al suroccidente de la población Palermo.

#### **4.2.5. Falla El Agrado – Betania**

Esta estructura geológica se constituye en una de las más destacadas en la geología del Departamento del Huila, después de las fallas que conforman los límites de las cordilleras con el Valle del río Magdalena.

Tiene vergencia o transporte tectónico al suroriente con inclinación del plano hacia el noroccidente; conforma un cinturón de cabalgamiento de escamación gruesa, pone en contacto principalmente rocas antiguas del Precámbrico, Paleozoico y Jurásico con las rocas sedimentarias del Cretácico, Paleógeno y Neógeno del Valle Superior del Magdalena.

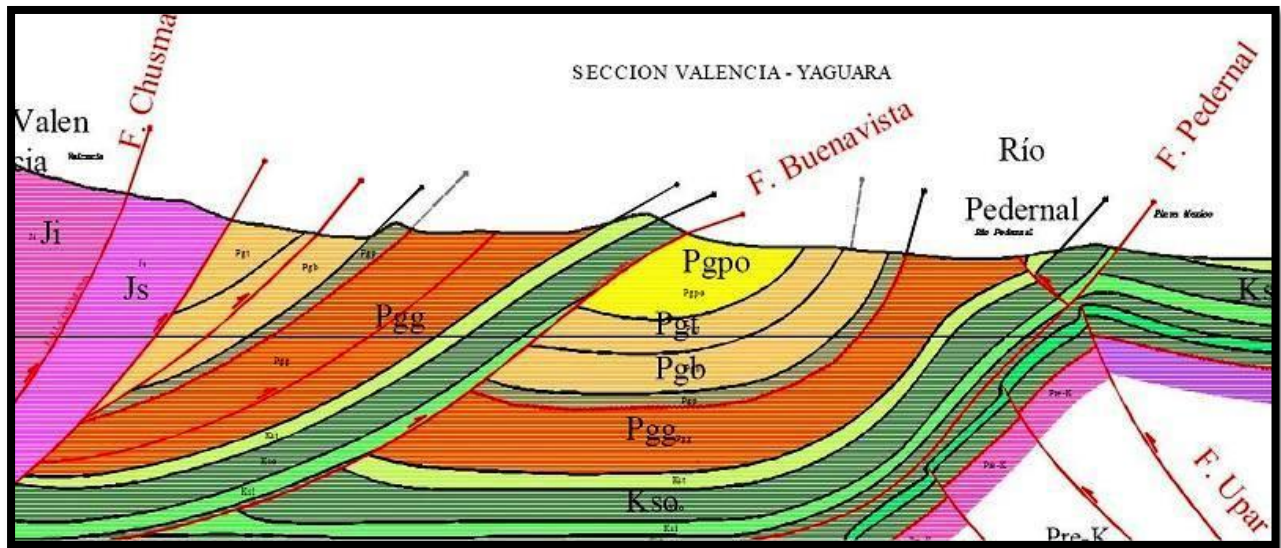
#### **4.2.6. Falla de La Boa**

Es un retrocabalgamiento de el Agrado – Betania con vergencia al occidente y una extensión aproximada de 22 km. Es una escama que se desprende al norte de la represa de Betania, por la quebrada La Boa, y hace cabalgar la Formación Saldaña sobre rocas cretácicas y continúa al norte para unirse a la misma falla El Agrado – Betania, al oriente de la población de Palermo.

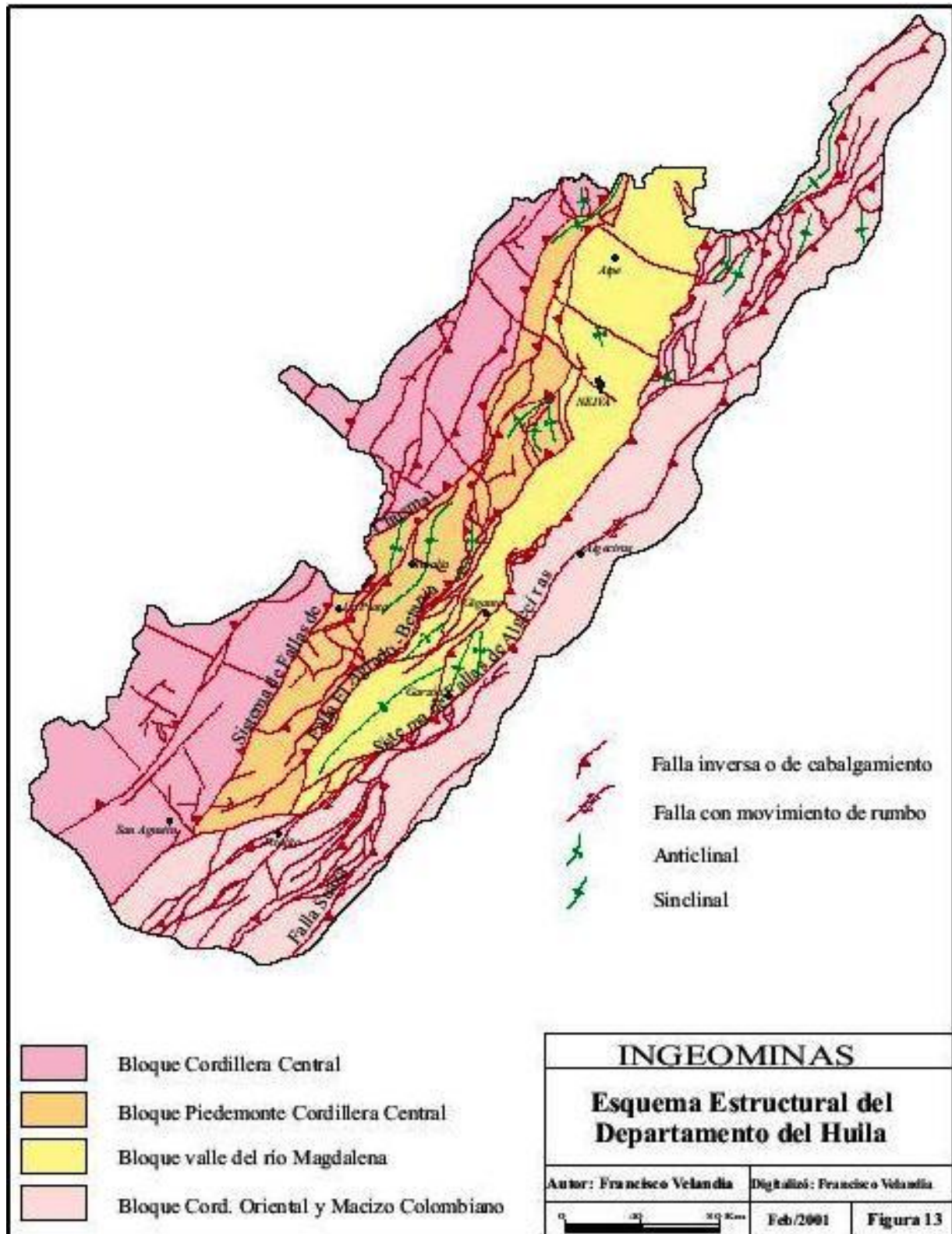
### **4.2. SECCIONES ESTRUCTURALES TERUEL – ÍQUIRA.**

Hasta el momento no se conocen trabajos de campo en el área de la geología estructural publicados oficialmente para los piedemontes de la cordillera Central y Oriental a excepción de los trabajos realizados por el INGEOMINAS a escala 1:100.000 y algunos trabajos de pregrado de universidades colombianas con enfoque al petróleo.

En esta área y de acuerdo a la interpretación de líneas sísmicas se observa el basamento cabalgando sobre la cobertura sedimentaria y todo el sistema del thrust generando retrocabalgamientos.



**Ilustración 3. Corte estructural del Valle Superior del Magdalena. Fuente. Blanco, Mauricio Alberto. Geología estructural del piedemonte oriental de la cordillera central entre los municipios de Yaguara y Palermo, valle superior del Magdalena. 2002.**



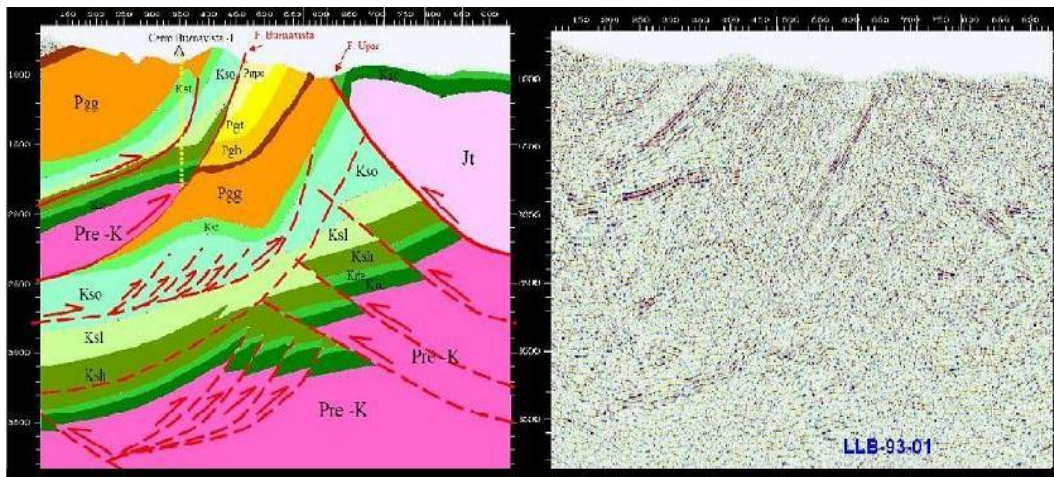
**Ilustración 4. Mapa estructural del Huila mostrando el patrón estructural del fallamiento asociado al basamento. Fuente Instituto Colombiano de Geología y minas INGEOMINAS.**

#### 4.2.1. Discordancia Precretácica.

En el área comprendida entre Teruel, Iquira, Pacarni y Tesalia fue seguido el trazo de la discordancia pre-apitana, la cual morfológicamente es bastante notoria, siendo diferenciable un sector norte (Teruel-Iquira) y un sector sur (Pacarni - Tesalia) y Nataga.

En el sector norte se presenta comúnmente entre las rocas intrusivas de la llamada cuarzomonzonita 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.



**Ilustración 5. Corte estructural de la sección Yaguará donde se observa el intrusivo cabalgando sobre el sedimentario. Fuente. Blanco, Mauricio Alberto. Geología estructural del piedemonte oriental de la cordillera central entre los municipios de Yaguará y Palermo, Valle superior del Magdalena. 2002**

## 5. INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS

La manifestación superficiales de petróleo rezumaderos 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 rocas que presentan porosidad primaria o secundaria (rocas almacén) hasta alcanzar una anomalía geológica, donde una capa impermeable 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 rezumadero, a través de los poros o intersticios de una roca y o fracturas asociadas.

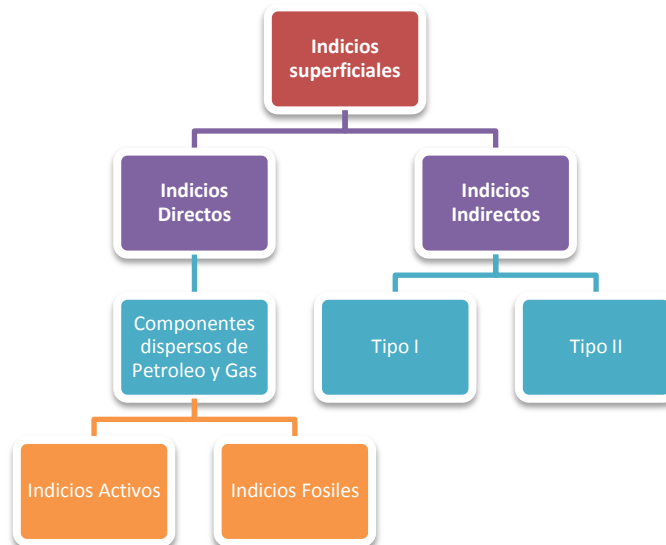
### 5.1 CLASIFICACION DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS

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 en los cuales la migración a terminado y generalmente se encuentra la roca encajante saturada, (Véase figura 7).

Los **Indicios Directos** son los provocados por la presencia en gases, aguas, rocas y suelos de componentes dispersos del petróleo, ya sea como bitúmenes sólidos o líquidos, o como hidrocarburos gaseosos. Los Indicios Directos se denominan "activos" o "vivos" si los productos visibles se renuevan constantemente como consecuencia de una circulación activa subterránea. De este tipo son las fuentes de petróleo o gas, los volcanes de lodo, etc. Por el contrario, se denominan "fósiles" o "muertos" si no hay renovación permanente que compense las pérdidas por oxidación en superficie. Como ejemplo de estos indicios, son de destacar las arenas asfálticas.

Los **Indicios Indirectos** se subdividen, a su vez, en dos tipos: Indicios Indirectos de tipo I e Indicios Indirectos de tipo II: Los del **tipo I** engloban a las características de gases, aguas, rocas y suelos que aparecen como resultado de reacciones químicas de algunos constituyentes del petróleo con el medio en que se encuentran. Dentro de esta clase de indicios indirectos se sitúan la presencia de sulfuro de hidrógeno en algunos gases, o de sodio en las aguas. Los del **tipo II** son aquellas características de aguas y gases que expresan condiciones favorables para la existencia de depósitos sin que se detecten éstos de manera directa. Un ejemplo pudiera ser la detección de cloruro de

calcio en las aguas. 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 monoclinales 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.



**Ilustración 6. Clasificación de indicios superficiales.**

## 5.2. IMPORTANCIA ECONOMICA DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS

Como estudiantes nos damos cuenta que a falta de investigación Geológica y Geofísica enfocada al potencial de hidrocarburos en rezumaderos el departamento de Huila da pie para adentrarnos a la exploración del área popayo entre Palermo, Yaguará, Íquira y Teruel. La investigación de estos puntos es de gran importancia para la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) ampliando los conocimientos para diseñar, evaluar y realizar estrategias para la explotación de hidrocarburos.

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 sí 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.

En el territorio Colombiano hay identificados una serie de rezumaderos de Hidrocarburos; 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.

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

### **5.3. INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS EN EL HUILA**

El origen y perfeccionamiento de las Cordilleras Central y Oriental dan producto a las particulares características geológicas del Huila, y en particular al proceso 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, dando muestra en la cantidad de fallas producto de la gran actividad volcánica y sísmica; las variaciones climáticas durante pasadas glaciaciones ocasionaron los 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.

El área asignada para la búsqueda y caracterización de 16 rezumaderos en este proyecto cubre los municipios de Palermo, Yaguará, Teruel e Íquira los cuales geológicamente presentan varias unidades litológicas de distinto origen ígneo, sedimentario y metamórfico, de diferente edad desde el Triásico – Jurásico y cretácico perteneciente al Mesozoico, y el paleógeno y neógeno cuaternario perteneciente al cenozoico. La presencia de hidrocarburos encontrados en superficie en el área de estudio, están reflejados por la presencia de rezumaderos inactivos o fósiles dentro de las formaciones Saldaña, Caballos, Villeta, Monserrate, y Guaduala principalmente los estudios que realiza actualmente el museo geológico por intermedio de proyectos de grado con estudiantes del programa de ingeniería de petróleos sobre los rezumaderos del Huila con base en el listado oficial presentado por la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) ha comprobado que alguno de ellos y según las coordenadas geográficas no existen mientras por otro lado hay otros encontrados los cuales no están reportados en el listado oficial. En la Tabla No 1 se presenta el listado oficial de los cuarenta (40) rezumaderos presentados por la ANH

FORMACIÓN	TIPO DE REZUMADERO	COORDENADAS		NÚMERO DE PUNTO
		ESTE	NORTE	
CRETÁCEO SUPERIOR	ASFALTO	791312,394	705707,51	1
X	UNDEFINED	806366,989	713055,06	2
X	UNDEFINED	806837,707	714112,191	3
CRETÁCEO SUPERIOR	ASFALTO	807666,894	709626,722	4
X	UNDEFINED	808626,364	717600,114	5
TERCIARIO INFERIOR	ASFALTO	812787,105	752918,986	6
X	UNDEFINED	818028,631	711511,6	7
TERCIARIO INFERIOR	ASFALTO	818901,764	754862,31	8
X	OIL SEEP	830650,07	762075,605	9
CUATERNARIO	OIL INTERMITENT FLOW	835612,831	789686,663	10
X	UNDEFINED	835617,483	789702,3383	11
K3 BASE	DEAD OIL	839504,287	799201,839	12
K3 MDST	DEAD OIL IN FRACTURES	839714,78	800626,751	13
Kug	OIL SEEP	839991,687	788836,494	14
SSS/K4	DEAD OIL	840026,441	803580,056	15
GUADUAS	DEAD OIL	840521,109	803552,124	16
K4 BASAL	DEAD OIL	842022,168	806997,102	17
Kc	OIL SEEP	842142,235	791827,063	18
Kc	OIL SEEP	843395,727	794805,059	19
Kum	OIL SEEP	843542,975	790818,139	20
Kum	OIL SEEP	843988,603	790907,207	21
VILLETA	OIL SEEP	844031,041	795289,234	22
Kb SST	DEAD OIL IN FRACTURES	844112,548	790948,256	23
GUADUAS	DEAD OIL IN FRACTURES	844169,117	795080,394	24
Kc	OIL SEEP	844485,994	796107,72	25



X	UNDEFINED	845928,089	795684,387	26
X	UNDEFINED	846571,072	795476,602	27
X	UNDEFINED	856119,47	811829,166	28
X	UNDEFINED	856876,118	807165,108	29
X	UNDEFINED	856909,83	809233,373	30
NEÓGENO	ASFALTO	862348,728	828555,111	31
CRETÁCEO SUPERIOR	ASFALTO	862643,633	847730,903	32
X	UNDEFINED	879612,244	815715,178	33
X	UNDEFINED	880095,405	814416,915	34
X	UNDEFINED	880195,999	814925,886	35
CRETÁCEO SUPERIOR	ASFALTO	881194,79	813432,04	36
X	UNDEFINED	881319,999	815746,685	37
PALÉOGENO	ASFALTO	884757,209	828063,233	38
X	OLOR	918762,6738	855308,3504	39
X	OLOR	918762,674	855308,351	40

**Tabla 1. Indicios superficiales en el Departamento del Huila. ANH. 2010**

Para el presente trabajo fueron asignados dieciséis puntos (16), cobijando los municipios de Palermo, Teruel, Yaguará e Íquira de los cuales se encontraron ocho rezumaderos inactivos y dos no fueron ubicados en las coordenadas dadas. En los seis puntos restantes se tuvo serias dificultades de acceso debido a la oposición de las comunidades presentes en la zona para permitir la realización de este trabajo.

El trabajo de campo fue realizado y dividido de acuerdo a la logística de los accesos en 3 subzonas e enumeradas de 1 a 3 como se muestra en la tabla No. 2,

CATEGORIZACION REZUMADERO	TIPO DE REZUMADERO	COORDENADAS		SUBZONA	FORMACION	PLANCHA
		ESTE	NORTE			
POPAYO 12	Indefinido	839504,29	799201,839	1	<b>Qc</b>	345-I-B
POPAYO 13	Indirecto	839714,78	800626,751	1	<b>Km</b>	323-III-D
POPAYO 14	Indefinido	839991,69	788836,494	1	<b>KPgs</b>	345-I-D
POPAYO 15	No Existe	840026,44	803580,056	1	<b>Qal</b>	323-III-D
POPAYO 16	No existe	840521,11	803552,124	1	<b>Km</b>	323-III-D
POPAYO 17	Fósil – Asfalto	842022,17	806997,102	1	<b>Km</b>	323-III-D
POPAYO 18	Inactivo	842142,24	791827,063	2	<b>Km</b>	345-I-B
POPAYO 19	Indefinido	843395,73	794805,059	3	<b>Kc</b>	345-I-B
POPAYO 20	Fósil - Asfalto	843542,98	790818,139	2	<b>Km</b>	345-I-B
POPAYO 21	Fósil – Asfalto	843988,6	790907,207	2	<b>Km</b>	345-I-B
POPAYO 22	Indefinido	844031,04	795289,234	3	<b>Kc</b>	345-I-B
POPAYO 23	Fósil – Asfalto	844112,55	790948,256	2	<b>Km</b>	345-I-B
POPAYO 24	Indefinido	844169,12	795080,394	3	<b>Kv</b>	345-I-B
POPAYO 25	Indefinido	844485,99	796107,72	3	<b>Kc</b>	345-I-B
POPAYO 26	No Existe	845928,09	795684,387	3	<b>Js</b>	345-I-B
POPAYO 27	No existe	846571,07	795476,602	3	<b>Kc</b>	345-I-B

**Tabla 2. Resumen de información de los puntos trabajados en el proyecto.**

\*Indefinido: zonas donde no se tiene acceso oposición de las comunidades

## 6. CARACTERIZACION INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS EN EL HUILA “SECTOR POPAYO”

En el área de influencia local donde se ubican las tres subzonas en las que se dividió este trabajo, afloran rocas sedimentarias correspondientes estratigráficamente a las formaciones Caballos, Villeta, Monserrate, Guaduala, Honda y depósitos cuaternarios asociados a terrazas del río Magdalena y los drenajes locales. (Véase mapa 1).

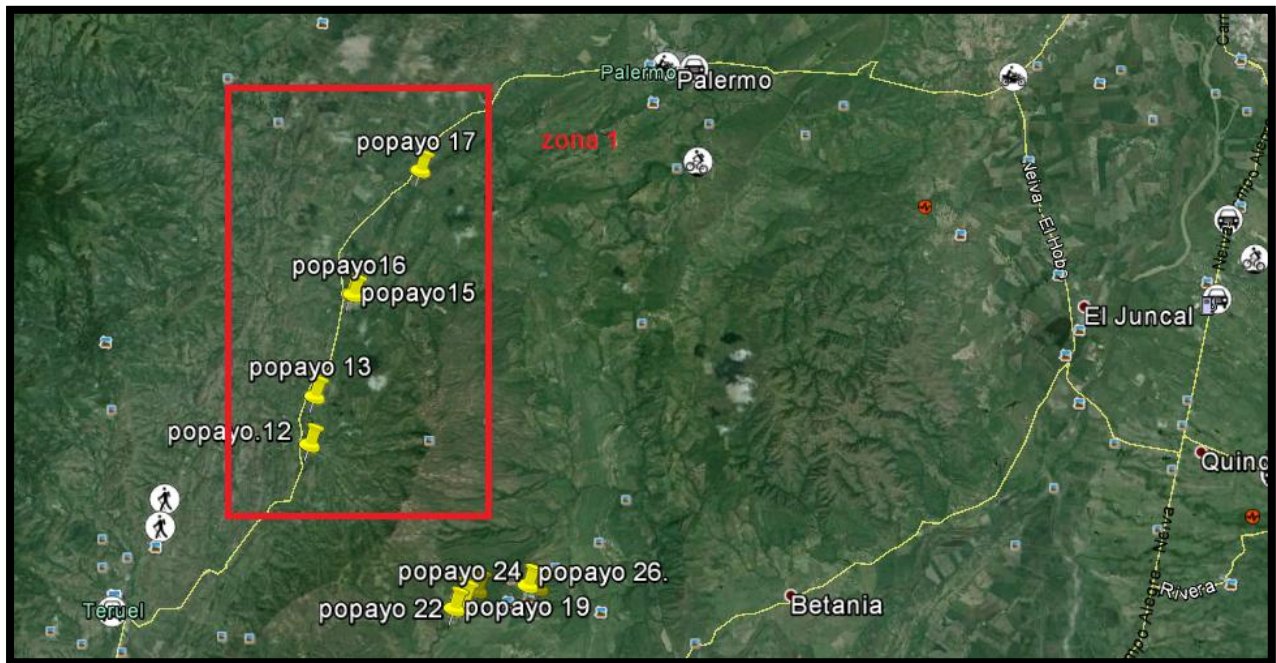
Como se indicó en el capítulo anterior por la logística de los accesos los rezumaderos asignados a este proyecto fueron distribuidos en tres zonas, véase tabla No 2.

### 6.1. ZONA 1

En la zona 1 de acuerdo a las coordenadas dadas por la ANH fueron asignados los siguientes rezumaderos: Popayo 13, 15, 16, 17 y 12. Véase tabla No 3 y Figura No 8.

CATEGORIZACION REZUMADERO	TIPO DE REZUMADERO	COORDENADAS		SUBZONA	FORMACION	PLANCHA
		ESTE	NORTE			
POPAYO 13	Indirecto	839714,78	800626,751	1	<b>Km</b>	323-III-D
POPAYO 15	No Existe	840026,44	803580,056	1	<b>Qal</b>	323-III-D
POPAYO 16	No existe	840521,11	803552,124	1	<b>Km</b>	323-III-D
POPAYO 17	Fósil – Asfalto	842022,17	806997,102	1	<b>Km</b>	323-III-D
POPAYO 12	Indefinido	839504,29	799201,839	1	<b>Qc</b>	345-I-B

*\*Indefinido: zonas donde no se tiene acceso oposición de las comunidades*  
**Tabla 3. Ubicación georeferenciada de los rezumaderos según la ANH.**



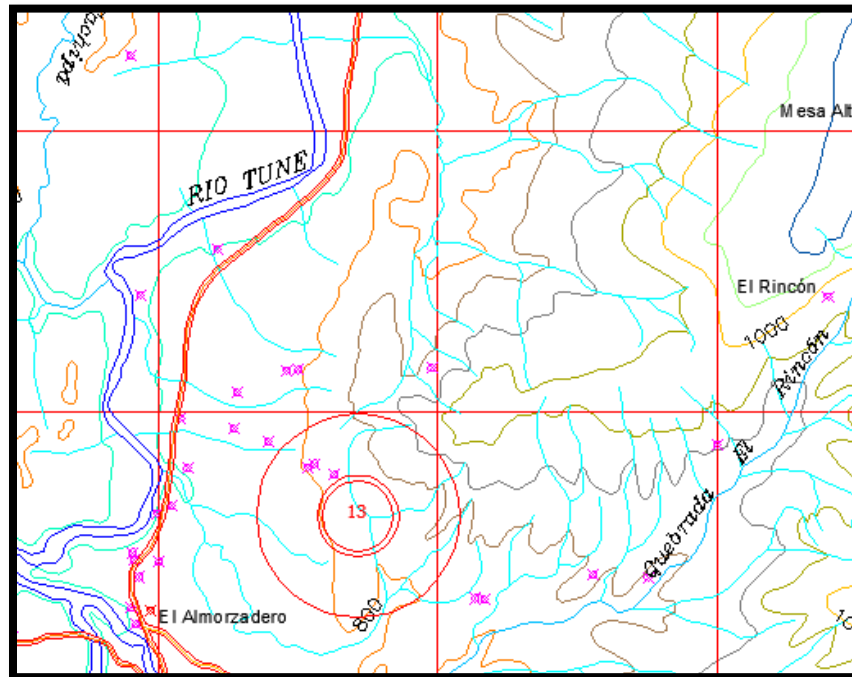
**Ilustración 7. Localización de la zona 1. Imagen obtenida de Google Earth versión libre.**

Vale la pena aclarar que en el área del rezumadero popayo 13 conocido regionalmente como el Almorzadero fue reconocido el rezumadero denominado también El Almorzadero en el primer trabajo sobre rezumaderos realizado por el MUSEO GEOLÓGICO Y DEL PETRÓLEO denominado “CARACTERIZACIÓN GEOLOGICA DE LOS INDICIOS SUPERFICIALES DE HIDROCARBUROS EN EL SECTOR CENTRO Y NORTE DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA”.

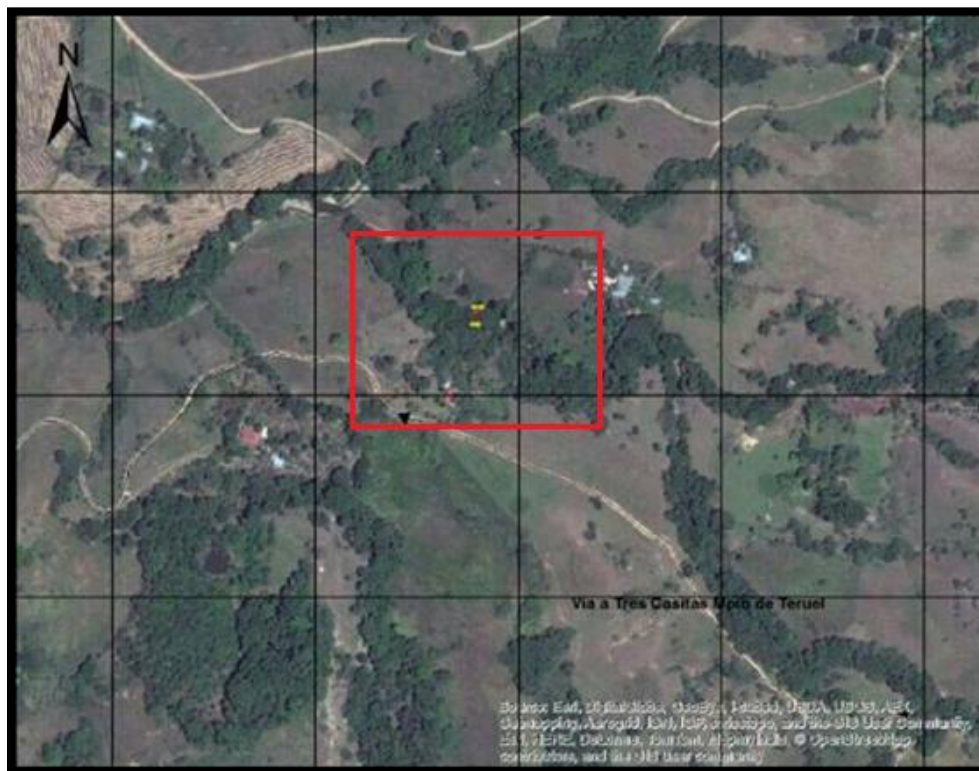
## **6.1.1 REZUMADERO POPAYO 13**

### **6.1.1.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DEL REZUMADERO POPAYO 13.**

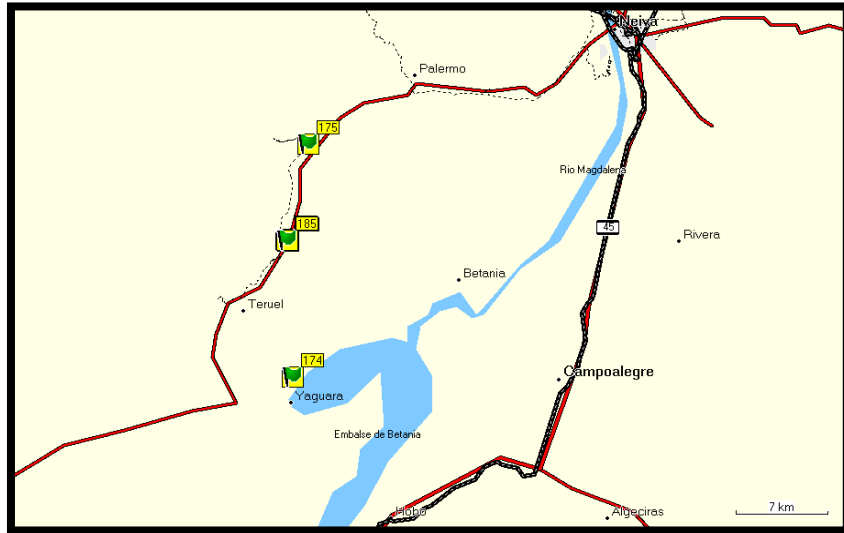
El rezumadero popayo 13 con coordenadas **E839714 N800626** (véase tabla 3), se encuentra ubicado en la Finca San Antonio de la vereda el Almorzadero del municipio de Teruel, el área de estudio se encuentra localizada en el límite suroccidental y nororiental de los municipios de Palermo y Teruel, sobre 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 río Magdalena a la margen izquierda, se encuentra aproximadamente a una distancia de 50 Kilómetros de la ciudad de Neiva.



**Ilustración 8. Localización rezumadero Popayo 13. Mapa topográfico. Plancha 323-3-D del IGAC**



**Ilustración 9. Vista satelital Google Earth del rezumadero Popayo 13.**



**Ilustración 10. Track realizado GPS Tumblr en el sector Popayo 13**

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

**Tabla 4. Coordenadas de las estaciones del track del recorrido por el sector de Popayo 13.**

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. Cuyo track y mapa correspondiente al recorrido está consignado en la tabla No. 4 e Ilustración No. 10.

### **6.1.1.2. GEOLOGÍA DEL ÁREA DE REZUMADERO POPAYO 13**

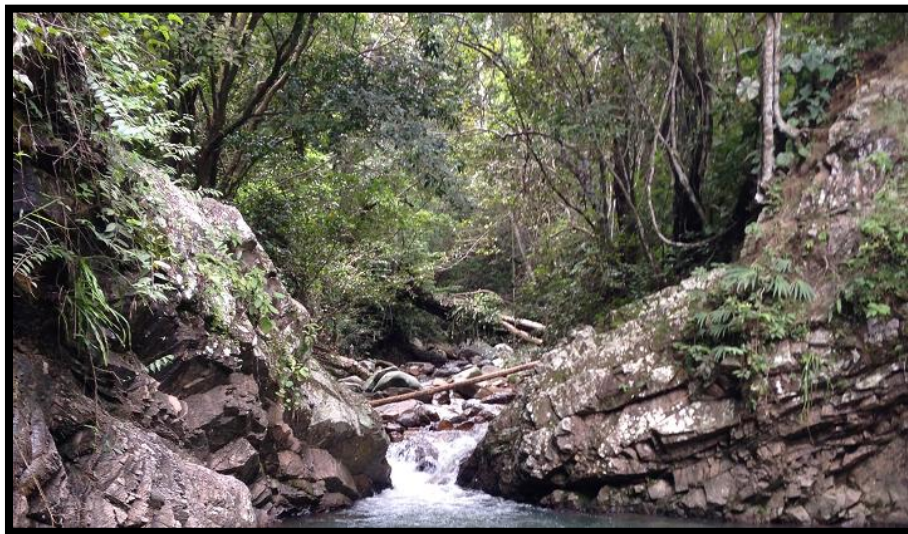
En el área de estudio afloran rocas ígneas intrusivas de edad jurásica y rocas sedimentarias, pertenecientes al cretácico superior (Cenomaniano – Turoniano) y depósitos recientes cuaternarios propios de la actividad fluvial de los cauces de la región.

#### **6.1.1.2.1. Estratigrafía del área de rezumadero Popayo 13**

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

##### ***Stock de Teruel (Jt).***

Las rocas de este cuerpo corresponden en el área de estudio a la serie de Cuarzomonzodioritas, denominadas estratigráficamente como el Stock de Teruel. Estas rocas 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 y brechas tectónicas y rocas con alteración hidrotermal asociado cizalladas.



***Fotografía 1. Panorámica del Afloramiento del stock de Teruel.***

### **Formación Villeta (Kv) (Hondita Loma Gorda).**

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 plano paralela discontinua. Hacia la parte media del cerro se presentan lodolitas de color gris oscuro con laminación plano paralela y gradando a limolitas. Esta zona se encuentra parcialmente impregnada por hidrocarburos a través de sus planos de estratificación y en las paredes de las diaclasas.

Estratigráficamente el área de interés corresponde al denominado Shale de Bambucá correlacionable con la parte media de esta unidad levantada en la sección de los YUYOS TESALIA en el trabajo realizado por Museo Geológico y del Petróleo “LEVANTAMIENTO ESTRATIGRÁFICO DETALLADO PARA EL MIEMBRO SHALE DE BAMBUCÁ EN DOS SECCIONES DE LA SUBCUENCA DE NEIVA”.

Siendo el área de mayor importancia para el estudio de la zona 1 fue levantada la columna estratigráfica del Cerro donde aflora el rezumadero la cual como se dijo anteriormente se correlaciona con el Shale de Bambucá.

Con un espesor real de 25 metros se presenta hacia su base una secuencia de lodolitas grises claras, fisiles, en capas tabulares a lenticulares en paquetes de estratificación fina a muy fina muy fina,

Hacia la parte media de la secuencia aflorante en el área, se presentan lodolitas de color gris oscuro con laminación plano paralela y gradando a limolitas. Esta se encuentra parcialmente impregnada por hidrocarburos a través, de sus planos de estratificación y en las paredes de las diaclasas. Este es el único indicio de hidrocarburos asignado en el punto Popayo 13.

La impregnación se presenta tan solo en unos 20 centímetros de espesor real de esta sección. Hacia el tope se presenta una secuencia de lodolitas gris clara a amarillentas muy fracturas y meteorizadas con alto desarrollo de fisilidad, estas rocas son lutitas calcáreas presentando efervescencia al ácido clorhídrico. Petrográficamente esta sección corresponde a margas.





**Fotografía 2. Cerro localizado al NW del rezumadero del Almorzadero conformado por lodolitas.**

#### **6.1.1.2.2. Geología estructural del área de rezumadero Popayo 13.**

En el área de estudio el contacto entre el Stock de Teruel y la formación Villeta corresponde a la discordancia pre-aptiana, la cual morfológicamente es bastante notoria. El afloramiento de rocas ígneas presente 150 metros del sureste del punto popayo 13 presenta además zonas de cizallas fuertes y pequeñas fallas distensivas, manifiestas principalmente y asociadas a las zonas de alteración hidrotermal de tipo argílica.

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.

El área de la Quebrada El 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.

El área del rezumadero se encuentra cubierto casi totalmente por una cobertura de suelo orgánico (Horizonte A) el cual presenta fenómenos de reptación de suelos generalmente en la parte alta del Cerro, algunos surcos en dirección EW.

#### **6.1.1.2.3. Caracterización del crudo del indicio superficial de hidrocarburos del rezumadero Popayo 13.**

Para el rezumadero presente en el punto popayo 13 no se pudo extraer hidrocarburos debido a encontrarse tan solo una película asociada a las paredes de las diaclasas y al plano de estratificación.



*Fotografía 3. Impregnación de crudo en la roca.*

La muestra tomada del sector de Popayo 13 fue sometida a prueba de fluorescencia mostrando una tonalidad marrón, la cual según la escala mostrada en la Tabla No. 4 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.

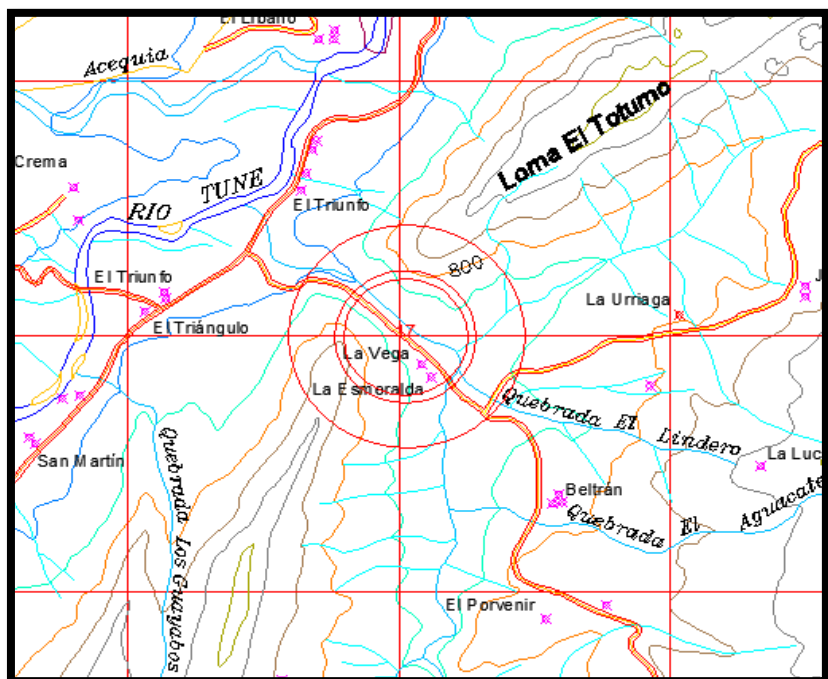
Aceite Crudo	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Gravedad API	Color Fluorescencia
Extra pesado	>1.0	<10	Marrón
<b>Pesado</b>	<b>1.0 – 0.92</b>	<b>10.0 – 22.3</b>	<b>Anaranjado (Gold)</b>
Mediano	0.92 – 0.87	22.3 – 31.3	Amarillo/crema
Ligero	0.87 – 0.83	31.3 – 39	Blanco
Súper Ligero	< 0.83	> 39	Azul/Blanco/Violeta

**Tabla 5. Clasificación del crudo mediante gravedad API determinado por fluorescencia.**

### 6.1.2. REZUMADERO POPAYO 17.

#### 6.1.2.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL AREA DE REZUMADERO POPAYO 17.

El rezumadero Popayo 17 con coordenadas **E842022 N806997**, se localizó en el sector La Vega denominado así por la hacienda La vega que se encuentra ubicada en límites con la quebrada el lindero, punto en el cual se ubica el rezumadero, donde se accedió por la carretera que se desvía al kilómetro 8 de la vía principal que comunica el municipio de Palermo con Teruel.

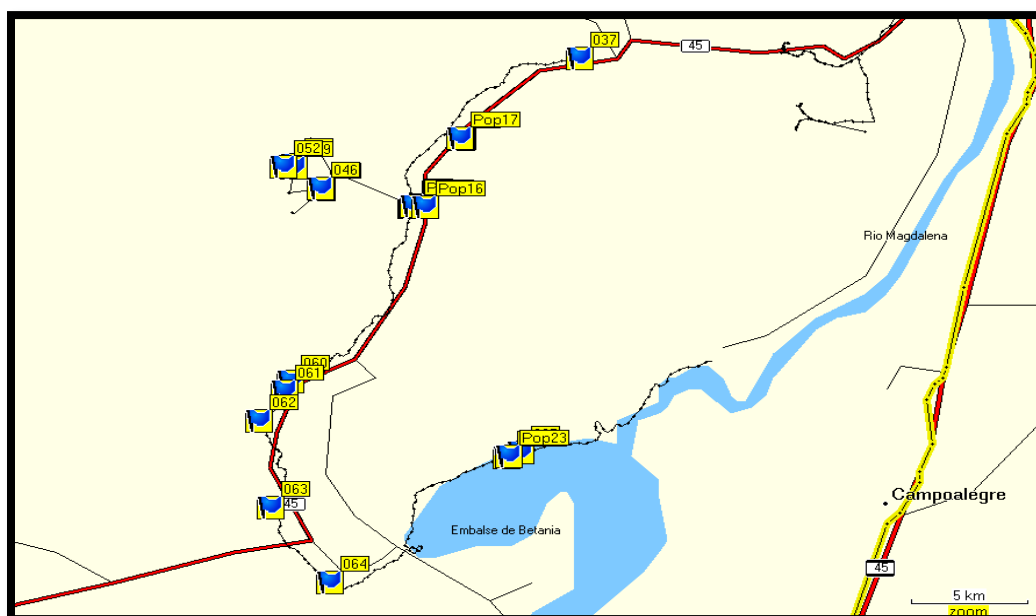


**Ilustración 11. Localización rezumadero Popayo 17 mapa topográfico. Plancha 323-3-D del IGAC.**



**Ilustración 12. Localización rezumadero popayo 17 Vía Palermo – Teruel. Google Earth Versión Libre.**

Para la evaluación de este sitio fue realizada una visita de campo y su registro está consignado en el track realizado con GPS Garmin en el cual se consignaron 35 estaciones, entre las cuales también se ubican las estaciones de las coordenadas para los dos rezumaderos siguientes que fueron Popayo 17,15 y 16 (Véase Ilustración No. 13 y tabla No. 6).



**Ilustración 13. Track GPS del recorrido por el sector zona 1**

Track Zona 1			
Columna1	ESTE	NORTE	ALTURA
15	880119	815558	677 m
37	847192	811046	632 m
38	842008	807038	726 m
39	842065	806991	736 m
40	842070	807001	730 m
41	842100	807005	735 m
42	842080	807001	737 m
43	839902	803557	759 m
44	840002	803626	761 m
45	836050	804450	755 m
46	836026	804474	754 m
47	834855	805701	755 m
48	834872	805674	756 m
49	834858	805560	757 m
50	834421	805572	758 m
51	834422	805570	758 m
52	834422	805570	757 m
53	839995	803564	749 m
54	839978	803560	749 m
55	840007	803552	750 m
56	840049	803536	754 m
57	839989	803548	751 m
58	839979	803550	751 m
59	839976	803566	752 m
60	834702	794755	884 m
61	834451	794244	866 m
62	833363	792745	768 m
63	833828	788407	717 m
64	836392	784606	627 m
65	844599	791146	641 m
Pop15	840026	803580	632 m
Pop16	840521	803552	632 m
Pop17	842022	806997	632 m

**Tabla 6. Coordenadas de las estaciones por GPS. Track Zona 1**

### 6.1.2.2. GEOLOGÍA DEL ÁREA DE REZUMADERO POPAYO 17

En el área de influencia directa del sector georeferenciado como Popayo 17 afloran rocas Sedimentarias pertenecientes al cretácico superior (Cenomaniano – Turoniano) y depósitos recientes cuaternarios propios de la actividad fluvial de la Quebrada El Lindero.

#### 6.1.2.2.1 Estratigrafía del área de rezumadero Popayo 17

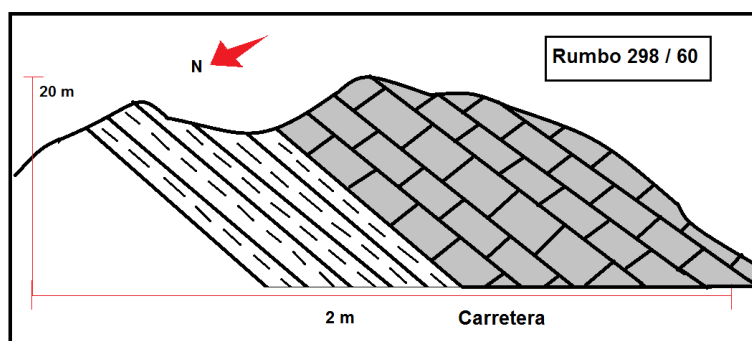
A continuación se hace una descripción de las unidades geológicas identificadas en el área de influencia de Popayo 17.

Formación Villeta (Kv) (Hondita Loma Gorda).

Estratigráficamente el área de Popayo 17 se localiza en rocas de la formación Villeta (Loma Gorda) específicamente en el miembro Shale de Bambucá conformado por una secuencia de lodolitas de color gris claro a blancuzcas, muy fracturadas, oxidadas y meteorizadas, éstas se presentan en capas de estratificación fina a muy fina de formas tabulares a lenticulares y con laminación plano paralela gruesa.

En la estación 038 sobre el carreteable paralelo a la Quebrada El Lindero donde se encuentra georeferenciado el punto Popayo 17 aflora un conjunto de estratificación fina a muy fina, con una potencia de 20 m conformado por lodolitas de colores gris oscuro, duras, fisiles las cuales hacia el tope se hacen más calcáreas y es común la presencia de venillas de calcita a través de éstos planos de estratificación y diaclasas.

Presenta una orientación de: 298 / 60 N28E/60 NW.

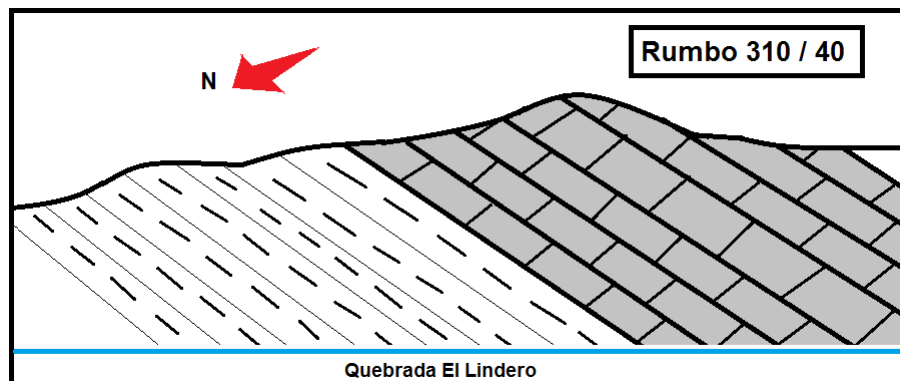


**Ilustración 14. Corte esquemático de la estación 038 asociada al rezumadero Popayo 17.**

El rezumadero popayo 17 referenciado en la estación 041 se encuentra ubicado sobre el cauce de la quebrada El Lindero. Conformado geológicamente por depósitos cuaternarios representados por bloques, cantos y en menor proporción guijarros embebidos en una matriz limo arenosa, el rezumadero de carácter inactivo o fósil se presenta en un afloramiento dentro la quebrada conformado por una secuencia de lodolitas y calizas. Las lodolitas se presentan en capas de estratificación fina a muy fina, de color gris oscuro fisiles y frágiles, las diaclasas asociadas a estas se encuentran rellenas de calcita microcristalina como también en forma de venillas.

Las Calizas en capas de estratificación fina a media se presentan al tope del afloramiento y son de color gris oscuro a negras, finas, homogéneas y corresponden a micritas (Folk) ó mustone (Dunhan)

Rumbo. 310 / 40



*Ilustración 15. Corte esquemático asociado al rezumadero Popayo 17.*

#### **6.1.2.2 Geología estructural del área de rezumadero Popayo 17**

El área de Popayo 17 se presenta estructuralmente como un monoclinal con rumbos hacia el noreste y buzamientos bajos hacia el noroeste. Estas rocas se encuentran muy fracturadas.

La zona está influenciada tectónicamente por la falla de Upar de carácter regional la cual corresponde a una falla de cabalgamiento de alto ángulo y en la cual se encuentran asociadas a algunas fallas distensivas menores con rumbos este oeste inclinadas hacia el norte N10E inclinadas de 50 a 70 grados hacia al noroeste

### 6.1.2.3. CARACTERIZACIÓN DEL INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCARBUROS DEL ÁREA DE REZUMADERO POPAYO 17.

El denominado Popayo 17 se encuentra asociado a las calizas y se presenta como una leve impregnación a través de sus diaclasas como también en forma de nidos y puntos dentro de la roca. No se observó ningún tipo de flujo asociado a esta impregnación por lo que se descarta que popayo 17 corresponda a un rezumadero interconectado con flujo desde el subsuelo considerándolo como una impregnación producto del alto contenido de materia orgánica que presentan las calizas y que estas sometidas a presión y temperaturas hayan podido generar los hidrocarburos.

Es común encontrar asociado al entorno de este afloramiento dentro la quebrada iridiscencias sobre el agua a los cuales se les realizó las pruebas específicas determinando que si corresponden a hidrocarburos líquidos.



*Fotografía 4. Iridiscencia en el punto Popayo 17*



*Fotografía 5. Roca impregnada de crudo en Popayo 17*

De acuerdo a las características como se presentan los hidrocarburos no fue posible tomar muestras líquidas para los análisis correspondientes por lo tanto fueron tomadas muestras de las rocas calizas con mayor impregnación para realizarles las pruebas correspondientes.



La prueba de fluorescencia realizada en el laboratorio de rocas corresponde según la tabla de colores a un crudo semipesado con una gravedad API entre 13 – 15 dando un color café.



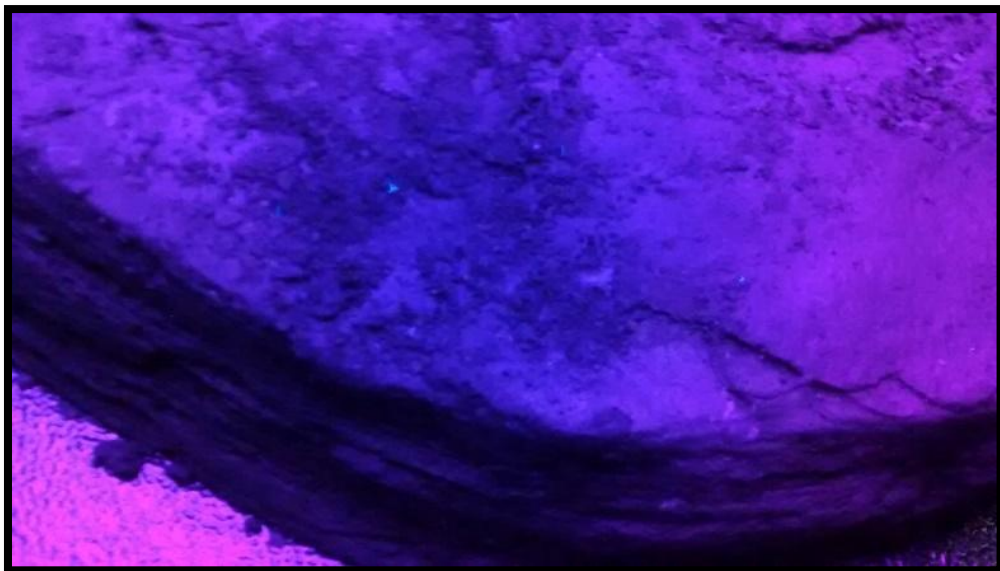
*Ilustración 16. Escala para obtener los grados API del crudo impregnado en la roca.*



*Ilustración 17. Fluoroscopio desarrollado por la Universidad Surcolombiana*



*Ilustración 18. Estudiante observando el grado API del crudo en la roca.*



*Ilustración 19. Muestra de roca de Popayo 17 expuesta al fluoroscopio.*



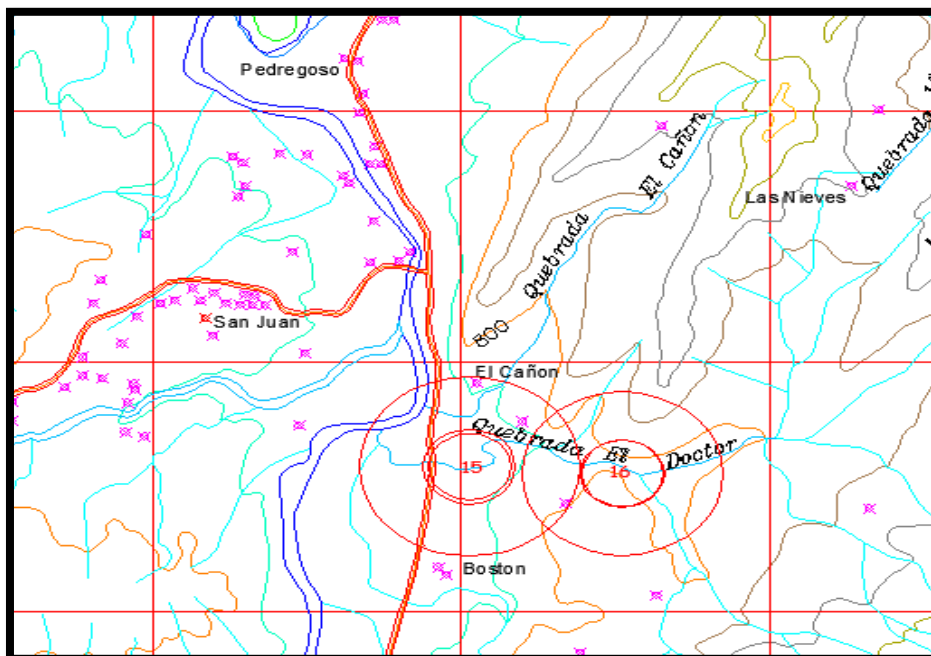
*Ilustración 20. Por su tonalidad oscura en las impregnaciones de crudo nos indica que es un crudo pesado en rezumadero Popayo 17.*

### **6.1.3 REZUMADERO POPAYO 15 Y POPAYO 16**

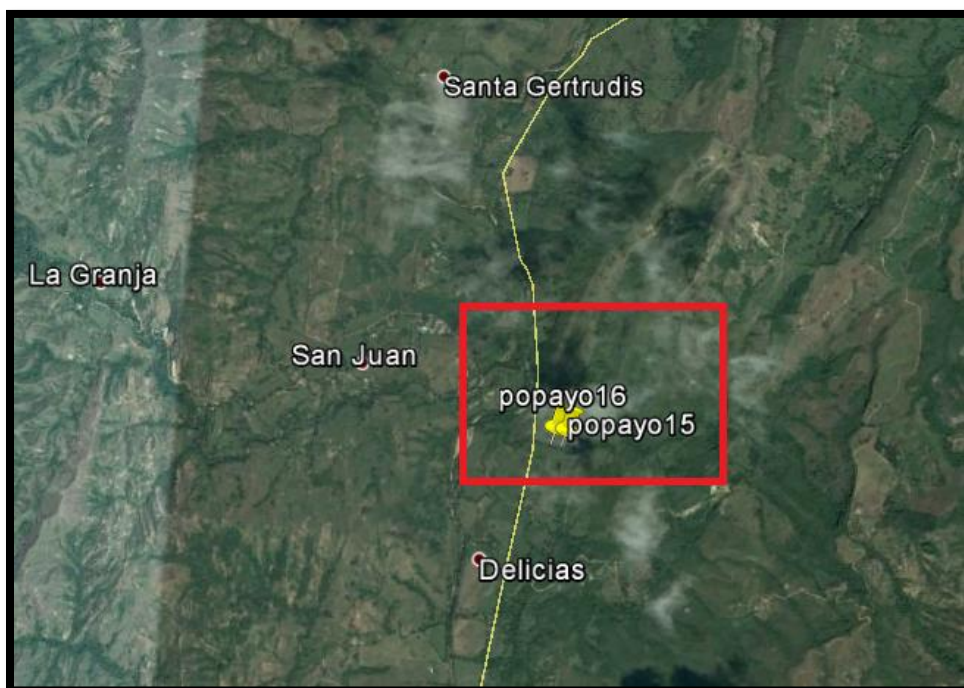
#### **6.1.3.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL AREA DE REZUMADERO POPAYO 15 Y POPAYO 16**

De acuerdo a las coordenadas entregadas por la ANH a los rezumaderos denominados por este trabajo Popayo 15 y Popayo 16 se presenta una descripción unificada de estos dos ya que no se encontró ningún indicio de estos en las coordenadas referenciadas y tampoco en sus alrededores.

A los sectores denominados rezumadero Popayo 15 y Popayo 16 se accede inicialmente tomando la vía que comunica de Palermo a Teruel hasta el kilómetro 13 de ahí se desvía por un camino de herradura en el sector occidental en un trayecto de 200 metros, este sector conocido como Boston asociado a la quebrada el Doctor.



**Ilustración 21. Localización rezumadero Popay 15 y 16. Mapa topográfico. Plancha 323-3-D del IGAC.**



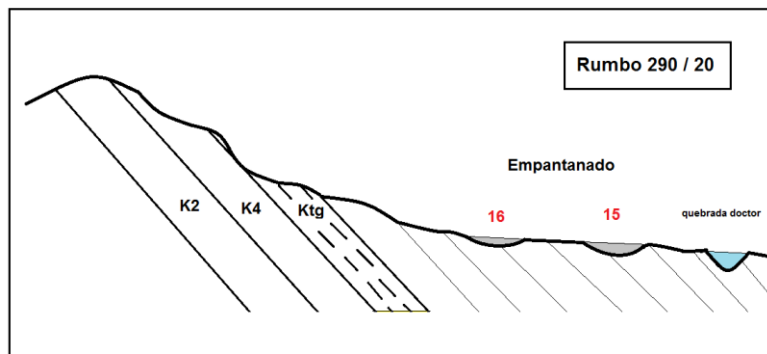
**Ilustración 22. Localización rezumadero Popay 15 y Popay 16 Vía Palermo - Teruel. Tomada de Google Earth.**

### 6.1.3.2 GEOLOGÍA DEL ÁREA DE REZUMADERO POPAYO 15 Y POPAYO 16.

El área donde se ubican estos puntos se encuentra asociada a depósitos aluviales del río Tune interdigitándose con pequeños depósitos generados por la quebrada el Doctor y la Quebrada El Cañón. Así también en el área de influencia de estos dos puntos afloran rocas de la formación la tabla y guaduala respectivamente

#### 6.1.3.2.1 Estratigrafía del Área de rezumadero Popayo 15 y Popayo 16

Las coordenadas de los puntos popayo 15 y popayo 16 se localizan estratigráficamente sobre un depósito de terraza del Río Tune la cual litológicamente corresponde a un depósito sedimentario conformado por cantos, guijas, guijarros y gránulos de forma subredondeadas embebidos en una matriz arenosa. En estos depósitos se observan algunas intercalaciones de lentes de arcillas generando en la superficie encharcamientos o niveles freáticos colgados.



*Ilustración 23. Corte esquemático asociado al rezumadero Popayo 15 y 16*

### 6.1.3.3 CARACTERIZACIÓN DEL CRUDO DEL INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCARBUROS DEL REZUMADERO POPAYO 15 Y POPAYO 16.

En el área referenciada no fueron encontrados indicios directos de la presencia de Hidrocarburos, morfológicamente la zona corresponde a una planicie cubierta por pastos y suelos con sus horizontes A y B y C con un espesor aproximado de 1 metro.

En algunos sectores de la tabla de agua fueron observadas algunas iridiscencias las cuales al hacerles la prueba del palo sus trazas no se unieron y generaron polígonos separados. Así también se tomaron muestras de agua con estas iridiscencias a la cual se les hizo la prueba de fluorescencia en el laboratorio de la Universidad Surcolombiana

determinando que estas iridiscencias no correspondían a trazas de hidrocarburos sino más bien a óxidos de Hierro.



*Fotografía 6. Iridiscencia en rezumadero 15*



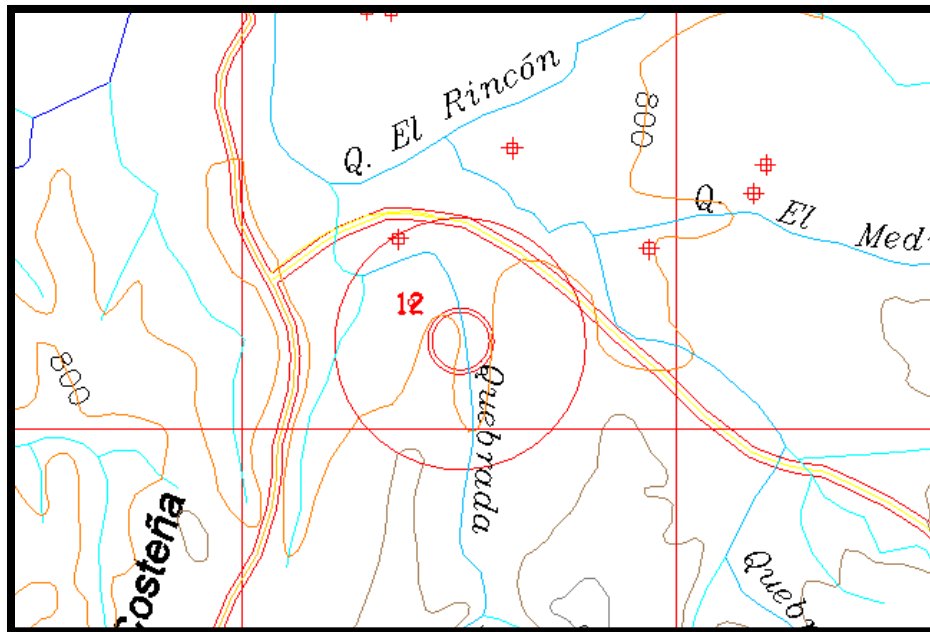
*Fotografía 7. Zona explorada en rezumaderos Popayo 15 y 16*

#### **6.1.4. REZUMADERO POPAYO 12**

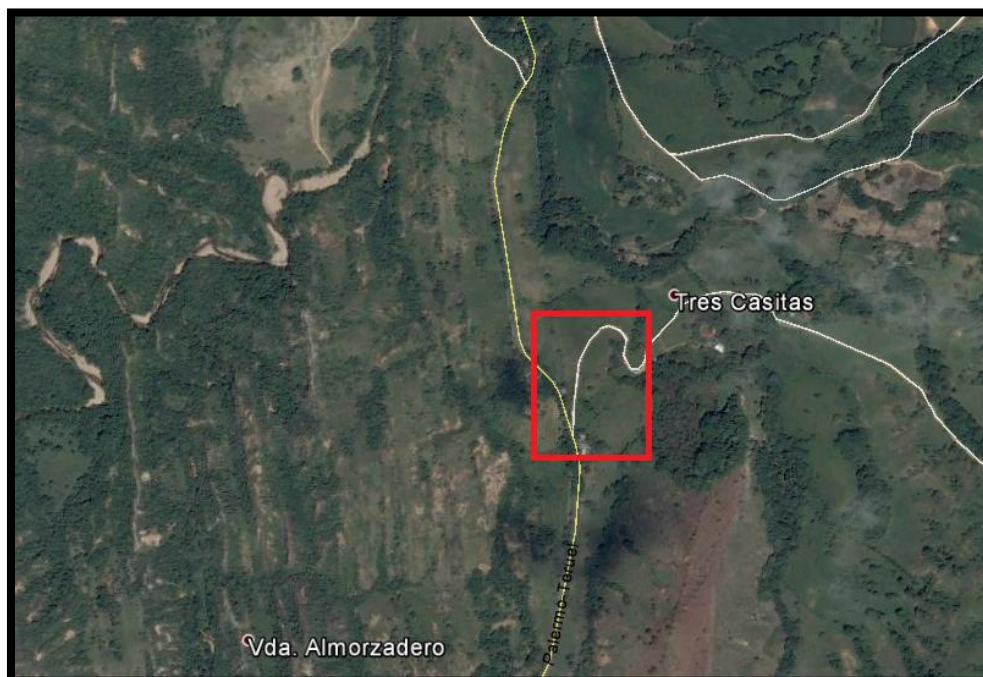
##### **6.1.4.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE REZUMADERO POPAYO 12**

Al área de Popayo 12 no se pudo acceder ya que las comunidades del sector no permitieron el ingreso a la zona argumentando que no estaban de acuerdo con las explotaciones petroleras. En comunicación verbal con algunas personas del sector

manifestaron no conocer ningún indicio de manifestación de hidrocarburos en superficie.



**Ilustración 24. Localización rezumadero Popayo 12. Mapa topográfico. Plancha 345-I-B del IGAC.**



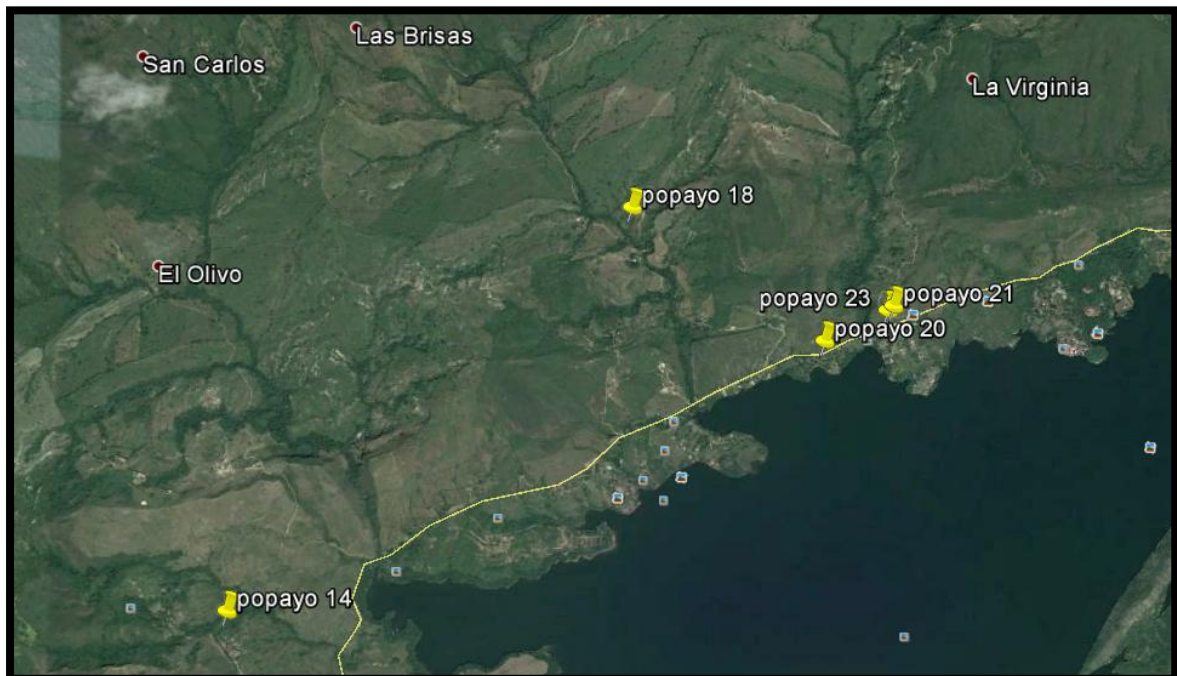
**Ilustración 25. Fotografía aérea de Popayo 12. Google Earth.**

## 6.2. ZONA 2

En la zona 2 localizada sobre la vía Neiva Yaguará fueron estudiados tres rezumaderos que de acuerdo a las coordenadas dadas por la ANH fueron asignados los siguientes rezumadero como Popayo 14, 18, 20, 21 y 23. En la Tabla No. 7 se muestra la localización georeferenciada de estos puntos.

CATEGORIZACION REZUMADERO	TIPO DE REZUMADERO	COORDENADAS		SUBZONA	FORMACION	PLANCHA
		ESTE	NORTE			
POPAYO 18	No existe	842142,24	791827,063	2	Km	345-I-B
POPAYO 20	Fósil – Asfalto	843542,98	790818,139	2	Km	345-I-B
POPAYO 21	Fósil – Asfalto	843988,6	790907,207	2	Km	345-I-B
POPAYO 23	Fósil – Asfalto	844112,55	790948,256	2	Km	345-I-B
POPAYO 14	Indefinido	839991,69	788836,494	2	KPgs	345-I-D

**Tabla 7. Localización georeferenciada de la zona 2.**  
\*Indefinido: Zonas donde no fue posible el acceso.



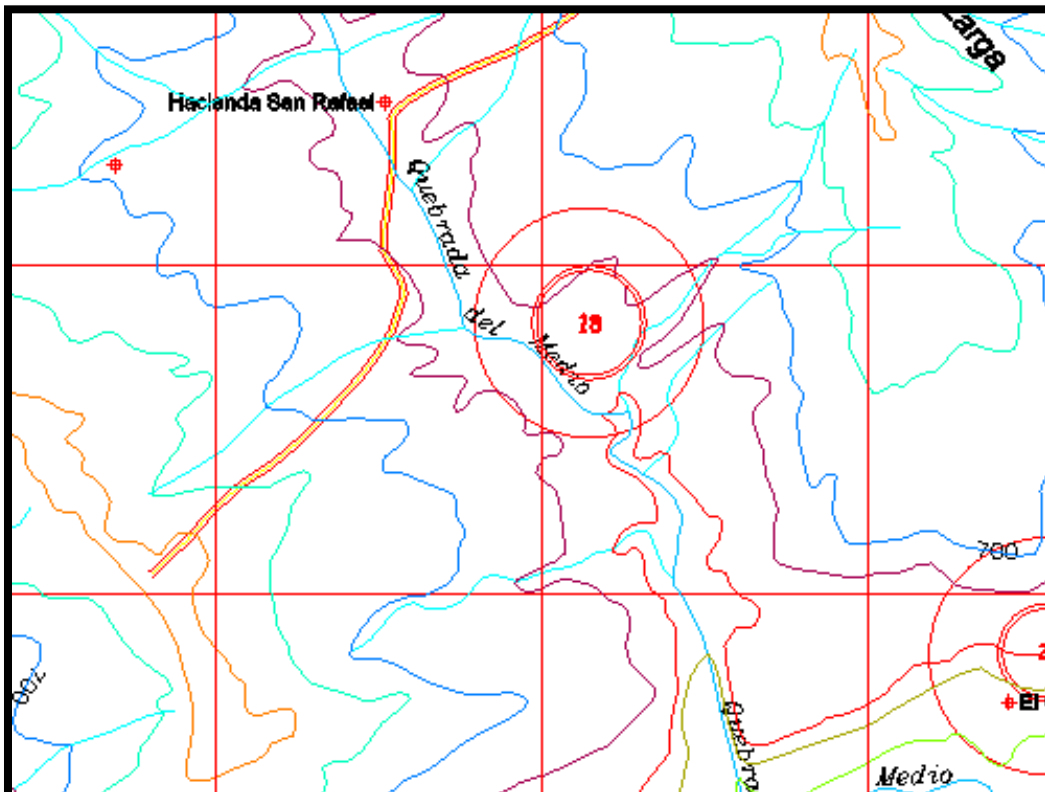
**Ilustración 26. Localización de estudio zona 2. Imagen tomada de Google Earth versión libre.**



## 6.2.1 REZUMADERO POPAYO 18

### 6.2.1.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL AREA DE REZUMADERO POPAYO 18

El punto Popayo 18 es un rezumadero que se encuentra en cercanía con la Hacienda San Rafael del municipio de Yaguará, por esta zona pasa la Quebrada Del Medio que sirve como referencia para localizar este rezumadero. Para el acceso a la zona se toma la carretera secundaria que va por el cruce de El Cairo vía Neiva – Yaguará.



*Ilustración 27. Localización rezumadero popayo 18. Mapa topográfico. Plancha 345-1-B del IGAC*



**Ilustración 28.**Localización Rezumadero 18 Fotografía tomada de Google Earth versión libre.

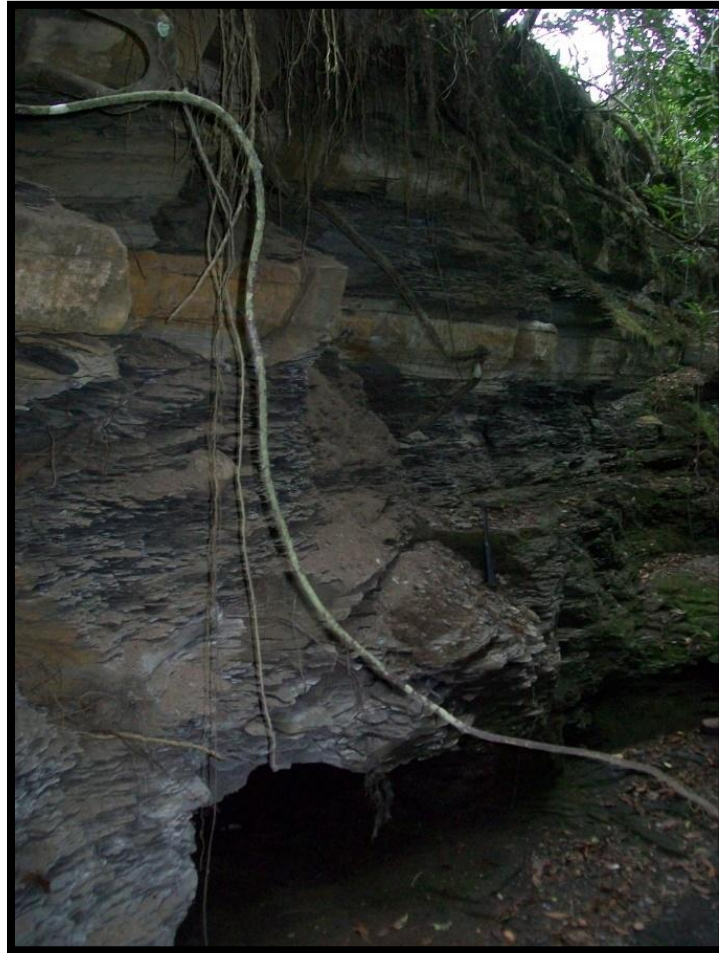
#### **6.2.1.2 GEOLOGÍA DEL ÁREA DE REZUMADERO POPAYO 18**

Estratigráficamente el área de Popayo 18 está localizado en la zona de contacto entre la formación Villeta superior y el miembro K4 de la formación Monserrate.

*Formacion Villeta.* En el punto de coordenadas de Popayo 18 aflora la parte superior del miembro de shale de bambuca (Olini superior) conformado por una secuencia de lodolitas de color gris claro muy fracturadas. El contacto paraconforme se presenta entre capas de areniscas en paquetes de estratificación media y pertenecientes a la formación Monserrate.

Las areniscas presentes en el punto presenta capas de estratificación gruesa y son de color gris claro amarillentas localmente oxidadas y texturalmente son de grano fino y de forma subangulares a subredondeadas. Composicionalmente compuestas por cuarzo (95%) una matriz de limo (4%) y cemento silíceo (1%) presentando trazas de minerales pesados de tipo oligisto e ilminita.

Las observaciones alrededor del punto no mostraron ningún indicio de rezumaderos ni de trazas de hidrocarburos y por comunicación verbal por los habitantes de la zona manifestaron no conocer la presencia de rezumaderos en la zona.



*Ilustración 29. Capas de estratificación gruesa rezumadero Popayo 18.*

## **6.2.2 REZUMADEROS POPAYO 20, POPAYO 21 Y POPAYO 23**

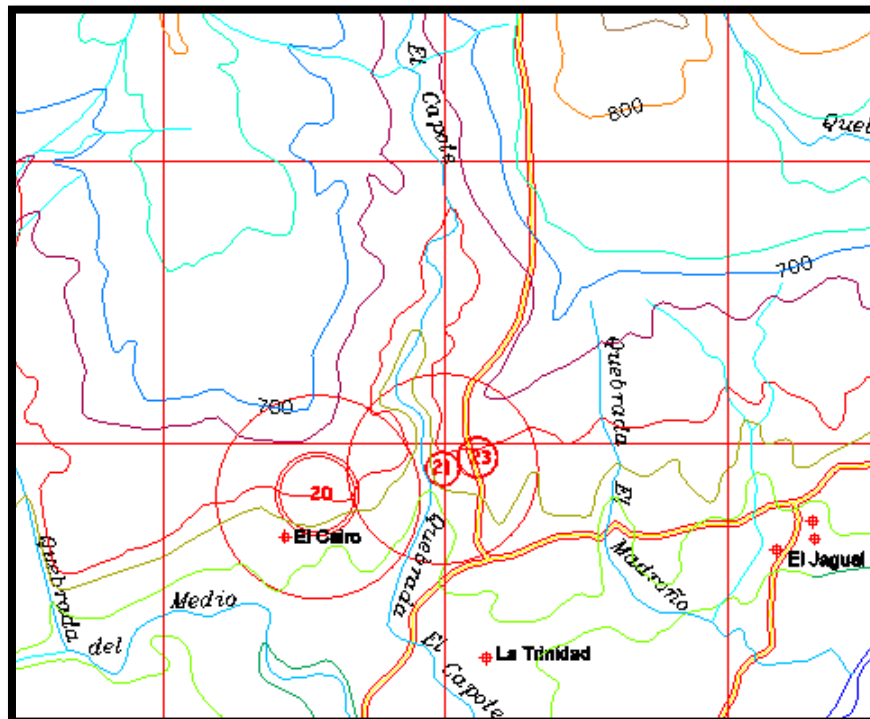
### **6.2.2.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL AREA DE LOS REZUMADEROS**

De acuerdo a las coordenadas entregadas por la ANH a los rezumaderos denominados por este trabajo Popayo 20, Popayo 21 y Popayo 23 se ubican al frente del conjunto campestre Costa Brava, a los cuales se accede inicialmente tomando la vía que comunica de Neiva a Yaguará hasta el kilómetro 45 antes de llegar a la quebrada el Capote de ahí al costado derecho de la carretera se localizan cada uno.

En el reconocimiento de campo realizado para estos puntos se determinó que el punto georeferenciado como Popayo 20 se encuentra en un área cubierta con pastos,

arbustos y vegetación arbolácea sobre los horizontes del suelo. No se observó ningún indicio de Hidrocarburos en el área circundante.

Para Popayo 21 y Popayo 23 se realizó el levantamiento de una columna estratigráfica asociada al rezumadero encontrado



**Ilustración 30. Localización rezumaderos 20, 21 y 23. Mapa topográfico. Plancha 345-1-B del IGAC.**



**Ilustración 31. Rezumadero 20. Fotografía tomada de Google Earth versión libre.**

## **6.2.2.2 GEOLOGÍA DEL ÁREA DE REZUMADERO POPAYO 21 Y POPAYO 23**

En el área de Popayo 21 y 23 localizado en la vía Neiva Yaguará afloran rocas sedimentarias clásticas depositadas en un ambiente marino de plataforma correspondientes al miembro superior K1 de la formación Monserrate ( Formación Tabla)

### **6.2.2.2.1 Estratigrafía del área de rezumadero Popayo 21 y Popayo 23**

La sección estratigráfica levantada con un espesor aparente de 70 metros y un espesor real de 34 metros corresponde al tope de la Formación Monserrate específicamente al miembro K1. Hacia la base se inicia la secuencia con 1 metro de lodolitas negras localmente silíceas, blandas con delgadas intercalaciones de lodolitas silíceas localmente fosfáticas, suprayacen a esta unidad 2 metros de capas de estratificación fina a media de arenisca de color gris claro a blanco, de grano fino a medio deforma subredondeada con matriz limosa menor al 5% y cemento silíceo.

Suprayacen 2 metros de lodolitas de color gris claro, fisiles, muy meteorizadas con laminación plano paralela, continuando con la secuencia suprayacen 3 metros de areniscas en las cuales presentan localmente impregnación de Hidrocarburos tipo asphaltico. Las areniscas cuarzosas de color gris claro a blanco, duras, fresca, texturalmente está conformada por granos de tamaño fino a medio de forma subredondeada, en una matriz de limo (10%). El cuarzo, el cual forma el armazón de las rocas es de color blanco lechoso a hialino. En este sector se presenta impregnación de hidrocarburos impregnando la roca por sectores a través de las diaclasas, planos de estratificación, la relación de impregnación de 20% crudo y 80% roca.

Suprayacen esta secuencia 1 metro cubierto y continuando con 10 metros de espesor real conformado por capas de areniscas con capas de estratificación media a gruesa de color gris amarillento a gris claro y texturalmente conformada por granos de tamaño medio a fino de forma subredondeadas y bien seleccionadas. Presentan una matriz de limo blanco menor al 5% y se encuentran fuertemente cementadas con silíceo, hacia el tope de este paquete las areniscas presentan sus capas más finas y el tamaño de grano disminuye a fino a muy fino.

En esta sección no se presenta ninguna manifestación de impregnación de Hidrocarburos. Suprayace a este paquete de Areniscas una secuencia de 3 metros de lodolitas silíceas con delgadas intercalaciones de Areniscas, las lodolitas son de color gris claras y se presentan en capas de estratificación fina a muy fina, son duras, homogéneas y se encuentran parcialmente silificadas. Las intercalaciones de areniscas

corresponden a esporádicas capas de estratificación fina a muy fina y texturalmente conformada por grano finos a muy finos, estos niveles de areniscas se encuentran bien cementados.

Suprayacen 5 metros de capas de areniscas las cuales hacia su base presentan 1.5 metros de areniscas impregnadas con Hidrocarburos definiéndose como un rezumadero de tipo fósil. También hacia la base las areniscas son silíceas mientras que el tope gradan a areniscas calcáreas. Continúa la secuencia con una zona de 1.5 metros de una zona cubierta posiblemente correspondiente a lodolitas fisiles. Suprayacen 5 metros de areniscas de capas de estratificación gruesa a muy gruesa, areniscas cuarzosas de color gris claro a amarillo de grano fino a medio y de forma subredondeadas a redondeada con ondulación no paralela moteada localmente por deformación. La secuencia finaliza hacia el tope con un paquete de lodolitas calcáreas fisiles blandas con laminación ondulosa no paralela localmente disturbadas.

#### **6.2.2.2 Geología estructural del área de rezumadero Popayo 21 y Popayo 23**

El área de Popayo 21 y 23 corresponde estructuralmente a una secuencia monoclinal homogénea con rumbos de N50 – 70E y con buzamientos entre 10y 30 grados al sureste. La roca se encuentra medianamente fracturada con patrones de diaclasas representadas en los sistemas de rumbo N20E 80°NE y N180 E90

#### **6.2.2.3 CARACTERIZACIÓN DEL CRUDO DEL INDICIO SUPERFICIAL DE HIDROCARBUROS DEL REZUMADERO POPAYO 21 y POPAYO 23**

El rezumadero encontrado entre los puntos Popayo 21 y 23 corresponde a una impregnación de dos capas de areniscas localizadas en el miembro k1 de la formación Monserrate (formación Tabla). El primer rezumadero de carácter no activo se encuentra localizado en la columna estratigráfica levantada en la sección entre los 26 y 29 metros de espesor real. A sección de 3 metros de espesor está conformada por areniscas de color gris claro a blancas en capas de estratificación media a gruesa y de composición cuarzo-arenita. La impregnación de los hidrocarburos pesados se encuentra irregularmente distribuida de esta sección a través de los planos de estratificación, paredes de las diaclasas y localmente diseminada en la roca, la relación de impregnación es de 20% de hidrocarburo con 80% de roca.



***Ilustración 32. Muestra de roca impregnada de crudo del afloramiento de Popayo 21***

Fueron tomadas las muestras para el análisis de laboratorio sin poder extraer hidrocarburos líquidos individualmente. De acuerdo a las pruebas realizadas con el fluorómetro se determinó que los fluidos poseen una baja gravedad API presentando un corte tenue de marrón oscuro con algunos cortes fluorescentes de color naranja oscuro y franjas lechosas.

De acuerdo a la tabla indicadora de fluorescencia según LYNCH las características ópticas observadas en la muestra presentan una fluorescencia débil ya que presenta entre un 5 y 10% en la superficie, de acuerdo a esto se concluye que la gravedad API tiene valores entre 5 y 10° API



**Ilustración 33. Fotografía de las muestras de rocas impregnadas Popayo 21.**



**Ilustración 34. Fotografía muestras de roca Popayo 21 en el fluoroscopio.**

En el segundo rezumadero correspondiente a Popayo 21 encontrado y representado en la columna estratigráfica levantada, entre los 12 y 10 metros de espesor (2 mts espesor real) en la cual se observa una impregnación de hidrocarburos de 1.5 metros en una proporción de 30% crudo y 70% roca caracterizándose como un rezumadero fósil.

Las muestras tomadas con impregnación de crudo en la roca del rezumadero Popayo 21 se analizó en el fluorometro del laboratorio de rocas de la Universidad Surcolombiana observándose una tonalidad marrón – café. Se concluye según la



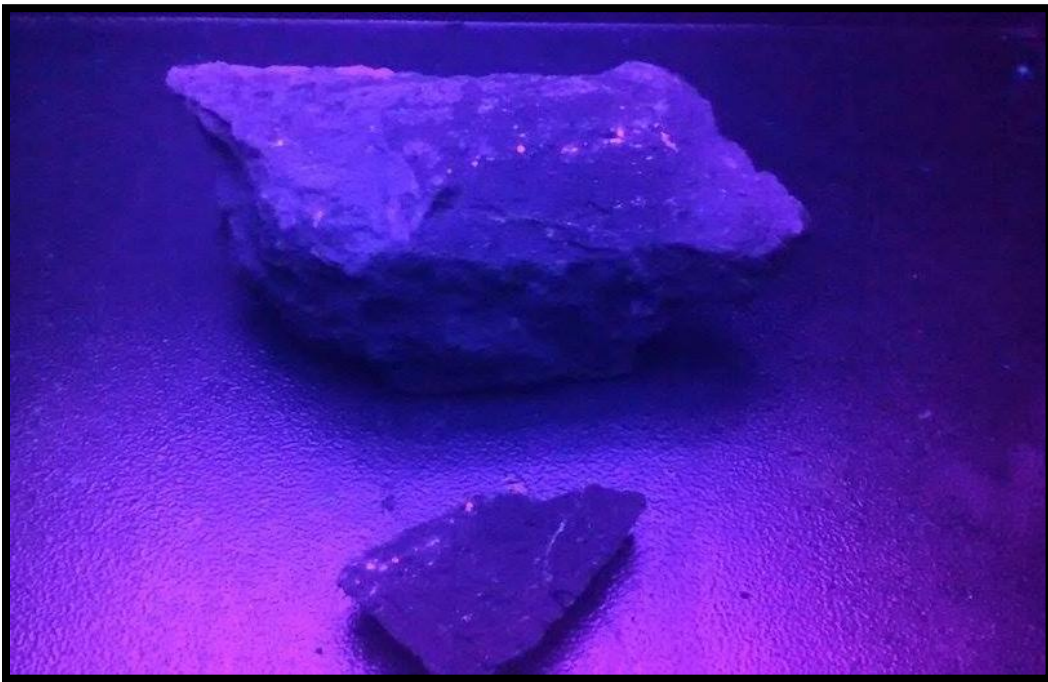
escala de LYNCH que el valor de la gravedad específica se encuentra en el rango de 5 y 10 °API indicándose que el crudo impregnado en la roca se clasifica como un crudo pesado.



**Fotografía 8. Afloramiento de rezumadero Popayo 23.**



*Ilustración 35. Fotografía de muestra de roca de Popayo 23.*

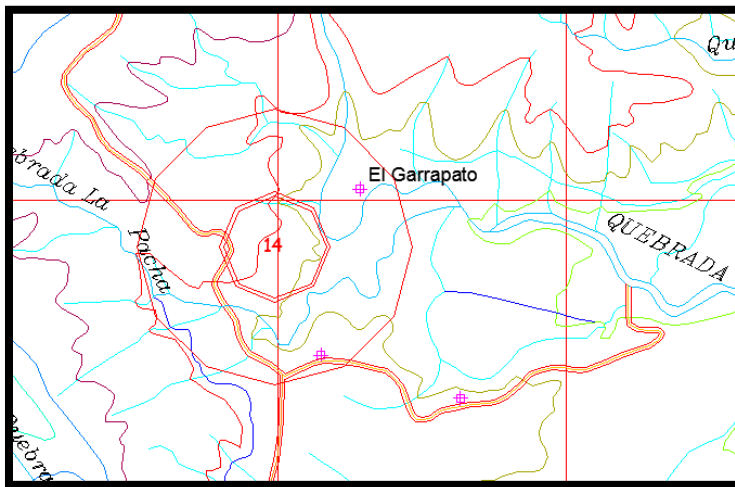


*Ilustración 36. Fotografía de muestra de roca Popayo 23 en el fluoroscopio.*

### 6.2.3. REZUMADERO POPAYO 14

#### 6.2.3.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE REZUMADERO POPAYO 14

Al área de Popayo 14 no se pudo acceder ya que las comunidades del sector no permitieron el ingreso a la zona argumentando que no estaban de acuerdo con las explotaciones petroleras. En comunicación verbal con algunas personas del sector manifestaron no conocer ningún indicio de manifestación de hidrocarburos en superficie.



*Ilustración 37. Localización Popayo 14. Mapa topográfico. Plancha del IGAC.*



*Ilustración 38. Fotografía aérea rezumadero Popayo 14. Tomada de Google Earth.*

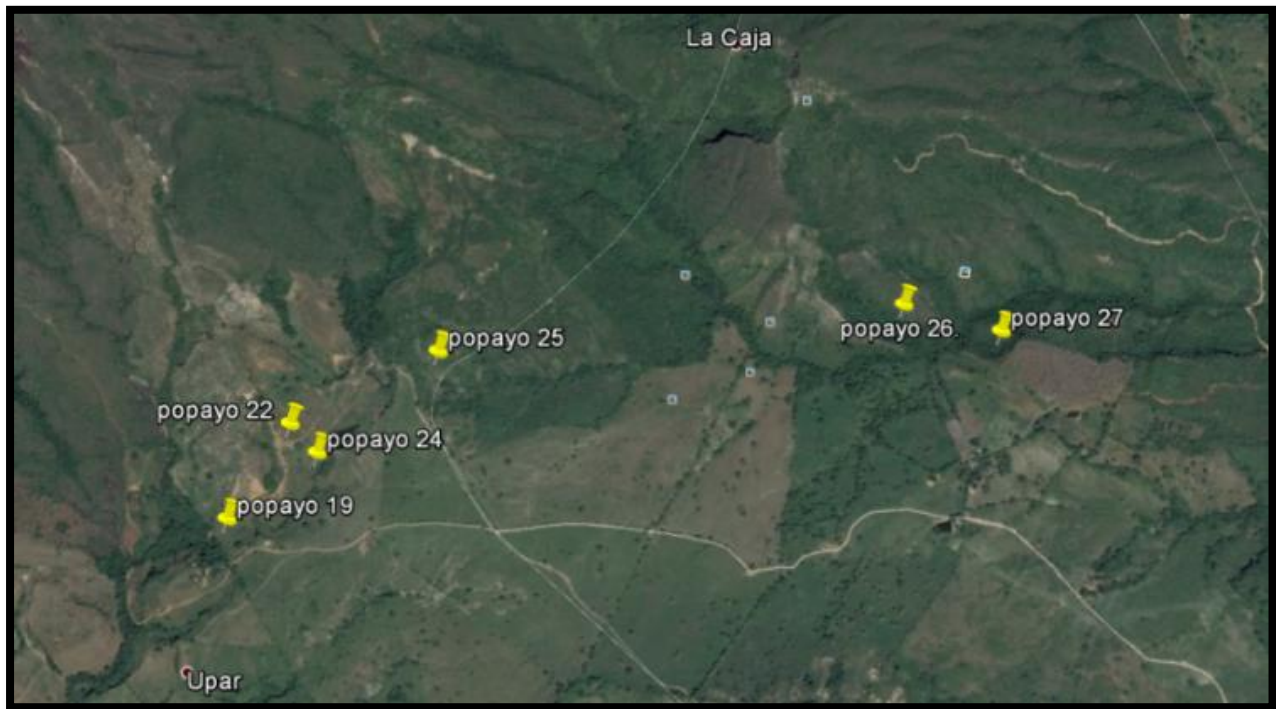
### 6.3 ZONA 3

En la zona 3 se determinó con base a las coordenadas de la agencia Nacional de Hidrocarburos y los puntos preseleccionados en el anteproyecto de grado que fueron Popayo 19, 22, 24, 25, 26 y 27. Véase tabla No. 8. De estos puntos, dos fueron reconocidos en campo no encontrándose indicios directos, y los otros cuatro puntos no se pudo acceder debido a los dueños de las fincas que se negaron a permitir el acceso a sus predios debido a problemas anteriores ajenos a nosotros que habían surgido con empresas petroleras presentes en la zona.

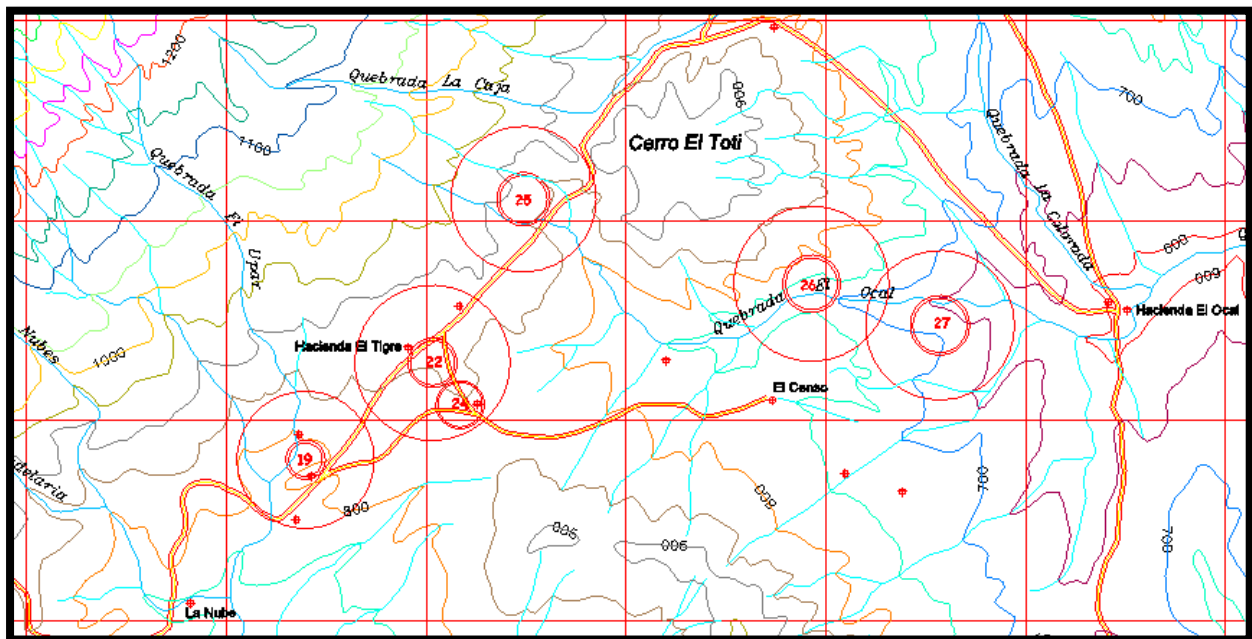
La zona 3 reconocida como sector El Totí se encuentra ubicada en predios de la Hacienda El Censo al cual se puede acceder por medio de la carretera principal que de Neiva conduce al Municipio de Yaguará- Huila hasta el kilómetro 12, posteriormente se accede por un desvío destapado hacia el sector turístico denominado cuevas el tigre que conduce a la finca El Local y Hacienda El Censo, predios en los cuales es necesario avanzar a pie por medio de trocha hasta llegar a las coordenadas, las cuales fueron tomadas de la base de datos de la ANH.

CATEGORIZACION REZUMADERO	TIPO DE REZUMADERO	COORDENADAS		SUBZONA	FORMACION	PLANCHA
		ESTE	NORTE			
POPAYO 19	Indefinido	843395,73	794805,059	3	<b>Caballos</b>	345-I-B
POPAYO 22	Indefinido	844031,04	795289,234	3	<b>Caballos</b>	345-I-B
POPAYO 24	Indefinido	844169,12	795080,394	3	<b>Villeta</b>	345-I-B
POPAYO 25	Indefinido	844485,99	796107,72	3	<b>Caballos</b>	345-I-B
POPAYO 26	No existe	845928,09	795684,387	3	<b>Saldaña- Caballo</b>	345-I-B
POPAYO 27	No existe	846571,07	795476,602	3	<b>Caballos</b>	345-I-B

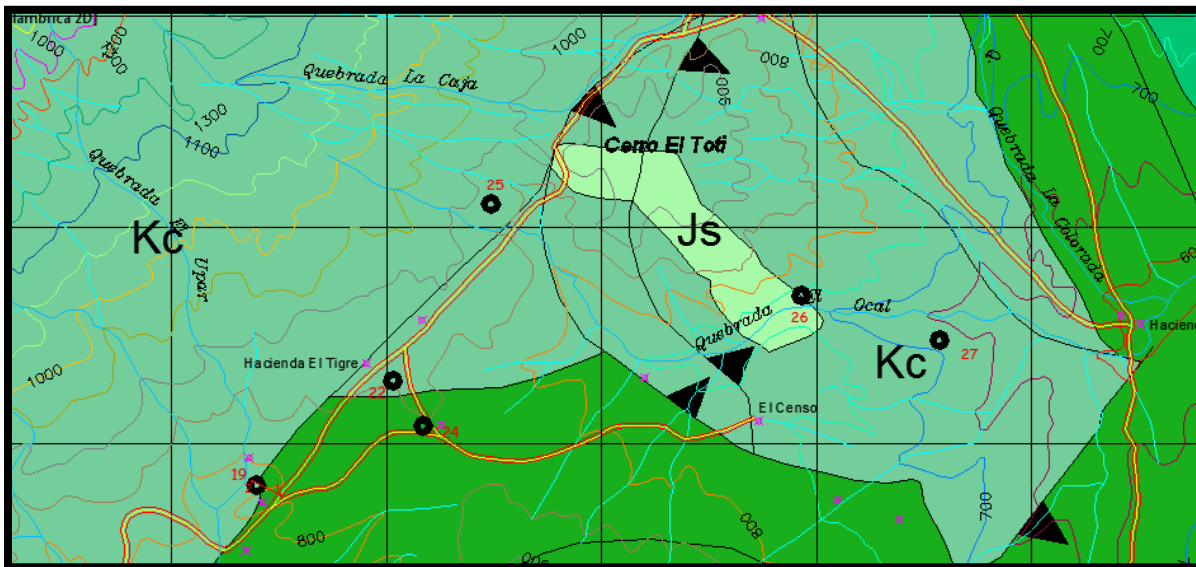
**Tabla 8. Ubicación georeferenciada de los rezumaderos según la ANH.**



**Ilustración 39. Fotografía aérea de la Zona 3. Tomada de Google Earth.**



**Ilustración 40. Localización Zona 3 Mapa topográfico. Plancha del IGAC.**



**Ilustración 41. Localización Zona 3. Mapa geológico. Plancha del IGAC.**

Para la evaluación de la zona 3 fueron realizadas cuatro visitas de campo con el fin de mediar con los otros vecinos de las zonas aledañas donde se ubicaban los puntos faltantes (19, 22, 24, 25) quienes se opusieron rotundamente al acceso a sus predios para realizar la determinada caracterización de los rezumaderos; sin embargo su registro está consignado junto con el track realizado con GPS Garmin para los puntos de los rezumaderos Popayo 26 y Popayo 27 a los cuales si se pudo acceder a la zona.

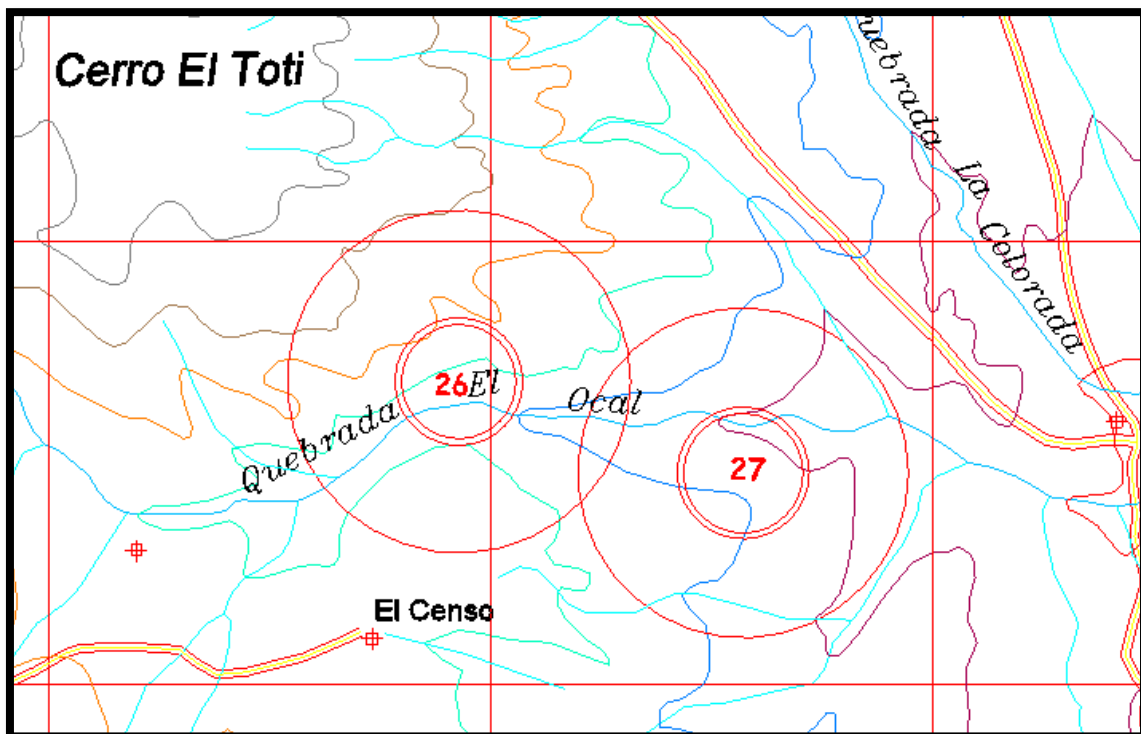
### 6.3.1 REZUMADEROS POPAYO 19, 22, 24 Y 25

Como se indicó anteriormente el acceso a Popayo 19, 22, 24 y 25 se dificultó debido a que después de estar haciendo el reconocimiento en el área fuimos desalojados forzosamente con **machete** por parte del mayordomo de la Hacienda El Tigre el señor Jesús Hernán Cuenca, también presidente de la comunidad rural de la Vereda El Upar. Se les entrego carta por parte de la universidad Surcolombiana en la que se informaba los objetivos de la visita de campo y sin embargo el señor no accedió y termino por retirarnos de la zona.

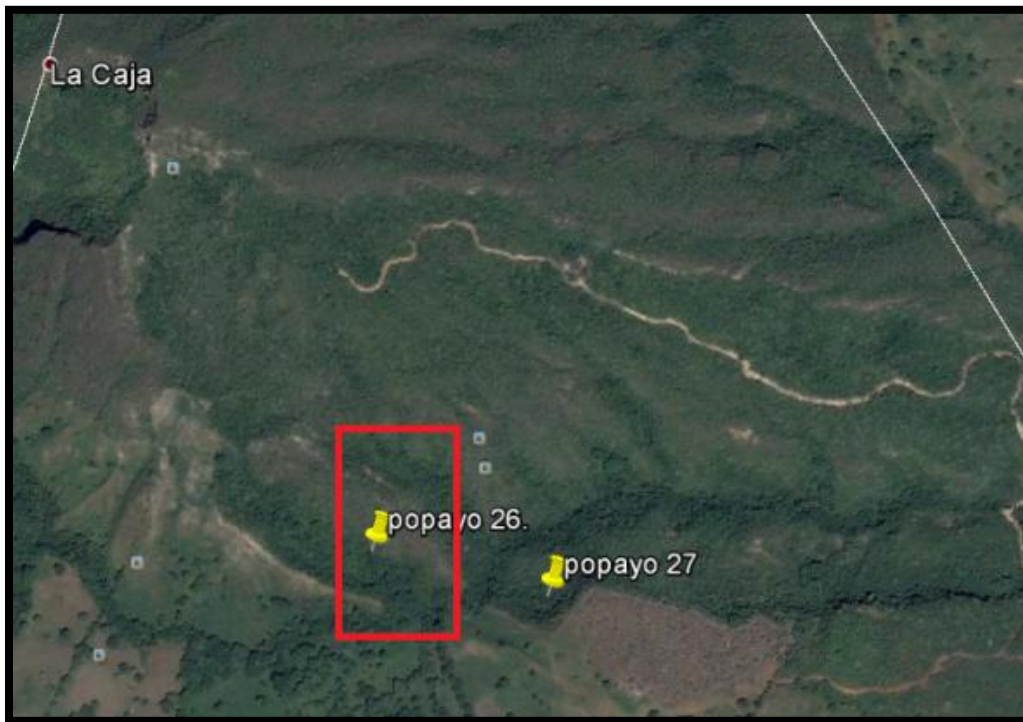
### 6.3.2 REZUMADERO POPAYO 26

Se accede al punto Popayo 26 por la carretera principal que de Neiva conduce al Municipio de Yaguará- Huila hasta el kilómetro 50, posteriormente se accede por un desvío destapado hacia el sector turístico denominado cuevas el tigre que conduce a la Hacienda El Censo. El sector Popayo 26 queda ubicado en los predios del Cerro el Toti.

El reconocimiento realizado en el sector de Popayo 26 y específicamente en el punto de las coordenadas entregadas para la realización de este proyecto y extraídas del Mapa de Rezumaderos de Colombia publicado por la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) no muestra indicios de la presencia de hidrocarburos aunque con base en los objetivos del trabajo se realizó el reconocimiento geológico del área.



*Ilustración 42. Localización resumadero 26. Mapa topográfico. Plancha 345-I-B del IGAC.*



*Ilustración 43. Rezumadero 26. Fotografía tomada de Google Earth versión libre.*

### **6.3.1.2 GEOLOGÍA DEL ÁREA DE REZUMADERO POPAYO 26**

Estratigráficamente el punto Popayo 26 se localiza sobre una zona parcialmente cubierta con derrubios y un afloramiento de rocas ígneas volcánicas pertenecientes a la formación Saldaña.

El afloramiento con una potencia de 2 metros corresponde a una secuencia de flujos de rocas ígneas extrusivas de color rosado a gris claro, semimeteorizadas y con una textura hipocristalina, y porfirítica conformado por cuarzo (25%) de aspecto hialino a lechoso cristalino y localmente con fractura concoidea, ortoclasa (40%) de color rosado claro y parcialmente alterada generando minerales de arcilla y sericita, las plagioclasas (25%) se encuentran altamente alteradas y/o meteorizadas formando minerales de arcilla de tipo caolinita, los minerales máficos (10%) corresponden a anfíboles con alteración propílica generando epidotas y óxidos de hierro.

El afloramiento se encuentra altamente fracturado presentándose en contacto fallado con la formación Caballos al oriente de Popayo 26.



### **6.3.1.2.2 Geología estructural del área de rezumadero popayo 26**

El único afloramiento presente en Popayo 26 presenta unos flujos lávicos con una orientación N60E / 30SE, existen dos sistemas de diaclasas con orientaciones este oeste y Norte sur verticales. Las diaclasas son abiertas con espaciamentos de 0,3 – 0,5 mm y se encuentran rellenas de suelo y material carbonoso que pueden hacer presumir la presencia de hidrocarburos.

El contacto con la formación Caballos hacia el occidente es de tipo discordante y hacia el oriente es fallado. La falla de carácter local es de tipo inversa con un rumbo N20E/ 70°SE.



*Fotografía 8. Zona boscosa en el área del rezumadero Popayo 26*

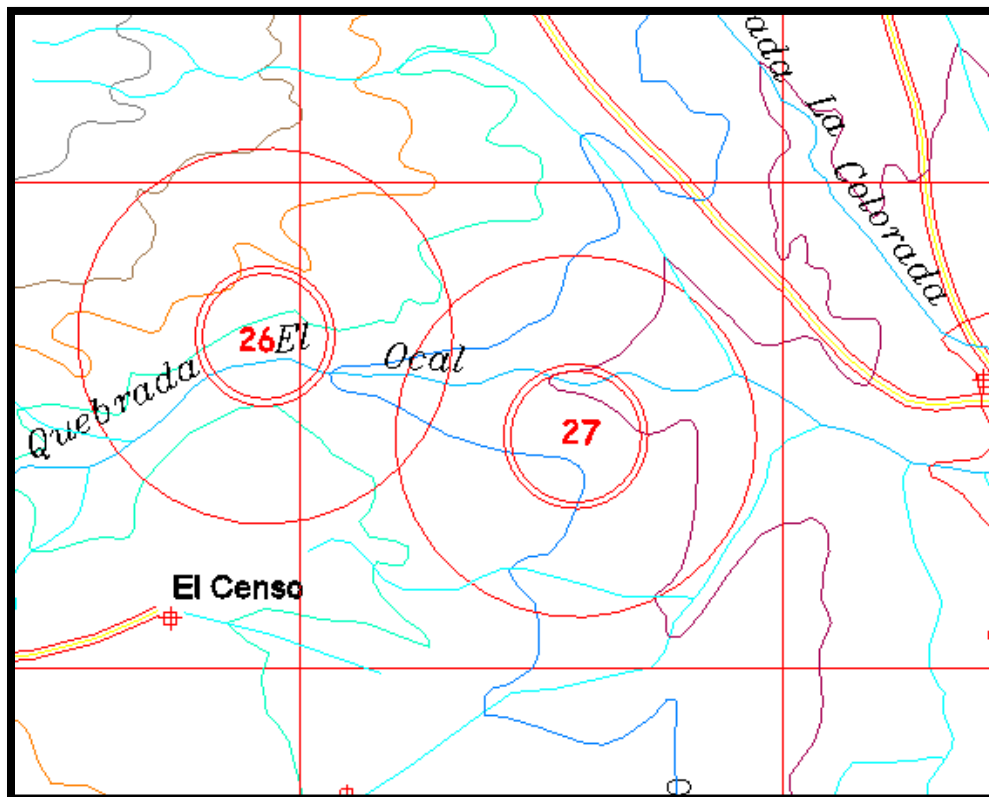
## 6.3.2 REZUMADERO POPAYO 27

### 6.3.2.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE REZUMADERO

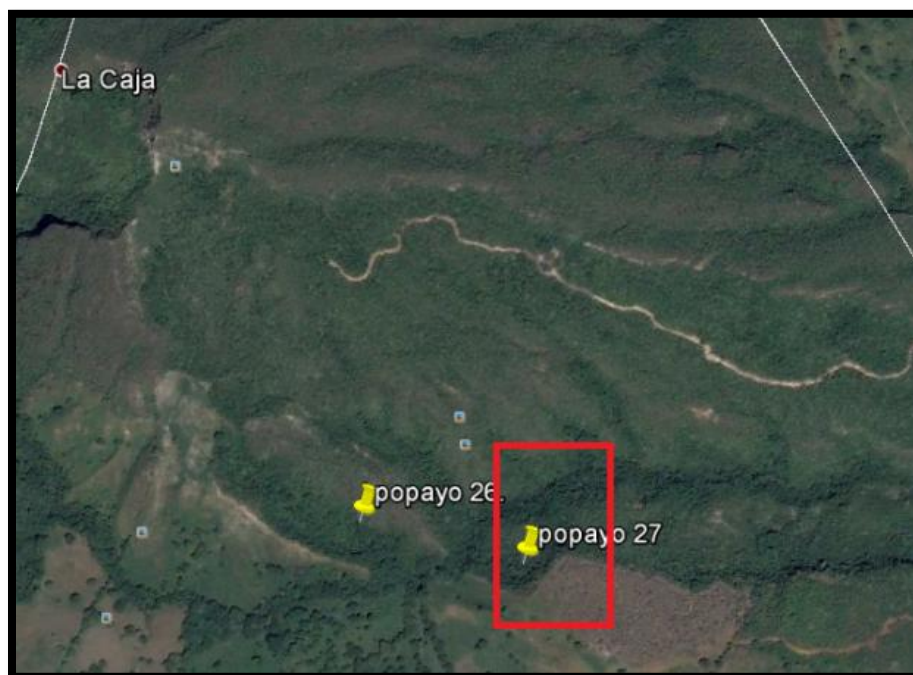
#### POPAYO 27

Se accede al punto Popayo 27 por la carretera principal que de Neiva conduce al Municipio de Yaguará- Huila hasta el kilómetro 50, posteriormente se accede por un desvío destapado hacia el sector turístico denominado cuevas el tigre que conduce a la Finca El Ocal.

El reconocimiento realizado en el sector de Popayo 27 y específicamente en el punto de las coordenadas entregadas para la realización de este proyecto y extraídas del Mapa de rezumaderos de Colombia publicado por la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) no muestra indicios de la presencia de hidrocarburos aunque con base en los objetivos del trabajo se realizó el reconocimiento geológico del área.



*Ilustración 44. Localización resumadero 27. Mapa topográfico. Plancha 345-1-B del IGAC.*



*Ilustración 45. Rezumadero 27. Fotografía tomada de Google Earth versión libre.*

### **6.3.2.2 GEOLOGÍA DEL ÁREA DE REZUMADERO POPAYO 27**

Estratigráficamente el punto Popayo 27 se localiza sobre una zona parcialmente cubierta por arbustos y vegetación arbolécea y hacia el occidente se presenta un escarpe perteneciente a la formación Caballos Superior (véase fotografía 10) el cual fue descrito para este punto.

El escarpe se presenta como un conjunto de estratificación gruesa a muy gruesa con una potencia de 10 metros conformados por areniscas, estas son de color gris claro a blancuzcas cuando están frescas aunque casi todo el afloramiento tiene una patina de materia orgánica que le da una apariencia oscura y aceitosa. Las areniscas presentan una textura conformada por granos de tamaño medio a grueso de forma subredondeadas y bien seleccionadas embebidas en una matriz de limo y cementadas con sílice. Composicionalmente está conformada por cuarzo (95%) de aspecto hialino a localmente lechoso, algunos minerales pesados de tipo ilmenita (1%) y óxidos de hierro. La matriz limosa (3%) se encuentra embebida dentro de los granos y manifestada por el tinte blanco en los dedos cuando se roza la roca. El cemento es silíceo (1%) y la da a la roca con una cohesividad fuerte.

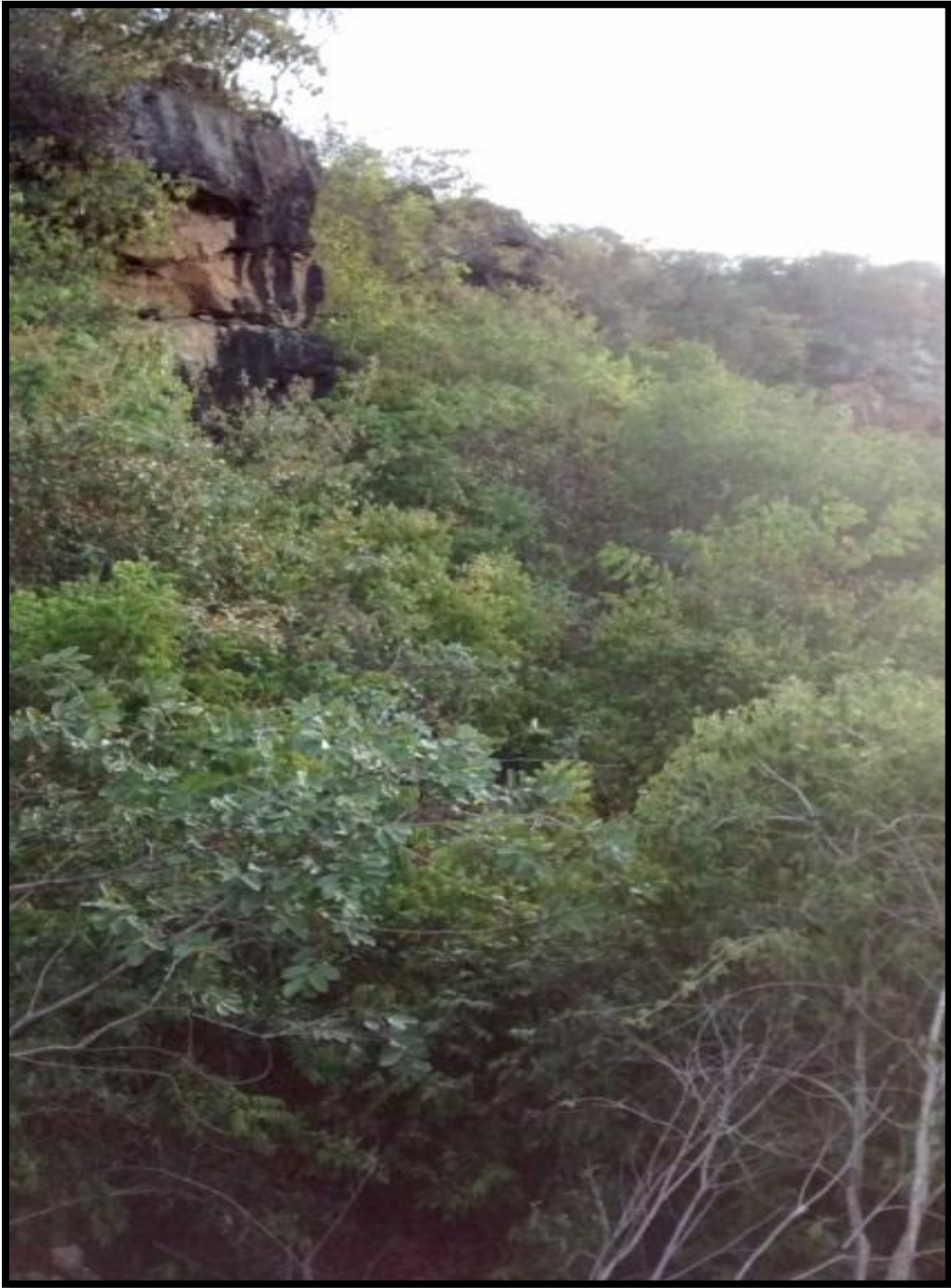
Estas rocas son porosas permeables y presentan algún grado de humedad manifestando la percolación de agua. Se realizó un conocimiento en toda el área circundante por alrededor de 200 metros a la redonda sin encontrar ningún indicio de rezumadero ni iridiscencias en el agua como también la ausencia total de olor a gas. Así también por comunicación verbal por el mayordomo de la finca manifiesta no haber visto algún tipo de rezumadero en el sector.

#### **6.3.2.2 Geología estructural del área de rezumadero popayo 27**

Estructuralmente el área de Popayo 27 está representada por un monoclinial homogéneo poco fracturado y con direcciones de rumbo N70E con inclinaciones entre 10 y 15° hacia el sureste (SE).



*Fotografía 9. Panorámica hacia el Este sobre los puntos Popayo 26 y 27*



*Fotografía 10. Escarpe de la Formación Caballos Superior sobre Popayo 27.*

## CONCLUSIONES

- Al grupo Popayo le fueron asignados en el proyecto macro sobre rezumaderos del Huila 16 puntos de acuerdo a la base de datos de la ANH de los cuales tan solo fueron reconocidos geológicamente 10 puntos y los otros 6 no se tuvo acceso por problemas de orden público.
- De los 10 puntos reconocidos y descritos geológicamente tan solo 5 fueron rayados con trazas de hidrocarburos a manera de rezumaderos fósil descritos en este trabajo como impregnaciones de la roca.
- Los rezumaderos Popayo 21 y 23 son los que presentan mayor impregnación como rezumaderos fósil con dismigración secundaria.
- Fue levantada la columna estratigráfica Popayo 21 y Popayo 23 con un espesor de 34 metros muestra dos rezumaderos fósil producto de la dismigración secundaria.
- Popayo 13 y Popayo 17 se encontraron rezumaderos asociados a la formación Villeta con impregnaciones leves de hidrocarburo consideradas en este trabajo como dismigración primaria.
- Este trabajo se realizó cumpliendo los objetivos y comprendiendo la importancia de la Geología en las labores de cualquier profesional en la Industria del Petróleo.

## RECOMENDACIONES

Debido a la importancia que amerita el proyecto macro de rezumaderos del Huila dirigido por el museo geológico y del Petróleo y el respaldo del grupo de investigaciones **EMCOSURC** se recomienda informar a la ANH sobre los nuevos hallazgos de rezumaderos y la usencia de los que ellos reportan.

El currículo del programa de Ingeniería de petróleos debe reforzar las asignaturas del área de Geología ya que los ejecutores de este proyecto consideran que la exploración de hidrocarburos es un campo de acción en el que también pueden participar los Ingenieros de Petróleos.

Los proyectos de grado del programa de Ingeniería de Petróleo deben orientarse a la investigación en el área de exploración y desarrollo de campos petroleros.

## BIBLIOGRAFÍA

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.



## **ANEXOS**

Columna estratigráfica Popayo 21 y Popayo 23.

Mapa geológico de las planchas 323-III-B, 345-I-B y 345-I-D.