

IDENTIFICACIÓN DE LOS PASIVOS AMBIENTALES GENERADOS POR LA  
EXPLOTACIÓN DE HIDROCARBUROS EN EL CAMPO PALAGUA, FINCA EL  
DESQUITE, PUERTO BOYACÁ - FASE1

DIEGO JOSÉ HERNÁNDEZ PINTO  
SERGIO ANDRÉS PRADA AVELLANEDA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-QUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS  
BUCARAMANGA

2018

IDENTIFICACIÓN DE LOS PASIVOS AMBIENTALES GENERADOS POR LA  
EXPLOTACIÓN DE HIDROCARBUROS EN EL CAMPO PALAGUA, FINCA EL  
DESQUITE, PUERTO BOYACÁ- FASE1

DIEGO JOSÉ HERNÁNDEZ PINTO  
SERGIO ANDRÉS PRADA AVELLANEDA

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de  
INGENIERO DE PETRÓLEOS

DIRECTOR  
Oscar Vanegas Angarita  
Ingeniero de Petróleos

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-QUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS  
BUCARAMANGA

2018

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	16
1. IDENTIFICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DEL CAMPO PALAGUA Y LA PROBLEMÁTICA A ABORDAR.....	18
1.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA.....	18
1.2 INTERROGANTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	19
1.3.1 Objetivo general.....	19
1.3.2 Objetivos específicos .....	19
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	19
1.5 ALCANCE .....	20
1.6 METODOLOGÍA .....	20
1.7 ANÁLISIS CONTEXTUAL DEL CAMPO PALAGUA.....	20
1.7.1 Reseña Histórica del Campo. ....	20
1.7.2 Ubicación del Campo.....	22
1.7.3 Características del Yacimiento.....	23
1.7.4 Geología del Campo Palagua.....	24
1.7.5 Formaciones Productoras en el Campo Palagua.....	25
1.7.6 Mecanismo de Producción Presentes en el Campo Palagua. ....	26
1.7.7 Actividades de Explotación Petrolera del Campo Palagua. ....	26
1.7.8 Descripción del proceso de producción de crudo .....	27
1.7.8.1 Levantamiento artificial. ....	27
1.7.8.2 Líneas de flujo.....	27
1.7.8.3 Manejo del petróleo. ....	28
1.7.8.4 Planta de inyección de agua PIA. ....	30
1.7.8.5 Manejo de gas. ....	33

2. MARCO TEÓRICO .....	34
2.1 IMPACTO AMBIENTAL EN LA INDUSTRIA PETROLERA .....	34
2.2 CONCEPTOS GENERALES .....	37
2.2.1 Sistemas Ecológicos.....	37
2.2.2 Impacto Ambiental. ....	41
2.2.3 Estudio de Manejo Ambiental (eia). ....	44
2.2.4 Pasivos Ambientales.....	46
2.2.4.1 Pasivo Ambiental en el Subsector de Hidrocarburos. ....	46
2.2.4.2 Procedimiento de Identificación de Pasivos Ambientales en el Subsector de Hidrocarburos. ....	47
2.2.4.3 Informe de Identificación de un Pasivo Ambiental. ....	47
2.2.5 Pasivo Ambiental de Flujo.....	48
2.2.6 Pasivo Ambiental Acumulado. ....	48
2.2.7 Proceso de Generación de Pasivos Ambientales. ....	48
2.2.8 Biodegradabilidad de los Componentes del Petróleo. ....	48
2.2.9 Comportamiento de los Hidrocarburos. ....	49
2.2.10 Efecto de los Hidrocarburos en los seres vivos .....	51
2.3 MARCO LEGAL .....	52
2.3.1 Normas Constitucionales.....	54
2.3.1.1 Ley 23 de 1973. ....	55
2.3.1.2 Decreto 2811 de 1974.....	56
2.3.1.3 Ley 09 de 1979. ....	56
2.3.1.4 Ley 99 de 1993. ....	56
2.3.1.5 Decreto 1728 de 2002.....	58
2.4 COMPONENTES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS DE LA ZONA DE INFLUENCIA DEL CAMPO PALAGUA .....	59
2.4.1 Componentes Bióticos .....	60
2.4.1.1 Flora.....	60
2.4.1.1 Fauna.....	63
2.4.2 Componentes Abióticos .....	69

2.4.2.1 Paisaje y Suelo. ....	69
2.4.2.2 Factores Climáticos.....	70
2.4.2.3 Geología General.....	71
2.4.2.4 Geología Estructural. ....	72
2.4.2.5 Geomorfología. ....	73
2.4.2.6 Hidrología.....	74
3. IMPACTO AMBIENTAL EN LA CIÉNAGA DE PALAGUA E IDENTIFICACIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES PRESENTES TRAS LA EXPLOTACIÓN PETROLERA .....	75
3.1 ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS Y DE GESTIÓN AMBIENTAL LLEVADOS A CABO EN LA CIÉNAGA DE PALAGUA .....	75
3.2 CONSIDERACIONES RESPECTO A LA CONTAMINACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES POR LAS ACTIVIDADES INHERENTES A LA EXPLOTACIÓN DE HIDROCARBUROS EN EL CAMPO PALAGUA. ....	80
3.3 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES CON EVIDENCIA RECOLECTADA IN-SITU PARA LA ZONA DE PALAGUA EN EL DEPARTAMENTO DE PUERTO BOYACÁ, HACIENDA EL DESQUITE. ....	84
3.3.1 Bajos inundables y piscinas de hidrocarburos. ....	84
3.3.2 Posibles daños ocasionados debido a las líneas de flujo. ....	88
3.2.3 Suelos y aguas contaminadas. ....	92
3.2.4 Obras Civiles.....	96
3.2.5 Emisión de Gases de Combustión a la Atmósfera.....	98
4. EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS OPERACIONALES Y OBSERVACIONES .....	99
4.1 DE LOS PASIVOS AMBIENTALES DE LA TEXAS PETROLEOUM COMPANY .....	99
4.2 INCIDENTES AMBIENTALES A CAUSA DE AGUAS LLUVIAS .....	100
4.3 CONTROL DE ESPECIES INTRODUCIDAS .....	100
4.4 ACTIVIDADES DE REFORESTACIÓN DE AFLUENTES .....	102

4.5 REPOSICIÓN DE LÍNEAS DE FLUJOS .....	103
4.6 RESPECTO A LAS AFECTACIONES EN LA PROPIEDAD PRIVADA .....	104
4.7 RESPECTO A LOS FACTORES QUE AFECTAN LA VIDA EN LAS FUENTES HÍDRICAS DE LA CIÉNAGA DE PALAGUA.....	105
4.8 ANÁLISIS DE CAUSALIDAD DE LA PROBLEMÁTICA DE IMPACTO AMBIENTAL.....	106
4.9 CONSIDERACIONES GENERALES .....	108
4.10 ACERCA DE LA IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	110
5. CONCLUSIONES .....	113
6. RECOMENDACIONES.....	115
BIBLIOGRAFÍA.....	117

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación del Campo Palagua.....	23
<b>Figura 2.</b> Secuencia geológica típica del campo Palagua.....	25
<b>Figura 3.</b> Esquema General de los Sistemas de Recolección de Petróleo Crudo	29
<b>Figura 4.</b> Esquema General de la planta de Inyección de Agua en Campo Palagua.....	32
<b>Figura 5.</b> Componentes del sistema ecológico.....	39
<b>Figura 6.</b> Evolución del Impacto Ambiental a través del Tiempo.....	44

## LISTA DE IMÁGENES

<b>Imagen 1.</b> Vista Panorámica de la Planta de Inyección de Agua en Campo Palagua.....	32
<b>Imagen 2.</b> Canaleta que almacena agua con un alto contenido de Hidrocarburo.	84
<b>Imagen 3.</b> Panorama de impacto en fuentes hídricas debido a la actividad petrolera.....	85
<b>Imagen 4.</b> Panorama de impacto en fuentes hídricas debido a la actividad petrolera.....	86
<b>Imagen 5.</b> Ejemplos de Animales Víctimas de la Contaminación en Campo Palagua.....	87
<b>Imagen 6.</b> Líneas de flujo con alto grado de corrosión.....	88
<b>Imagen 7.</b> Contaminación en campo Palagua debido a una ruptura en la línea de inyección de agua. ....	89
<b>Imagen 8.</b> Rotura de tubería enterrada evidencia de contaminación en Suelos de los alrededores de la ciénaga de Palagua. ....	90
<b>Imagen 9.</b> Animales Víctimas de la Interacción con las Líneas de Flujo .....	91
<b>Imagen 10.</b> Animales Víctimas de la Interacción con las Líneas de Flujo .....	91
<b>Imagen 11.</b> Aguas contaminadas en las periferias de la Ciénaga de Palagua.....	92
<b>Imagen 12.</b> Evidencia Mortandad de Peces en los Afluentes a la Ciénaga de Palagua.....	94
<b>Imagen 13.</b> Impacto ambiental por maquinaria pesada en campo Palagua.....	96
<b>Imagen 15.</b> Tea de Combustión de Gas Natural en la Estación 2 del Campo Palagua.....	98
<b>Imagen 16.</b> Deforestación debido a la Actividad Petrolera.....	102

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Manejo del petróleo en el campo Palagua.....	28
<b>Tabla 2.</b> Tipología de impactos ambientales más comunes en los estudios ambientales.....	41
<b>Tabla 3.</b> Comportamiento del petróleo en aguas y suelos.....	50
<b>Tabla 4.</b> Efecto de los hidrocarburos en los seres vivos.....	51
<b>Tabla 5.</b> Normas ambientales generales en Colombia .....	53
<b>Tabla 6.</b> Normas ambientales específicas en Colombia .....	58
<b>Tabla 7.</b> Especie de Pastos Naturales.....	60
<b>Tabla 8.</b> Gramíneas Presentes en el Área .....	61
<b>Tabla 9.</b> Leguminosas Presentes en el Área .....	61
<b>Tabla 10.</b> Especies más frecuentes en la zona de bajos humedales .....	61
<b>Tabla 11.</b> Especies arbustivas de bosques primarios y secundarios a la zona de influencia.....	63
<b>Tabla 12.</b> Especies de mamíferos reportadas para esta zona de influencia del Campo Palagua .....	64
<b>Tabla 13.</b> Especies de aves reportadas para la zona de influencia del campo Palagua.....	66
<b>Tabla 14.</b> Especies de reptiles reportadas para la zona de influencia del campo Palagua.....	68
<b>Tabla 15.</b> Otras especies de anfibios y reptiles reportados para la zona de influencia del campo Palagua .....	69
<b>Tabla 16.</b> Otras especies de aves reportados para la zona de influencia del campo Palagua.....	69
<b>Tabla 17.</b> Otras especies de mamíferos reportados para la zona de influencia del campo Palagua .....	69
<b>Tabla 18.</b> Identificación de pasivos ambientales en el área de influencia a la ciénaga de Palagua .....	82

## LISTA DE ANEXOS

- ANEXO A Diagrama Proceso de Generación de Pasivos ambientales
- ANEXO B Material Audiovisual: Video 1 adjunto, Audiencia Pública del 08 de agosto de 2014.
- ANEXO C Material Audiovisual: Video 2 adjunto, Audiencia Pública del 08 de agosto de 2014.
- ANEXO D Material Audiovisual: Video 3 adjunto, Audiencia Pública del 08 de agosto de 2014.
- ANEXO E Material Audiovisual: Video de animal víctima de un entrapamiento de agua con hidrocarburos.
- ANEXO F Material Audiovisual: Video de reparación de ruptura de tubería mediante uso de soldadura.
- ANEXO G Material Audiovisual: Video 1 adjunto, Laguna contaminada, afluente de la ciénaga de Palagua.
- ANEXO H Material Audiovisual: Video 2 adjunto, Laguna contaminada, afluente de la ciénaga de Palagua.
- ANEXO I Material Audiovisual: Video evidencia de presencia de hidrocarburos en capas someras del subsuelo en las periferias de la ciénaga de Palagua.
- ANEXO J Material Audiovisual: Video evidencia de propagación de plantas fitorremediadoras en los afluentes a la ciénaga de Palagua.
- ANEXO K Más fotos evidencia de contaminación.

*NOTA: VER ANEXOS EN LA CARPETA ADJUNTA AL CD*

## RESUMEN

**TÍTULO:** IDENTIFICACIÓN DE LOS PASIVOS AMBIENTALES GENERADOS POR LA EXPLOTACIÓN DE HIDROCARBUROS EN EL CAMPO PALAGUA, FINCA EL DESQUITE, PUERTO BOYACÁ- FASE 1<sup>1</sup>

**AUTORES:** DIEGO JOSÉ HERNÁNDEZ PINTO; SERGIO ANDRÉS PRADA AVELLANEDA<sup>2</sup>

**PALABRAS CLAVES:** CAMPO PALAGUA, IMPACTO AMBIENTAL, PASIVO AMBIENTAL;

### **DESCRIPCIÓN:**

La extracción y explotación de petróleo en el campo Palagua ha generado pasivos ambientales durante más de 60 años, convirtiéndolo en uno de los campos petroleros más contaminados del país, la descripción de las prácticas operacionales y de las causas que ocasionaron estos pasivos ambientales permite evaluar la incidencia en la generación de impactos ambientales para la posterior cuantificación (Fase 2) y remediación (Fase 3).

Esta investigación destaca información descriptiva del campo Palagua, la identificación de los aspectos bióticos y abióticos a la zona de influencia, registro fotográfico, denuncias y testimonios del propietario de la finca El Desquite (lugar donde se encuentra el 70% de los pozos del campo), así como testimonios de otros miembros de la comunidad; donde se evidencia el impacto ambiental generado por los pasivos y un análisis de los resultados observados calificando el cumplimiento de la normatividad ambiental en la zona de estudio.

Entre los principales problemas para examinar se observan; la erosión causada por la actividad de la industria petrolera debido a las obras civiles, la contaminación en terrenos y recursos hídricos debido a las malas prácticas en la producción de petróleo, así como los pasivos ambientales que a lo largo de los años no han sido remediados; entre otros problemas de no menos importancia que se evaluarán en el desarrollo de esta investigación.

---

<sup>1</sup> Trabajo de Grado

<sup>2</sup> Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería de Petróleos Director: Oscar Vanegas Angarita.

## ABSTRACT

**TITLE:** IDENTIFICATION OF ENVIRONMENTAL LIABILITIES GENERATED BY THE EXPLOITATION OF HYDROCARBONS IN THE PALAGUA FIELD, PROPERTY EL DESQUITE, PUERTO BOYACÁ - PHASE 1<sup>3</sup>

**AUTHORS:** DIEGO JOSÉ HERNÁNDEZ PINTO; SERGIO ANDRÉS PRADA AVELLANEDA<sup>4</sup>

**KEYWORDS:** PALAGUA FIELD, ENVIRONMENTAL IMPACT, ENVIRONMENTAL LIABILITY, NORMATIVITY, SUSTAINABLE DEVELOPMENT;

### **DESCRIPTION:**

The extraction and exploitation of petroleum in the Palagua field has made environmental liabilities for more than 60 years making it one of the most contaminated oil fields in Colombia. The description of the operational practices and the causes of these environmental liabilities allows the evaluation of the impact environmental effects for subsequent quantification (Phase 2) and remediation (Phase 3).

This research result information from the Palagua field, identification of biotic and abiotic aspects to the area of influence, photographic record, complaints and testimonies of the owner of the property El Desquite (place where 70% of petroleum wells are located), as well as testimonies from other members of the community; which shows the environmental impact generated by the environment liabilities and an analysis of the observed results qualifying compliance with environmental regulations in the study area.

Among the main problems to examine are observed; erosion caused by the activity of the oil industry due to civil works, contaminations in land and water resources due to poor practices in oil production, as well as environmental liabilities that over the years have not been remedied; among other problems of no less importance that will be evaluated in the development of this research.

---

<sup>3</sup> Trabajo de Grado

<sup>4</sup> Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas. Escuela de Ingeniería de Petróleos Director: Oscar Vanegas Angarita.

## INTRODUCCIÓN

El petróleo es una de las mayores fuentes para la economía de Colombia que es extraído y producido tanto por la empresa estatal y por empresas extranjeras que durante estos procesos necesitan investigar y hacer pruebas para conocer el desarrollo del campo. Muchas veces estas empresas deciden no explotar más el hidrocarburo y dejan junto a una infraestructura obsoleta una cantidad de residuos consecuencia de estos procesos ya mencionados.

Estos residuos a través del tiempo se han convertido en pasivos ambientales que como consecuencia contaminan la zona aledaña (cuerpos de agua, suelos y aire) incumpliendo con la normatividad vigente. Muchas de estas empresas consideran a los pasivos ambientales un gasto extra, razón por la cual no constan en el presupuesto haciendo que estos pasivos permanezcan durante mucho tiempo.

La extracción petrolera deja en todos los casos un impacto ambiental y social además de significar la desaparición de un recurso natural no renovable como lo es el petróleo, con el fin de compensar a la sociedad y región afectada directamente por dicho impacto, son establecidas las regalías como un pago que debe efectuar un tercero a cambio de explotar el subsuelo colombiano, de no compensarse estos costos, parte de la rentabilidad del agente minero-energético es por la apropiación indebida de recursos que transfiere como costos presentes y futuros a la sociedad, esta situación se puede ver agravada en caso de que el agente privado sea de origen extranjero y no nacional, de ser así, los excedentes económicos no se gastan en la economía colombiana, generando un impacto socioeconómico negativo en el país, en la mayoría de los casos, es la sociedad local la que asume la mayor parte de los gastos asociados al impacto ambiental negativo.

Cabe aclarar que el pago de regalías no es la única condición impuesta por la legislación colombiana para conceder la explotación de recursos minero-energéticos, adicional a las regalías, toda empresa debe minimizar los impactos ambientales y compensar a la comunidad por aquellos impactos negativos que no pueda evitar. La industria debe compensar por los recursos naturales que destruye durante el proceso de explotación y transporte.

## **1. IDENTIFICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DEL CAMPO PALAGUA Y LA PROBLEMÁTICA A ABORDAR**

Antes de entrar en algún detalle de esta investigación, los autores Diego José Hernández Pinto Y Sergio Andrés Prada Avellaneda aclaran que la presente es la primera fase de un proyecto de la universidad industrial de Santander, dicha fase contempla exclusivamente la identificación de los pasivos ambientales a causa de la explotación de hidrocarburos, esto es posible tras un trabajo de observación y recolección de información en sitio, que por razones que serán expuestas a lo largo de este trabajo, fue escogido: campo Palagua, finca el desquite, puerto Boyacá, como el área idónea de observación y descripción, como lo establece la metodología de investigación.

Es de importancia también mencionar que el proyecto cuenta con el acompañamiento de los investigadores de la fase 2 y 3, quienes son estudiantes de especialización y maestría en el área de química ambiental, siendo ellos idóneos, por ser profesionales en química y medio ambiente, serán los responsables de adelantar las fases correspondientes a la cuantificación de los pasivos ambientales y remediación in situ, respectivamente, y requieren de esta primera fase para el desarrollo y culminación del proyecto.

### **1.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA**

Identificación de los pasivos ambientales generados por la explotación de hidrocarburos en el campo Palagua, finca el Desquite, Puerto Boyacá.,fase I

### **1.2 INTERROGANTES DE LA INVESTIGACIÓN**

¿Cuál es la situación actual del campo Palagua?

- ¿Existen pasivos ambientales en el campo Palagua?
- ¿Cuáles son los impactos ambientales generados por la actividad petrolera?
- ¿Están las compañías operadoras cumpliendo la normatividad?

### **1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

**1.3.1 Objetivo general.** Identificar y evaluar las prácticas operacionales durante la explotación de hidrocarburos y el estado de abandono de los pozos en el campo Palagua, finca el desquite, puerto Boyacá, calificando su incidencia en los pasivos ambientales.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Identificar y describir los componentes bióticos y abióticos del área de influencia directa del campo Palagua.
- Describir las prácticas operacionales del campo Palagua y evaluar el cumplimiento de la normatividad, en cuanto a los procesos de producción de hidrocarburos y el abandono de los pozos, calificando su incidencia en la generación de impactos ambientales.
- Identificar las causas que pudieron generar los pasivos ambientales generados por la explotación de hidrocarburos en el campo Palagua, finca el desquite, municipio de puerto Boyacá.

### **1.4 JUSTIFICACIÓN**

Uno de los campos petroleros identificados en Colombia con la mayor cantidad de impactos y pasivos ambientales es el campo Palagua, de propiedad de Ecopetrol S.A. ubicado en el municipio de Puerto Boyacá. Esto ha generado múltiples conflictos entre las empresas operadoras y los propietarios de las fincas y comunidad aledaña, lo cual ha llegado a los estratos judiciales, entre otras consecuencias que dejan estas series de problemas. Por lo anterior, es esencial,

trascendental e importante contribuir, desde la academia, con la elaboración de un estudio metódico y evaluación para la identificación de los pasivos ambientales y la cuantificación de su incidencia en la contaminación del suelo y el agua en el área de influencia directa del campo Palagua.

## **1.5 ALCANCE**

Aplicando la normatividad establecida en Colombia para los pasivos ambientales mineros (PAM), se realizará el estudio acorde para identificar los principales impactos ambientales de la zona y de acuerdo a las prácticas ejercidas en los procesos de las empresas operadoras en el campo Palagua, se identificarán las causas de los mismos; esto con el fin de abrir paso a una futura evaluación y remediación aplicando métodos de descontaminación de los componentes físicos y bióticos más indispensables; todo esto se realizará con el fin de plasmar las buenas prácticas.

## **1.6 METODOLOGÍA**

Con el fin de identificar las posibles malas prácticas que pudieran generar pasivos ambientales, e identificar si se cumplió o no el seguimiento de las normas establecidas en Colombia para los PAM con respecto al abandono de los pozos, y así poder estimar el impacto que hacen sobre los componentes físicos y bióticos de la zona, se realizarán dos visitas en el mes de marzo al campo Palagua en la finca el Desquite en Puerto Boyacá, se planea dar por concluido el proyecto para el mes de junio.

## **1.7 ANÁLISIS CONTEXTUAL DEL CAMPO PALAGUA**

**1.7.1 Reseña Histórica del Campo.** El campo Palagua fue descubierto por la compañía Texas Petroleum Company con la perforación del primer pozo que

comenzó el 4 de noviembre de 1954 y fue completado el 30 de noviembre del mismo año. El pozo alcanzó una profundidad de 5774' y en la prueba oficial produjo 427 Bbls /día con gravedad °API de 18.2 desde la formación Guaduas. La concesión Palagua 638 inició el periodo de explotación del campo desde el 8 de Noviembre de 1956 hasta el 7 de Noviembre de 1986, fecha en la cual fue entregada a Ecopetrol.

Ecopetrol entre los años de 1991-1992 logró completar un total de 188 pozos terminados oficialmente, de los cuales 88 eran pozos activos, 22 productores inactivos, 4 inyectores de agua y 74 abandonados definitivamente. Durante 1992 Ecopetrol quiso aumentar la producción del campo con un piloto de inyección de vapor en 5 pozos del bloque 145, sin obtener los resultados esperados ya que hubo un aumento considerable del corte del agua.

En el año 1994 como parte de un proyecto de inyección de aguas residuales producidas en el campo se construye y se pone en funcionamiento una planta de inyección de Aguas residuales (PIA) con capacidad para 1200 Bbls, la planta se vio afectada tras un incidente en 1996 que generó un incendio en la batería principal, la cual se quemó en gran parte.

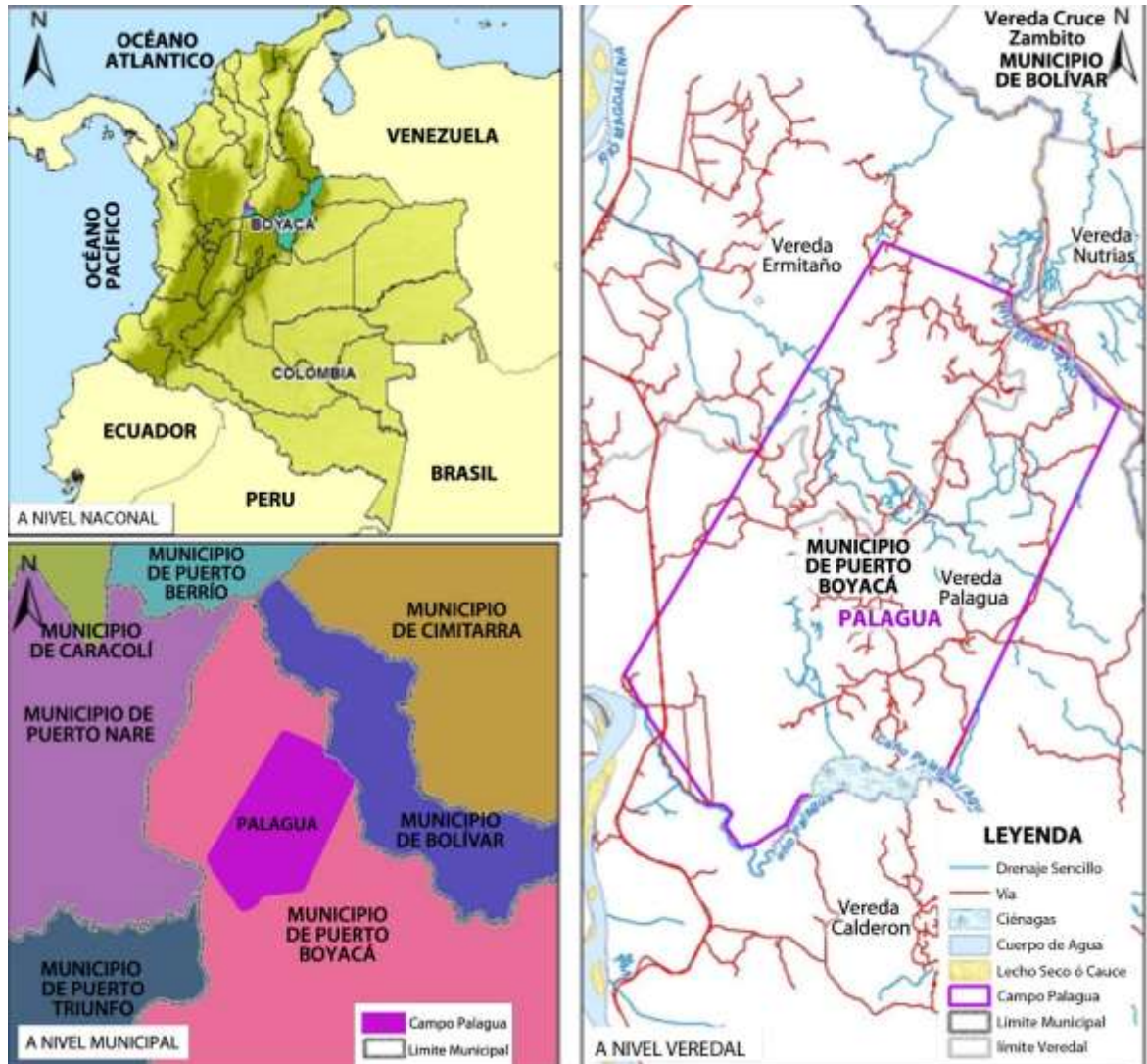
Con el vencimiento del plazo en 1986 y mediante la resolución N° 293 de noviembre de 1986 se dio la reversión del campo para que fuese administrado por el estado por medio de Ecopetrol hasta el año 2001. Ecopetrol en el año 2000 adelantó un proceso de adjudicación de campos cuyo fin era el aumento de la producción, para esto se firma un contrato de producción incremental (CPI) en Palagua con la Unión Temporal Ismocol-Joshi-Parko (UT-IJP), el cual fue acordado el 20 de Diciembre de 2000 y dio inicio el 14 de Julio del año siguiente. Desde esa fecha la unión temporal asumió las funciones de operador del CPI Palagua que se extiende hasta por 21 años más.

Como parte del proyecto incremental de producción, la unión temporal IJP finalizó la perforación de tres pozos de desarrollo (desviados) en el año de 2003 con el fin de alcanzar zonas de este yacimiento que hasta la fecha no habían sido drenadas. Estos pozos fueron el P-196 que fue completado oficialmente en mayo 4 de 2003, el P-197 completado oficialmente en Julio 25 de 2003 y el P-198 completado oficialmente en Junio 19 de 2003.

En la actualidad para el mes de diciembre de 2016 la producción de petróleo del campo alcanzó una producción de 4303 Bbls/día.

**1.7.2 Ubicación del Campo.** El campo Palagua se encuentra localizado en la vereda Palagua y el Ermitaño que pertenece a la jurisdicción del municipio de Puerto Boyacá, departamento de Boyacá, en la margen oriental del río Magdalena. Tiene una extensión de 9800 hectáreas. La principal vía de acceso al campo es la carretera denominada Troncal de la Paz, a 35 km de la cabecera municipal. La altura promedio es 137 metros sobre el nivel del mar. Aproximadamente a 7 km al oriente se encuentra la Estación Vosconia de Ecopetrol y al norte la ciénaga de Palagua, el 70% de los pozos se encuentran en el predio El Desquite. En la Figura 1 se muestra la ubicación regional del campo Palagua.

Figura 1. Ubicación del Campo Palagua



Fuente: Tesis de grado: Propuesta de un programa de integridad para la planta de inyección de aguas de formación en Campo Palagua-Puerto Boyacá.<sup>2</sup>

**1.7.3 Características del Yacimiento.** En el campo Palagua pasa la falla Velásquez que controla el movimiento de fluidos hacia el occidente, la posición Noroeste-Sureste de la falla fueron determinados por diferentes estudios sísmicos mediante la perforación de varios pozos secos, a lo largo de esta falla se encuentran ubicados otros campos como lo son campo Caipal, Ermitaño y Velásquez que se encuentran compartiendo un solo yacimiento.

El yacimiento no cuenta con solo esta falla, existen unas fallas transversales que se desprende de la falla principal (Velásquez) haciendo que el yacimiento este dividido en diferentes bloques.

Por el oriente el yacimiento limita con un acuífero natural y junto con los diferentes bloques y a las diferentes arenas productoras hace que se formen diferentes contactos múltiples aguas-aceite.

**1.7.4 Geología del Campo Palagua.** Los estratos arenosos productores del campo Palagua corresponden a las formaciones Tune, Guaduas y a una secuencia litológica denominada Oligoceno del Terciario, constituidas por sedimentos de origen fluvial, depositados en ambientes dominados por corrientes entrelazadas o meandriformes, conformando una serie interestratificada por estratos arenosos y capas de arcilla. Las areniscas están compuestas principalmente por cuarzo, son poco consolidadas, presentan regular a buena selección, tamaño de grano variable, desde conglomeradas a finas; las arcillas son principalmente de la familia de las esmectitas y son solubles.

Estructuralmente el área del campo Palagua esta circunscrita en una zona dentro del estilo del flanco occidental de la cordillera oriental, la cual corresponde a bloques fallados al oriente. Dentro de esta área se observa un monoclinal que buza hacia el Sur-Este y rumbo noreste.

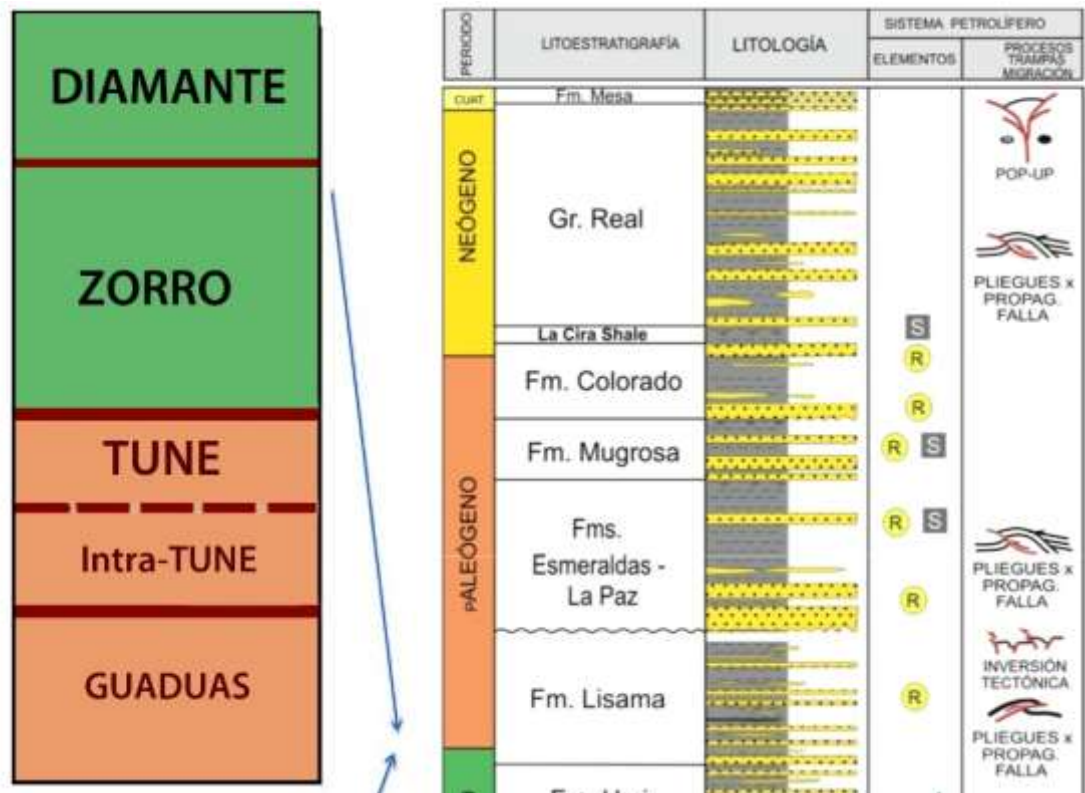
El monoclinal está afectado por la falla Velásquez, la cual presenta una dirección Noroeste-Sureste y una serie de fallas perpendiculares a la falla principal. La falla Velásquez da lugar a un alineamiento de depresiones entre las que se encuentra la ciénaga de Palagua.

Al Sur-Oriente del campo se localiza la falla Cambrás de tipo inverso con dirección Sur-Norte, el plano de falla buza hacia el oriente y coloca en contacto el Terciario con el Cretáceo.

**1.7.5 Formaciones Productoras en el Campo Palagua.** La producción del campo proviene de dos formaciones: Guaduas y Tuné DEL Oligoceno, que presentan múltiples arenas productoras. La estructura productora está conformada por una serie de bloques fallados denominados 116, 62, 185, 155, 109, y 145, como consecuencia de la falla principal.

La secuencia de las formaciones en un pozo típico del Campo Palagua es como se muestra en la figura 2.

**Figura 2.** Secuencia geológica típica del campo Palagua



Fuente: Agencia Nacional de Hidrocarburos, Cuenca Valle Medio del Magdalena.

Las dos formaciones superiores (Diamante y Zorro) están compuestas principalmente por una secuencia de intercalaciones de conglomerados y niveles arcillosos. Son sedimentos maduros con una mala selección y se caracterizan por contener fluidos de agua dulce.

Las arenas de las formaciones productoras de hidrocarburos (Tuné y Guaduas) presentan buena respuesta al registro potencial espontaneo y resistividad que varía de 5 a 35 ohmios-metro, aunque las arenas de la formación Tune tienen una respuesta eléctrica de aceite mucho menor que las arenas basales de la formación Guaduas.

**1.7.6 Mecanismo de Producción Presentes en el Campo Palagua.** El campo Palagua produce de un yacimiento de aceite negro subsaturado, cuyo mecanismo principal de producción es por empuje hidráulico ya que presenta un acuífero activo de gran tamaño que permite el restablecimiento inmediato de la presión. Este acuífero presenta una ventaja para la explotación de hidrocarburos ya que posee una alta temperatura de fondo y el mantenimiento de la presión estática.

**1.7.7 Actividades de Explotación Petrolera del Campo Palagua.** El contrato del aumento de producción incremental (CPI) permitió a la unión temporal (UT-IJP) realizar un estudio de correlación de datos estratigráficos, historial de pozos y análisis de yacimientos para definir las estrategias de cumplimiento de los objetivos del programa. Con base en los resultados obtenidos se dispuso a perforar 3 pozos direccionales llegando al objetivo planteado desde locaciones existentes para reducir el impacto ambiental todo con el fin de llegar a las áreas del yacimiento que no habían sido drenadas y las cuales son imposibles de drenar con los pozos existentes.

## **1.7.8 Descripción del proceso de producción de crudo**

**1.7.8.1 Levantamiento artificial.** En el campo Palagua todos los pozos productores cuentan con bombeo mecánico, la mayor parte de las unidades instaladas corresponden a unidades Lufkin con capacidad entre 160,228,320, mil libras que se accionan con motor eléctrico (Econopac y General Electric tamaño 2,3,4).

La mayoría de estas unidades de bombeo son de tipo convencional, es decir balanceada con pesas.

**1.7.8.2 Líneas de flujo.** Las líneas de flujo son una tubería de superficie que transporta petróleo, gas o agua y que conecta el cabezal del pozo con un múltiple de producción o con alguna instalación de producción como separadores, calentadores etc. En el campo Palagua desde la estación de recolección 2 y 4 se transporta el petróleo hasta la batería principal donde este crudo es tratado y posteriormente es llevado hasta la Estación Vasconia a través del oleoducto Palagua-Vasconia de aproximadamente 8 km de longitud con tubería de 8" de diámetro, en donde por medio de una unidad LACT se miden los volúmenes entregados. En el 2002 ante un plan maestro ambiental ejecutados por la gerencia del alto magdalena medio, Ecopetrol desarrollo un programa de actualización de líneas con el que pretendía remplazar y acondicionar estas líneas averiadas y redefinir su trazado para evitar el cruce por cuerpos de agua.

Este cambio se hizo notar en la construcción de colectores que recogen la producción de cada pozo a lo largo del recorrido haciendo que la longitud de la línea que sale de cada cabezal sea mucho menor. Para cualquier prueba de producción los pozos cuentan con un colector paralelo de un menor diámetro.

**1.7.8.3 Manejo del petróleo.** El petróleo producido junto a una inyección de antiespumante y químicos rompedores de emulsiones es dirigido a su respectiva batería de recolección en donde allí se pasa por un manifold para luego pasar por un separador Gas-Líquido, La corriente líquida (Petróleo-Agua) es llevada a un tanque para que por medio de la diferencia de densidades de estos líquidos logren separarse. El petróleo separado se envía hacia una batería principal en el que se disminuye la salinidad mediante un lavado en contracorriente de agua dulce. Los parámetros a la entrega son:

- Gravedad API:14.8°
- Salinidad PTB: 22
- BSW (%): 0.48
- Azufre (%):1.25

El agua que se separó previamente por el diferencial de densidades es drenada y dirigida hacia un separador general API del campo donde se aplica diferentes químicos para el tratamiento y finalmente se envía a una planta de inyección (PIA). El 99% de agua asociada a la producción es reinyectada a la formación y el 1% es usada en trabajos de reacondicionamientos de pozos tales como la limpieza de arenas en los pozos.

El gas producido es usado como alimento para la planta de generación eléctrica, tratadores térmicos, quemadores y algunos motores de combustión interna. En la siguiente tabla se muestran algunas características de los procesos realizados en las baterías o estaciones de recolección.

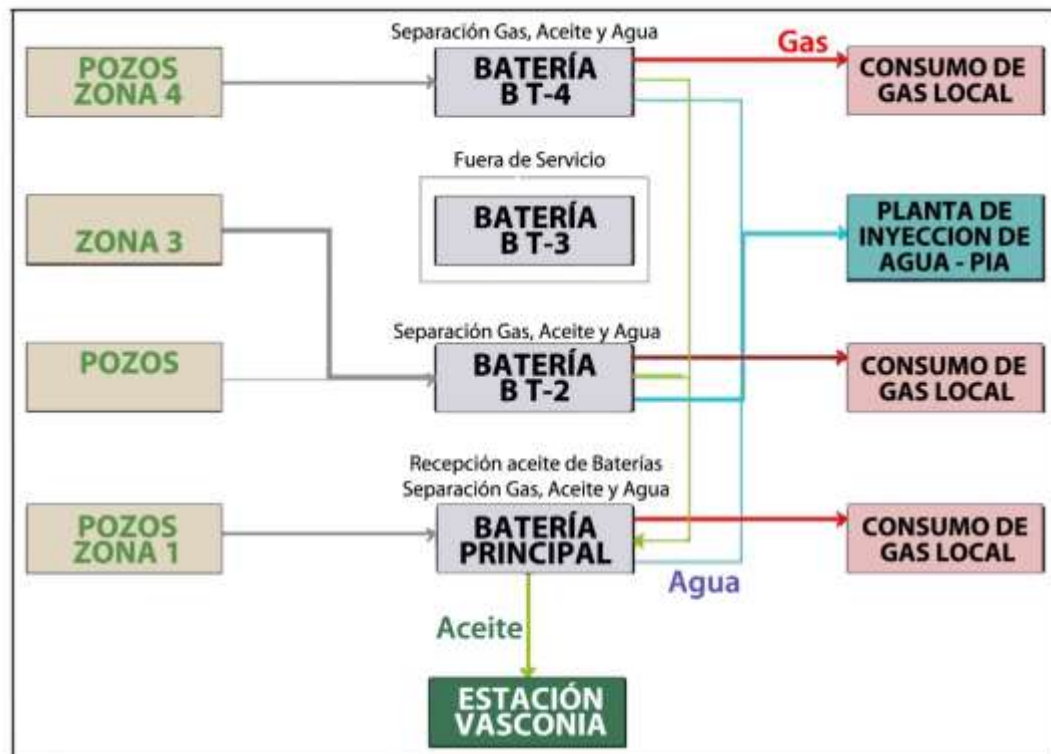
**Tabla 1.** Manejo del petróleo en el campo Palagua

BATERIA	PROCESOS
<b>BT-1</b> <b>BATERIA PRINCIPAL</b>	-Recepción de aceite de las baterías BT-2 y BT-4. -Separación de gas, petróleo y agua. -Consumo de gas local.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Envío de agua de producción al separador API general.</li> <li>-Desalinización del petróleo.</li> <li>-Almacenamiento del petróleo.</li> <li>-Envío del petróleo a la estación Vasconia.</li> </ul>
<b>BT-2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Separación de gas, petróleo y agua.</li> <li>-Consumo de gas local.</li> <li>-Envío de agua de producción al separador API.</li> <li>-Envío de petróleo a la batería principal.</li> </ul>
<b>BT-4</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Separación de gas, petróleo y agua.</li> <li>-Consumo de gas local.</li> <li>-Envío de agua de producción al separador API general.</li> <li>Envío de petróleo a la batería principal.</li> </ul>

Fuente: Tesis de grado: Propuesta de un programa de integridad para la planta de inyección de aguas de formación en Campo Palagua-Puerto Boyacá.<sup>2</sup>

**Figura 3.** Esquema General de los Sistemas de Recolección de Petróleo Crudo



Fuente. Tesis de grado: Propuesta de un programa de integridad para la planta de inyección de aguas de formación en Campo Palagua-Puerto Boyacá.<sup>2</sup>

En otras palabras, todo el crudo tratado en la batería N°1 pasa al Gun-barrel, el cual posee un sistema interno de dispersión que facilita el retiro del agua que tiene

el crudo. De qui se pasa a los tanques de almacenamiento los cuales trabajan en forma rotativa como tanques de recibo y de despacho hacia la estación Vasconia de Ecopetrol, donde finalmente reciben el crudo fiscalizado.

Para el envío del crudo a la estación Vasconia se cuenta con 3 bombas las cuales pueden despachar hasta 600 barriles por hora, pero normalmente trabajan a 480 barriles por horas por algunas limitaciones en la estación de recibo.

**1.7.8.4 Planta de inyección de agua PIA.** Desde diciembre de 1994 el agua que se producía en el campo Palagua ya no es más vertida al río Magdalena y a la ciénaga de Palagua ya que esto venia ocasionando una serie de problemas ambientales y conflictos con la población. Con la construcción de una planta de agua en este mismo año, el agua de producción en su totalidad es inyectada al yacimiento previamente tratada para que no genere algún daño a la formación.

El campo Palagua al estar bajo la influencia de un acuífero activo produce gran cantidad de agua que requiere un manejo adecuado y efectivo. Por esta razón el agua de producción es retirada de los separadores, tratadores y tanques de almacenamiento de la batería 1 y de las estaciones 2 y 4. Estos diferentes equipos cuenta con una tecnología de sensores controladores de nivel en la interfase agua-aceite, los cuales accionan unas válvulas de control que permiten el retiro del agua aceitosa o emulsionada. Toda el agua residual de la operación es recibida en un sistema de tratamiento de agua a través del separador general API.

En el separador API se inicia el proceso de tratamiento con una inyección de coagulante y floculante con el fin de precipitar los sólidos que están en suspensión mientras que el aceite flota y es separado por una tubería ranurada. El agua es conducida hacia el foso-100 desde donde es enviada al PIA (Planta de Inyección de Aguas Residuales) por medio de unas bombas. En la planta el agua es sometida a diferentes procesos fisicoquímicos. El proceso físico busca la

separación de la mínima nata de aceite que llega y la filtración de sólidos que puedan ocasionar taponamiento a la formación. En los procesos químicos hay tratamiento por medio de inyección de inhibidor de corrosión, inhibidor de incrustaciones, secuestrante de oxígeno y bactericida los cuales son necesarios para minimizar la corrosión y la formación de incrustaciones a lo largo de la tubería y de los pozos que puedan dañar o taponar la formación.

La inyección se realiza por medio de tres bombas que envían el agua por la tubería hacia los pozos inyectoros de la formación Tuné a 3200' de profundidad promedio.

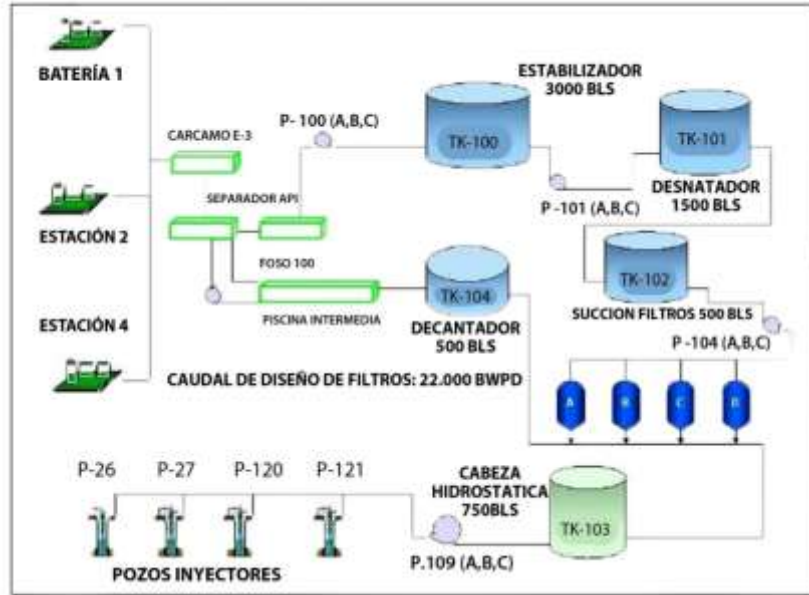
Las condiciones de operación de la planta de inyección de aguas son las siguientes:

- Capacidad de diseño: 12.000 barriles/día
- Presión de inyección máxima: 2.000 psi
- Etapas:
  - Filtración: Retirar sólidos
  - Desnatación: Retirar aceite remanente
  - Otro proceso de filtración: Retirar sólidos y aceites
  - Inyección: al yacimiento

La calidad del agua de inyección es controlada diariamente mediante los sólidos suspendidos, oxígeno disuelto y aceite en agua tanto como a la entrada y a la salida de la planta.

Si en algún momento llega haber un incidente de tipo operacional, el campo cuenta con una piscina de almacenamiento provisional.

**Figura 4.** Esquema General de la planta de Inyección de Agua en Campo Palagua



Fuente. Tesis de grado: Propuesta de un programa de integridad para la planta de inyección de aguas de formación en Campo Palagua-Puerto Boyacá.<sup>2</sup>

**Imagen 1.** Vista Panorámica de la Planta de Inyección de Agua en Campo Palagua



Fuente. Tesis de grado Evaluación de la problemática Socio-Ambiental generada por la explotación de hidrocarburos en la región del carare y Puerto Boyacá.<sup>3</sup>

**1.7.8.5 Manejo de gas.** El campo Palagua trata de aprovechar al máximo el gas producido ya que este es consumido en la generación eléctrica para los tratadores térmicos y en la generación de potencia en la bomba de transferencia de crudo a la estación Vasconia. Este gas también alimenta a una red que lo transporta a los diferentes sitios de consumo.

El sistema de gas cuenta con un dispositivo de alivios de presión en las dos estaciones para ventear el exceso de gas en momentos de bajo consumo en el campo.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 IMPACTO AMBIENTAL EN LA INDUSTRIA PETROLERA

Los diferentes procesos que lleva a cabo la industria petrolera para la extracción y explotación de petróleo actúan sobre el medio ambiente alterando el equilibrio de los seres vivos, este conjunto de alteraciones que es conocido como impacto ambiental puede desarrollar tanto efectos positivos (Generar empleo, fortalecer el fisco nacional, departamental o municipal etc.) como negativos (remoción de cobertura vegetal, alteración de los patrones naturales de drenaje, inducción de procesos de desestabilización de subcuencas, procesos de erosión en áreas de fallas geológicas, contaminación de aguas superficiales y acuíferos, contaminación de suelos, desaparición de especies) en el respectivo ecosistema.

Muchos de los impactos ambientales generados por la industria petrolera son accidentales o causados por la simple actividad de extraer el petróleo que con el transcurrir del tiempo van a causar un pasivo ambiental.

Para analizar los impactos de la industria petrolera hay que conocer y entender las practicas operacionales que se realizan en cada una de las etapas de explotación ya que es muy posible que por lo menos en alguna de ellas se genere algún impacto.

- **Exploración:** Deforestación por la construcción de trochas y helipuertos en la zona donde se va realizar prospección sísmica, desplazamiento de especies animales por efecto del ruido debido a las detonaciones de dinamita que se realizan cada 6 metros, así como el ruido producido por los helipuertos, compactación de suelo cuando la prospección se realiza con camiones vibradores, aceleración de procesos de erosión cuando la operación se realiza

en suelos inestables, alteraciones de comportamiento de algunas especies de aves, peces o mamíferos cuando las detonaciones se realizan en la etapa de reproducción o de desove de la especie, contaminación de acuíferos, destrucción de vertientes de agua debido a las detonaciones.

- **Perforación:** Deforestación, pérdida de biodiversidad, erosión del suelo, interrupción de flujos de agua, uso de recursos naturales (flora y fauna) y generación de residuos domésticos por parte de los trabajadores petroleros, generación de residuos contaminantes provenientes de los cortes y lodos de perforación, ruido y vibraciones, lo que puede generar impacto en el comportamiento en la fauna, desplazamiento de fauna e interrupción permanente de corredores, interrupción de vías de drenaje naturales y contaminación por el ruido generado.
- **Cementación:** Durante la cementación se usa una serie de químicos que son altamente tóxicos que posteriormente van a ser parte del ambiente.
- **Producción:** Contaminación de suelos, acuíferos por la migración vertical de los contaminantes que están en las piscinas; contaminación de ríos, lagunas, zonas boscosas, ecosistemas naturales o áreas agrícolas debido a que las piscinas están abiertas y se rebosan cuando llueve; intolerancia y muerte de muchas especies debido a la alta salinidad y alta temperatura de las aguas de producción; contaminación en el aire; formación de pantanos creados por el vertimiento del agua de formación que en muchos casos tiene muchas trazas de petróleo; contaminación atmosférica provenientes de la quema de gas asociadas al crudo, posibles lluvias ácidas debido a la composición del gas asociado.
- **Transporte:** Contaminación de suelos, ríos, bosques y ecosistemas por ruptura accidentales y terroristas o debido al envejecimiento de las tuberías;

interrupción de corredores biológicos, mortalidad de plantas y animales por la creación de carreteras, oleoductos y gasoducto.

Al dar por culminado la comercialización de cualquier campo las compañías deben cumplir una normatividad con respecto al abandono de pozos que si no se realiza teniéndola en cuenta es posible la generación de focos de contaminación que con el tiempo serán pasivos ambientales.

El abandono de un pozo es el cierre definitivo de éste, que se presenta cuando ya no es comercialmente explotable debido a la declinación de su producción cuando hay un daño irreparable. Este proceso puede ocurrir en un pozo exploratorio o en una etapa de desarrollo del pozo.

Los factores que se deben tener en cuenta al abandonar un pozo son las siguientes:

- Profundidad del pozo.
- Localización del pozo.
- Zonas que atraviesa el pozo.
- Existencia de revestimiento y tipo.
- Longitud de las perforaciones.
- Presión de fondo.
- Presión de yacimiento.
- Equipo y personal utilizado.
- Reglamentaciones legales.

Las operaciones que se debe realizar cuando se va abandonar un pozo son:

- I. Aislamiento de la(s) formación(es) productora(s).
- II. Circulación de fluidos inhibidos de corrosión para evitar contaminación de formaciones adyacentes.

- III. Llenar el pozo con agua potable de acuerdo con las autoridades locales
- IV. Cote de la sarta de revestimiento.
- V. Taponamiento de la tubería de revestimiento intermedia con lechada de cemento.
- VI. Soldadura de plato de acero a la tubería de revestimiento de superficie.
- VII. Desmonte del cabezal de pozo.
- VIII. Etiquetado y sellamiento final del pozo.

## **2.2 CONCEPTOS GENERALES**

**2.2.1 Sistemas Ecológicos.** La ecología es el estudio de la relación que hay entre los seres vivos y el medio ambiente donde habitan, incluso teniendo en cuenta la influencia de un ser sobre el otro. Cuando se habla de ambiente no solo se considera el espacio en el que se desarrolla la vida sino también envuelve los factores bióticos y abióticos presentes en este lugar que interactúan entre ellos. Teniendo en cuenta esto, un sistema ecológico es el conjunto de relaciones e interacciones que existen entre los seres humanos y los demás seres vivos con su respectivo ambiente en unas determinadas condiciones.

**El ecosistema está constituido por dos componentes:**

1. **Factores bióticos:** Se conoce a un factor biótico a todos los organismos que interactúan con otros organismos vivos, refiriéndose a la flora y a la fauna de un lugar específico sin olvidar las interacciones entre ellos que condicionan su existencia.

Los factores bióticos deben tener unas características fisiológicas y comportamentales que les permita sobrevivir y reproducirse dentro de un medio ambiente, al existir muchos seres vivos en un mismo ambiente se crea una

competencia por alimento, espacio etc. Los factores bióticos pueden dividirse en tres tipos:

- Factores bióticos productores: Son los que fabrican su propio alimento a partir de sustancias como dióxido de carbono, agua y sales minerales como por ejemplo las plantas
- Factores bióticos consumidores: Son aquellos seres vivos que no son capaces de fabricar su propio alimento como por ejemplo los animales y el ser humano
- Factores bióticos descomponedores: Organismos que se alimentan en materia orgánica en descomposición, entre ellos hongos, levaduras, bacterias.

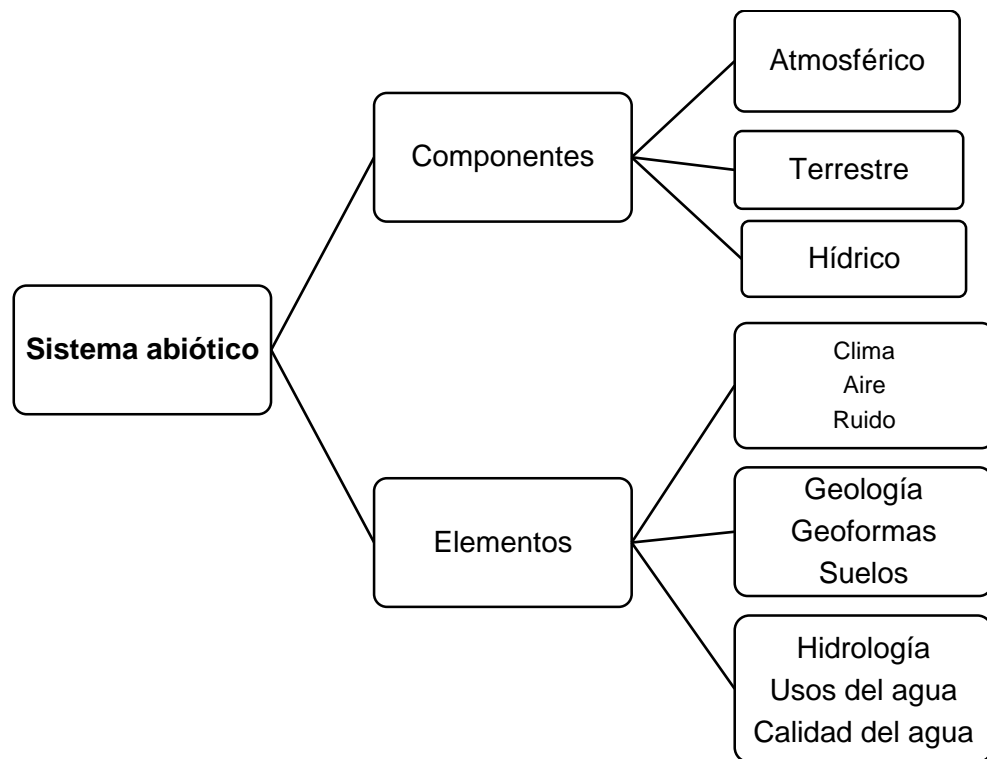
2. **Factores abióticos:** Constituyen el conjunto de elementos físicos y químicos del ambiente que ejercen alguna influencia sobre los seres vivos. Estos factores tienen mayor o menor influencia en el organismo dependiendo del medio (acuático, terrestre) que habitan, estos factores tienen una mayor o menor influencia en el organismo. Entre los factores abióticos están:

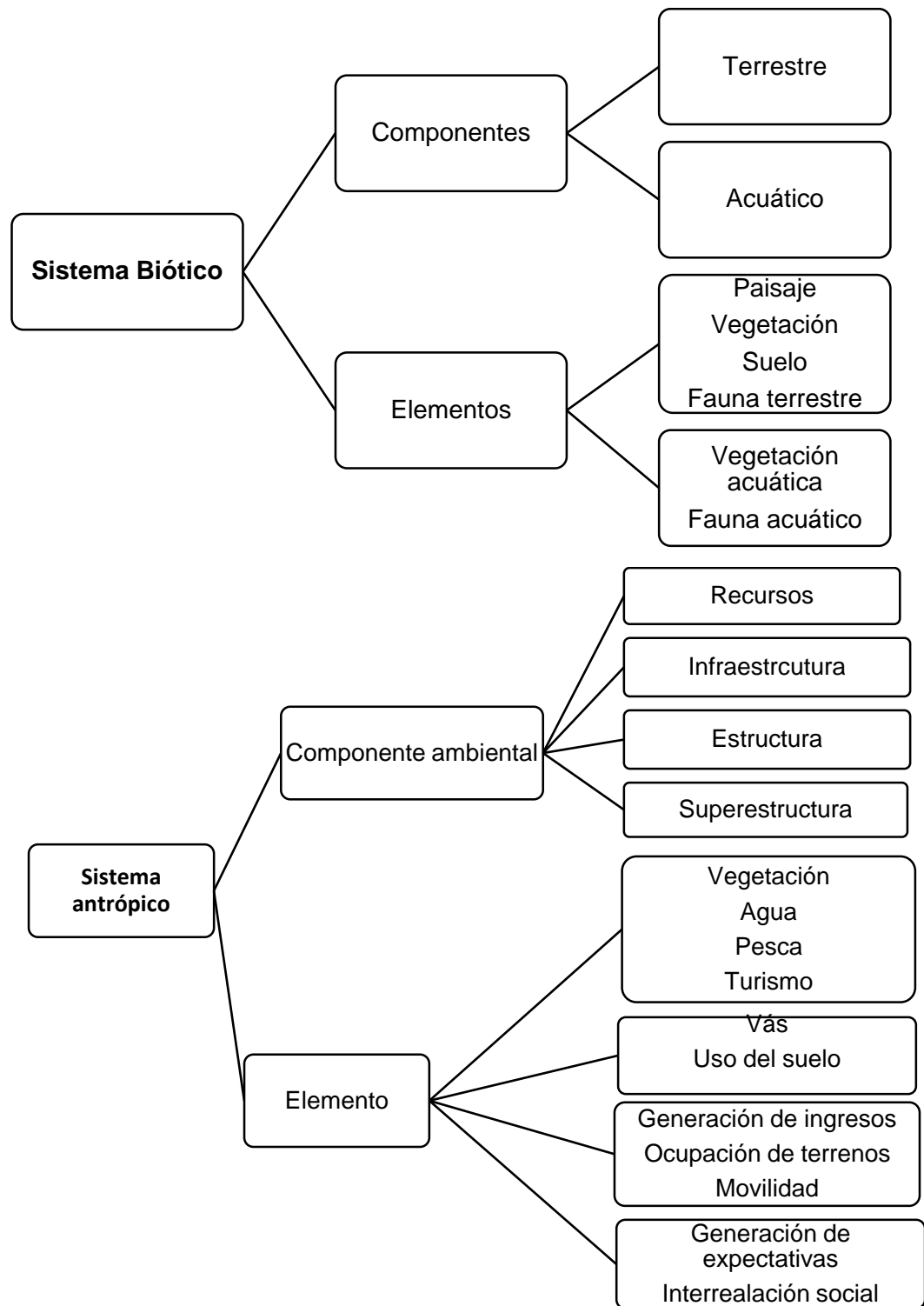
- Factores energéticos: son la fuente de energía que utilizan los seres vivos para llevar a cabo funciones, puede iniciarse con la captación de luz solar para los organismos fotosintéticos o con la degradación de materia para algunas bacterias.
- Factores climáticos: se refiere a los factores que regulan las condiciones climáticas en general. Entre estos factores tenemos la luz solar, la temperatura, el viento y la lluvia, que interactúa con la temperatura en la regulación de las condiciones climáticas.
- Factores del sustrato: tal y como se indica, son aquellos relacionados directamente con el medio donde se desarrollan los organismos, el agua y el suelo y son: los nutrientes y el pH. Los nutrientes son las sustancias

inorgánicas utilizadas por las plantas y los organismos inferiores. Las sales minerales como los nitratos, fosfatos y carbonatos son ejemplos de esas sustancias. El pH proporciona la información sobre la acidez y alcalinidad de los suelos, así como del agua.

El medio biofísico está conformado por el conjunto de variables o elementos interrelacionados entre si y que existen dentro de un entorno. A este conjunto se le conoce con el nombre de sistema. Los sistemas que se deben analizar a la hora de observar el impacto ambiental causado por algún proyecto son el sistema biótico, el sistema abiótico y sistema antrópico donde cada uno se divide en componentes y elementos, donde un componente ambiental corresponde a un conjunto de características agrupadas según la forma como se manifiestan tangibles o intangibles y cada una de estas características o factores se llaman elemento.

**Figura 5.** Componentes del sistema ecológico





Fuente. Rodríguez, Hector A. Estudio de Impacto Ambiental. Guía Metodológica. Escuela Colombiana de Ingeniería. Segunda Edición. Bogotá. Enero 2008

**2.2.2 Impacto Ambiental.** El impacto ambiental se define básicamente como una alteración del medio ambiente que se refleja después de un tiempo (Figura 1).

Según el artículo 1 del decreto 2820 de 2010 *impacto ambiental es cualquier alteración en el sistema biótico, abiótico y socioeconómico que sea adverso o beneficioso, total o parcial que puede ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad.*

Cabe resaltar que no solamente el impacto al ambiente es negativo y que según el entorno en el que se desarrolla el proyecto puede ser positivo.

Según la norma ISO 14001:2004, Sistemas de Gestión Ambiental, *Impacto Ambiental, se define como cualquier cambio en el medio ambiente, sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización; entendiendo Aspecto ambiental como el elemento de las actividades, productos o servicios que puede interactuar con el medio ambiente.*

La tipología de impactos más comunes en los estudios ambientales se muestra en la tabla N°2

**Tabla 2.** Tipología de impactos ambientales más comunes en los estudios ambientales

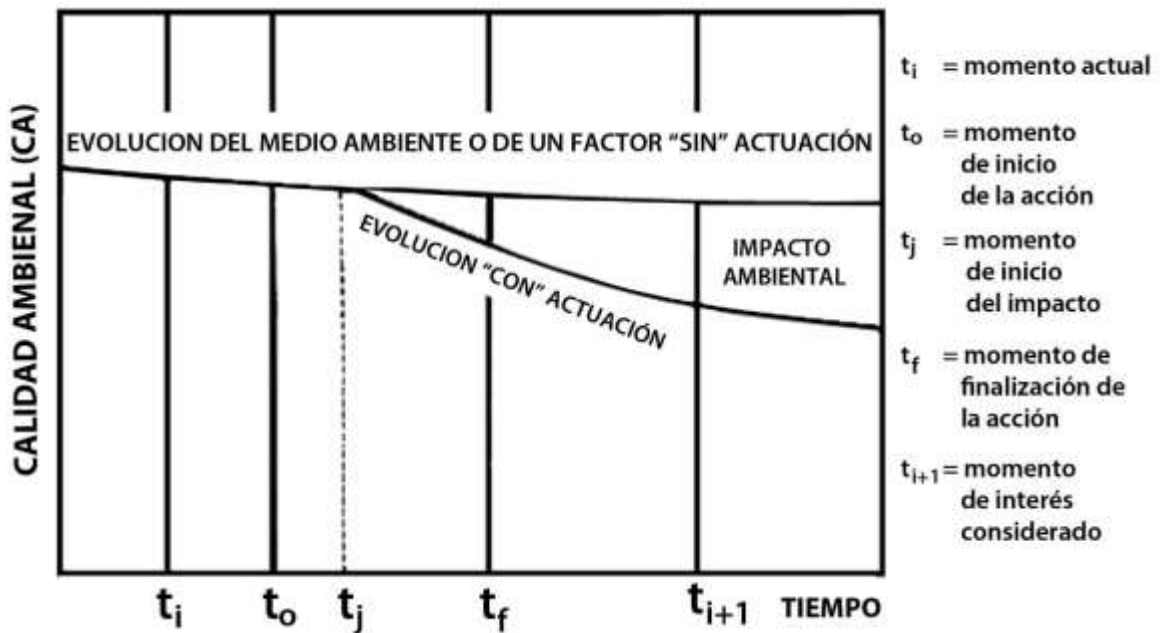
TIPOLOGÍA	CLASIFICACIÓN(impacto)	DEFINICIÓN
Por la variación de la Calidad Ambiental	Positivo	Impacto benéfico al medio ambiente desde el punto de vista económico y técnico.
	Negativo	Impacto adverso cuyo efecto se traduce en pérdida ambiental o en aumento de perjuicios al entorno.
Por la extensión	Puntual	Cuando la acción impactante produce un efecto muy localizado.
	Parcial	Aquel cuyo efecto supone una incidencia apreciable en el medio.
	Total	Aquel cuyo efecto se manifiesta de manera generalizada en todo el entorno considerado.
		Aquel cuyo efecto se manifiesta de manera

Por el momento en que se manifiesta	Latente	generalizada en todo el entorno considerado.
	Inmediato	Aquel en que el plazo de tiempo entre el inicio de la acción y el de la manifestación del impacto es nulo
Por su persistencia	Temporal	Aquel cuyo efecto supone alteración no permanente en el tiempo, con un plazo temporal de manifestación que puede determinarse.
	Permanente	Aquel cuyo efecto supone una alteración, indefinida de los factores ambientales, en el tiempo. (Tiempo superior a 10 años).
Por su capacidad de recuperación	Irrecuperable	Aquel en el que la alteración del medio, o pérdida que supone es imposible de reparar, tanto por la acción natural como por la humana
	Irreversible	Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar, por medios naturales, a la situación anterior a la acción que lo produce
	Reversible	Aquel en que la alteración puede ser asimilada por el entorno en forma medible, a corto, mediano o largo plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio
	Mitigable	Efecto en el que la alteración puede atenuarse de una manera evidente, mediante el establecimiento de medidas correctivas
	Recuperable	Efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana, estableciendo las oportunas medidas correctivas. Aquel en que la alteración que supone puede ser reemplazable
	Fugaz	Aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad y no precisa prácticas correctoras o protectoras. Cuando cesa la actividad cesa el impacto.
Por la relación causa-efecto	Directo	Es aquel cuyo efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental.
	Indirecto	Aquel cuyo efecto supone una incidencia inmediata respecto a la relación de un factor ambiental con otro.
Por la interrelación de acciones y/o efectos	Simple	Aquel cuyo efecto se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación ni en la de su sinergia
	Acumulativo	Aquel efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad al carecer el medio de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción

		causante del impacto.
	Sinérgico	Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes o acciones supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.
Por su periodicidad	Continuo	Aquel cuyo efecto se manifiesta a través de alteraciones regulares en su permanencia.
	Discontinuo	Aquel cuyo efecto se manifiesta a través de las alteraciones irregulares en su permanencia.
	Periódico	Aquel cuyo efecto se manifiesta con un modo de acción intermitente y continúa en el tiempo.
	De aparición irregular	Aquel cuyo efecto se manifiesta de forma imprevisible en el tiempo y cuyas alteraciones es preciso evaluar en función de una probabilidad de ocurrencia.
Por la necesidad de aplicación de medidas correctivas	Critico	Efecto cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas correctivas y de protección.
	Severo	Efecto en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas correctivas o de protección y en el que, aún con esas medidas, aquella recuperación precisa de un periodo de tiempo dilatado
	Moderado	Efecto cuya recuperación no precisa prácticas correctivas o de protección intensivas y en el que el retorno al estado inicial del medio ambiente no requiere un largo espacio de tiempo.

Fuente. Tesis de Grado: Evaluación y Manejo Ambiental de una Planta Recicladora de Plomo<sup>4</sup>.

**Figura 6.** Evolución del Impacto Ambiental a través del Tiempo



Fuente. Guía Metodológica Para la Evaluación del impacto Ambiental<sup>9</sup>.

**2.2.3 Estudio de Manejo Ambiental (eia).** Según el artículo 53 del decreto 2041 de 2014<sup>5</sup> *"El estudio del impacto ambiental es el instrumento básico para la toma de decisiones sobre los proyectos, obras o actividades que requieren licencia ambiental y se exigirá en todos los casos en que de acuerdo con la ley y el presente reglamento lo requiera. Este estudio debe incluir como mínimo lo siguiente:*

1. Información del proyecto, relacionada con la localización, infraestructura, actividades del proyecto y demás información que se considere pertinente.
2. Caracterización del área de influencia del proyecto, para los medios abióticos, bióticos y socioeconómicos.
3. Demanda de recursos naturales por parte del proyecto; se presenta la información requerida para la solicitud de permisos relacionados con la

<sup>5</sup> Decreto Numero 2041 del 15 de Octubre de 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: "Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales"

capacitación de aguas superficiales, vertimientos, ocupación de cauces, aprovechamiento de materiales de construcción, aprovechamiento forestal, levantamiento de veda, emisiones atmosféricas, gestión de residuos sólidos, exploración y explotación de aguas subterráneas.

4. Información relacionada con la evaluación de impactos ambientales y análisis de riesgos.
5. Zonificación de manejo ambiental, definida para el proyecto, obra o actividad para la cual se identifican las áreas de exclusión, las áreas de intervención con restricciones y las áreas de intervención.
6. Evaluación económica de los impactos positivos y negativos del proyecto.
7. Plan de manejo ambiental del proyecto, expresado en términos de programa de manejo, cada uno de ellos diferenciado en proyectos y sus costos de implementación.
8. Programa de seguimiento y monitoreo, para cada uno de los medios abiótico, biótico y socioeconómico.
9. Plan de contingencias para la construcción y operación del proyecto; que incluya la actuación para derrames, incendios, fugas, emisiones y/o vertimientos por fuera de los límites permitidos.
10. Plan de desmantelamiento y abandono en el que se define el uso final del suelo, las principales medidas de manejo, restauración y reconfiguración morfológica.
11. Plan de inversión del 1% en el cual se incluyen los elementos y costos considerados para estimar la inversión y la propuesta de proyectos de inversión, de conformidad con lo dispuesto en el Decreto 1900 de 2006 o la norma que lo modifique, sustituya o derogue.
12. Plan de compensación por pérdida de biodiversidad de acuerdo con lo establecido en la Resolución 1517 del 31 de agosto de 2012 o la que modifique, sustituya o *derogue*.”

El Estudio de Impacto Ambiental para las actividades de perforación exploratoria de hidrocarburos deberá adelantarse sobre el área de interés geológico específico que se declare, siendo necesario incorporar en su alcance, entre otros aspectos, un análisis de la sensibilidad ambiental del área de interés, los corredores de las vías de acceso, instalaciones de superficie de pozos tipo, pruebas de producción y el transporte en carro-tanques y/o líneas de conducción de los fluidos generados<sup>6</sup>.

**2.2.4 Pasivos Ambientales.** Los pasivos ambientales son zonas que por el desarrollo de alguna actividad o proyecto fueron contaminadas por sustancias peligrosas que se dispersaron, pero ahora necesitan una obligatoria remediación.

Los impactos ambientales se convierten en pasivos en la medida en que permanecen en el ambiente y no son reparados, en otras palabras, el pasivo es el resultado de la combinación del impacto y el tiempo en que este permanece en el ambiente sin reparación.

Los encargados en identificar, calificar, y caracterizar la contaminación evalúan los posibles riesgos que existen y establecen medidas correctivas para mantener el equilibrio en el ecosistema.

**2.2.4.1 Pasivo Ambiental en el Subsector de Hidrocarburos.** Un pasivo en el subsector de hidrocarburos es una instalación o pozo mal abandonado, suelo contaminado por efluentes o derrames, restos de residuos y en general, todo aquello que haya sido generado por un operador de hidrocarburos que haya cesado sus actividades. Para que sea considerado un pasivo ambiental, se requiere que genere daño o riesgo de daño al ambiente o a la salud de las personas.

---

<sup>6</sup> IBID

**2.2.4.2 Procedimiento de Identificación de Pasivos Ambientales en el Subsector de Hidrocarburos.** Este procedimiento consta de 4 fases:

1. **Programación de actividades para la identificación de pasivos ambientales en el subsector hidrocarburos:** Esta primera fase consiste en recopilar y revisar la información relevante sobre posibles pasivos ambientales como información de pozos, denuncias, instrumentos de gestión ambiental etc. Posteriormente se elabora un cronograma mensual de visitas para la planificación del trabajo de campo.
2. **Planificación del trabajo de campo:** En esta fase los encargados de la identificación de los pasivos ambientales planifican las intervenciones en campo mediante planes de trabajo que definen los servicios y equipos requeridos, así como el personal técnico que se va a necesitar para esta identificación.
3. **Ejecución de las actividades de identificación de pasivos ambientales:** En esta fase se inspecciona el supuesto pasivo ambiental, se describe el área afectada, elaboración del registro bibliográfico como evidencia de lo observado y la obtención de información de campo relevante para la evaluación del supuesto pasivo.
4. **Determinación de pasivos:** En esta fase la información recopilada en campo es documentada y procesada para luego ser analizada a fin de determinar si el posible pasivo realmente constituye un pasivo o un no pasivo.

**2.2.4.3 Informe de Identificación de un Pasivo Ambiental.** Si se evalúa que el posible pasivo cumple con la definición de pasivo ambiental, se elabora el correspondiente informe de identificación de pasivo, el cual debe contener la siguiente información:

- La identificación del área o lugar evaluado, con su respectiva descripción física, extensión, ubicación, medio biológico y aspectos socioeconómicos relevantes
- Las características de las áreas afectadas y los tipos de contaminantes que contienen sus características físicas, químicas o toxicológicas, de ser el caso
- La calificación de nivel de riesgo (bajo, medio o alto) para la salud. La seguridad de la población y el medio ambiente.

**2.2.5 Pasivo Ambiental de Flujo.** Un pasivo ambiental de flujo es el producto del funcionamiento de todos los equipos e infraestructura que mientras están siendo usados van causando impacto ambiental.

**2.2.6 Pasivo Ambiental Acumulado.** Un pasivo ambiental acumulado es el originado por el abandono de equipos e infraestructura que fueron usados en la operación de extracción del petróleo.

Los costos de remediación en los procesos de contaminación y las malas prácticas de los operarios de la industria generan descontento en la población y con la ausencia de mecanismos legales han contribuido al establecimiento de los pasivos ambientales acumulados que también son atribuidos a operaciones activas que aprovechan la falta de verificación ambiental y la normatividad que es muy pasiva y poco eficiente.

**2.2.7 Proceso de Generación de Pasivos Ambientales.** El proceso de generación de los pasivos ambientales se explica en el **ANEXO A** mediante un diagrama de flujo.

**2.2.8 Biodegradabilidad de los Componentes del Petróleo.** El petróleo es una mezcla de compuestos orgánicos principalmente por hidrocarburos que no son solubles en agua, aunque contienen otros elementos como azufre, oxígeno y

nitrógeno, las características estructurales de estos compuestos definen la velocidad, la complejidad y la viabilidad de la degradación, una estructura química demasiado compleja será degradada muy lentamente<sup>7</sup>.

Los compuestos aromáticos de alto peso molecular como las parafinas y los asfáltenos son consideradas recalcitrantes o son biodegradables muy lentamente. Mc Millen et al (2001) en sus estudios de biodegradabilidad muestra una correlación entre la degradación y la gravedad API. Los crudos con °API >30 son fácilmente degradados, mientras que los crudos con °API <20 son lentamente degradados siendo los alcanos lineales los hidrocarburos más biodegradables debido a la simplicidad de su estructura molecular.

**2.2.9 Comportamiento de los Hidrocarburos.** El petróleo en el ambiente sufre con el tiempo procesos de intemperización. Estos efectos incluyen:

- -Volatilización.
- -Transferencia de la fase acuosa.
- -Oxidación química.
- -Degradación microbiológica

La velocidad de transformación del crudo en el ambiente depende de las condiciones ambientales como, por ejemplo, un crudo liviano y volátil se evapora rápidamente en un derrame superficial mientras si ese mismo crudo se derrama en un suelo arcilloso cubierto con asfalto tenderá a evaporarse con lentitud. Los BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno y xileno) son solubles en agua por lo cual en los cuerpos de agua contaminados están presentes estos compuestos<sup>8</sup>.

---

<sup>7</sup> Pellini, Leandro. Tesis de Grado: Biorremediación Estimulada por Efluentes Cloacales Tratados de Suelos Contaminados con Hidrocarburos. Escuela Superior de Salud y Ambiente. Universidad Nacional de Comahue. Argentina. 2006.

<sup>8</sup> Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group. TPHCWG Series. Volume 1: Petroleum Hydrocarbon Analysis of Soil and Water in the Environment. Amherst Scientific Publishers. Amherst, MA. 1999.

El petróleo puede volatilizarse, convirtiéndose así en contaminante atmosférico, además de afectar a suelos y fuentes de agua por su precipitación, puede tener un efecto negativo en diferentes organismos. La vegetación puede verse afectada, en cierta parte por los contaminantes que entran en las plantas por las estomas en el intercambio gaseoso de la fotosíntesis. Por otro lado, las partículas sólidas pueden depositarse en las hojas, formando unas costras que impiden el desarrollo normal de la planta.

**Tabla 3.** Comportamiento del petróleo en aguas y suelos

Comportamiento del petróleo en el agua	Comportamiento del petróleo en el suelo
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Los compuestos de alto peso molecular tienen menor movilidad y permanecen cerca de la fuente, mientras que los más livianos migran más profundo debido a su mayor solubilidad en el agua.</li> <li>➤ A medida que la cantidad de hidrocarburos disminuye, por disolución u otro mecanismo de remoción, la fracción del espacio poroso ocupada por los mismos disminuye (API 2003).</li> <li>➤ La fracción soluble en agua se difunde del punto de origen del derrame, al estar en contacto con agua utilizando cualquier medio que se lo permita<sup>11</sup>.</li> <li>➤ Cuando el crudo llega al agua, al ser menos denso, puede permanecer por mucho tiempo sin descomponerse.</li> <li>➤ Los contaminantes más pesados del crudo tienden a hundirse y se depositan en los sedimentos convirtiéndose en focos constantes de contaminación.</li> <li>➤ Los crudos livianos pueden penetrar más eficientemente en la columna de agua que los crudos pesados y ser muy tóxicos, pero los crudos pesados permanecen por más tiempo en el ambiente.</li> <li>➤ El crudo se acumula en hábitats acuáticos de baja energía como</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Por difusión, los hidrocarburos se redistribuyen desde la superficie del suelo hacia el interior del mismo.</li> <li>➤ Se une a las partículas del suelo, modificándose su disponibilidad y movilidad.</li> <li>➤ Separación natural de los distintos constituyentes de los hidrocarburos, debido a la exposición de la fase no acuosa a las fases sólida, gaseosa y acuosa del suelo.</li> <li>➤ Los compuestos solventes se filtran, y los sólidos y grasas permanecen en la superficie o son llevados hacia tierras más bajas.</li> <li>➤ Se adsorbe en gran cantidad a la materia particulada, esto disminuye su toxicidad, pero aumenta su persistencia.</li> <li>➤ Los suelos tropicales tienen las condiciones óptimas para la degradación, pero existen otros factores ambientales que incrementan la toxicidad de los hidrocarburos: pH, temperatura e irradiación.</li> <li>➤ El crudo ligero y el petróleo refinado (diesel y gasolina) pueden penetrar mejor en el suelo y llegar a las capas freáticas; también pueden evaporarse con mayor rapidez, y persistir por menor tiempo.</li> </ul>

<p>lagunas y pantanos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Permanece inalterado y toxico por debajo de la capa superficial aeróbica, ya que allí el proceso de degradación es muy lento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Los crudos más pesados son menos tóxicos a corto plazo, pero pueden permanecer en el ambiente por mucho más tiempo.</li> <li>➤ Los hidrocarburos de baja viscosidad pueden penetrar en el subsuelo y persistir, debido a las condiciones anoxicas.</li> </ul>
--	--

Fuente: Tesis de Grado: Identificación de Pasivos Ambientales y Propuesta Metodológica de Remediación de Piscinas API en el Campo Pindo, Operado por el Consorcio Petrosud Petroriva.6

### 2.2.10 Efecto de los Hidrocarburos en los seres vivos

**Tabla 4.** Efecto de los hidrocarburos en los seres vivos

<b>POBLACIÓN HUMANA</b>	Los suelos contaminados facilitan la absorción de metales pesados por especies de plantas.
	Disminución de la agricultura, a largo plazo afectando a la demanda de alimentos por parte de la población.
	Afecciones de salud: desnutrición, dermatológicas, cáncer y abortos <sup>9</sup> .
	La ingestión de hidrocarburos puede afectar 3 sistemas orgánicos: pulmón, aparato gastrointestinal y sistema nervioso.
	El riesgo de aspiración depende de las propiedades de viscosidad, volatilidad, y tensión superficial del hidrocarburo.
	Benceno: 20%-40% la absorbe la piel. Es considerado cancerígeno para el ser humano.
	Tolueno: Es rápidamente absorbido a través del tracto respiratorio. Sus principales efectos son sobre el sistema nervioso.
	Xileno: Efectos en el sistema nervioso.
<b>FLORA</b>	Reducción del proceso de fotosíntesis por la disminución o falta de luz y oxígeno.
	Disminución del crecimiento de plantas por carencia de oxígeno, permitiendo la erosión de los suelos.
	Algunas plantas mueren y se recuperan por brotes, otras se restablecen después de largo tiempo.
	Plantas de raíces de poca profundidad, con reservas alimenticias muy bajas, no se recuperan

<sup>9</sup> Beaglehole, Robert. Bonita, Ruth. Kielstrom, Tord. Epidemiología Basica. Organización Panamericana De La Salud. Mxico. 2003.

<b>FAUNA</b>	La pérdida de extensión en la distribución de algas y fanerógamas que constituyen zonas de alimento de peces.
	El fitoplancton es a su vez el alimento del zooplancton, por tanto al faltar fitoplancton, el zooplancton muere y se interrumpe el crecimiento de diferentes especies
	Peces: Producen larvas deformadas.
	Aves: Alteraciones fisiológicas, aceleración de la función hepática para eliminar el petróleo ingerido, debilidad, modifica su flotabilidad, el poder aislante y térmico de su plumaje, produciéndose la muerte por hipotermia y la imposibilidad de volar
	Corales: Retardo de crecimiento y reducción de sobrevivencia.
	Anélidos: Utilizados como indicadores de ambientes marinos contaminados, vive en sedimentos ricos en productos de desechos de petróleo.
	Protozoos: Las amebas expuestas a hidrocarburos de bajo peso molecular (tóxicos) mueren.
	Crustáceos: Sensibles a concentraciones de petróleo de 0,5 a 0,1 ml/l.
	Moluscos: resisten a la contaminación de hidrocarburos (saturados y aromáticos) y los acumulan, son capaces de degradarlos, pero en caso de contaminación no son aptos para el consumo humano.

FUENTE: Tesis de Grado: Identificación de Pasivos Ambientales y Propuesta Metodológica de Remediación de Piscinas API en el Campo Pindo, Operado por el Consorcio Petrosud Petroriva.6

### 2.3 MARCO LEGAL

La industria del petróleo se caracteriza por la implementación de alta tecnología para la extracción del crudo, pero a pesar de esto no está exenta en que en alguno de sus procesos ocurra un daño ambiental, por lo ya mencionado anteriormente el gobierno nacional se vio obligado a expedir una normatividad que prevengan y mitiguen la posible afectación del medio ambiente.

Colombia consagra en la nueva constitución los principios de vital importancia para la defensa y la conservación del medio ambiente para una calidad de vida adecuada.

Adicional a los elementos políticos consagrados en la constitución colombiana y de las compañías petroleras que operan en Colombia la gestión y la planificación de proyectos se deben realizar de forma conjunta siempre satisfaciendo un

conjunto de normas ambientales generales que para el caso del sector de hidrocarburos se resumen en el siguiente cuadro.

**Tabla 5.** Normas ambientales generales en Colombia

<b>NORMA</b>	<b>MATERIA</b>
Constitución política	<b>Constitución política</b> (Artículos 8,40,58.74,77,80,81,95,226,313,360).  (Derechos y deberes del estado y de los particulares en materia ambiental.
Prevención y control de la contaminación del medio ambiente	<b>Ley 23 de 1973</b> Reglamentada Parcialmente por el Decreto Nacional 704 de 1986 , Reglamentada Parcialmente por el Decreto Nacional 305 de 1988, Reglamentada por el Decreto Nacional 1974 de 1989. Búsqueda del mejoramiento, conservación y restauración de los recursos naturales.
Código de los recursos naturales y del medio ambiente	<b>Decreto 2811 de 1974</b>  Reglamentado por el Decreto Nacional 1608 de 1978 , Reglamentado parcialmente por el Decreto Nacional 1715 de 1978, Reglamentado Parcialmente por el Decreto Nacional 704 de 1986 , Reglamentado Parcialmente por el Decreto Nacional 305 de 1988 , Reglamentado por el Decreto Nacional 4688 de 2005, Reglamentado por el Decreto Nacional 2372 de 2010.  Utilización de recursos naturales renovables y del medio ambiente.
Código sanitario nacional	<b>Ley 9 de 1979</b>  Reglamentada Parcialmente por el Decreto Nacional 704 de 1986, Reglamentada Parcialmente por el Decreto Nacional 305 de 1988 , Reglamentada Parcialmente por el Decreto Nacional 1172 de 1989 , Reglamenta Parcialmente por el Decreto Nacional 374 de 1994 , Reglamentada Parcialmente por el Decreto Nacional 1546 de 1998 , Reglamentada Parcialmente por el Decreto Nacional 2493 de 2004 , Modificada por el art. 36, Decreto Nacional 126 de 2010, en lo relativo a las multas, Modificada por la Ley 1805 de 2016.  Legislación Sanitaria (Gestión ambiental de residuos).
Creación del ministerio del medio ambiente	<b>Ley 99 de 1993</b>  Reglamentado por el Decreto Nacional 1713 de 2002, Reglamentada por el Decreto Nacional 4688 de 2005, Reglamentada parcialmente por el Decreto Nacional 3600 de 2007, Reglamentada por el Decreto Nacional 2372 de 2010.  Política ambiental, licenciamiento ambiental de proyectos.
Reglamentación Licencias ambientales	<b>Decreto 1728 de 2002</b> Derogado por el art. 29, Decreto Nacional 1180 de 2003  Gestión ambiental de proyectos, licencias ambientales, concesión de aguas, emisiones atmosféricas, control.

Fuente: Ortiz y Guatavita, 2014

**2.3.1 Normas Constitucionales.** Con la expedición de la constitución política colombiana de 1991 se establece los deberes y derechos que tiene el estado y las personas legalmente jurídicas en relación con la conservación del medio ambiente todo con el fin de garantizar un desarrollo sostenible del país.

El desarrollo sostenible es la utilización del medio ambiente que satisface las necesidades de las personas en el presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades. Se dice que la constitución política colombiana es ambientalista ya que en ella se evidencia en muchos principios que reflejan la preocupación de garantizar un desarrollo sostenible para las futuras generaciones que están consagradas en los siguientes artículos:

**Artículo 8:** “Es obligación del estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la región”

**Artículo 40:** “La atención de la salud y el saneamiento ambiental son servicios públicos a cargo del estado”

**Artículo 58, Inciso segundo:** “La propiedad es una función social que implica obligaciones, como tal, le es inherente una función ecológica”

**Artículo 79, Inciso Primero:** “Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantiza la participación de la comunidad en las decisiones que pueda afectarle”

**Artículo 79. Inciso segundo:** “Es deber del estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines”

**Artículo 80:** “El estado planificara el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución”. Además, “deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.

**Artículo 81:** “Queda prohibida la fabricación, importación, posesión y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, así como la introducción en el territorio nacional de residuos naturales y desechos tóxicos”.

**Artículo 95, Numeral 8:** “Son deberes de la persona y el ciudadano proteger los recursos culturales y naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano”.

**Artículo 277, Numeral 4:** “Defender los intereses colectivos, en especial el ambiente”.

**Artículo 313, Numeral 9:** “Dictar las normas necesarias para el control, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural del municipio”.

**Artículo 330, Numeral 1:** “Velar por la aplicación de las normas legales sobre usos del suelo y poblamiento de sus territorios”.

**Artículo 360:** “Los departamentos y municipios en cuyos territorios se adelanten explotaciones de recursos no renovables, así como los puertos marítimos y fluviales por donde se transporten dichos recursos o productos derivados de los mismos, tendrán derecho a participas en las regalías y compensaciones”.

**2.3.1.1 Ley 23 de 1973.** Esta ley tiene por objetivo la prevención y control de la contaminación del medio ambiente y la búsqueda del mejoramiento, conservación

y restauración de recursos naturales renovables para defender la salud y el bienestar de todos los habitantes del territorio nacional.

**2.3.1.2 Decreto 2811 de 1974.** Mediante el cual se dicta el código nacional de los recursos renovales y de protección al medio ambiente.

**2.3.1.3 Ley 09 de 1979.** Crea normas generales que sirven de base a las disposiciones y reglamentaciones necesarias para preservar, restaurar y mejorar las condiciones sanitarias en lo que se relaciona la salud humana.

Además, crea los procedimientos y las medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de las descargas de residuos y materiales que afectan o puedan afectar las condiciones sanitarias del ambiente.

**2.3.1.4 Ley 99 de 1993.** Es la ley general ambiental de Colombia a través de esta norma se crea el ministerio de Ambiente, se reordena el sector publico encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el sistema Nacional Ambiental SINA y dictan otras disposiciones.

En el **Título I**, la norma se refiere a los principios que debe seguir la política ambiental colombiana

En el **Título II**, se crea el ministerio del medio ambiente como un organismo rector de la gestión del medio ambiente y de los recursos naturales renovables. El ministerio debe definir las políticas y regulaciones a las que se deben sujetar la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y el medio ambiente de la nación, también define el desarrollo sostenible como el que conduce al crecimiento

económico, a la elevación de la calidad de vida y al bienestar social, sin agotar la base de los recursos naturales renovables.

El **Título III** explica la estructura del ministerio del medio ambiente, pero estos artículos fueron derogados por el artículo 20 del **Decreto 1987 de 1997**.

El Consejo Nacional Ambiental fue creado para asegurar la coordinación intersectorial de las políticas, planes y programas en materia ambiental y de recursos renovables que se evidencia en el **Título IV**.

El **Título V** se refiere al apoyo científico y técnico del ministerio el cual se basa en el Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios ambientales- IDEAM y otros institutos regionales.

Las corporaciones autónomas regionales CAR son entes de carácter público, creados por la ley que tienen como función principal la administración del medio ambiente y los recursos naturales renovables en todo el territorio nacional, esto se explica en el **título VI** y las rentas de las CAR se explican en el **Título VII**.

El **Título VIII** se refiere al proceso de licenciamiento ambiental regulado por el decreto 2041 de 2014.

El **Título IX** explica las funciones de las entidades territoriales y la planificación nacional.

El **Título X** se refiere a los modos y procedimientos de participación ciudadana, los ciudadanos tienen derecho a intervenir en los procedimientos administrativos ambientales para la expedición, modificación o cancelación de permisos o licencias de actividades que afectan el medio ambiente.

Las acciones de cumplimiento en asuntos ambientales se establecen en el **Título XI**

El **Título XII** establece las acciones y medidas de la policía en casos ambientales  
El **Título XIII** crea y establece el fondo nacional ambiental FONAM y el fondo ambiental de la amazonia, con sus respectivas funciones.

**Título XIV** crea la procuraduría delegada para asuntos ambientales, la cual forma parte la procuraduría de la nación, además establece sus funciones

**Título XV** da información sobre la liquidación del INDERENA y las garantías laborales de su personal

**Título XVI** contempla disposiciones finales tales como la presentación del servicio ambiental.

**2.3.1.5 Decreto 1728 de 2002.** En este decreto reglamenta el título VIII de la ley 99 de 1993 relacionado con la licencia ambiental que es un requisito indispensable para la ejecución de todo proyecto donde es posible que este genere algún impacto ambiental a la zona.

Este decreto contiene entre otros títulos todo lo referente a los estudios ambientales de diagnóstico ambiental de alternativas.

**Tabla 6.** Normas ambientales específicas en Colombia

NORMA	OBJETIVOS DE LA NORMA	OBLIGACIONES QUE GENERA
<b>GESTIÓN AMBIENTAL DE PROYECTOS</b>  Ley 99/93, Decreto 2041 de 2014	Planificación de los proyectos incluyendo criterios ambientales para el diseño, construcción y operación.	-Planifica ambientalmente el proyecto  -Obtener licencia ambiental

<p><b>USOS DEL AGUA Y RESIDUOS LÍQUIDOS</b></p> <p>LEY 99/79, Decreto 3930 de 2010, Decreto 2858 de 1981</p>	<p>-Regular la utilización del recurso</p> <p>-Prevención de la contaminación del recurso del agua</p>	<p>-Obtener permiso (concesión) para el uso del agua.</p> <p>-Cumplir con las normas de vertimiento establecidas para los residuos líquidos</p>
<p><b>MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS Y DESECHOS SOLIDOS</b></p> <p>LEY 99/93, Decreto 838 de 2005</p>	<p>Prevención de la contaminación mediante la regulación de la generación, transporte y disposición final de residuos</p>	<p>-Obtener permiso (autorización Sanitaria).</p> <p>-Cumplir con las normas sobre disposición final.</p>
<p><b>RESIDUOS ESPECIALES</b></p> <p>LEY 99/93, Resolución 2309/1986</p>	<p>Prevención de la contaminación mediante la regulación de la generación, manejo, transporte y disposición final de los residuos especiales</p>	<p>-Identificar los residuos especiales.</p> <p>-Obtener permiso de la autoridad ambiental (Autorización Sanitaria).</p> <p>-Cumplir con las normas sobre manejo y disposición final.</p>
<p><b>PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFERICA</b></p> <p>Decreto 948/95, Resolución 910 de 2008</p>	<p>-Identificar los residuos especiales.</p> <p>-Obtener permiso de la autoridad ambiental.</p> <p>(Autorización Sanitaria).</p> <p>-Cumplir con las normas sobre manejo y disposición final.</p>	<p>-Obtener permiso de emisiones atmosféricas.</p> <p>-Cumplir con las normas de emisión.</p>
<p><b>PROTECCIÓN DEL RECURSO SUELO</b></p> <p>LEY 99/93, Decreto 2372 de 2010</p>	<p>Protección del suelo y de los recursos asociados (flora y fauna).</p>	<p>-Obtener permisos para el aprovechamiento.</p> <p>-Restaurar las áreas afectadas y compensar por daños causados.</p>

## 2.4 COMPONENTES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS DE LA ZONA DE INFLUENCIA DEL CAMPO PALAGUA

El contenido descrito en este capítulo y datos específicos de la región de Palagua han sido extraídos de la información presente en el plan de ordenamiento territorial

del departamento de Boyacá, en la sección correspondiente al municipio de Puerto Boyacá. (ver número 18 en Bibliografía).

## 2.4.1 Componentes Bióticos

**2.4.1.1 Flora.** El recurso vegetal es de suma importancia en la conformación de los sistemas, sin ellos sería imposible la existencia de la fauna y del mismo hombre, es tal su importancia que es la esencia y el sustento de una gran variedad de seres vivos generando a su alrededor demasiada vida.

En la zona de influencia al campo Palagua se encuentran diferentes zonas de vida que están delimitadas por parámetros climáticos proporcionando una gran variedad de familias y especies vegetales.

- **Zona de Pastos Naturales**

Este tipo de especie se encuentra en la mayor parte del área de influencia ya que en la zona se desarrolla una ganadería de tipo extensivo en combinación con cultivos típicos de la zona como son plátano, maíz, yuca. Debido al sobre pastoreo, pluviosidad y al tipo de material porcentual de los suelos el área presenta problemas de erosión, subsidencia, remoción y reptación de forma localizada.

**Tabla 7.** Especie de Pastos Naturales

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	USOS
<b>Gurante</b>	Axonopuis Purusie	Arbustivo
<b>Saeta Velluda</b>	Trachypogon Vestiltus	Arbustivo
<b>Saeta</b>	Trachypogon Ligularisl	Arbustivo
<b>Cola de mula</b>	Leptocomyphium Lanatum	Arbustivo
<b>Pasto pesebre</b>	Andropogon Sp.	Arbustivo

**Tabla 8.** Gramíneas Presentes en el Área

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Brachiaria	Brachiria decumbens
Caña forraje	Saccharum officiarum
Gramalote	Paspalum fasciculatum
Para	Barchioaria mutica
Pasto alemán	Echinochloa polystachya
Pasto alemán	Paspalum sp
Pasto Angleton	Dichatimu sp
Pasto estrella	Cynodon niemfluensis
Pasto Gordura	Melinis minutiflora
Pasto india	Simún
Pasto Puntero Yaraguá	Byparrhenia rufa

**Tabla 9.** Leguminosos Presentes en el Área

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
<b>Acacia Forraje, Lecucaena</b>	Leucaena leucaphala
<b>Crotalaria</b>	Prtalaria juncea
<b>Kudzúd tropical</b>	Pueran phaeolodes
<b>Pega Pega</b>	Desmondium sp
<b>Rabo de Iguana</b>	Calopogonium mucono

- **Zonas de Bajos Inundables-Humedales**

Se caracteriza por presentar un relieve plano, con un drenaje muy lento debido a la poca permeabilidad del suelo al estar dominados por materiales arcillosos. El agua en estas zonas es eliminada muy lentamente y el nivel freático permanece sobre la superficie durante la mayor parte del año, también se presentan bajos inundables sobre el margen derecho del río Magdalena de acuerdo con la dinámica fluvial del río, presenta espacios que permanecen inundados durante el año. En estos humedales están algunos pastos naturales con vegetación propia de pantanos. Las especies que se encuentran presentes en este tipo de paisajes son:

**Tabla 10.** Especies más frecuentes en la zona de bajos humedales

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Bicho	Adipera bicapsularis
Beldo	Amarranthus dubius
Ceiba Tolua	Mimosa pigra

Dormidera	Pistra sp
Lechuga de agua	Malachra aceifolia
Malva	Griricidad cepium
Mataratón	Capparis odoratissimsa
Naranjuelo	Capparis odorattissima
Oreja de mula	Piaropus azureus
Pata de vaca	Bahuinia ungalata
Palma de vino	Schellea butyacceae
Palma de corozo	Acroccomia antioquensis
Palma de lata	Bactris major
Totumo	Crescecentia cujete
Uvero	Coccolva sp
Verbena	Helistrpium indicus
Verdolaga	Pastacula oleracea

La característica principal de la vegetación de los humedales consiste en que la mayoría de las especies presentan una cobertura vegetal arbórea-arbustiva muy ramificada, algunas de estas especies presentan espinas en las ramas y en los troncos. El tipo de ecosistema establecido en estas áreas es considerado ecológica y ambientalmente sensible debido a la gran diversidad biológica y faunística que ellos albergan.

- **Bosques Primarios y Secundarios**

En la zona aledaña a la zona se pueden observar agrupaciones boscosas de diferentes tamaños las cuales están conformadas principalmente por especies arbustivas y algunas especies arbóreas. La estructura y composición de los bosques primarios y secundarios se han disminuido drásticamente atribuida a la expansión de la frontera pecuaria y menor proporción a la agrícola. Este tipo de cobertura vegetal se localiza exclusivamente sobre geofomas de vertientes y tiene su mayor concentración en la serranía de las Quinchas. Aproximadamente a unos 120 kilómetros de la zona. En los bosques secundarios se presenta un tipo de vegetación con cobertura gramínea de sabanas planas ligeramente onduladas.

**Tabla 11.** Especies arbustivas de bosques primarios y secundarios a la zona de influencia

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	USOS
<b>Ceiba Bonga</b>	Ceiba Pentandra	Maderable, sombrío, Protección de cuencas
<b>Balso</b>	Ochroma Pyramidale	Maderable, protección de cuencas
<b>Guamo</b>	Inga edulis	
<b>Guadua</b>	Bambusa guadua	Protección de cuencas, maderable, control de erosión
<b>Matapalo</b>	Ficus involuta	
<b>Ceiba</b>	Ceiba pentandra	Ornamentación, protección de cuencas, leña
<b>Chilco</b>	Baccharis floribunda	Recuperación, protección de cuencas y control de erosión
<b>Mamey</b>	Mammea americana	Patronaje
<b>Amarillo</b>	ocarea Sp) laurácea	
<b>Diomate gusanero</b>	o Astonium graveolens	

**2.4.1.1 Fauna.** El municipio de puerto Boyacá donde se encuentra el campo Palagua tiene un ecosistema predominante de sabanas que son grandes extensiones de pastos y algunos rastrojos bajos con especies arbóreas dispersas.

La fauna nativa registrada en la zona está constituida principalmente por mamíferos adaptados a zonas abiertas y aves asociadas al ganado; por lo general estas zonas son especies de amplia distribución. Con relación a los mamíferos pueden encontrarse especies como las vacas, Perruno, Chucha de agua y nutria. En cuanto a las aves se encuentran comúnmente Bicho fue, Garza ganadera, Guañu, Fritadora, Pigua, Carpintero.


La región es rica en mamíferos, se han detectado la existencia de 25 familias con 6 especies, en esta categoría sobresale el chigüiro del magdalena (Hydrochaeris hydrochaeris).

La presencia del río Magdalena y de importantes cuerpos de agua comúnmente los ríos Ermitaño, Negro, Guaguaquí, las quebradas La fiebre, La cristalina, la

Velásquez ,Palagua y la ciénaga de Palagua al igual que humedales de menor tamaño hacen del territorio una región de rica en recursos hidrobiológicos .Aunque no se tiene un estudio exhaustivo de las especies que predominan en estas fuentes hídricas se reportan 5 familias, especies de las cuales por lo menos (Bocachico,Nocuro,Capaz, entre muchos) son aprovechados comercialmente por la comunidad.

**Tabla 12.** Especies de mamíferos reportadas para esta zona de influencia del Campo Palagua

ESPECIE	DATOS	CARACTERÍSTICAS
<p><b>Chiguiro</b></p> 	<p><b>Familia:</b> Hydrochaeridae</p> <p><b>Frecuencia:</b> Muy raro</p> <p><b>Hábitat:</b> Cerca al agua (ríos y lagos).</p>	<p>Esta especie ha sido objeto de una intensa actividad de caza sobre todo por el comercio de su carne, esto, sumado al deterioro del ecosistema ha menguado notablemente sus poblaciones. Es una especie en vía de extinción.</p>
<p><b>Zainos</b> <i>Tayassu tajacu</i> y <i>Tayassu pecari</i></p> 	<p><b>Familia:</b> Tayassuidae</p> <p><b>Frecuencia:</b> Muy raro</p> <p><b>Hábitat:</b> Bosques y áreas abiertas con agua y vegetación</p>	<p>Son familiares cercanos de los cerdos, pero constituyen una familia diferente.</p> <p>Se encuentran en manadas. También han sido cazados intensamente. En vía de extinción.</p>
<p><b>Boruga o lapa</b> <i>(Agouti paca)</i></p> 	<p><b>Familia:</b> Agoutidae</p> <p><b>Frecuencia :</b> Muy raro</p> <p><b>Hábitat:</b> Bosque maduro, intervenido y secundario, jardines y plantaciones.</p>	<p>Nocturno, terrestre y solitario. Comunes cerca al agua. En vía de extinción.</p>
<p><b>Armadillo</b> <i>(Dasypus novemncinctus)</i></p> 	<p><b>Familia:</b> Dasypodidae</p> <p><b>Frecuencia:</b> Muy raro</p> <p><b>Hábitat:</b> Maduros y secundarios, desde bosques a zonas cubiertas por pastos.</p>	<p>Nocturno y a veces diurno, terrestre, solitario. Se alimenta de insectos y algún tipo de material vegetal. Cazado intensivamente por su carne. En vía de extinción.</p>

<p><b>Perruno</b> <b>(<i>Cerdocyon thous</i>)</b></p> 	<p><b>Familia:</b> Canidae</p> <p><b>Frecuencia:</b> Raro</p> <p><b>Hábitat:</b> Áreas abiertas, sabanas y bosques secos</p> <p>Hábitos crepusculares, solitarios o en parejas. Se alimentan de roedores, ranas, reptiles, invertebrados, insectos y algunas frutas. En vía de extinción.</p>
<p><b>Cotudos</b> <b>(<i>Alouatta seniculus</i>)</b></p> 	<p><b>Familia:</b> Cebidae</p> <p><b>Frecuencia:</b> Raro</p> <p><b>Hábitat:</b> Bosques en niveles medios (en bosques intervenidos) y altos.</p> <p>Hábitos diurnos y arbóreos. Grupos de 3 a 10 individuos. Son calmados y de movimientos lentos. En esta zona la escasez de parches boscosos y de corredores ecológicos restringen el desplazamiento de estos individuos, lo cual genera el agotamiento de las áreas donde permanecen, deteriorando las condiciones necesarias para el mantenimiento</p>
<p><b>Mono cariblanco</b> <b>(<i>Cebus capucinus</i>)</b></p> 	<p><b>Familia:</b> Cebidae</p> <p><b>Frecuencia:</b> Raro</p> <p><b>Hábitat:</b> Bosques maduros y secundarios utilizando todos los estratos incluyendo el suelo.</p> <p>Son muy activos, se encuentran en grupos de 2 a 24. Se alimentan de material vegetal principalmente. También son afectados por la escasez de corredores ecológicos, sobretodo porque es una especie más activa.</p>
<p><b>Nutria</b> <b>(<i>Lontra longicaudis</i>)</b></p> 	<p><b>Familia:</b> Mustelidae</p> <p><b>Frecuencia:</b> Raro</p> <p><b>Hábitat:</b> Ribereños, bosques y sabanas.</p> <p>Diurnos y nocturnos, semiacuáticos y solitarios. Se alimentan de peces y crustáceos.</p>
<p><b>Chucha de agua</b> <b>(<i>Chironectes minimus</i>)</b></p> 	<p><b>Familia:</b> Didelphidae</p> <p><b>Frecuencia:</b> Ocasional</p> <p><b>Hábitat:</b> Áreas abiertas, adyacentes a los bosques.</p> <p>Hábitos nocturnos, solitarios, arbóreos y terrestres. Se alimentan de insectos, lombrices o vertebrados pequeños con algo de fruta.</p>

**Tabla 13.** Especies de aves reportadas para la zona de influencia del campo Palagua

ESPECIE	DATOS	CARACTERÍSTICAS
<p><b>Bicho fue</b> <i>Pitangus sulphuratus</i></p> 	<p><b>Familia:</b> Tyrannidae</p> <p><b>Frecuencia:</b> Común</p> <p><b>Hábitat:</b> Bosques, bordes y áreas abiertas.</p>	<p>Tiene una dieta bastante amplia y se caracteriza por sus fuertes llamados.</p>
<p><b>Garza ganadera</b> <i>Bubulcus ibis</i></p> 	<p><b>Familia:</b> Ardeidae</p> <p><b>Frecuencia:</b> Común</p> <p><b>Hábitat:</b> Ecosistemas acuáticos en asociación con el ganado.</p>	<p>Garza blanca con mejillas abultadas asociada con el ganado.</p>
<p><b>Guañu</b> <i>(Crotophaga ani)</i></p> 	<p><b>Familia:</b> Cuculidae</p> <p><b>Frecuencia:</b> Común</p> <p><b>Hábitat:</b> Bosques, bordes y áreas abiertas en asociación con ganado.</p>	<p>Pico arqueado, ojos oscuros el plumaje es negro mate. Se encuentran en pequeños grupos, posados en arbustos y pequeños árboles.</p>
<p><b>Pigua</b> <i>(Milvaga chimachima)</i></p> 	<p><b>Familia:</b> Falconidae</p> <p><b>Frecuencia:</b> Común</p> <p><b>Hábitat:</b> Bosques y áreas abiertas en asociación con el ganado.</p>	<p>Cabeza, cuello y parte ventral es color habano; tiene una línea café oscuro detrás del ojo, al igual que la parte dorsal y las alas. Se alimentan de las garrapatas del ganado.</p>
<p><b>Carpinterito</b> <i>(Lepidocolaptes sp.)</i></p> 	<p><b>Familia:</b> Picidae</p> <p><b>Frecuencia:</b> Ocasional</p> <p><b>Hábitat:</b> Bosques abiertos, Claros arbustivos y áreas extensamente desmontadas en las tierras bajas.</p>	<p>Por lo general se encuentra solo buscando alimento en todos los niveles.</p>

**Espiguero**  
**(*Sporophila americana*)**



**Familia:** Emberizidae

**Frecuencia:** Común

**Hábitat:** Terrenos semiabiertos y agrícolas, claros arbustivos y bordes de bosque. Se encuentran en bandadas pequeñas, se alimentan en herbazales.

**Guacharaca**  
**(*Ortalis momot*)**



**Familia:** Cracidae

**Frecuencia:** Común Son difíciles de observar inmóviles. Su dieta está compuesta por material vegetal y frutas.

**Hábitat:** Bosque maduro o secundario, claros o bordes.

**Garza blanca**  
***Casmerodius albus***  
**(*Ceryle torquata*)**



**Familia:** Ardeidae

**Frecuencia:** Común Se encuentra en vía de extinción

**Hábitat:** Quebradas o caños, en general ecosistemas acuáticos.

**Sirirí**  
**(*Tyrannus melancholicus*)**



**Familia:** Tyrannidae

**Frecuencia:** Común

**Hábitat:** Tanto áreas abiertas como bosques. Se caracterizan por su canto bastante intenso.

**Tabla 14.** Especies de reptiles reportadas para la zona de influencia del campo Palagua

ESPECIE	DATOS	CARACTERISTICAS
<b>Babilla</b> <b>(Caimán crocodilus)</b> 	<b>Familia:</b> Crocodylidae  <b>Frecuencia:</b> Ocasional  <b>Hábitat:</b> Ecosistemas acuáticos ciénagas, bajos, caños, quebradas, ríos).	Poseen una dieta variada suelen tener una buena capacidad de adaptabilidad. Las crías se alimentan de insectos y otros invertebrados, pero en su madurez, de peces y algunos mamíferos y aves.
<b>Iguana</b> <b>(Iguana iguana)</b> 	<b>Familia:</b> Iguánidae  <b>Frecuencia:</b> Común  <b>Hábitat:</b> Ecosistemas acuáticos cerca de ciénagas, bajos, quebradas y ríos.	Son activas durante el día y muestran hábitos vegetarianos. Esta especie es esencialmente arbórea pero pone sus huevos en el suelo.  Se encuentra en vía de extinción.
<b>Boa</b> <b>(Boa constrictor)</b> 	<b>Familia:</b> Boidae  <b>Frecuencia:</b> Muy rara  <b>Hábitat:</b> Ambientes Húmedos	Son las serpientes de mayor tamaño. Son especies ovovivíparas ya que contienen los huevos en desarrollo pero alumbran crías totalmente formadas. Someten a sus presas por constricción. Se encuentra en vía de extinción.
<b>Caimán</b> <b>(Crocodylus acutus.)</b> 	<b>Familia:</b> Crocodylidae  <b>Frecuencia:</b> Ocasional  <b>Hábitat:</b> Ecosistemas acuáticos cerca de ciénagas, bajos, quebradas o ríos..	Se encuentra en vía de extinción.

**Tabla 15.** Otras especies de anfibios y reptiles reportados para la zona de influencia del campo Palagua

<b>NOMBRE COMÚN</b>	<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>
<b>Azotadora</b>	<i>Spilotes pullatus</i>
<b>Sapo</b>	<i>Physalemus pustulosus</i>
<b>Cascabel</b>	<i>Crotalus duris</i>
<b>Patoco</b>	<i>Bothrops lansberguii</i>
<b>Rana</b>	<i>Loptodactylus sp1</i>
<b>Tortuga Morrocoy</b>	<i>Anadia bogotensis</i>

**Tabla 16.** Otras especies de aves reportados para la zona de influencia del campo Palagua

<b>NOMBRE COMÚN</b>	<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>
<b>Abuelita o tortolita</b>	<i>Baluelos ibis</i>
<b>Azulejo</b>	<i>Spizastus ornatus</i>
<b>Colibrí</b>	<i>Ara macao</i>
<b>Golondrina</b>	<i>Apeotyto cunicularia</i>
<b>Mirla blanca</b>	<i>Xiphorhynchus</i>
<b>Periquito</b>	<i>Mimus gilbus</i>
<b>Toche</b>	<i>Icterus auricapillus</i>

**Tabla 17.** Otras especies de mamíferos reportados para la zona de influencia del campo Palagua

<b>NOMBRE COMÚN</b>	<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>
<b>Ardilla</b>	<i>Sciurus granatensis</i>
<b>Conejo</b>	<i>Silviaguas floridanus</i>
<b>Perro de monte</b>	<i>Potos flavus</i>
<b>Vaca/Toro</b>	<i>Bos primigenius taurus / Bos taurus</i>
<b>Ratón</b>	<i>Metachirus rudicaudatus</i>
<b>Zarigüeya</b>	<i>Dipelphis marsupialis</i>
<b>Zorro</b>	<i>Procyon lotor</i>
<b>Marmota</b>	<i>Momotus momo</i>

## 2.4.2 Componentes Abióticos

**2.4.2.1 Paisaje y Suelo.** El suelo es por lo general lo que cubre la superficie continental de la tierra. Es la conformación de minerales no consolidados y de partículas que son producidos por la acción combinada entre el viento, agua y los procesos de desintegración orgánica. Cabe resaltar que los suelos cambian mucho de un lugar a otro.

En la zona de influencia al campo Palagua presenta varios tipos de paisajes que incluye llanuras con presencia de colinas de poca altura y relieve montañoso con colinas altas de pendientes moderadamente inclinadas de a 25% a 50 % y alturas que no sobrepasan los 1000 m.s.n.m que litológicamente presenta una secuencia de lutitas homogénea, las laderas de estas colinas presentan alteraciones de materiales blandos y duros (arcillolitas y areniscas) y está cubierto por pasto y bosque de mediana altura. Típicamente presenta un paisaje de valle aluvial que tiene inundaciones periódicas de baja duración, su topografía es plana y los suelos son incipientes, limitados por rocas.

**2.4.2.2 Factores Climáticos.** Todo el valle alto y medio de la Magdalena está ubicado en el piso térmico cálido, en Puerto Boyacá municipio donde está localizado el campo Palagua está a 140 metros sobre el nivel del mar, por estas condiciones la temperatura promedio anual es mayor a 24 °C.

En general las lluvias se distribuyen en dos periodos: el primero está comprendido entre los meses de marzo y junio y el segundo entre octubre y diciembre; el resto del año es seco.

- **Temperatura Y Precipitaciones**

La temperatura tiene un comportamiento inverso a las precipitaciones, las precipitaciones más bajas se registran entre los meses de marzo a mayo y septiembre a noviembre la temperatura media oscila entre 25.7 °C y 29,7 °C, la mínima entre 16.8 Y 23°C y la máxima entre 31.4 °C y 40°C.

La precipitación media mensual, presenta un régimen bimodal, donde se registran entre los periodos de marzo, mayo y septiembre, noviembre las mayores cantidades de lluvia; diciembre, enero y febrero son los meses más secos, los demás meses son de transición; la media multianual varía entre 2.072 mm y los

2.161 mm. La lluvia aumenta 90 mm, al disminuir la altura, cuya diferencia es de 150 metros entre estaciones.

- **Nubosidad**

Este parámetro coincide con el de las precipitaciones, hay 9 meses que se registran la misma nubosidad de 4 octas, mientras que febrero, agosto y diciembre registra 3 octas.

- **Vientos**

Para la región del valle del río Magdalena, el viento obedece en líneas generales a la acción de las brisas del mar-tierra y valle- montaña o viceversa. Durante el día se presenta una dirección predominante suroeste y en la noche invierte la dirección cambiando al nor-este, siendo el factor importante en el transporte y dispersión de partículas en suspensión.

La calidad del aire se considera buena, debido al tamaño y poco desarrollo industrial, presumiendo una tasa de emisiones baja que no ocasiona una degradación significativa a los componentes atmosféricos.

- **Humedad Relativa**

Este parámetro, tiene el mismo comportamiento de la lluvia. Los meses de abril, mayo, octubre y noviembre registran los mayores valores de dicho parámetro, que varía entre 80 y 81%, los demás meses alcanzan del 75 al 79%: los meses de menor humedad son febrero, julio y agosto con 75% y 76%, la humedad relativa media anual es de 78%.

**2.4.2.3 Geología General.** El área del municipio de Puerto Boyacá (1472 km<sup>2</sup>) está conformado principalmente por tres unidades litológicas: rocas sedimentarias de la formación de la mesa de edad plioceno, depósitos aluviales cuaternarios y rocas que afloran al oeste y este de la falla Cambras.

- **Formación mesa**

Está compuesta por bancos de conglomerados arenosos, arenas tobáceas, arcillolitas blancas y grises.

Esta formación aflora en un 70% del área del municipio de Puerto Boyacá actuando como barrera lateral a los depósitos cuaternarios. La formación Mesa que aflora en la vereda Palagua se caracteriza por la presencia de paquetes interdigitados de areniscas, areniscas conglomeráticas y conglomerados presentando estratos tubulares de lutitas.

- **Depósitos Aluviales**

Este depósito corresponde a paquetes de arenas de grano medio a fino con laminación plana, se observan paquetes de arena media con laminación plana e intercaladas con lodos grises. Estos depósitos tienen fragmentos de roca ígnea y cuarzo.

- **Depósitos Aluviales Recientes**

Estos depósitos aluviales están constituidos por bloques, gravas, arenas y limos en diversas proporciones en una matriz areno-arcillosa, estos depósitos aluviales recientes están conformados por material no consolidado poroso y permeable.

**2.4.2.4 Geología Estructural.** Particularmente el área donde se ubica el municipio está enmarcada por una tectónica principalmente asociada a la falla de Palestina. Este evento tectónico originado a comienzos del terciario corresponde a un sistema de fallas de rumbo con tendencia general norte – sur.

La zona de Falla de Palestina constituye un territorio importante de debilidad de la corteza de 0,5 a 30 Km de ancho, incluyendo numerosas fallas; en el municipio de Puerto Boyacá se evidencia este fenómeno principalmente al Oriente del mismo sobre La Serranía de Las Quinchas, donde procesos estructurales controlan la

dinámica de la zona. La Falla de Cambrás es una falla inversa de dirección NE-SW, con un buzamiento hacia el oriente.

**2.4.2.5 Geomorfología.** El análisis geomorfológico se tomó como base el mapa de pendientes donde se obtuvo que para la zona de influencia al campo una **pendiente de 0 a 3%**, estas pendientes conforman el 30% de la totalidad del municipio de puerto Boyacá, donde se encuentra el campo Palagua.

- **Formas de relieve**

La geomorfología de Puerto Boyacá corresponde a una zona típica de valle aluvial donde predominan las formas suaves de llanura con presencia de colinas de poca altura.

En la zona aledaña al campo se distinguen varias unidades geomorfológicas que son fáciles de distinguir debido al contraste entre las topografías.

- **Orillares:** Se ubican sobre la margen del Río Magdalena, con pendientes no mayores al 7%. Corresponde a depósitos aluviales con acumulación de material de río.
- **Planicies** Se encuentran principalmente al norte del municipio, presentando pendientes que varían hasta un 50%, material parental orgánico, arcillas; presenta fenómenos de acumulación de materiales orgánicos y aludes.
- **Valles Estrechos:** Esta geoforma es producida por procesos denudativos y de depositación de varias quebradas entre ellas: Las Palomas, Palagua, La Dolomita, Carangal y Caño Negro. Con pendientes no mayores al 7%. Está compuesto por areniscas, arcillas, lutitas y de ceniza volcánica.

- **Colinas:** Conformando aproximadamente el 50% del municipio las geoformas colinadas, corresponden a areniscas, tobas y arcillas principalmente de la formación Mesa y depósitos de caída piroclástica, que hacen de ésta una unidad de superficies redondeadas. Presenta pendientes no mayores al 75%.

**2.4.2.6 Hidrología.** El río Grande de la Magdalena, La serranía de los Quincha, Río Guaguaquí, Río negro, quebrada Velásquez, caños, ciénaga de Palagua y el río Ermitaño conforman el potencial hídrico del municipio de Boyacá.

Se utiliza principalmente para actividades humanas y de producción como riego de pasto dedicadas a la explotación ganadera, para uso humano, a través de la perforación de pozos para la captación de aguas subterráneas.

Algunas fincas se abastecen de pozos profundos y lagos artificialmente creados por la mano del hombre denominados jagüeyes, utilizados para la explotación piscícola.

### **3. IMPACTO AMBIENTAL EN LA CIÉNAGA DE PALAGUA E IDENTIFICACIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES PRESENTES TRAS LA EXPLOTACIÓN PETROLERA**

#### **3.1 ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS Y DE GESTIÓN AMBIENTAL LLEVADOS A CABO EN LA CIÉNAGA DE PALAGUA**

El 7 de noviembre de 1986, después de 30 años de vigencia de la concesión, el Campo Palagua revirtió a la Nación, sin que hasta ese momento se hubiesen tomado medidas para la recuperación ambiental y la restauración de los ecosistemas que se encontraban afectados por la actividad petrolera.

- En 1990, con la Resolución 628, se acogió el estudio de calidad ambiental del agua de la ciénaga de Palagua presentado por la Texas Petroleum Company y se exigió, entre otras cosas, la caracterización semestral de los vertimientos y la limpieza y mantenimiento de los canales de drenaje y de los bajos inundables<sup>10</sup>.
- En 1992, mediante la Resolución 817, el Inderena negó la licencia ambiental a la Texas Petroleum Company y ordenó la suspensión de vertimientos, la compensación del daño causado y la rehabilitación de las áreas afectadas<sup>11</sup>. Luego de un desastre ambiental que provocó una mortandad de peces, una comisión del Inderena tomó muestras de laboratorios de aguas residuales en las que se encontró bario y cadmio en el territorio que comprende de Campo Palagua, además de plomo en Campo Velásquez.

---

<sup>10</sup> Procuraduría Delegada para Asuntos Ambientales y Agrarios. Oficio dirigido al Ministerio de Ambiente. Septiembre 6 de 1994.

<sup>11</sup> *Ibíd.*

- En 1993, el Inderena Regional de Boyacá expidió la Resolución 204 y exigió a Ecopetrol suspender los vertimientos de aguas asociadas a la producción en el Campo Palagua, como medida de seguridad ambiental. Al Ministerio de Salud se le solicitó tomar las medidas establecidas en el decreto 1594/84 y abrir proceso de contravención contra Ecopetrol y la Texas Petroleum Company.
- En diciembre de 1993, la Secretaría de Salud de Boyacá, suspendió la medida sanitaria mientras se presentaba un cronograma de actividades orientado a la supresión definitiva de los vertimientos por seis meses, la cual se extendió hasta febrero de 1995.
- En 1994, Frente a otra mortandad de peces, el Inderena solicitó a la Texas Petroleum Company “la suspensión inmediata de los vertimientos que hace al Caño Calamital o cualquier cuerpo de agua superficial”<sup>12</sup>.
- Se impone un Plan de Cumplimiento para los años 1994 y 1995, en éste se numeran las siguientes actividades específicas orientadas a la corrección de situaciones derivadas de la actividad petrolera<sup>13</sup>:
  1. Recuperación de bajos y de suelos contaminados.
  2. Disposición adecuada de residuos sólidos provenientes de oficinas, cafeterías y talleres.
  3. Construcción de un relleno sanitario.
  4. Control de la contaminación atmosférica por emisión de vapores y por ruido de las máquinas.
  5. Manejo de residuos líquidos domésticos.
  6. Vertimiento de aguas aceitosas tratadas,

---

<sup>12</sup> *Ibid.*

<sup>13</sup> Ministerio de Medio Ambiente. Concepto N° 399 del 27 de abril de 2001. Campo Palagua

7. Construcción de una planta de inyección de aguas.
  8. Control de fugas y derrame de hidrocarburos e impermeabilización de las áreas delimitadas por los diques de contención
  9. Plan de gestión social y compensación por daños hidrológicos e ictiológicos.
- Mediante la Resolución 0436 de julio 9 de 1996, se autorizó la concesión de aguas subterráneas, y en octubre de 2004 estaba pendiente la renovación del permiso por parte de Corpoboyacá<sup>14</sup>. Se observa el adelanto de diversas actividades para neutralizar los efectos negativos; tales como descontaminación, disposición de los residuos aceitosos y separación de las aguas industriales, reinyección de las aguas, cambio de las tuberías viejas, disminución de la intervención directa sobre los ecosistemas hídricos y, por lo tanto, de la posibilidad de pérdida de crudo, además del establecimiento de un plan de contingencia para eventuales derrames de hidrocarburos.

Hasta este momento, el seguimiento de obligaciones del Ministerio de Ambiente recae especialmente sobre Campo Velásquez y queda al margen Campo Palagua, que presenta, para la época, un alto riesgo de contaminación, dada la situación de los bajos inundables. Esto obliga a que Ecopetrol participe de manera conjunta en las acciones de Ommimex<sup>15</sup>.

- En octubre de 2001, el Ministerio de Ambiente requirió de Ecopetrol información sobre actividades ambientales en relación con el Campo Palagua<sup>16</sup>, las que fueron reiteradas en el 2003, antes de dar inicio a la investigación administrativa por incumplir la empresa las obligaciones impuestas<sup>17</sup>.

---

<sup>14</sup> Concepto técnico 629 de abril 20 de 2006. Campo de Producción Palagua. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2001

<sup>15</sup> Concepto N° 399 del Ministerio del Medio Ambiente. Campo de producción Palagua. 2001.

<sup>16</sup> Ministerio De Medio Ambiente, Subdirección de Licencias. Auto 700 del 2 de octubre de 2001.

<sup>17</sup> Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Dirección de licencias, permisos y trámites ambientales. Concepto técnico de seguimiento ambiental al proyecto. Concepto 629 de abril 20 de 2006.

- Corpoboyacá, mediante la resolución 0628 de julio 28 de 2003, otorgó a Ecopetrol un permiso —vigente durante todo el proyecto— para el manejo y el tratamiento de residuos sólidos y residuos especiales provenientes de Campo Palagua.
- La Resolución 074 del 26 de enero de 2004 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial estableció a Ecopetrol el Plan de Manejo Ambiental para el Campo Palagua, cuyo análisis de estado de cumplimiento recoge el concepto técnico 629 del ministerio aludido. En el concepto técnico 629 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, sobre el Campo de producción Palagua, se confirma que el mayor impacto ambiental debido a la actividad petrolera ha recaído en la ciénaga de Palagua.
- Entre los días 25 de noviembre y 5 de diciembre de 2006 se realizó un monitoreo de calidad de aire ambiental en la zona de influencia del campo Palagua, el cual evidenció que los valores de Partículas Totales en Suspensión (PST) exceden los niveles máximos permisibles (normas anuales y normas diarias) fijadas en la resolución 601 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Este comportamiento está relacionado con la circulación de vehículos por la vía sin cubierta asfáltica, que se encuentra aledaña al lugar donde fue instalada la estación de monitoreo<sup>18</sup>.
- El 14 de Enero de 2008, el juzgado sexto civil del circuito de Bogotá, emite sentencia de fallo a favor de la acción popular, mediante la cual ordena a las sociedades demandadas, Texas Petroleum Company y Omimex de Colombia Ltda, a ejecutar de forma sustentada, comprobada y total, el plan de mejoramiento ambiental, aprobado por la resolución No. 782 de 30 de diciembre de 1993.

---

<sup>18</sup> Ecopetrol, Informe y evaluación de la calidad de aire en el área de influencia del campo Palagua – Puerto Boyacá, noviembre de 2006, p. 16.

- El 5 de Marzo de 2010, mediante el radicado de la ANLA 4120-E1-29291, se solicita vincular a la empresa Ecopetrol S.A. como titular del instrumento de manejo y control ambiental del proyecto “Campo de producción incremental Palagua- Caipal”, a las actividades a realizar en la recuperación de la ciénaga de Palagua.
- El 26 de Marzo de 2012, la Corporación Autónoma Regional de Boyacá (CORPOBOYACÁ), mediante el comunicado de la ANLA, radicado 4120-E1-27011, informa a ésta autoridad, la medida preventiva de suspensión de actividades de los pozos del campo Velásquez de la empresa Mansarovar y del Campo Palagua de la empresa Ecopetrol S.A., tomada por la corporación, debido a la mortandad de peces de la especie Bocachico ocurrido el día 20 de Marzo de 2012 en la ronda de protección de la Ciénaga de Palagua.
- El 15 de Octubre de 2014, la empresa Ecopetrol S.A. extiende un comunicado por medio del cual presenta a la ANLA el reporte de recuperación de pasivos ambientales del campo Palagua- Caipal.
- El 10 de febrero de 2015, mediante radicado 2015006242-1-000, la Corporación Autónoma Regional de Boyacá (CORPOBOYACA), remitió a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), copia del Concepto Técnico CPB-04712014 de control y seguimiento en atención a reportes de contaminación por derrame de hidrocarburos en Campo de Producción Incremental "Palagua - Caipal, de propiedad de la empresa ECOPETROL S.A.
- El 25 de enero de 2016, mediante Auto 166 de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, se realizó el seguimiento y control ambiental al Campo de Producción Incremental "Palagua - Caipal", y efectuó unos requerimientos.

- El 1 junio de 2016, con base en las consideraciones presentadas en el Concepto Técnico 6623 de 2015 acogido mediante Auto 0166 de 25 de enero de 2016, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales emitió el Concepto Técnico No 2596, el cual, entre otros aspectos, recomendó pertinente iniciar indagación preliminar en contra de la empresa ECOPETROL S.A., con el fin de establecer si los hechos evidenciados son constitutivos de infracción ambiental bajo los criterios de la Ley 1333 de 2009, dado lo relacionado con el incumplimiento a las obligaciones establecidas en el numeral 2 del artículo segundo del Auto 39 de 16 de enero de 2012<sup>19</sup>.
- El 27 de Julio de 2016, mediante el Auto 3431 de la ANLA, se ordena la apertura de una investigación ambiental.

### **3.2 CONSIDERACIONES RESPECTO A LA CONTAMINACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES POR LAS ACTIVIDADES INHERENTES A LA EXPLOTACIÓN DE HIDROCARBUROS EN EL CAMPO PALAGUA.**

Se resaltan una serie de incumplimientos y omisiones con respecto a las actividades de descontaminación y recuperación de suelos impregnados con hidrocarburos, de las cuales son específicamente señaladas dos problemáticas que a continuación se dispone a explicar:

1. **La recuperación de bajos inundables contaminados:** Como parte de esta actividad, la empresa operadora está en la obligación de poner en marcha un programa RBCA (Risk Base Corrective Action), el cual consiste en la evaluación de riesgos en los escenarios de contaminación, para que, de acuerdo con los resultados obtenidos, poner en marcha acciones correctivas técnicas y económicamente efectivas.

---

<sup>19</sup> Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, concepto técnico 6623 de 2015.

Aunque la empresa ha venido adelantando acciones de monitoreo y recuperación de las áreas impactadas, con el retiro de residuos aceitosos en algunas zonas marcadas, se carece de información de una proyección técnica con el fin de recuperar la totalidad de las áreas afectadas en los bajos, ni se determinan las acciones técnicas correctivas a adelantarse, ni económicamente efectivas<sup>20</sup>.

**2. Remediación para el manejo de las aguas subterráneas contaminadas:**

Se exige buscar un programa alternativo a la fitorremediación, acción utilizada por la empresa operadora con el fin de dar solución a ésta problemática, pero que no ha dado un resultado positivo a lo largo de los años.

El proceso de fitorremediación in-situ es un recurso con resultados en tiempos prolongados, desde su ejercicio y pruebas piloto en el campo Palagua en el año 2005<sup>21</sup> (tras ser éste manejado y operado por la empresa Ecopetrol S.A.) y a partir del año 2007 (año en el que se solicita un plan alternativo) a la fecha, no ha mostrado un desarrollo óptimo, ni resultados eficientes.

La obligación de realizar la recuperación de los bajos inundables y suelos afectados por presencia de hidrocarburos se enmarca dentro de las obligaciones establecidas en el Fallo de Acción Popular 1994/1341 de 14 de enero de 2008 proferido por el Juzgado Sexto Civil del Circuito de Bogotá, el cual ordena entre otras cosas, la adopción de un plan de biorremediación natural de los bajos aledaños a la Ciénaga de Palagua.

El área total afectada por la presencia de hidrocarburos durante la producción de la Texas Petroleum Company es de 434.459 metros cuadrados (área identificada por la empresa Ecopetrol S.A.), en 61 puntos identificados, dicho valor no

---

<sup>20</sup> *Ibíd.*

<sup>21</sup> Calao, Jorge E. Tesis de Grado: Caracterización Ambiental de La industria Petrolera: Tecnologías Disponibles para la Prevención y Mitigación de Impactos Ambientales. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Antioquia. Diciembre 2007.

contempla el volumen real del material impregnado con hidrocarburos toda vez que el mismo depende de la profundidad del suelo afectado.

Desde el año 2005 a la fecha, Ecopetrol S.A. reporta que ha realizado la intervención en 24 puntos, recuperando un total de 117.107 metros cuadrados del área afectada. Es decir, que a la fecha existe un total de 37 puntos que requieren de intervención, dichos 37 puntos corresponden al 73.05% (317.351 metros cuadrados) del área total afectada.

Según lo anterior, se puede asegurar que Ecopetrol S.A. durante los últimos 11 años ha recuperado el 26,95% de las áreas impregnadas con hidrocarburos dentro del área en el cual se desarrolla el campo de producción incremental Palagua-Caipal, en el municipio de Puerto Boyacá, Boyacá.

En la siguiente tabla se consigna la relación de bajos inundados recuperados y No recuperados:

**Tabla 18.** Identificación de pasivos ambientales en el área de influencia a la ciénaga de Palagua

No	ID	INFRAESTRUCTURA	TIPO	PREDIO	AREA (m <sup>2</sup> )
<b>FITORREMIADO</b>					
1	Bajo 4	P-010W P-138N P-014S	Bajo	El Desquite	19838.03
2	Bajo 2	Batería 1	Bajo	El Desquite	9729.86
3	Bajo 3	Entre Bajo 1 y 2	Bajo	Las Islas	44366.66
4	Bajo 1	Patio de Chatarra	Bajo	Las Islas	17325.92
5	Bajo 5B	Bajo 5B	Bajo	Los Machines	12553.10
<b>IMPACTO NO RESUELTO</b>					
1	INR-1	Tea Estación Caipal	Piscina	Batería	571.94
2	INR-2	Pozo C-6	Piscina	Batería	261.35
3	INR-3	Pozo C-8	Piscina	Villa Inés	1408.13
4	INR-4	Pozo C-4	Piscina	El Caney	53.34
5	INR-5	Pozo C-10	Piscina	San Luis Lote A	122.19
6	INR-6	Pozo P-132	Piscina	San Luis Lote A	70.09
7	INR-7	Pozo P-121	Bajo	San Luis Lote A	564.56
8	INR-9	Pozo P-130	Piscina	La Palmera	199.61
9	INR-10	Pozo P-164	Piscina	Gujarat	822.30
10	INR-11	Pozo P-147	Piscina	La Palmera	210.27
11	INR-12	Pozo P-113	Bajo	La Palmera	795.88

12	INR-14	Pozo P-37	Piscina	San Luis Lote CD	180.98
13	INR-16	Pozo P-79	Bajo	San Luis Lote CD	543.88
14	INR-17	Pozo P-31	Bajo	Los Machines	122939.21
15	INR-18	Líneas conducción P-192	Bajo	San Luis Lote CD	472.28
16	INR-19	Pozo P-28,30	Bajo	El Desquite	91536.96
17	INR-21	Pozo P-173	Piscina	El Desquite	118.80
18	INR-23	Pozo P-19	Bajo	El Desquite	1757.12
19	INR-24	Pozo P-2	Piscina	El Desquite	96.61
20	INR-25	Pozo P-15	Piscina	El Desquite	206.13
21	INR-28	Pozo P-167	Piscina	La Palmera	39.89
22	INR-29	Pozo P-162	Piscina	San Luis Lote CD	68.62
23	INR-32	Batería Palagua	Piscina	El Desquite	887.13
24	INR-33	Batería Palagua	Piscina	El Desquite	484.92
25	INR-34	Estación 2	Piscina	El Desquite	2484.82
26	INR-35	Pozo P- 11	Bajo	El Desquite	3859.13
27	INR-42	Pozo P- 69	Piscina	Los Machines	1964.39
28	INR-43	Batería 1	Bajo	El Desquite	6683.81
29	INR-44	Batería 1	Bajo	El Desquite	34441.28
30	INR-45	Pozo E-2	Bajo	El Desquite	3367.64
31	INR-46	Pozo P-96	Piscina	San Luis Lote CD	33.76
32	INR-47	Pozo P-169,153	Bajo	El Desquite	26155.01
33	INR-48	Pozo P-151	Bajo	El Desquite	5776.18
34	INR-49	Pozo P-13	Piscina	El Desquite	889.91
35	INR-50	Pozo P-179	Bajo	El Desquite	5600.84
36	INR-51	Pozo P-0190	Piscina	La Pradera	172.40
37	INR-52	Pozo P-0125	Piscina	El Desquite	1509.31
<b>IMPACTOS RECUPERADOS</b>					
1	IR 1	Pozo P-0169	Piscina	El Desquite	494.34
2	IR 2	Pozo P-0107	Piscina	El Desquite	290.27
3	IR 3	Pozo P-0153	Piscina	El Desquite	890.82
4	IR 4	Pozo P-039	Piscina	El Desquite	370.17
5	IR 5	Pozo P-0125	Piscina	El Desquite	146.39
6	IR 6	Pozo P-115	Piscina	El Desquite	164.26
7	IR 7	Pozo P-0138	Piscina	El Desquite	134.34
8	IR 8	Pozo P-0010	Piscina	El Desquite	2506.87
9	IR 9	Pozo P-0016	Piscina	El Desquite	940.67
10	IR 10	Pozo P-072	Piscina	Los Machines	1964.39
11	IR 11	Pozo P-0036	Piscina	Lote San Luis CD	539.51
12	IR 12	Pozo P-0109	Piscina	Lote San Luis CD	900.65
13	IR 13	Pozo P-0128	Piscina	La Floresta	1053.32
14	IR 14	Pozo P-0188	Piscina	El Desquite	285.00
15	IR 15	Pozo P-0199	Piscina	El Desquite	256.41
16	IR 16	Pozo P-0014	Piscina	El Desquite	369.15
17	IR 17	Pozo P-094	Piscina	El Desquite	744.66
18	IR 19	Pozo P-0086	Piscina	Los Machines	170.08
19	IR 20	Pozo P-020	Piscina	El Desquite	1072.78

Fuente: Radicado ANLA 2016015683-1-000 de 31 de marzo de 2016. ICA Enero-Diciembre 2015.

### **3.3 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES CON EVIDENCIA RECOLECTADA IN-SITU PARA LA ZONA DE PALAGUA EN EL DEPARTAMENTO DE PUERTO BOYACÁ, HACIENDA EL DESQUITE.**

Durante el desarrollo de este trabajo de investigación se realizaron exploraciones a través de la zona afectada, debido a que gran porcentaje de la problemática es evidenciada dentro de los predios de la hacienda El Desquite, se basaron los estudios y observaciones dentro de los márgenes de esta propiedad.

En este capítulo se dispone a compartir con el lector las evidencias físicas obtenidas (en forma de fotografías y material audiovisual ) y testimonios con los propietarios y demás pobladores de la zona.

**3.3.1 Bajos inundables y piscinas de hidrocarburos.** Los bajos inundables y piscinas con hidrocarburos conforman la principal problemática en la región de Palagua, la comunidad de Puerto Boyacá muestra su inconformidad con el manejo que las empresas dan a estas piscinas y el poco control y contingencia que se tiene de estas. Según campesinos de la zona, durante épocas de lluvia, las piscinas suelen desbordarse creando corrientes de aguas con trazas de hidrocarburos que fluyen en dirección a los bajos y abrevaderos que conectan con la ciénaga de Palagua (Ver Anexo B).

**Imagen 2.** Canaleta que almacena agua con un alto contenido de Hidrocarburo.



Fuente: Autores: Diego Hernández y Sergio Prada. Finca el Desquite, 22 de abril de 2017.

La imagen muestra una canaleta que almacena agua de producción con un alto contenido de hidrocarburos proveniente de uno de los pozos ubicados en dentro de los predios de la finca El Desquite. Estas hacen parte de las aguas a ser tratadas en la Planta de Inyección de Agua (PIA) siendo conducida previamente al foso-100.

En los bajos suelen estancarse aguas lluvias que forman abrevaderos los cuales suelen servir como fuente de agua para la ganadería y algunas especies endémicas de la región, el hecho de que dichos abrevaderos puedan contener un porcentaje considerable de hidrocarburos los convierte en un riesgo para la vida en la región.

**Imagen 3 y 4: Panorama de impacto en fuentes hídricas debido a la actividad petrolera;** en la imagen se evidencia contaminación en un bebedero natural a causa de un reciente daño en las líneas de inyección de agua que comunican a la Estación 2 con la Planta de Inyección de Agua de Campo Palagua.

**Imagen 3.** Panorama de impacto en fuentes hídricas debido a la actividad petrolera



**Fuente:** Propietarios finca El Desquite. Imagen expuesta durante las denuncias públicas realizadas frente a Corpoboyacá. Audiencia pública del 08 de agosto de 2014.

**Imagen 4.** Panorama de impacto en fuentes hídricas debido a la actividad petrolera



Fuente: Autores: Diego Hernández y Sergio Prada. Finca El Desquite. 22 de abril de 2017.

En la imagen 4 se aprecia un pequeño cuerpo de agua afectado por la intervención de las obras civiles realizadas para la adecuación de líneas de flujo, un impacto muy frecuente en cualquier campo petrolero.

Otras de las consecuencias que se dan debido a la acción de explotación petrolera en estos bajos es el estancamiento y acumulación de depósitos de hidrocarburos que se canalizan y forman trampas para la ganadería y la fauna, hay reportes de animales que han quedado atrapados e impregnados del hidrocarburo causándoles serios daños en la salud, la gran mayoría de casos llegando a matarlos debido a la toxicidad del mismo, la comunidad expresa que esta problemática puede ser causa por las acciones de remediación de pasivos, la cual, en palabras de los campesinos “Limpian las zonas afectas en superficie y la cubren con vegetación, creando así una trampa para los animales”.

**Imagen 5.** Ejemplos de Animales Víctimas de la Contaminación en Campo Palagua.



**Izquierda;** Animal “víctima” de un canal contaminado por hidrocarburo según los autores de esta foto. **Derecha:** Caballo impregnado de crudo tras ser víctima de una “trampa” o “canaleta”.

**Fuente:** Propietarios finca El Desquite. Imagen expuesta durante las denuncias públicas realizadas frente a Corpoboyacá. Audiencia pública del 08 de agosto de 2014.

Wilson Valencia vocero de la comunidad y propietario de la Hacienda el Desquite realiza estas denuncias; en una auditoria que se llevó a cabo el día 08 de agosto de 2014 (ver anexo B,C y D) quedan expuestas las diferentes discordancias y problemática con respecto a el problema en pasivos y bajos inundables y el manejo que se le está dando a las piscinas (Piletas API). Wilson expone que la existencia de pasivos no es el único problema, sino que además denuncia que dichos pasivos están siendo reactivados con el manejo actual de las petroleras.

Existe también un registro audiovisual del animal afectado que se presenta en la **Imagen 5** el cuál se puede apreciar en el **ANEXO E**, debido a la toxicidad del crudo el animal murió al cabo de un tiempo de permanecer trasladándose a través de la mezcla de agua con crudo atrapada.

**3.3.2 Posibles daños ocasionados debido a las líneas de flujo.** Los daños en las líneas de flujos de producción e inyección de fluidos han quedado registrados en multitud de fotografías y material audiovisual, son frecuentes los derramamientos debido a fallas en estas líneas, derramamientos que generan un fuerte impacto en las zonas afectadas por el caudal de los fluidos liberados al generarse un rompimiento en las tuberías o en las válvulas que componen las líneas de flujo.

**Imagen 6.** Líneas de flujo con alto grado de corrosión.



Fuente: Autores: Diego Hernández y Sergio Prada. Visita al campo Palagua el 7 de Octubre de 2017, proximidades a la Estación 2 dentro de los predios de la finca El Desquite.

La comunidad desaprueba el mal estado de las tuberías en las líneas de flujo (ver Anexo B a partir del minuto 8:15), tuberías con altos grados de corrosión se pueden evidenciar cruzando toda la zona adyacente a la ciénaga de Palagua, además el “parcheamiento” como solución a daños y tuberías viejas soldadas, siendo esta una práctica frecuente por parte de la empresa operadora; cabe

aclarar que esta acción si no es recomendable, en la práctica suele ser bastante concurrencia en la industria petrolera , el principal problema estriba en que dicha práctica llevará a generar una zona de altos esfuerzos muy sensible a la corrosión, generando una alta probabilidad a un futuro daño.

El **ANEXO F** corresponde a material audiovisual que evidencia un arreglo de tubería enterrada mediante soldadura después de una ruptura ocasionada el día 10 de mayo de 2016 en una de las tuberías que transporta crudo a la Estación 2 del campo Palagua.

**Imagen 7.** Contaminación en campo Palagua debido a una ruptura en la línea de inyección de agua.



Fuente: Propietarios finca El Desquite. Imagen expuesta durante las denuncias públicas realizadas frente a Corpoboyacá. Audiencia pública del 08 de agosto de 2014.

**Imagen 8.** Rotura de tubería enterrada evidencia de contaminación en Suelos de los alrededores de la ciénaga de Palagua.



Fuente: Propietarios finca El Desquite. Imagen derrame por rompimiento en tubería enterrada el día 10 de Mayo de 2016. Campo Palagua.

Las imágenes pertenecen a daños en las tuberías de inyección que comunica la Estación 2 con la PIA (**imagen 6**) y tubería de producción dirigida a la Estación 2 (**Imagen 7**) reportados por la empresa operadora y registrados por los propietarios de la finca El Desquite tan pronto se les fue informado el incidente.

Pero las denuncias del impacto ambiental generado por las líneas de flujo va más allá del daño ocasionado por rompimientos en las mismas, otra problemática que se ha venido denunciando es el de la interacción entre la fauna de la región y las facilidades de superficie que la industria petrolera ha dispuesto en campo Palagua, al ser esta una región con alta actividad ganadera, es inevitable que los animales no interactúen con las obras civiles y tuberías descubiertas ocasionando accidentes que ponen en peligro la vida de los animales, los cuales suelen quedar atrapados entre las gruesas tuberías.

**Imagen 9.** Animales Víctimas de la Interacción con las Líneas de Flujo



Fuente: Propietarios finca El Desquite. Imagen expuesta durante las denuncias públicas realizadas frente a Corpoboyacá. Audiencia pública del 08 de agosto de 2014.

En la imagen se evidencia como un novillo ha quedado atrapado en medio de las líneas de flujo de producción de hidrocarburos.

**Imagen 10.** Animales Víctimas de la Interacción con las Líneas de Flujo



Fuente: Propietarios finca El Desquite. Imagen expuesta durante las denuncias públicas realizadas frente a Corpoboyacá. Audiencia pública del 08 de agosto de 2014.

Para este caso, un espécimen de ganado vacuno de edad madura ha quedado atrapado en medio de las líneas de producción, debido a sus proporciones el animal no ha logrado liberarse.

**3.2.3 Suelos y aguas contaminadas.** Los pasivos que la Texas Petroleum Company dejó tras su paso por campo Palagua, si bien no son un problema por ignorar, no representan el único riesgo ambiental, ni mucho menos el único daño a la zona. Influjos y migración de crudo en áreas donde no debería repercutir la actividad petrolera se han evidenciado, tierras que se han vuelto no aptas para el cultivo o las actividades pecuarias y mortandad de peces en afluentes a la ciénaga de Palagua se cuentan entre los sucesos acontecidos.

**Imagen 11.** Aguas contaminadas en las periferias de la Ciénaga de Palagua



Fuente: Autores: Diego Hernández y Sergio Prada. Finca El Desquite. 22 de abril de 2017. En la imagen se aprecia un canaleta con agua contaminada con crudo.

Un estudio de la ANLA demostró que suelos y aguas de campo Palagua contienen altas concentraciones de metales pesados producto de las actividades petroleras en la región, los minerales arrojados en las pruebas son metales pesados procedentes del subsuelo que han sido arrastrados a superficie por acción del crudo y las aguas de producción. Estos metales pesados no son biodegradados por ningún organismo en la región, por lo cual, de ser consumidos, estos tenderán a acumularse en dicho organismo generando un envenenamiento progresivo en el mismo.

Los anexos, **ANEXO G** y **ANEXO H**, presentan registro audiovisual de una laguna afluyente la ciénaga de Palagua en las proximidades de la Batería 2. En los videos se aprecian claramente trazas de hidrocarburos que recorren la periferia de la laguna en el contacto con el suelo de la pradera.

En el **ANEXO I** se expone mediante un video la presencia de hidrocarburos en las capas mas someras del subsuelo del campo Palagua, mediante el uso de un respiradero que la misma empresa ha instalado para controlar y monitorear el área afectada. Este video fue grabado por el Ingeniero Oscar Vanegas, director del presente proyecto, durante una visita al campo en el mes de Mayo del año 2016.

**Imagen 12.** Evidencia Mortandad de Peces en los Afluentes a la Ciénaga de Palagua.



Fuente: Propietarios finca El Desquite. Imagen expuesta durante las denuncias públicas realizadas frente a Corpoboyacá. Audiencia pública del 08 de agosto de 2014. Mortandad de peces debido a los niveles altos de presencia de metales pesados a causa de la actividad petrolera en la ciénaga de Palagua.

El señor Wilson, propietario de la Hacienda El Desquite, denuncia que al ser la ciénaga de Palagua una región rica en actividades agropecuarias, sus pobladores suelen hacer uso de estas actividades no solo en el comercio sino para el abastecimiento y consumo propio de la región, lo cual puede llevar a un alto riesgo de salubridad de llegarse a consumir la carne de estos animales contaminados.

Durante una audiencia pública, Wilson Valencia divulga un fragmento del estudio que la Agencia de Licencias Ambientales realizó en la zona, Wilson destaca “...

De acuerdo con los resultados observados, se infiere que el crudo de características pesadas, se encuentra movilizándose a través del sedimento de los bajos de interés y en otros casos suspendido en la vegetación a través de las islas flotantes...” (Anexo B minuto 13:50), tras una breve observación el señor Valencia continúa “... Se encontraron concentraciones por fuera de la normatividad para Zinc, Mercurio y Cromo, los cuales pueden presentar efectos biológicos adversos sobre las especies propias de esta Matriz.”

Para la remoción de estos metales la empresa operadora ha realizado tratamientos a la ciénaga mediante biorremediación, haciendo uso de plantas macrófitas del género Eichhornia, las especies utilizadas son las comúnmente llamadas tarulla y buchón de agua, plantas acuáticas con la propiedad de servir como fitorremediadoras al nutrirse de los metales pesados presentes en los sistemas hídricos, los cuales tienden a poblar con gran velocidad.

La problemática de esta alternativa de remediación está en su planeación, la ciénaga de Palagua resulta ser un sistema demasiado amplio y complejo para poder controlar el crecimiento de estas plantas, las cuales han proliferado (ver **ANEXO J** en materiales audiovisuales compartidos) generando ahora nuevos daños ambientales como especie invasora, consumiendo gran parte del oxígeno y nutrientes presente en la ciénaga afectando a las especies endémicas.

**Nota:** *se informa que el material audiovisual compartido con el nombre de ANEXO J presenta en su locución opiniones de miembros de la comunidad afectada, estudiantes y académicos; los autores de este trabajo aclaran que estas opiniones no reflejan conocimientos de ninguna autoridad en el tema circundante y la única intención al presentar el anexo es con el fin de demostrar cómo las plantas introducidas para remediar la contaminación en aguas ha proliferado e invadido la zona.*

**3.2.4 Obras Civiles.** Para la adecuación del área y disposición de facilidades de superficie que permitan la producción de petróleo es necesario llevar a cabo una serie de obras civiles que por supuesto generan un impacto en el medio ambiente, a esto se adiciona el constante paso de maquinaria pesada que genera erosión, la construcción de vías principales y alternas para el ingreso a las locaciones, y las mismas locaciones y asentamientos temporales para determinados trabajos, como la perforación e intervención de pozos.

**Imagen 13.** Impacto ambiental por maquinaria pesada en campo Palagua.



Fuente: Propietarios finca El Desquite. Imagen expuesta durante las denuncias públicas realizadas frente a Corpoboyacá. Audiencia pública del 08 de agosto de 2014.

Las fricciones con la comunidad se dan a medida que las obras civiles empiezan a interferir en las actividades pecuarias al desplazar a los animales y generar contaminación en fuentes hídricas y erosión en pastizales que en un principio fueron aptos para la ganadería. Este punto también se expone en el **ANEXO A**

(partiendo del minuto 26) y como complemento a este inciso específicamente se adjunta el **ANEXO B**, material audiovisual donde el señor Wilson Valencia expone la inconformidad con los asuntos de irrespeto a la propiedad privada en la realización de obras civiles.

Según Wilson, la industria petrolera crea vías de acceso no permitidas y a su vez efectúa obras civiles en terrenos fuera del perímetro concebido para el desarrollo de las facilidades de superficie. Wilson también denuncia que los ingenieros a cargo de las obras están informados e inclusive advertidos del posible atropello a la propiedad privada que está a punto de suceder en cada obra, pero estos actúan con negligencia ante estos avisos, llegando en muchas ocasiones a generar fuertes impactos en el medioambiente que genera resultados negativos en las actividades pecuarias.

**Imagen 14:** Impacto Ambiental a Causa de Obras Civiles en Campo Palagua.



Fuente: Autores: Diego Hernández y Sergio Prada. Finca El Desquite. 22 de abril de 2017.

**3.2.5 Emisión de Gases de Combustión a la Atmósfera.** La quema del gas de producción es una práctica de la que no está exenta el Campo Palagua en el municipio de Puerto Boyacá, y aunque las empresas operadoras cumplen con el reglamento y la normatividad para implementar esta práctica de forma legal, no deja por esto de generar un impacto negativo al medio ambiente al arrojar gases de combustión a la atmosfera.

**Imagen 15.** Tea de Combustión de Gas Natural en la Estación 2 del Campo Palagua.



Fuente: Autores: Diego Hernández y Sergio Prada. Finca El Desquite. 7 de Octubre de 2017.

Existen las denuncias de campesinos y habitantes de la zona en la cual se habla de que en repetidas ocasiones se han observado flujos de petróleo crudo siendo expulsados por el tope de la Tea de combustión, de ser cierto esto la problemática de control que se está evidenciando en esta práctica es bastante delicada, existiendo un riesgo alto para la zona próxima de ser contaminada por estos influjos y para el personal de presentar quemaduras y contacto con esta sustancia de componentes tóxicos.

#### **4. EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS OPERACIONALES Y OBSERVACIONES**

A continuación, se dispone a hacer una evaluación a las prácticas y problemáticas según la evidencia anteriormente expuesta en esta investigación, se analizará punto por punto cada una de las problemáticas dando una opinión técnica que permita abrir la senda a las dos fases posteriores de este proyecto correspondientes a cuantificar los daños actuales y proponer alternativas nuevas y efectivas de solución.

##### **4.1 DE LOS PASIVOS AMBIENTALES DE LA TEXAS PETROLEOUM COMPANY**

Se identifican 61 pasivos de los cuales 24 han sido remediados dejando así 37 por recuperar, de acuerdo con la información entregada por Ecopetrol S.A., el objetivo es recuperar 3 pasivos ambientales identificados por año. Entre los impactos no resueltos, se cuentan 23 piscinas y 14 bajos inundables contaminados con hidrocarburos, el 46% de estos pasivos identificados se encuentran dentro de los predios de la finca El Desquite, comprendidos por 8 piscinas y 9 bajos.

Teniendo en cuenta que el campo revirtió a Ecopetrol en el año de 1986 tras ser gestionado por la Texas Petroleum Company y que no fue hasta el año 2004 que el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial estableció a Ecopetrol el Plan de Manejo Ambiental para el Campo Palagua, tras confirmarse que el mayor impacto ambiental debido a la actividad petrolera ha recaído en la ciénaga de Palagua; se puede establecer que la empresa ha obrado de forma pasiva ante la remediación de los problemas, solucionando no más del 40% de los pasivos heredados en más de 30 años de gestión, más esto no indica que la empresa ha obrado necesariamente de forma ilegal, como se explicará más adelante en el análisis de causalidad.

Es indispensable que Ecopetrol asuma el compromiso de finiquitar estas labores de remediación lo antes posible, ya que al permitir que el tiempo siga transcurriendo con la presencia de estos pasivos ambientales aumenta el riesgo de contaminación y daño a la zona, y a su vez aumenta en dificultad las tareas de remediación.

#### **4.2 INCIDENTES AMBIENTALES A CAUSA DE AGUAS LLUVIAS**

Los reboces de piscinas API y piscinas de lodos a causa de fuertes lluvias que ocasionan el libre flujo de agua contaminada con hidrocarburos y otros minerales con sustancias contaminantes provenientes de subsuelo en dirección a los bajos inundables que comunican la Ciénaga de Palagua se pueden considerar como un producto de las malas prácticas operacionales por parte de la empresa al no prever este tipo de situaciones.

La empresa se dispone a poner diques de contención tras las eventualidades, la acción de remediación y contingencia, una vez es reportado el daño, es inmediata, pero es necesario empezar a aplicar prácticas que permitan prevenir este tipo de incidentes en un área donde las precipitaciones son comunes y existen temporadas enteras en que estas se presentan en la región.

#### **4.3 CONTROL DE ESPECIES INTRODUCIDAS**

La Tarulla, como es comúnmente conocida la *Eichhornia crassipes*, hace parte de las plantas acuáticas introducidas para la biorremediación de las fuentes hídricas afectadas por la actividad petrolera, en general la comunidad y la empresa Ecopetrol S.A. se refiere a la tarulla a todas las especies de *Eichhornia* introducidas en la ciénaga de Palagua y alrededores.

La empresa informa que durante el año se realizan dos jornadas de remoción, una de mayo a junio y la otra de noviembre a diciembre, las zonas tratadas principalmente comprenden el Caño Agualinda y el Caño Palagua, ambos afluentes de la Ciénaga de Palagua, y posteriormente la periferia de esta. Adicional a lo anterior, se resalta que la empresa Mansarovar Energy Colombia Ltd realiza remoción de tarulla sobre la ciénaga de Palagua, en dos jornadas adicionales.

Hay que resaltar que existen zonas en las cuales está fuera de control el crecimiento de la población de estas especies (ver ANEXO J) si bien la empresa está cumpliendo con las labores de remediación, es importante que estas se controlen para que al dar por remediado una problemática no se derive en una nueva.

Cabe mencionar que uno de los compromisos impuestos por la ANLA que tiene Ecopetrol S.A. para con la comunidad de Palagua, es el de subir las concentraciones de Oxígeno en la ciénaga, que según estudios, los niveles de oxígeno disueltos no superan los 4mg/l, lo cual es atribuido a la variación de los niveles de oxígenos disueltos de los caños tributarios, en contraposición, se expone también que la ciénaga es un cuerpo lentic con capacidad de almacenar materia orgánica en su fondo, por lo que estos bajos niveles de oxígeno se podrían deber a la naturaleza misma de la ciénaga<sup>22</sup>, sin embargo no es conveniente que a una planta, captadora de oxígeno, se le permita poblar desmedidamente en su calidad de especie invasora afectando así el equilibrio de un ecosistema establecido.

---

<sup>22</sup> Autoridad Nacional de Licencias Ambientales-ANLA. Reporte Zona Cuenca Valle Medio del Magdalena, P45. Bogotá D.C. 2016.

#### 4.4 ACTIVIDADES DE REFORESTACIÓN DE AFLUENTES

Las actividades de reforestación son unas de las medidas impuestas para mitigar los daños ocasionados por la deforestación producto de las obras civiles y erosiones ocasionadas por el tránsito de maquinaria pesada. Como parte de las obligaciones del Plan de Manejo Ambiental del proyecto, se tiene el programa de compensación que tiene por objeto la recuperación progresiva de la vegetación.

**Imagen 16.** Deforestación debido a la Actividad Petrolera.



Fuente: Autores: Diego Hernández y Sergio Prada. 7 de Octubre de 2017. Inmediaciones de la Estación 4. Campo Palagua.

De igual manera, en el numeral 12 del artículo segundo del Auto 1009 del 24 de mayo de 2006, la Dirección de Licencias, Permisos y Trámites Ambientales del entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, impuso la obligación en la cual la empresa Ecopetrol S.A deberá establecer un programa de compensación forestal con relación 1:3 del total del área afectada. Lo anterior, se entiende como compensación por cambio en el uso del suelo, ya que no es dable para esta Entidad imponer una compensación por el aprovechamiento forestal

cuando los permisos para ello, los otorga la Corporación Autónoma Regional con jurisdicción el área del proyecto, es decir CORPOBOYACA.

En los informes de la empresa, se reportan un total de área intervenida de 120 Ha para el 2016, lo cual equivale a compensar 360 Ha por cambio en el uso del suelo. De las 360 Ha, 80 pertenecen a actividades de reforestación en 4 predios, estos predios fueron seleccionados en conjunto con CORPOBOYACA teniendo en cuenta criterios de condiciones biofísicas, cobertura vegetal, rondas de cuerpos de aguas, áreas degradadas y accesibilidad.

Según lo anteriormente descrito, Ecopetrol S.A. está cumpliendo con la debida normatividad ambiental que corresponde a la protección forestal en actividades industriales y el código del petróleo en Colombia. Cabe aclarar que la información y cifras aportadas en esta investigación hacen parte de los reportes entregados por la empresa Ecopetrol S.A. y ninguna otra entidad ha verificado dicha compensación, por lo que sería conveniente solicitar que las autoridades responsables se cerciorasen de la veracidad de la información suministrada y se hiciera el debido seguimiento para cuantificar y tener completo conocimiento de las zonas compensadas y las zonas a compensar hoy en día.

#### **4.5 REPOSICIÓN DE LÍNEAS DE FLUJOS**

Como parte de la resolución 0074 de 26 de enero de 2004 (Artículo Quinto), la empresa debe adoptar las medidas que considere necesarias para corregir los efectos ambientales no previstos que se presenten en el desarrollo del proyecto, teniendo en cuenta que a partir del año 2008 se han presentado continuos incidentes ambientales por rotura de las líneas de flujo, como parte del control y seguimiento del numeral 2 del artículo Quinto del Auto 0434 de 19 de febrero de 2010, se ha solicitado a la empresa Ecopetrol S.A. el reemplazo de la tubería

deteriorada iniciando de forma inmediata en las zonas que se encuentran generando los derrames.

Para la anterior labor se dio un plazo de 1 año, para el 2015 los reportes de daños ambientales por rotura de las líneas de flujo no habían cesado, la empresa Ecopetrol S.A. por consiguiente ha venido presentado incumplimiento en los requerimientos de buenas prácticas según lo estipulado en la resolución 72145 de 2014 del Ministerio de Minas y Energías, en el artículo 5<sup>to</sup> capítulo 3<sup>ro</sup> correspondiente a las obligaciones del transportador, el numeral 15 enuncia claramente las obligaciones de la empresa para con el cuidado del medio ambiente; al igual el artículo 6<sup>to</sup> de la misma resolución explica la existencia de un manual el cual garantiza las buenas prácticas en lo correspondiente a el transporte de crudo y demás líneas de producción. Con el Auto 0166 de 2016 se requirió a la empresa hacer un reporte de las líneas reemplazadas, su ubicación, disposición y tipo de tubería utilizada, así como su vida útil.

Durante la última visita a campo Palagua para el desarrollo de este proyecto, en el mes de Octubre de 2017, se evidenció que la empresa ha estado cumpliendo con asumir la responsabilidad de sustituir gran parte de las líneas las cuales evidenciaban un grave problema de corrosión.

#### **4.6 RESPECTO A LAS AFECTACIONES EN LA PROPIEDAD PRIVADA**

Basados en unas series de denuncias hechas por parte de los propietarios de la finca El Desquite y las evidencias allí recolectadas, se señalan dos puntos:

- La invasión a la propiedad privada en la elaboración de obras civiles fuera del perímetro señalado por parte de las autoridades y el impacto ambiental que dicha invasión representa.

- La contaminación inherente que la actividad petrolera genera en la región y el daño colateral que repercute en las actividades económicas como lo es la actividad ganadera para con los propietarios de la finca El Desquite.

Siguiendo este orden de ideas, es importante mantener buenas relaciones con los propietarios para lograr una convivencia en armonía. Estas relaciones se han visto afectadas por los incidentes de contaminación y por los pasivos ambientales del campo, las cuales son quejas constantes por parte de la familia Valencia.

La empresa ha recurrido a instancias policivas por el impedimento de los propietarios al ingreso del predio para realizar labores de limpieza y recuperación de áreas. Por lo cual se considera que la tendencia del medio es al deterioro, hasta tanto no se mejoren las relaciones Empresa-Propietario.

#### **4.7 RESPECTO A LOS FACTORES QUE AFECTAN LA VIDA EN LAS FUENTES HÍDRICAS DE LA CIÉNAGA DE PALAGUA**

Como se mencionaba anteriormente, es responsabilidad de la empresa adoptar un plan de manejo ambiental que favorezca la piscicultura en la ciénaga de Palagua, implementar medidas que aumenten la concentración de oxígeno disuelto en las aguas de la ciénaga e impedir la proliferación de especies invasoras en la misma.

La empresa tiene el compromiso de realizar labores de monitoreo de aguas y uso de recursos hidrobiológicos (bentos, ictiofauna y fitoplancton). Se reportó un incumplimiento por parte de la empresa comprendido en el primer periodo del año 2015, tampoco fueron validos los monitoreos de calidad del agua, sedimentos y macrófitas para este periodo, debido a que los estudios no fueron realizados en un laboratorio acreditado por el IDEAM. Por tanto, para el año 2015, se considera que no se ha dado cabal cumplimiento a las presentes fichas de manejo, dado que los

parámetros de monitoreo no han sido efectuados las dos veces del año de la que habla la obligación.

Estas acciones han sido corregidas para el año 2016, se espera que la empresa continúe con esta práctica para mantener un informe correcto a la actualidad, que permita conocer el estado de las aguas de la ciénaga y su evolución en las labores de remediación para cumplir con las condiciones necesarias para la vida.

#### **4.8 ANÁLISIS DE CAUSALIDAD DE LA PROBLEMÁTICA DE IMPACTO AMBIENTAL**

Para el análisis de las causas que han llevado al evidente deterioro ambiental y consiguiente impacto social que éste genera en la comunidad de la ciénaga de Palagua, se ha de hacer un análisis contextual del proceso histórico el cuál ha venido evidenciando el campo. Si bien en el capítulo 1 del presente trabajo, en el numeral 1.7.1 se ha expuesto una breve reseña histórica que resume la gestión y cambios administrativos que se han desarrollado en el campo, es indispensable asociar dichos cambios administrativos con las normatividades que regularon sus respectivas etapas a través de la historia.

Según lo anterior, fue la Texas Petroleum Company la responsable de la gestión y administración de Campo Palagua durante el periodo comprendido entre los años 1954 (regido bajo el decreto 1056 de 1953 que dictaba el código del petróleo en Colombia) hasta el año de 1986, paralelamente, no fue hasta 1968 (14 años después) bajo el decreto 2420 que se crea el Intituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente (INDERENA)<sup>23</sup> como un ente regulador de los recursos naturales, aunque en sus inicios esta agencia se enfocó en temas de carácter agropecuarios y recursos renovables, con una política de desarrollo

---

<sup>23</sup> «DECRETO NUMERO 2420 DE 1968». Bogotá: Presidencia de la República. 24 de septiembre de 1968. Consultado el 26 de octubre de 2016.

sostenible minero-energética casi inexistente. En el panorama mundial, no fue sino hasta el año 1972, tras la Cumbre de la Tierra de Estocolmo, que los gobiernos mundiales no empezarían a modificar la política internacional de medio ambiente<sup>24</sup>.

Fue entonces a través del decreto 2811 de 1974 en ejercicio de la Ley 23 de 1973 que Colombia comenzó a fundamentar las bases de una política medio ambientalista, con respecto a la normatividad reguladora de la explotación hidrocarburífera, se apreciaba el artículo 39 correspondiente a la administración de recursos no renovables, aunque en su mayoría enfocado a la explotación minera del carbón, y la captación de agua para cualquier actividad minera. Fue hasta el decreto 2857 de 1981 (5 años antes de que el campo revirtiera a Ecopetrol) que la ley colombiana incorporó en su política el cuidado y mantenimiento de las cuencas hídricas, reglamentando una serie de disposiciones y requerimientos mínimos que toda actividad industrial deberá cumplir para aspirar a explotar un recurso o continuar con sus actividades de explotación.

La normatividad ambiental moderna no vendría a ser fundamentada hasta el año 1993 con la Ley 099 del 22 de Diciembre “por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones”, con la conformación del Sistema Nacional Ambiental (SINA) se incorporó en orden ascendente la autoridad ambiental de la siguiente manera; municipios o distritos, los departamentos, las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) y el Ministerio del Medio Ambiente. Es entonces con la Ley 099 de 1993 (7 años después de que Campo Palagua revirtiera a Ecopetrol) que nacen las CAR como

---

<sup>24</sup> John Baylis, Steve Smith. 2005. *La globalización de la política mundial* (3ª ed). Oxford. Oxford University Press. P.454-455.

entes reguladores de medio ambiente, en el contexto de esta investigación, se ha mencionado a CORPOBOYACÁ en repetidas ocasiones.

En adelante la normatividad ha seguido evolucionando según la secuencia descrita en el numeral 2.3 del capítulo 2 del presente trabajo, correspondiente al Marco Legal colombiano, esto explica el por qué las acciones legales y denuncias contra Ecopetrol en cuestiones ambientales descritas en el numeral 3.1 del capítulo 3 del presente trabajo se muestran tardías en comparación a las fechas en las cuales se datan los procesos de operación del campo, se puede concluir por consiguiente que una de las mayores causas de la alta contaminación en el campo Palagua y la gran presencia de pasivos ambientales (y aparente negligencia en su remediación) se debe a la simple ausencia de leyes y normativas que regularan en su momento la actividad petrolera, ni la Texas Petroleum Company ni Ecopetrol S.A, en un largo periodo de vida del campo, incumplieron con la normatividad existente, pero la ausencia de una política ambiental eficiente generó una gestión de recursos permisiva en pro del deterioro de la región que con el tiempo, tras años de explotación, ha evolucionado a daños de magnitud tal, que su tratado y remediación significan una tarea tediosa y complicada.

#### **4.9 CONSIDERACIONES GENERALES**

La Constitución Política, en relación con la protección del medio ambiente, contiene entre otras disposiciones, que es obligación del Estado y de las personas, proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación (Art. 8º); es deber de la persona y del ciudadano proteger los recursos culturales y naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano (Art. 95); todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano, y es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar la áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines (Art.

79); le corresponde al Estado planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución, previniendo y controlando los factores de deterioro ambiental, imponiendo sanciones legales y exigiendo la reparación de los daños causados (Art. 80).

Por su parte, la Ley 99 de 1993 creó el Ministerio del Medio Ambiente, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, reordenó el Sector Público encargado de la gestión y conservación del ambiente y los recursos naturales renovables, organizó el Sistema Nacional Ambiental -SINA- y se dictaron otras disposiciones.

De acuerdo con lo establecido en el inciso segundo del artículo 107 de la Ley 99 de 1993, las normas ambientales son de orden público y no podrán ser objeto de transacción o de renuncia a su aplicación por las autoridades o por los particulares.

De acuerdo con el artículo 5° de la Ley 1333 de 2009, además de la causación de un daño ambiental, se considera infracción ambiental toda acción u omisión que constituya violación de las normas contenidas en el Código de Recursos Naturales Renovables (Decreto-Ley 2811 de 1974), en la Ley 99 de 1993, en la Ley 165 de 1994 y en las demás disposiciones ambientales vigentes en que las sustituyan o modifiquen y en los actos administrativos emanados de la autoridad ambiental competente.

Mediante la expedición del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, el Gobierno Nacional expidió el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, el cual establece en su artículo 2.2.2.3.9.1. el deber de la autoridad ambiental de realizar el control y seguimiento a los proyectos, obras o actividades sujetos a licencia ambiental o plan de manejo ambiental, y en el desarrollo de

dicha gestión, la potestad de realizar entre otras actividades, visitas al lugar donde se desarrolla el proyecto, efectuar requerimientos, imponer obligaciones ambientales, corroborar técnicamente o a través de pruebas los resultados de los monitoreos realizados por el beneficiario de la Licencia Ambiental o Plan de Manejo Ambiental.

Adicionalmente, las obligaciones impuestas en el acto administrativo por el cual se otorgó la licencia ambiental o se estableció el plan de manejo ambiental del proyecto, según el caso, tienen un objeto preventivo y están dirigidas a lograr que la empresa, al realizar su actividad económica adecue su conducta al marco normativo que la orienta, la controla y la verifica, con el fin de no causar deterioro al ambiente, o lo reduzca a sus más mínimas consecuencias y dentro de los niveles permitidos por la autoridad ambiental.

#### **4.10 ACERCA DE LA IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

Para dar como concluida la investigación se es pertinente abordar el tema correspondiente al porqué de su importancia y los beneficios que esta deja para con:

- 1) Los Autores.
- 2) La Universidad Industrial de Santander.
- 3) La comunidad petrolera colombiana.
- 4) La comunidad independiente afectada por el impacto de la actividad petrolera.

Es de importancia señalar que el presente trabajo de investigación aporta el gran beneficio de la concientización; no solamente en la comunidad universitaria sino también en la comunidad de vecinos aledaña al campo petrolero, en la comunidad empresarial y en los estamentos gubernamentales. Dicha concientización es el principio básico tanto en la solución de estos problemas como en evitarlos

mediante la puesta en práctica de metodologías que tengan más en cuenta el concepto de desarrollo sostenible y que a corto, mediano y largo plazo se vean reflejados en beneficios económicos, ambientales, salubridad entre otros.

Para los autores de esta investigación, la conclusión de este trabajo representa la capacidad de poner en práctica cada una de las habilidades adquiridas en la academia, el realizar un trabajo estandarizado correspondiente a una investigación con múltiples visitas a campo, donde el mayor de los retos correspondía a la toma de información y veracidad de la misma, con el cuidado de no llegar a generar un foco de desinformación y el único objetivo personal de prestar a la comunidad petrolera un servicio para aportar con una pequeña cuota al desarrollo y evolución de una industria gigante que aporta tanto a la nación, y por supuesto, retribuir al claustro académico por el servicio prestado que capacitó y posibilitó a los autores para producir este proyecto.

Para la Universidad Industrial de Santander, le es atribuido este trabajo que a su vez abre las puertas a dos nuevas fases que tienen como objetivo dejar un impacto positivo en la comunidad e industria petrolera, el concluir la totalidad de este proyecto representa el compromiso y valores inculcados por la institución para formar profesionales de calidad comprometidos con la nación, que hacen uso de sus capacidades inherentes y adquiridas para prestar un servicio a la sociedad, para fomentar el desarrollo sostenible en las industrias y para enorgullecer a cada uno de los agentes que hicieron parte de su formación y enaltecer sus nombres.

Para la comunidad petrolera, que este trabajo represente la oportunidad de continuar creciendo de forma integral, que cada una de las observaciones aquí señaladas no sean vistas como una crítica a su loable labor, por el contrario, es de interés de este proyecto el darle continuidad, para así poder aportar a sus objetivos y remediar cualquier error cometido en el pasado y en la actividad presente, tener en cuenta que es el aporte de dos aspirantes a pertenecer a la

industria, cuyo único benefició se verá ensimismado del beneficio de ésta, al concluir la totalidad de las fases de este proyecto, la comunidad petrolera podrá afianzar su confianza en la academia, que los nuevos profesionales o aspirantes a estos, generan un apoyo constante que permita contribuir con el desarrollo sostenible de un país con una economía creciente, una industria que al igual que éste ha venido creciendo y reinventándose con el paso de las décadas en un momento de la historia de la humanidad que exige el cuidado medio ambiental con compromisos humanistas.

Para la comunidad independiente afectada por el impacto de la actividad petrolera, que la conclusión de este proyecto solo puede general beneficios en ellos, es una de las más grandes expectativas de este proyecto que las relaciones comunidad local-Industria se vean impactadas positivamente y vuelva la confianza de la comunidad en las labores industriales y empresariales que se han visto en ocasiones afectadas. El retomar esta confianza por parte de la comunidad local al desarrollo económico industrial tiene como objetivo generar un entorno armónico de explotación de recursos que repercute en desarrollo integral para la nación, el propiciar el desarrollo sostenible, tiene como objetivo cuidar el legado que heredarán futuras generaciones que se encontrarán en los mismos escenarios y serán los nuevos responsables de explotar dichos recursos, con la culminación de este proyecto se deja entonces también un mensaje que invita a las buenas prácticas, que muestra el compromiso de los profesionales de éste país y su deber para con la comunidad y el medio ambiente, que sea ejemplo entonces para las futuras generaciones de profesionales.

## 5. CONCLUSIONES

- El impacto ambiental en la ciénaga de Palagua y la zona aledaña es evidente, aunque se han iniciado acciones de remediación es imprescindible reforzar dichas acciones y cumplir términos acordados con las autoridades ambientales.
- La zona de influencia del campo Palagua es muy biodiversa por eso se considera un ecosistema frágil ante cualquier eventualidad o malas practica durante el desarrollo del campo.
- Las técnicas de mitigación y remediación utilizadas para restaurar los impactos ambientales ocasionados por la industria petrolera están arrojando resultados a muy largo plazo que afectan la adecuada reparación de los daños. Es necesario reevaluar lo planes de mitigación de ser posible encontrar nuevas soluciones a la problemática.
- Se evidencia un comportamiento pasivo de las empresas operadoras a la hora de ejecutar un plan efectivo para remediar los impactos ambientales causados por la industria petrolera, se cuenta con un historial largo de incumplimientos a lo largo de la historia del campo.
- Aunque la constitución nacional dicta una normatividad amplia para el cuidado del medio ambiente, se carece de efectividad por parte de las autoridades competentes para ejercer control sobre el impacto ambiental a causa de la industria hidrocarburifera.
- El principal pasivo ambiental identificado durante esta investigación en el campo Palagua es los bajos inundables contaminados, piscinas que se evidencia extensamente por todo el campo Palagua.
- Se concluye trans hacer el trabajo de campo e investigación que la relación comunidad- empresa no se encuentra en muy buen término y la opinión por parte de la comunidad perteneciente a la ciénaga de palagua es desfavorable en cuanto a la industria petrolera se refiere.

- Es evidente la diferencia de la normatividad que marcó la gestión entre la Texas Petroleum Company y la empresa nacional al observar los graves daños representados en pasivos ambientales que dejó esta primera durante administración en el campo Palagua.

## 6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda tener un estudio actualizado de aguas y suelos perteneciente a la ciénaga de Palagua y periferias y que se conserve un registro periódico de estos para poder trazar un plan de remediación eficiente y dejar constancia del desarrollo de la evolución de dicho proceso.
- Se recomienda prestar más atención a las denuncias de la comunidad local siendo esta parte importante para el buen desarrollo de la industria y evitar así problemas socio-económicos que también repercuten en las actividades industriales.
- Se recomienda enfocar esta investigación de acuerdo con el alcance y lineamientos establecidos para dar cumplimiento a los objetivos dentro de los límites acordados.
- Como complemento a esta investigación se recomienda realizar un estudio que abarque las prácticas de abandonos de pozos con detalle y posible en el campo Palagua de dichas prácticas.
- Se recomienda aclarar con mayor claridad la diferencia entre el concepto de impacto ambiental y pasivo ambiental haciendo un enfoque en los pasivos ambientales del campo Palagua como tema principal de esta investigación.
- Se recomienda dar inicio a las fases II y III del presente proyecto con el fin de dar solución a la problemática ambiental en los menores plazos y empezar a detener el avance del deterioro ambiental en el campo Palagua.

- Se recomienda contar con información completa y actualizada de las actividades producción el campo Palagua con el fin de tener una mayor aproximación de la magnitud del impacto que el crudo pueda estar generando en el campo.

## BIBLIOGRAFÍA

Alcaldía Municipal de Puerto Boyacá. Plan Básico de Ordenamiento Territorial Puerto Boyacá. Boyacá. Colombia. 2004-2015.

Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, concepto técnico 6623 de 2015.

Autoridad Nacional de Licencias Ambientales-ANLA. Reporte Zona Cuenca Valle Medio del Magdalena, P45. Bogotá D.C. 2016.

Avellaneda, Alfonso. Petróleo e Impacto Ambiental en Colombia. Revista de la Universidad Nacional. Volumen 6. Número 24. P: 21-28. Universidad Nacional. Bogotá, Colombia. 1990.

Bartha, Richard. Atlas, Ronald M. Ecología Microbiana y Microbiología Ambiental. Traducción de Ricardo Guerrero. Pearson Education. USA. 2001.

Beaglehole, Robert. Bonita, Ruth. Kielstrom, Tord. Epidemiología Basica. Organización Panamericana De La Salud. Mxico. 2003.

Calao, Jorge E. Tesis de Grado: Caracterización Ambiental de La industria Petrolera: Tecnologías Disponibles para la Prevención y Mitigación de Impactos Ambientales. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Antioquia. Diciembre 2007

Carter, L.W. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Técnicas para la Elaboración de Estudios de Impacto. Traducción al español de Ignacio Español. McGraw Hill. Madrid 2002.

Concepto N° 399 del Ministerio del Medio Ambiente. Campo de producción Palagua. 2001.

Concepto técnico 629 de abril 20 de 2006. Campo de Producción Palagua. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2001.

Conesa Fernandez-Víctora, Vicente. Conesa Ripoll, Vicente. Conesa Ripoll, Luis A. Ros, Vicente. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Ediciones Mundi-Prensa. Tercera Edición. Madrid. 2000.

Coronel, Jhonny. Graefling, Wilfried. Tesis de Grado: Evaluación y Manejo Ambiental de una Planta Recicladora de Plomo. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. 2002.

CORTÉS, Paulo. Tesis de Grado: Revisión y Análisis de los problemas de producción de arena en los pozos del campo palagua. Universidad Industrial De Santander. Bucaramanga, Colombia. 2005. P 3-15.

Decreto Numero 2041 del 15 de Octubre de 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: “Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales”.

Defensoría del Pueblo. Resolución Defensorial N° 50. Ciénaga de Palagua: Recuperación de las Zonas de Ronda y Preservación Ambiental. Bogotá D.C. Colombia. Diciembre 10 de 2007.

Ecopetrol, Informe y evaluación de la calidad de aire en el área de influencia del campo Palagua – Puerto Boyacá, noviembre de 2006, p. 16.

García, Silvia. Tesis de Grado: Actualización Geológica del Campo Caipal, Cuenca del Valle Medio del Magdalena. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. Colombia. 2012.

Gobernación de Boyacá. Esquema de Ordenamiento Territorial. Boyacá. Colombia. 2016.

GONZALEZ, Jhon. Tesis de Grado: Evaluación de la problemática Socio-Ambiental generada por la explotación de hidrocarburos en la región del carare y Puerto Boyacá. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia. 2016.

Goosem M.. Internal fragmentation: the effects of roads, highways and powerline clearings on movements and mortality of rainforest clearings. Pp. 241255 in W.F. 1997

Gutiérrez, Laura Fernanda. Tesis de Grado: Diseño e Implantación del Plan de Acción de Cumplimiento Ambiental en la Etapa de Construcción de Locaciones Para la Extracción de Hidrocarburos, Puerto Boyacá, Colombia. Universidad Francisco de Paula Santander. Ocaña. Abril de 2012.

Hernández, John A. Tesis de Grado: Evaluación de Efectividad de Inhibidores Base Amina-PHPA en el Lodo Utilizado en el Campo Opón. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. Bogotá. 2014.

Herrera, Diego Armando. Tesis de Grado: Soporte Técnico como Ingeniero de Petróleos en la Descripción de Proyecto de los Estudios de Impacto Ambiental, Planes de Manejo Ambiental y Planes de Contingencia Realizados por la Empresa Consultoría y Medio Ambiente C&MA Ltda. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. 2012.

Laurance and R.O. Bierregaard Jr. (Eds.). Tropical Forest Remnants: Ecology, Management and Conservation of Fragmented Communities. University of Chicago Press: Chicago.1997.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Dirección de licencias, permisos y trámites ambientales. Concepto técnico de seguimiento ambiental al proyecto. Concepto 629 de abril 20 de 2006.

Ministerio De Medio Ambiente, Subdirección de Licencias. Auto 700 del 2 de octubre de 2001.

Ministerio de Medio Ambiente. Concepto N° 399 del 27 de abril de 2001. Campo Palagua.

NIÑO, Jorge. SUAREZ, Pedro. NIÑO, Jaime. Tesis de grado: Propuesta de un programa de integridad para la planta de inyección de aguas de formación en Campo Palagua-Puerto Boyacá. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia. 2017. P 19-21.

Ortiz, Gerson. Guavita, Fredy. Tesis de Grado: Manual de Buenas Prácticas Ambientales y Sociales de la Industria Petrolera Área Upstream. Universidad Industrial de Santander. Colombia. 2014.

Patiño, Lenin. Mendivelso, Oscar. Tesis de Grado: Impacto e Incidencia de la Industria Petrolera en el Desarrollo Social Económico y Ambiental en los Municipios más Productores del Magdalena Medio Santandereano en los Años 2000 al 2010. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. 2014.

Pellini, Leandro. Tesis de Grado: Biorremediación Estimulada por Efluentes Cloacales Tratados de Suelos Contaminados con Hidrocarburos. Escuela Superior de Salud y Ambiente. Universidad Nacional de Comahue. Argentina. 2006.

Peña, Mayra. Tesis de Grado: Identificación de Pasivos Ambientales y Propuesta Metodológica de Remediación de Piscinas API en el Campo Pindo, Operado por el Consorcio Petrosud Petroriva. Universidad Central Del Ecuador. Quito. Enero de 2013.

Procuraduría Delegada para Asuntos Ambientales y Agrarios. Oficio dirigido al Ministerio de Ambiente. Septiembre 6 de 1994.

República de Colombia, Ministerio de Medio Ambiente. Guía Ambiental para el Desarrollo de Campos Petroleros con Normatividad. Calidad del Aire Cía Ltda. Bogotá. 2015.

Rodriguez, Hector A. Estudio de Impacto Ambiental. Guía Metodológica. Escuela Colombiana de Ingeniería. Segunda Edición. Bogota. Enero 2008.

Rozo, Javier E. Meneses, John J. Tesis de Grado: Manejo Ambiental para Campos Petroleros en los Procesos de Exploración, Perforación y Producción de Hidrocarburos. Universidad Industrial de Santander. Colombia. 2005.

S, Enrique Angel. Carmona, Sergio Iván. Villegas, Luis Carlos. Gestión Ambiental en Proyectos de Desarrollo. Cuarta Edición. Todográficas Ltda. Colombia. Octubre de 2010.

Silva, Lina M. Susunaga, Lina F. Tesis de Grado: Análisis del Impacto Ambiental de los Programas de Exploración Sísmica en Paz de Ariporo, Departamento del

Casanare, Entre los Años 2010 al 2014. Universidad Industrial de Santander. Colombia. 2015.

Torres, Karina. Tesis de Grado: Análisis de los Impactos Ambientales Generados por el Tratamiento y Disposición Final de los Residuos Aseitosos (Borras) Generados en los Distritos de Producción de Hidrocarburos. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Colombia. 2014.

Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group. TPHCWG Series. Volume 1: Petroleum Hydrocarbon Analysis of Soil and Water in the Enviroment. Amherst Scientific Publishers. Amherst, MA. 1999.