

**DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA QUE PERMITA LA IDENTIFICACIÓN Y LA
VALORIZACIÓN DE LOS PASIVOS AMBIENTALES HUÉRFANOS
PETROLEROS MEDIANTE EL USO DE UNA PLATAFORMA DIGITAL.**

**CÁRDENAS PUERTO ERIKA ALEXANDRA
PIÑEROS DÍAZ CAMILA ALEJANDRA**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
BOGOTÁ DC
2019**

**DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA QUE PERMITA LA IDENTIFICACIÓN Y LA
VALORIZACIÓN DE LOS PASIVOS AMBIENTALES HUÉRFANOS
PETROLEROS MEDIANTE EL USO DE UNA PLATAFORMA DIGITAL.**

**CÁRDENAS PUERTO ERIKA ALEXANDRA
PIÑEROS DÍAZ CAMILA ALEJANDRA**

**Proyecto integral de grado para optar al título de:
INGENIERO DE PETRÓLEOS**

**Director:
BENJAMIN A. GARAVITO LINARES
Ingeniero de Petróleos**

**Orientador:
JORGE ANDRES TOVAR MORENO
Orientador Técnico**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
BOGOTÁ DC
2019**

Nota de aceptación:

Jorge Andrés Tovar Moreno

Yatnielah Isbel Pirela Ropero

Iván Eduardo Peñaloza Cristancho

Bogotá D.C., Febrero de 2019

DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. JAIME POSADA DÍAZ

Vicerrector de Desarrollo y Recursos Humanos

Dr. LUIS JAIME POSADA GARCÍA-PEÑA

Vicerrectora Académica y de Posgrados

Dra. ANA JOSEFA HERRERA VARGAS

Decano Facultad de Ingeniería

Ing. JULIO CESAR FUENTES ARISMENDI

Director (E) Programa Ingeniería de Petróleos

Ing. JULIO CESAR FUENTES ARISMENDI

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida y permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis Padres, el esfuerzo y las metas alcanzadas, reflejan la dedicación y el amor que invierten los padres en sus hijos. Gracias a ellos soy quien soy, son mi mayor inspiración y apoyo.

A mi tía Deyanira y mi abuela Ana, quienes con su apoyo, amor y confianza me han acompañado durante mi proceso para la culminación de mi carrera profesional.

A todas las personas que estuvieron presentes en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

Erika Alexandra Cárdenas Puerto

A mi familia, por ser la fiel prueba de que nunca estaré sola, porque a pesar de los malos momentos siempre encuentro un apoyo incondicional.

A mis abuelos, porque son el motor del hogar, un ejemplo de vida y unos guías maravillosos, dispuestos siempre a dar sin esperar nada a cambio. Por ser las maravillosas personas que son.

A todas aquellas personas que son parte fundamental de mi vida, que siempre fueron partícipes de todos los momentos importantes y que siempre tuvieron las palabras indicadas para animarme a no renunciar jamás.

Camila Alejandra Piñeros Díaz

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a nuestro director Benjamín Garavito quien con su experiencia, conocimiento y motivación nos orientó en la investigación. Quien no solo nos ofreció una ayuda académica, y siempre nos motivó a ir más allá, a la innovación, a buscar siempre caminos nuevos.

A Acipet quien nos dio la oportunidad de desarrollar el proyecto en conjunto de la mano de ellos. Por abrirnos las puertas.

A los docentes que, con su conocimiento y apoyo, motivaron a crearme como profesional en la Universidad.

A Camila, sin el equipo que formamos, no hubiera logrado ésta meta.

Erika Alexandra Cárdenas Puerto

A Dios, por cada nueva oportunidad de aprendizaje-

A mis padres y hermanos, por ser mi apoyo permanente en cada proyecto de mi vida.

A Erika, porque sin su apoyo y su determinación no habiéramos logrado todas las metas propuestas para culminar este ciclo.

A mis profesores, que más que teorías me enseñaron diversas maneras de ver el mundo y aprovechar todo lo que nos provee de manera adecuada.

Al ingeniero Benjamín Garavito, por su confianza y su apoyo incondicional en todo el desarrollo del proyecto.

A la Empresa ACIPET por brindar este tipo de oportunidades formativas para los estudiantes.

A todas las personas que hicieron parte no solo del desarrollo del proyecto, sino que a lo largo de mi vida han brindado oportunidades y experiencias con las que me crecí y me fortalecí como futura profesional

Camila Alejandra Piñeros Díaz

CONTENIDO

| | pág. |
|---|------|
| INTRODUCCIÓN | 22 |
| OBJETIVOS | 24 |
| 1. GENERALIDADES DE LOS PASIVOS AMBIENTALES Y EL TEMA AMBIENTAL | 25 |
| 1.1 CARACTERIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD PETROLERA | 25 |
| 1.1.1 Etapas de la actividad petrolera | 27 |
| 1.1.1.1 Upstream | 27 |
| 1.1.1.2 Midstream | 31 |
| 1.1.1.3 Downstream | 32 |
| 1.1.2 Estructura del sector de hidrocarburos | 33 |
| 1.1.3 Impacto ambiental generado por la industria | 34 |
| 1.1.4 Gestión ambiental en la industria petrolera | 35 |
| 1.2 CONTEXTUALIZACIÓN DE LOS PASIVOS AMBIENTALES | 36 |
| 1.2.1 Definición de pasivos ambientales | 37 |
| 1.2.1.1 Definición legal de pasivos ambientales en países de América | 37 |
| 1.2.2 Características de un pasivo ambiental | 38 |
| 1.2.3 Generación y origen de Pasivos Ambientales | 39 |
| 1.2.4 Pasivos Ambientales y la industria petrolera | 40 |
| 1.2.4.1 Residuos en la explotación de hidrocarburos | 40 |
| 1.2.5 Contextualización Legal Colombiana para los Pasivos Ambientales | 43 |
| 1.2.5.1 Responsabilidad sobre los pasivos ambientales | 43 |
| 1.2.5.2 Disposición final de pasivos ambientales y remediación ambiental | 45 |
| 1.2.5.3 Marco Legal Colombiano frente a los residuos peligrosos, sólidos y químicos | 45 |
| 1.2.5.4 Marco legal de la industria | 46 |
| 1.3 PASIVOS AMBIENTALES HUÉRFANOS | 50 |
| 1.3.1 Definición de un pasivo ambiental huérfano | 51 |
| 1.3.2 Generación de los pasivos ambientales huérfanos | 51 |
| 1.3.3 Identificación de PAH | 51 |
| 1.3.4 Responsabilidad Estatal con los Pasivos Ambientales Huérfanos | 52 |
| 2. METODOLOGÍAS PARA LA IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES MINEROS | 53 |
| 2.1 CONTEXTO DEL SECTOR MINERO | 53 |
| 2.1.2 Impacto ambiental y generación de pasivos ambientales en la actividad minera | 55 |
| 2.1.3 Marco legal para la disposición de residuos mineros | 56 |
| 2.1.3.1 Institucionalidad del sector minero | 58 |
| 2.2 DESCRIPCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES MINEROS | 59 |
| 2.2.1 Selección e implementación de una metodología para la identificación | |

| | |
|---|-----|
| y valoración de pasivos ambientales mineros, con aplicación a un estudio de caso | 59 |
| 2.2.2 Diseño de metodología para la identificación de pasivos ambientales mineros en Colombia | 61 |
| 2.2.3 Implementación de una metodología para la identificación y evaluación de pasivos ambientales mineros | 63 |
| 2.2.4 Requerimientos para el diseño de una metodología que permita estimar el valor de pasivos ambientales mineros | 65 |
| 2.2.5 Hacia una política de gestión integral de pasivos ambientales en Colombia | 66 |
| 2.3 PARÁMETROS BÁSICOS PARA EL DISEÑO DE LA METODOLOGÍA | 69 |
| | |
| 3. DESARROLLO DEL MODELO PARA ELABORAR UNA METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN DE LOS PASIVOS AMBIENTALES CAUSADOS POR LA INDUSTRIA PETROLERA | 71 |
| 3.1 DISEÑO DE LA METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES PETROLEROS | 71 |
| 3.1.1 Identificación | 72 |
| 3.1.1.1 Área del pasivo ambiental petrolero | 72 |
| 3.1.1.2 Recolección de información | 79 |
| 3.1.2 Análisis | 82 |
| 3.1.2.1 Línea Base | 82 |
| 3.1.3 Evaluación | 83 |
| 3.1.3.1 Evaluación de los efectos ambientales | 83 |
| 3.1.3.2 Identificación del riesgo | 86 |
| 3.1.4 Valorización | 90 |
| 3.1.4.1 Análisis cualitativo | 90 |
| 3.1.4.2 Análisis cuantitativo | 95 |
| | |
| 4. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA PASIVOS AMBIENTALES HUÉRFANOS | 99 |
| 4.1 RESPONSABILIDAD EN LOS PASIVOS AMBIENTALES HUÉRFANOS | 99 |
| 4.1.1 Actores involucrados en los Pasivos Ambientales Huérfanos | 100 |
| 4.1.2 Financiamiento de la remediación del PAH | 101 |
| 4.2 DESARROLLO DE LA ETAPA DE RESPONSABILIDAD DENTRO DE LA METODOLOGÍA | 102 |
| 4.3 DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES DE REMEDIACIÓN PARA LOS PASIVOS AMBIENTALES HUÉRFANOS | 104 |
| | |
| 5. EVALUACIÓN TÉCNICA DE LA METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS PASIVOS AMBIENTALES | 106 |
| 5.1 IDENTIFICACIÓN | 106 |
| 5.1.1 Área del pasivo ambiental petrolero | 107 |
| 5.1.1.1 Generalidades del área afectada | 109 |
| 5.1.1.2 Localización | 109 |

| | |
|--|-----|
| 5.1.2 Recolección de información | 114 |
| 5.2 ETAPA DE ANÁLISIS | 115 |
| 5.2.1 Línea Base | 115 |
| 5.3 EVALUACIÓN | 116 |
| 5.3.1 Evaluación de los efectos ambientales | 116 |
| 5.3.2 Identificación del riesgo | 119 |
| 5.4 VALORIZACIÓN | 121 |
| 5.4.1 Valorización cualitativa | 121 |
| 5.4.2 Análisis cuantitativo | 122 |
| | |
| 6. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y VALORAR PASIVOS AMBIENTALES HUÉRFANOS DEL SECTOR DE LOS HIDROCARBUROS EN UNA PLATAFORMA DIGITAL | 125 |
| 6.1 DESCRIPCIÓN DE LA PLATAFORMA A USAR | 125 |
| 6.2 METODOLOGÍA DE USO | 127 |
| 6.2.1. Identificación | 127 |
| 6.2.2. Análisis | 132 |
| 6.2.3. Evaluación | 133 |
| 6.2.4. Valorización | 134 |
| 6.3. APLICACION DE LA METODOLOGIA PROPUESTA, EMPLEANDO UNA HERRAMIENTA DIGITAL | 137 |
| 6.3.1. Identificación | 138 |
| 6.3.2 Análisis | 141 |
| 6.3.3 Evaluación | 141 |
| 6.3.4 Valorización | 143 |
| 6.4. REPORTE FINAL | 146 |
| | |
| 7. CONCLUSIONES | 149 |
| | |
| 8. RECOMENDACIONES | 151 |
| | |
| BIBLIOGRAFIA | 152 |
| ANEXOS | 157 |

LISTA DE TABLAS

| | pág. |
|--|------|
| Tabla 1. Rango de significancia | 95 |
| Tabla 2. Rangos de afectación económica | 98 |

TABLA DE FIGURAS

| | pág. |
|--|------|
| Figura 1. Esquema del ciclo del análisis de riesgo | 41 |
| Figura 2. Estrategias para la gestión de RESPEL | 42 |
| Figura 3. Representación gráfica de pasivos huérfanos en la industria | 52 |
| Figura 4. Matriz de importancia para Registro de Cantera 082 de Holcim de Colombia S.A. | 60 |
| Figura 5. Análisis de Coste de Reposición para el pasivo ambiental de mayor prioridad | 61 |
| Figura 6. Factores ambientales críticos | 68 |
| Figura 7. División Política de Colombia | 76 |
| Figura 8. Área de estudio en el Municipio de Puerto Asís, departamento del Putumayo, Colombia | 111 |
| Figura 9. Estación Quillacinga, Puerto Asís-Putumayo-Colombia | 113 |
| Figura 10. Pantallazo de la plataforma digital | 126 |
| Figura 11. Codificación de la DIVIPOLA publicada por el DANE, 2018 | 127 |
| Figura 12. Pantallazo de la herramienta digital: áreas afectadas PAP, ubicación | 128 |
| Figura 13. Pantallazo de la herramienta digital: áreas afectadas PA, residuos | 129 |
| Figura 14. Pantallazo de la herramienta digital: áreas afectadas PAP, datos | 129 |
| Figura 15. Pantallazo de la herramienta digital: Identificación del área. | 130 |
| Figura 16. Pantallazo de la herramienta digital: Evaluación de la información obtenida | 131 |
| Figura 17. Pantallazo de la herramienta digital: Responsabilidad PA | 131 |
| Figura 18. Pantallazo de la herramienta digital: Contratos del área del PA | 132 |
| Figura 19. Pantallazo de la herramienta digital: Generación de la línea base | 132 |
| Figura 20. Pantallazo de la herramienta digital: Identificación afectaciones ambientales | 133 |
| Figura 21. Pantallazo de la herramienta digital: Identificación del riesgo | 134 |
| Figura 22. Pantallazo de la herramienta digital: Valorización a partir de componentes afectados | 135 |
| Figura 23. Pantallazo de la herramienta digital: Valorización a partir de componentes afectados, diagramas de torta | 135 |
| Figura 24. Pantallazo de la herramienta digital: Valorización a partir del riesgo | 136 |
| Figura 25. Pantallazo de la herramienta digital: Valorización en pérdidas de producción | 136 |
| Figura 26. Pantallazo de la herramienta digital: Costos de remediación | 137 |
| Figura 27. Pantallazo de la herramienta digital: Estimación de porcentaje de pérdidas | 137 |

LISTA DE DIAGRAMAS

| | pág. |
|---|------|
| Diagrama 1. Adquisición de tierra y permisos para operar | 26 |
| Diagrama 2. Etapas de la actividad petrolera | 27 |
| Diagrama 3. Procesos en la etapa de exploración | 28 |
| Diagrama 4. Procedimiento para la perforación de los pozos | 29 |
| Diagrama 5. Procesos en la etapa de producción | 30 |
| Diagrama 6. Estructura de la industria petrolera colombiana | 33 |
| Diagrama 7. Línea del tiempo legislación de la industria petrolera en Colombia | 47 |
| Diagrama 8. Ciclo básico de la metodología planteada | 72 |
| Diagrama 9. Reconocimiento de un pasivo ambiental | 73 |
| Diagrama 10. Pasos para la recolección de información | 79 |
| Diagrama 11. Análisis para la valorización del pasivo | 90 |
| Diagrama 12. Criterios para identificar pasivos huérfanos. | 100 |
| Diagrama 13. Financiación del PA | 102 |
| Diagrama 14. Herramienta digital: valorización a partir de componentes afectados, diagramas de torta, sectores de desarrollo | 144 |
| Diagrama 15. Herramienta digital: valorización a partir de componentes afectados, diagramas de torta, medio ambiente | 144 |
| Diagrama 16. Herramienta digital: valorización a partir del riesgo, diagrama de barras | 145 |

LISTA DE CUADROS

| | pág. |
|--|------|
| Cuadro 1. Componentes ambientales posiblemente afectados por la actividad petrolera | 34 |
| Cuadro 2. Leyes ambientales que rigen al sector de hidrocarburos | 47 |
| Cuadro 3. Efectos ambientales negativos de la minera | 56 |
| Cuadro 4. Normas constitucionales Aplicables | 57 |
| Cuadro 5. Etapas de la metodología de identificación de pasivos ambientales | 62 |
| Cuadro 6. Etapas de la metodología | 64 |
| Cuadro 7. Pasos de la metodología | 65 |
| Cuadro 8. Parámetros básicos para la identificación y valoración de pasivos ambientales | 70 |
| Cuadro 9. Matriz de áreas afectadas por PAP | 75 |
| Cuadro 10. Evaluación de la información obtenida | 80 |
| Cuadro 11. Generación de la línea base | 83 |
| Cuadro 12. Identificación de afectaciones ambientales | 85 |
| Cuadro 13. Identificación del riesgo | 88 |
| Cuadro 14. Valores establecidos para los factores ambientales | 92 |
| Cuadro 15. Valorización a partir de componentes afectados | 93 |
| Cuadro 16. Valores establecidos para el riesgo | 94 |
| Cuadro 17. Valorización a partir del riesgo | 94 |
| Cuadro 18. Valorización en pérdidas de producción | 95 |
| Cuadro 19. Costos de remediación | 97 |
| Cuadro 20. Estimación de porcentaje de pérdidas | 97 |
| Cuadro 21. Matriz para determinación de la responsabilidad | 103 |
| Cuadro 22. Reporte de contratos | 104 |
| Cuadro 23. Planes de remediación para los pasivos huérfanos | 105 |
| Cuadro 24. Matriz de áreas afectadas por PAP aplicada | 108 |
| Cuadro 25. Verificación de la información obtenida aplicada | 114 |
| Cuadro 26. Identificación del área aplicada | 115 |
| Cuadro 27. Generación de la línea base aplicada | 116 |
| Cuadro 28. Identificación de afectaciones ambientales aplicada | 118 |
| Cuadro 29. Identificación del riesgo aplicada | 120 |
| Cuadro 30. Valorización a partir de componentes afectados aplicada | 121 |
| Cuadro 31. Valorización a partir del riesgo aplicada | 122 |
| Cuadro 32. Valorización en pérdidas de producción aplicada | 122 |
| Cuadro 33. Matriz de valoración del daño en costos aplicada | 123 |
| Cuadro 34. Estimación de porcentaje de pérdidas | 123 |

| | |
|---|-----|
| Cuadro 35. Herramienta digital: áreas afectadas | 139 |
| Cuadro 36. Herramienta digital: evaluación de la información obtenida | 140 |
| Cuadro 37. Herramienta digital: responsabilidad PA | 140 |
| Cuadro 38. Herramienta digital: generación de la línea base | 141 |
| Cuadro 39. Herramienta digital: identificación afectaciones ambientales | 142 |
| Cuadro 40. Herramienta digital: identificación del riesgo | 143 |
| Cuadro 41. Herramienta digital: valorización a partir de componentes afectados | 143 |
| Cuadro 42. Herramienta digital: calificación del riesgo total | 145 |
| Cuadro 43. Herramienta digital: valorización en pérdidas de producción | 146 |
| Cuadro 44. Herramienta digital: costos de remediación | 146 |
| Cuadro 45. Herramienta digital: estimación de porcentaje de pérdidas | 146 |
| Cuadro 46. Reporte final | 147 |
| Cuadro 47. Posible remediación | 148 |
| Cuadro 48. Reporte posible remediación | 148 |

LISTA DE ECUACIONES

| | pág. |
|--|------|
| Ecuación 1. Cálculo de conversión de unidades (m^3 a Bbls) | 96 |
| Ecuación 2. Cálculo de barriles totales | 96 |
| Ecuación 3. Cálculo del monto de perdida | 96 |
| Ecuación 4. Cálculo de ingreso por producción diaria | 97 |
| Ecuación 5. Porcentaje de pérdidas | 97 |

LISTA DE ANEXOS

| | pág. |
|---|-------------|
| Anexo A. Cuadro de convenciones para los diagramas de flujo | 158 |
| Anexo B. Herramientas de los Pasivos Ambientales: Artículo 85 de la Ley 99 | 159 |
| Anexo C. Herramientas de los Pasivos Ambientales: Código penal Colombiano | 160 |
| Anexo D. Reporte final de la ANLA sobre la zona estudiada | 162 |
| Anexo E. Formato de hechos ocurridos en la zona de estudio | 165 |

ABREVIATURAS

ANH. Agencia Nacional de Hidrocarburos
ANLA. Autoridad Nacional de Licencias Ambientales
ANM. Agencia Nacional de Minería
API. American Petroleum Institute
Bbls. Medida volumétrica de Barriles.
COPs. Compuestos orgánicos persistentes
COP. Pesos Colombianos
CREG. Comisión de Regulación de Energía y Gas
Km. Kilómetros
MADS o MINAMBIENTE. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
m. Metros
MINMINAS. Ministerio de Minas y Energía
P. Puntaje de valoración
PA. Pasivo Ambiental
PAH. Pasivos Ambientales Huérfano
PAM. Pasivo Ambiental Minero
PAP. Pasivo Ambiental Petrolero
PMA. Plan de Manejo Ambiental
UPME. Unidad de Planeación Minero Energética
Vol. Volumen
USD. Dólares americanos

GLOSARIO

AMENAZA: potencial ocurrencia de un hecho que pueda manifestarse en un lugar específico, con una duración e intensidad determinadas. Cuando el Agente de riesgo selecciona una víctima contra la cual pretende cometer un acto delictivo, automáticamente se convierte en una amenaza para ella. Se puede considerar que es la materialización del riesgo.

COMPAÑÍA OPERADORA: son las compañías que realizan toda la contratación y tramitan todos los permisos y solicitudes requeridos por legislación nacional, para poder llevar a cabo la exploración y explotación de un bloque de tierra. Además de ser los responsables de todo lo que suceda con sus operaciones a nivel ambiental, económico e industrial.

CONTAMINACIÓN AMBIENTAL: presencia de componentes nocivos en el medio ambiente que supongan un perjuicio para los seres vivos que lo habitan, incluyendo a los seres humanos.

DESARROLLO SOSTENIBLE: aquél desarrollo que es capaz de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer los recursos y posibilidades de las futuras generaciones.

FACTORES AMBIENTALES: son todos aquellos elementos cuya interrelación condiciona la dinámica de la vida en el planeta.

IDENTIFICACION: es el categorizar y definir al pasivo ambiental según los componentes afectados y el grado de alteración de los mismos para clasificar, según los rangos establecidos en cuanto a riesgo e impacto económico.

IMPACTO AMBIENTAL: es la alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada.

INFORME AMBIENTAL: es un instrumento preparado por la oficina nacional o regional encargada del control y supervisión de las condiciones ambientales de su área de influencia.

LICENCIA AMBIENTAL: es el permiso legal que debe solicitar una compañía operadora para realizar cualquier actividad extractiva y de exploración dentro del territorio nacional, ante la autoridad ambiental pertinente, en la cual se deben especificar todas las actividades y medidas de seguridad y control que se toman para minimizar al máximo impactos negativos y preservar el medio ambiente.

LÍMITE GEOGRÁFICO: todo aquel cuerpo o estructura que demarque la zona, haciendo que se “aisle” de las demás áreas aledañas, de manera que actúen o como una barrera para evitar la propagación del daño ambiental o sean estructuras aun no contaminadas y que puedan llegar a verse afectadas.

LÍNEA BASE: para este proyecto, se define como las características que definen a una zona antes de ser intervenida por actividades petroleras o en caso de no ser

una zona productora, son aquellas características de la zona antes de sufrir un impacto ambiental. Sirve como base de comparación para determinar en qué grado se ha visto afectada y como se supone debe quedar una vez finalizada la actividad o reparado el daño.

MEDIO AMBIENTE: entorno centrado en la biodiversidad de especies, donde se incluyen elementos naturales y artificiales que se relacionan entre sí; y que pueden verse modificados a partir del comportamiento humano.

PARÁMETRO: es un indicativo para lograr evaluar o valorar una situación particular. A partir de un parámetro, una determinada circunstancia puede ser entendida o colocada en perspectiva.

PASIVOS HUÉRFANOS: son aquellos daños ambientales ocasionados en zonas donde nadie responde por ellos y por tanto la afectación se propaga a través del tiempo.

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL: es un instrumento de manejo y control ambiental que incluye un conjunto detallado de medidas y actividades que producto de una evaluación ambiental, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales debidamente identificados, que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad.

REMEDIACION: es el conjunto de actividades llevadas a cabo con el fin de reparar los efectos ocasionados por un daño ambiental y que buscan eliminar el riesgo que este representa para el ecosistema y las personas.

RESIDUO PELIGROSO: son todos aquellos que contienen sustancias o han sido expuestos a la contaminación de agentes tóxicos o nocivos para el ambiente y la salud.

RIESGO: vulnerabilidad o amenaza a que ocurra un evento y sus efectos sean negativos y que alguien o algo puedan verse afectados por él.

VALORIZACION: es la acción de poder calificar el pasivo según determinados estándares para medir las magnitudes del mismo sobre la zona de influencia y darle una connotación ambiental y económica que lo define de manera particular.

VULNERABILIDAD: es la incapacidad de resistencia cuando se presenta un fenómeno amenazante, o la incapacidad para reponerse después de que ha ocurrido un desastre.

RESUMEN

Título: Diseño de una metodología que permita la identificación y la valorización de los pasivos ambientales huérfanos petroleros mediante el uso de una plataforma digital.

Descripción: El presente trabajo de grado se basa en el diseño de una metodología de identificación y valorización de pasivos ambientales que no tienen un responsable para la financiación de su remediación. En primera instancia, se realiza una revisión bibliográfica para el desarrollo de una base teórica, requerida para comprender el ámbito ambiental y legal del manejo de pasivos en el país y con el fin de tener una base metodológica sustentable se empleó la consulta de estudios en el sector minero, al tener este un panorama más amplio en el tema. En esta revisión, se identifican parámetros clave que se consideran los pilares de la metodología para desarrollarla en el sector petrolero y diseñar, como tal, el mecanismo de identificación y valorización de pasivos ambientales a través de la medición del riesgo y del valor económico que representan para quien deberá responder por este, además del establecimiento de detalles geológicos y físicos de la zona, así como de características del estado inicial de la misma antes de ser intervenida por la actividad petrolera. Una vez se ejecute la metodología, esta está en la capacidad de definir la responsabilidad sobre la remediación del pasivo, y declarar quien debe financiar y ejecutar las acciones de compensación ambiental. La funcionalidad del diseño se evalúa sobre un área afectada en el departamento del Putumayo, Colombia.

Finalmente, la metodología será digitalizada en una plataforma, para que se ejecute de manera eficiente, haciendo que los resultados sean comprensibles, generado que la herramienta funcione de manera práctica para las situaciones en las que sea requerida.

Palabras Clave: metodología, pasivos ambientales petroleros huérfanos, identificación, valorización, actividad petrolera, Colombia, gestión ambiental.

INTRODUCCIÓN

La actividad petrolera alrededor del mundo ha evolucionado con el paso del tiempo, y la industria se encuentra en un desarrollo continuo que busca no solo el mejoramiento de las distintas etapas para la obtención de hidrocarburos, sino también la disminución del impacto ambiental que genera cada una de ellas. Sin embargo, éste impacto continúa siendo de grandes proporciones, y es generado no solo por las malas prácticas de operación, también por la intervención de actores externos que buscan perjudicar a la industria sin tener en cuenta que el daño que causan afecta distintos ámbitos como la economía, el medio ambiente y los seres humanos.

En Colombia, los hidrocarburos se consideran como un contaminante peligroso¹, que puede no solo poner en riesgo el bienestar de los ecosistema sino también el de las personas, y a pesar de la existencia de una legislación exigente sobre los imprevistos y accidentes que puedan presentarse, el país no posee en sí con una política destinada a los pasivos ambientales como tal, que esté en la capacidad de eliminar la incertidumbre tanto jurídica como técnica existente sobre los mismos y que al mismo tiempo sea capaz de orientar su gestión. Ésta incertidumbre ocasiona un vacío en la identificación y valorización de pasivos ambientales, generando que muchos de ellos queden sin responsable aparente, siendo estos designados pasivos ambientales huérfanos. A partir de esto, surge la necesidad de cuantificar y localizar todos aquellos pasivos huérfanos para que el Estado, en calidad de garante de preservar el medio ambiente², vele por la remediación y vigilancia de las operaciones ambientales pertinentes.

En cuanto a los pasivos ambientales huérfanos en el país, es algo relativamente nuevo, ya que a pesar de haberse adelantado distintos proyectos para inventariarlos en determinadas compañías y en sectores energéticos como eléctrico y minero, no existe una regulación particular para este tipo de pasivos, en ningún sector industrial ni extractivo, por esto es importante y necesario adelantar estudios que faciliten la gestión del Estado frente a esta creciente preocupación ambiental que afecta tanto a las compañías petroleras como a las comunidades, y en especial, afecta a los componentes ambientales.

Una de las principales causas de la generación de pasivos ambientales huérfanos son los grupos ilegales quienes, en su afán de marcar precedentes de guerra, realizan actos vandálicos generando daños incalculables, dichas situaciones representan casos fortuitos no contemplados dentro del plan de manejo ambiental

1 COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO SOSTENIBLE; Decreto 4741 de 2005; [Documento digital]; diciembre de 2005; Anexo I, Pág. 16

2 COLOMBIA, CORTE CONSTITUCIONAL. Constitución política de Colombia; [Documento electrónico]; Edición 2016; Bogotá DC.; septiembre de 2016; [Disponible En: <http://www.corteconstitucional.gov.co/inicio/Constitucion%20politica%20de%20Colombia.pdf>]; artículo 80

de una compañía operadora que busca explotar recursos no renovables y la cual no tendría por qué responder por un daño que no causó. Aun así estas afectaciones externas afectan directamente la imagen de la industria ante las comunidades generando impactos negativos para futuros proyectos, siendo así un hecho, que la mitigación y la remediación de los pasivos debe llevarse a cabo en una operación conjunta público-privada que esté en la capacidad de potenciar el alcance de las acciones de remediación; partiendo de lo anterior se reafirma la importancia de iniciar con estudios que identifiquen y valoricen este tipo de pasivo generando así un avance en el desarrollo sostenible de la industria.

Para el desarrollo de la metodología, se requirieron tres fases dentro de las cuales se encuentra la fase descriptiva que busca crear un fundamento de la teoría a partir de la cual se adquieren los conceptos básicos para comprender el funcionamiento del manejo ambiental y legal de las actividades petroleras, en la segunda fase se realiza una comparación con el sector minero debido a que, como fue mencionado previamente, es una industria donde se han adelantado diversas investigaciones sobre pasivos ambientales; finalmente la última fase que precede la culminación del desarrollo de la metodología diseñada, es de tipo experimental, donde no solo se prueba que la metodología funciona, sino que se mide el alcance de la misma al poder valorizar el pasivo tanto cualitativa como cuantitativamente.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar una metodología que permita la identificación y la valorización de los Pasivos Ambientales Huérfanos Petroleros mediante el uso de una plataforma digital.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.** Describir el estado del arte de los pasivos ambientales petroleros en el mundo y en particular en Colombia.
- 2.** Definir los parámetros básicos para la identificación y valoración de pasivos ambientales partiendo de estudios en el sector minero.
- 3.** Desarrollar una metodología para la identificación y valoración de los pasivos ambientales petroleros en Colombia.
- 4.** Identificar los pasivos ambientales petroleros huérfanos, dentro del desarrollo de la metodología anteriormente propuesta.
- 5.** Comprobar la funcionalidad de la metodología a través de su implementación en un área piloto en el Putumayo.
- 6.** Diseñar una herramienta digital basada en la metodología propuesta para la identificación y valoración de pasivos ambientales.

1. GENERALIDADES DE LOS PASIVOS AMBIENTALES Y EL TEMA AMBIENTAL

Para poder elaborar una metodología eficiente se hace necesario establecer parámetros base para su desarrollo y entendimiento, es por ello que éste primer capítulo busca dar respuestas a ciertas preguntas que surgen alrededor de los pasivos ambientales, de los pasivos ambientales huérfanos y de la industria petrolera como tal, siendo estos tres, temas básicos sobre los que se enfoca el presente proyecto de grado. En función a esto se detalla en qué consiste la industria petrolera junto con sus etapas de funcionamiento y en qué medida se podría impactar el ecosistema junto con las medidas que se toman al respecto teniendo en cuenta los entes que regulan la industria petrolera. En cuanto a pasivos ambientales y pasivos ambientales huérfanos se hace una contextualización enfocada a qué son y cómo se caracterizan junto con la reglamentación colombiana establecida para su supervisión; dejando así claro el contexto en el que trabaja la metodología a desarrollar.

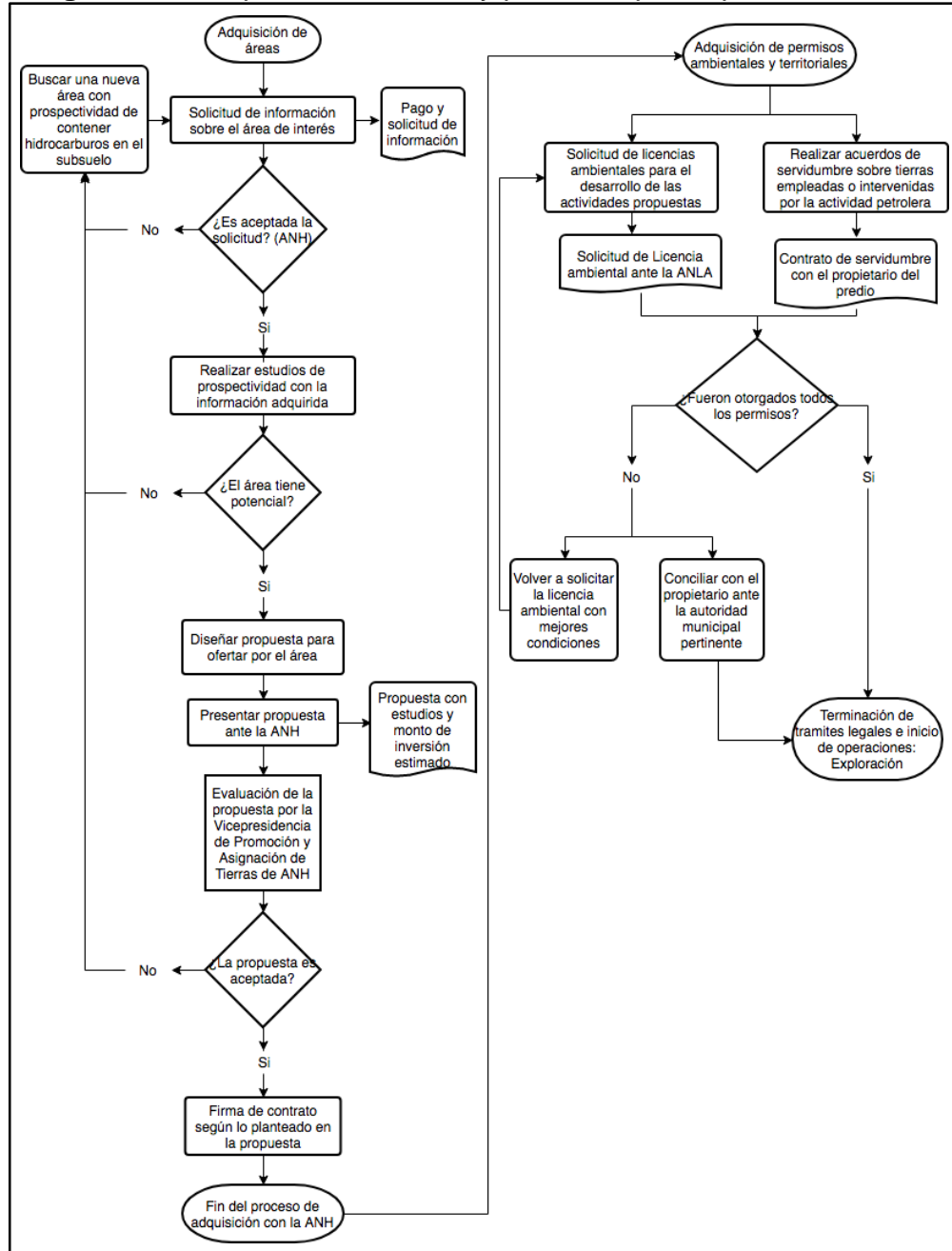
1.1 CARACTERIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD PETROLERA

La actividad petrolera busca la extracción de los hidrocarburos líquidos y gaseosos del subsuelo, donde se encuentran atrapados dentro de estructuras geológicas propicias para su acumulación y almacenamiento y que con los equipos y procesos óptimos se pueden extraer a superficie, allí son tratados para tenerlos en condiciones adecuadas de transporte, el cual se lleva a cabo hacia las refinerías o distribuidores para un posterior proceso de tratamiento habilitando su comercialización y venta, este procesos busca la obtención de diversos derivados de los hidrocarburos para sus múltiples aplicaciones, bien sean de tipo doméstico o industrial.

Para ejecutar la extracción y obtención de los hidrocarburos dentro del territorio nacional las entidades interesadas en llevar a cabo estas acciones deben previamente presentarse ante la Agencia Nacional de Hidrocarburos y realizar los trámites pertinentes que les permiten evaluar el potencial de la zona, para luego adquirir permisos de los predios que se ven involucrados dentro del desarrollo de los planes de explotación, además es necesario el trámite de ciertas licencias ambientales ante la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, quien se encarga de realizar estudios ambientales del proyecto desde la evaluación económica del impacto que estas actividades podrían generar, hasta la supervisión y seguimiento del cumplimiento de los permisos otorgados, del mismo modo la compañía se compromete a dejar la zona como fue encontrada y a mitigar cualquier contratiempo que pudiese llegar a suceder durante la ejecución del proyecto. Para iniciar con las

operaciones dentro del área que se desea trabajar, son requeridos ciertos procedimientos que se describen en el **Diagrama 1**³:

Diagrama 1. Adquisición de tierra y permisos para operar



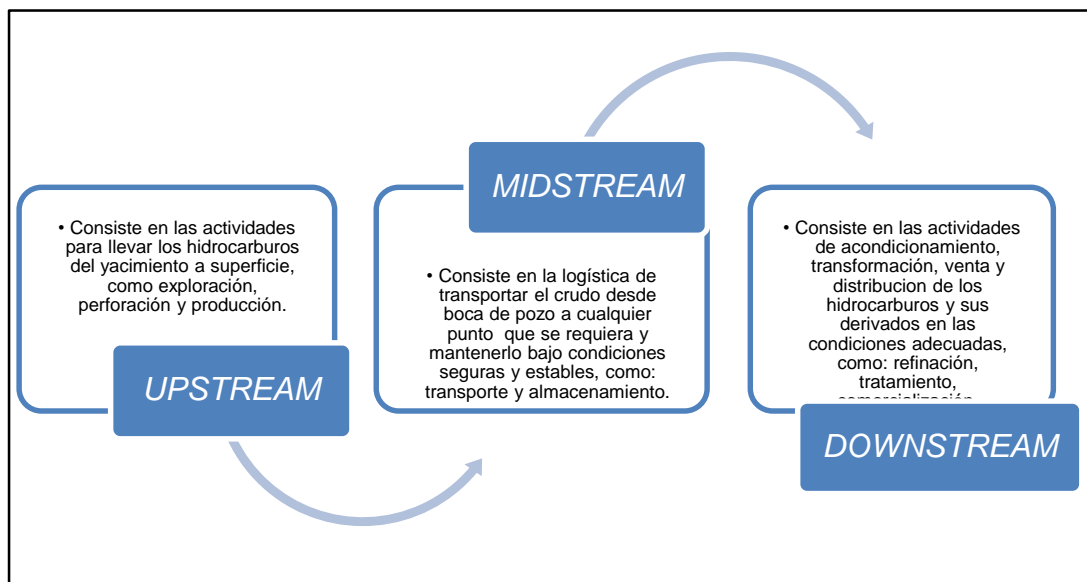
Fuente: Elaboración propia.

3 COLOMBIA, AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES; Sector de hidrocarburos En: portal digital ANLA; [En Línea]; Consultado en Agosto de 2018; [Disponible En: <http://www.anla.gov.co/Sectores-ANLA/hidrocarburos>]

Una vez la empresa cuenta con los permisos y licencias necesarias puede iniciar sus labores que conforman la cadena de valor de los hidrocarburos. La ejecución consiste en tres grandes etapas que reúnen todos los procedimientos realizados para cumplir con el objetivo principal de la industria extractiva petrolera que es traer el hidrocarburo desde el subsuelo hasta superficie para obtener sus derivados y dejarlos preparados y dispuestos para el consumo. La cadena consta de: *downstream*, *midstream* y *upstream*⁴.

1.1.1 Etapas de la actividad petrolera. Son el conjunto de actividades económicas y de ingeniería que se llevan a cabo para la extracción y comercialización de los hidrocarburos; estas son descritas a groso modo a continuación⁵ en el **Diagrama 2** y posteriormente se detalla en que consiste cada una de estas y las sub etapas que la componen.

Diagrama 2. Etapas de la actividad petrolera



Fuente: Elaboración propia.

1.1.1.1 Upstream. Es referida a “cualquier actividad que esté relacionada con la exploración y producción de petróleo y gas natural, es decir todos los procesos realizados para poder tener el fluido de producción en superficie”⁶. El término “Upstream” también incluye los procesos involucrados en la perforación y las actividades para llevar los recursos de petróleo y gas natural a la superficie,

4 COLOMBIA, AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS; La Cadena del sector de hidrocarburos En: portal digital ANH; [En Línea]; Consultado en agosto de 2018; [Disponible En: <http://www.anh.gov.co/portalseguridad/Paginas/LA-CADENA-DEL-SECTOR-HIDROCARBUROS.aspx>]

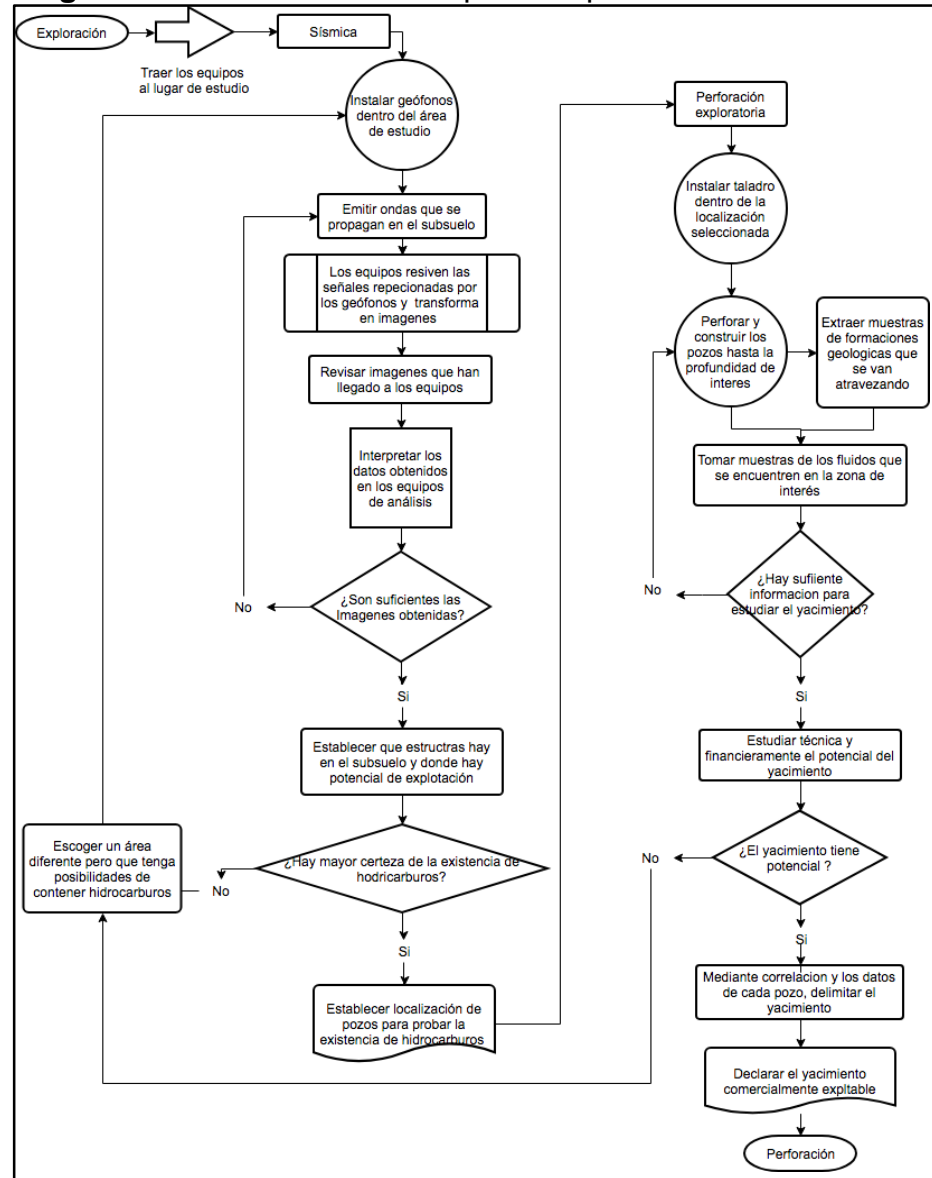
5 *Ibíd.*

6 ENERGY HQ. Upstream? Midstream? Downstream? What’s the difference? Energy HQ [en línea], junio de 2018. Disponible en Internet: <https://energyhq.com/2017/04/upstream-midstream-downstream-whats-the-difference/>.

denominado 'producción'⁷. A continuación, se describirán las sub etapas pertenecientes a este punto de la extracción.

- **Exploración:** consiste en llevar a cabo estudios de delimitación, geológicos, geofísicos y petrofísicos de las estructuras geológicas en el subsuelo de las que se tiene cierta sospecha de que pueden contener hidrocarburos. Esta fase se describe mediante el **Diagrama 3**.⁸

Diagrama 3. Procesos en la etapa de exploración



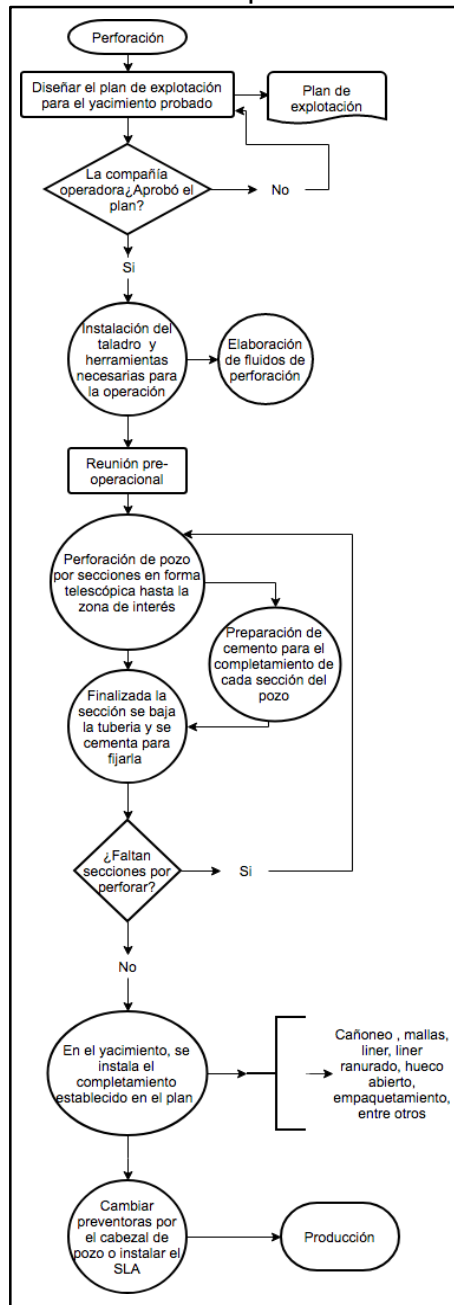
Fuente: Elaboración propia

7 ECOPETROL S.A.; El petróleo y su mundo; [Revista digital]; 10ª Edición; Unidad de Comunicaciones Corporativas de Ecopetrol; diciembre de 2014, Bogotá DC; pp. 8-25.

8 *Ibid.*, pp. 14-19

- Perforación:** una vez probada la existencia de hidrocarburos en la zona y ya se ha evaluado si tiene potencial comercial, se procede a elaborar un plan de explotación, siendo este, el conjunto de actividades y estudios realizados para explotar rentablemente un yacimiento, esta etapa es descrita en el **Diagrama 4**, a continuación:⁹

Diagrama 4. Procedimiento para la perforación de los pozos

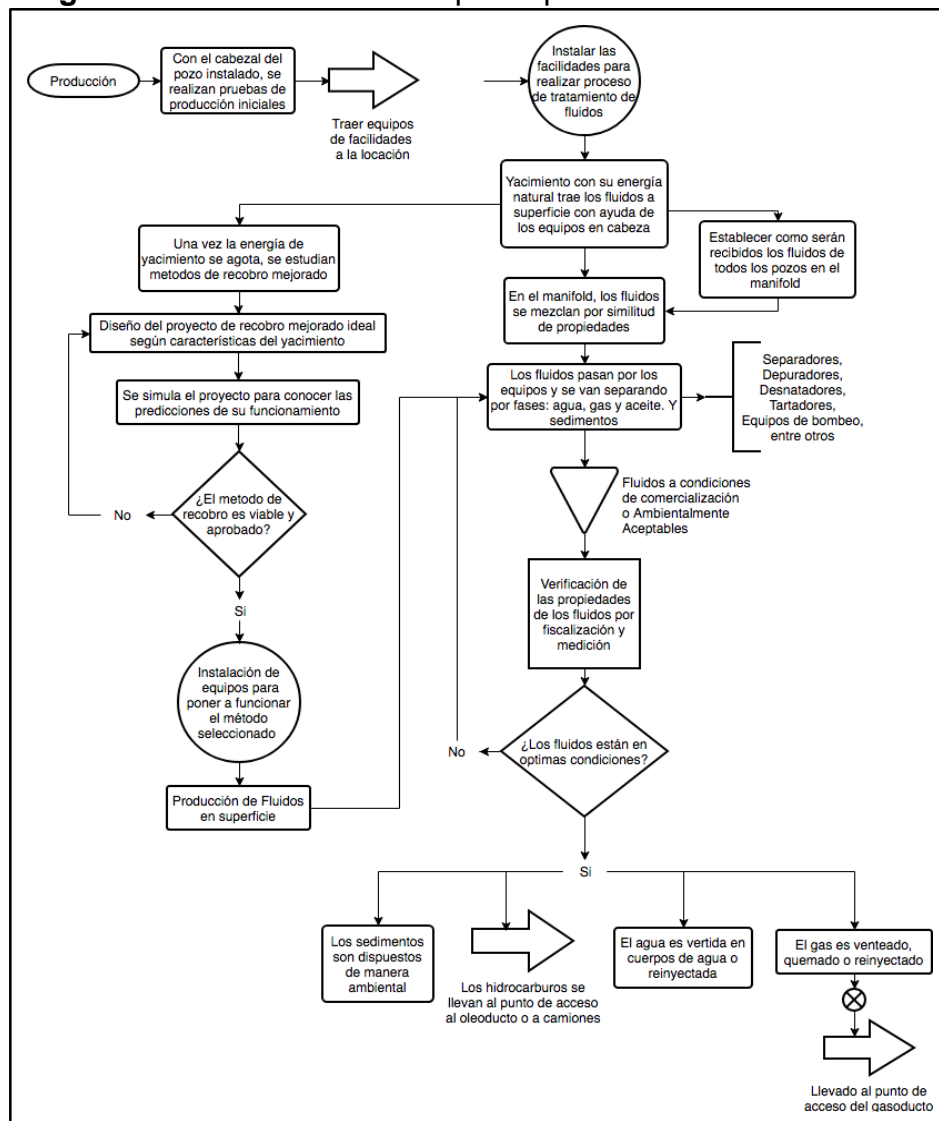


Fuente: Elaboración propia

9 *Ibíd.*, pp. 20-25

- Producción:** una vez construido el arreglo de pozos, se procede a traer el fluido desde el yacimiento al subsuelo, bien sea con ayuda de un SLA o sistema de levantamiento artificial, o el yacimiento por sí solo puede traer el fluido hasta superficie con su propia energía, es decir, en flujo natural. Una vez en cabeza de pozo los fluidos son separados y tratados de manera sencilla en las facilidades de producción para poder usarlos comercialmente y disponer correctamente de los que no serán empleados en las etapas siguientes, con el fin de que no se cause un impacto negativo en el ambiente y así recuperar el mayor valor de los hidrocarburos extraídos sin una mayor afectación; en el **Diagrama 5** se describe esta etapa con mayor detalle¹⁰:

Diagrama 5.Procesos en la etapa de producción



Fuente: Elaboración propia

1.1.1.2 Midstream. Se refiere a todo “lo necesario para transportar y almacenar petróleo crudo y gas natural antes de que sean refinados y procesados en combustibles y elementos clave necesarios para hacer productos que utilizamos todos los días”¹¹. *Midstream* incluye tuberías, artefactos y toda la infraestructura necesaria para mover estos recursos a largas distancias, ésta etapa a su vez se divide en subprocesos los cuales son:

- **Transporte:** esta etapa es sin duda una de las más relevantes pues está presente desde que los hidrocarburos salen a la cabeza de pozo, llegan a las facilidades y de allí son transportados a puerto, a las refinerías o a centros de tratamiento. Generalmente el transporte se lleva a cabo por ductos metálicos que permiten que circulen de un lugar a otro, estos ductos poseen válvulas e instrumentos que permiten controlar tanto el flujo como las propiedades físicas, principalmente presión y temperatura, con la que viajan los fluidos dentro de estos. Para el desplazamiento los ductos están conectados a estaciones de bombeo que ayudan a impulsar los fluidos y que de esta manera lleguen a su destino final. Existen ductos independientes para cualquier fluido hidrocarburo que se requiera desplazar: oleoducto para el crudo, gasoducto para el gas natural, poliducto para derivados como el diésel, la gasolina, propanoductos para el gas propano, entre otros; cada uno con reglamentaciones diferentes.¹²

En esta etapa también se hace referencia a los carro tanques, buques o cualquier otro medio de transporte que se emplee para trasladar los hidrocarburos, aunque generalmente estos se emplean una vez los productos son comercializables y requieren llegar bien sea a su consumidor o comprador, o a puerto de exportación.

- **Almacenamiento:** consiste en la retención y el mantenimiento de los fluidos en tanques de gran capacidad bajo las condiciones precisas para preservar los hidrocarburos una vez son tratados y aún no han sido transportados, y de esta manera, poder ser fiscalizados, es decir, medir la cantidad producida a diario en cada campo petrolero para llevar el reporte al Ministerio de Minas y Energía, que es requerido para cuantificar las regalías o dineros dados al estado por la explotación del recurso natural no renovable dentro del territorio nacional.¹³

11 ENERGY HQ. Op.Cit.

12 ECOPETROL S.A.; Op. Cit. Pp. 40-43

13 COLOMBIA, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Dirección de hidrocarburos, Fiscalización, [Diapositivas]. Pp. 3-4 y 10-11.

1.1.1.3 Downstream. Esta es la última etapa de la industria del petróleo y el gas natural. Incluye lo relacionado en “convertir el petróleo crudo y el gas natural en productos terminados que son empleados todos los días alrededor del mundo. Algunos de los productos más conocidos son los combustibles como la gasolina y el diésel, además de los aceites para calefacción y el asfalto para la construcción de carreteras”¹⁴. Los subprocesos que comprenden ésta etapa son:

- **Refinación del crudo:** el petróleo crudo es traído hasta un complejo de artefactos dispuestos para tratar el fluido y por medio de separación física por calentamiento a cerca de 400°C en una torre que contribuye con la condensación de cada componente según su temperatura para volverse líquido y así sale de esta, para posteriormente, con tratamientos químicos, retirar los componentes contaminantes y nocivos que los hidrocarburos puedan contener dentro de su estructura. Es así como finalmente se obtienen los denominados derivados del petróleo, que pueden ser combustibles o petroquímicos, dependiendo las propiedades con las que cuente el producto final y su posterior uso dependiendo de la composición que tengan. Algunos de estos ya salen de la refinería como productos consumibles como el diésel, pero otros deben ser tratados según el uso final para el que sean requeridos.¹⁵

- **Tratamiento y purificación del gas:** el gas que sale de los yacimientos viene con impurezas que no permiten su venta o su quema dentro de los campos, y aunque es un tratamiento que se lleva a cabo generalmente dentro de las facilidades de producción, es necesario aclarar que el gas debe ser: deshidratado, removiendo cualquier partícula líquida que pueda contener dentro de su estructura y esto se realiza dentro de separadores, torres con sustancias como el glicol o depuradores, y endulzado, el que es un tratamiento químico que remueve cualquier partícula de H₂S, N₂ o CO₂ que se encuentre dentro de la corriente de gas, debido a que estas sustancias son corrosivas y nocivas tanto para la salud humana como para los equipos expuestas a estas. Una vez el gas esté seco y dulce se puede dirigir a la TEA, donde es quemado al aire libre o se puede transportar hacia el gasoducto para ser consumido y comercializado.¹⁶

- **Comercialización y distribución:** como se mencionó anteriormente, algunos derivados salen de la refinería listos para su comercialización, pero muchos otros son vendidos a otras compañías o industrias para la elaboración de otros productos cuya materia prima son los derivados de hidrocarburos. Es así como se transportan los fluidos y son distribuidos para sus compradores quienes son los que realizan diversas operaciones para convertir los derivados en productos nuevos o quienes colocaran a disposición de los usuarios el producto terminado, en este caso

14 ENERGY HQ. Op. Cit.

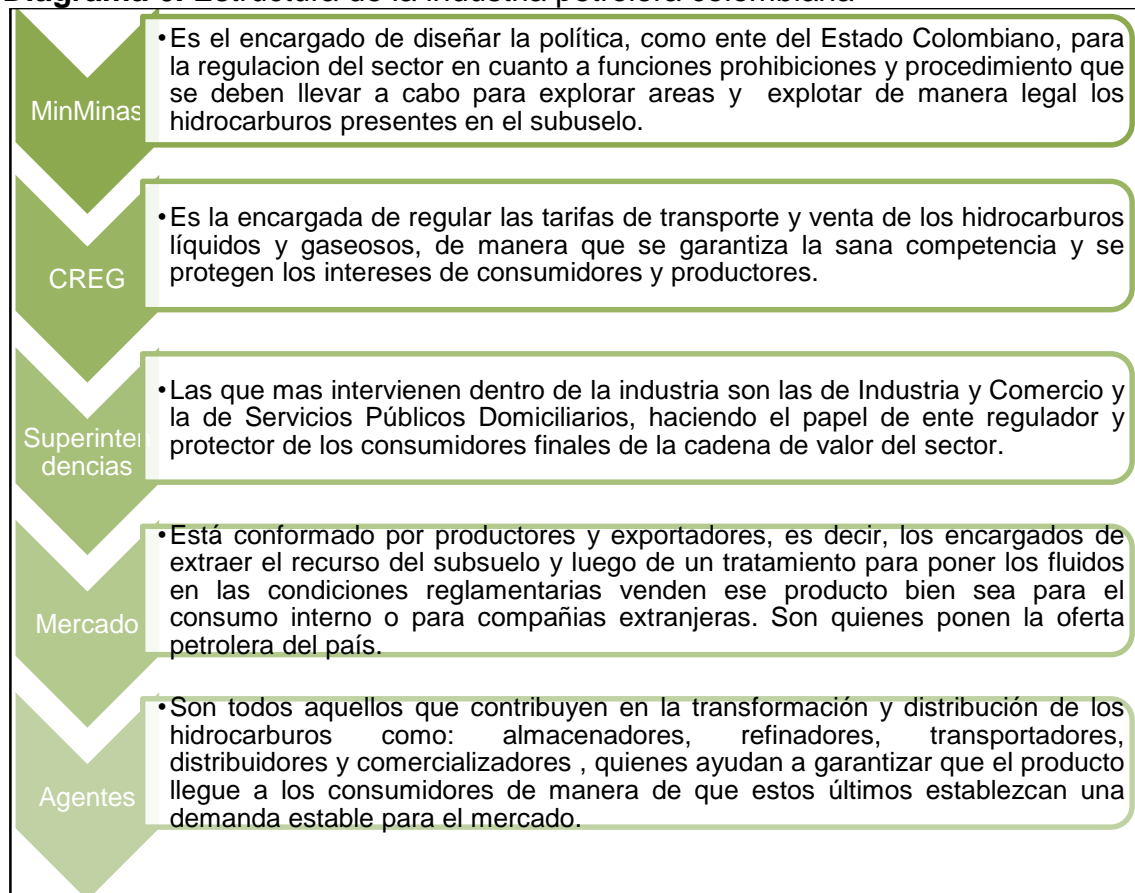
15 ECOPETROL S.A., Op.Cit. pp. 45-47

16 ECOPETROL. Cadena de Valor del gas natural, Procesamiento, ; [En línea]; consultado: Septiembre de 2018; [Disponible en: <https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/es/ecopetrol-web/productos-y-servicios/productos/gas-natural/Informaci%C3%B3n%20General/cadena-de-valor-del-gas-natural/procesamiento>]

se tiene la gasolina de vehículos, aviones, entre otros, o gas vehicular, doméstico o industrial para diversos destinatarios. Dentro de los productos que se pueden obtener de los derivados del petróleo se encuentran: productos de aseo, asfalto, ceras parafínicas, neumáticos, textiles, entre muchos otros.¹⁷

1.1.2 Estructura del sector de hidrocarburos. La estructura del sector hidrocarburo como parte importante de la actividad económica del país se da de la siguiente manera, según los lineamientos del Estado Colombiano regidos bajo la constitución política de 1991 y sobre todas las leyes que rigen la actividad petrolera dentro del territorio nacional. En el **Diagrama 6**, se describen los entes que hacen parte de todas las labores involucradas en la industria y se resalta la función que cumplen dentro de la estructura¹⁸.

Diagrama 6. Estructura de la industria petrolera colombiana



Fuente: Elaboración propia.

17 ECOPELROL. El Petroleo y su mundo,, Derivados y usos; [En línea]; consultado: Septiembre de 2018; [Disponible en: <https://www.ecopetrol.com.co/especiales/elpetroleoysumundo/derivados.htm>]

18 COLOMBIA, COMISION DE REGULACION DE ENERGIA Y GAS; Estructura de sectores regulados En: portal digital CREG; [En Línea]; Consultado en Agosto de 2018; [Disponible En: <http://www.creg.gov.co/index.php/es/sectores/2015-02-04-20-43-06/estructura-combustibles> y <http://www.creg.gov.co/index.php/es/sectores/gas-natural/estructura-gas>]

1.1.3 Impacto ambiental generado por la industria. La industria petrolera es considerada como una de las industrias que mayores impactos ambientales puede generar a nivel local y global, pero no es del todo cierto, debido a que esta imagen se ha creado a partir de ciertos desastres generados por diversos motivos que van ligados más a cuestiones de errores humanos, los cuales han servido de ejemplo para demás compañías, mejorando así el rendimiento de las operaciones y potenciando la seguridad y estabilidad de las mismas, evitando afectaciones por situaciones que pueden evitarse con la finalidad de no repetir los mismos errores que causaron en el pasado afectaciones considerables dentro del medio ambiente. En este punto, la industria ha avanzado en gran medida, pues se han mejorado materiales y optimizado procedimientos, logrando una actividad segura.

Sin embargo, en las diversas etapas de la explotación petrolera se pueden presentar acontecimientos imprevistos que llegan a impactar al medio ambiente, y aunque dentro de la licencia ambiental se plantean procedimientos para atender diversas emergencias que pudiesen llegar a presentarse, estas pueden llegar a generar contaminación, que en caso de que la afectación sea grande puede ocasionar: cambios en el uso del suelo, pérdida de materiales para la construcción de vías e instalaciones de pozos, contaminación de aguas superficiales y subterráneas, modificaciones bióticas sobre hábitats naturales, modificación de patrones socio-culturales y procesos inflacionarios propios de esta actividad¹⁹.

La contaminación del petróleo generalmente se debe a actos fortuitos causa de su liberación accidental o intencional, por parte de terceros, en el ambiente, provocando efectos adversos sobre el hombre o el medio ambiente, afectando en forma directa o indirectamente el suelo, agua, aire, fauna, flora, entre otros, como se ve en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Componentes ambientales posiblemente afectados por la actividad petrolera.

| Componente afectado | Impacto |
|---------------------|--|
| Suelo | Las zonas ocupadas por las herramientas necesarias para llevar a cabo las diferentes etapas de la explotación de hidrocarburos requieren en ciertas ocasiones grandes extensiones areales que resultan degradadas. |
| | El derrame ocasiona que los terrenos queden inutilizables durante largos periodos de tiempo. |
| | Remoción de cobertura vegetal y construcción de trochas de penetración a zonas de difícil acceso. |
| | Inducción de procesos de desestabilización de subcuencas y de procesos de erosión en áreas de fallas geológicas o de pendientes en los piedemontes y lomos de las cordilleras |

19 SILVA, Sergio. El Petróleo. En: Calameo; [En Línea]; Consultado en Agosto de 2018; [Disponible En: <https://es.calameo.com/books/003379647be29c2e41606>]

Cuadro 1. (Continuación)

| Componente afectado | Impacto |
|----------------------------|--|
| Agua | Alteración de los patrones naturales de drenaje agua. |
| | En casos extremos secamiento de grandes áreas de humedales. |
| | Disminución del contenido de oxígeno, aporte de sólidos, sustancias orgánicas e inorgánicas. |
| Agua | Contaminación de aguas superficiales y acuíferos por inexistencia o deficiencia en el tratamiento de las aguas asociadas a la explotación y refinación del petróleo. |
| | Salinización de suelos por aguas asociadas al petróleo en lugares abiertos o bajos pantanosos. |
| Aire | El venteo y quema de gases contaminan zonas en dirección de los vientos. |
| | Emisión de componentes gaseosos en la refinación de crudo y derivados del mismo. |
| Fauna | Dstrucción de algunos hábitats de especies animales. |
| | Las aves son de las especies mayormente afectadas debido al contacto directo con agua y vegetación contaminada. |
| | Desaparición de innumerables especies, alterando ecosistemas y generando nuevas dinámicas ecológicas. |
| | Generación y/o inducción de procesos de migración, colonización, transculturización en las zonas de influencia de los proyectos petroleros. |

Fuente: Elaboración propia, con base en: MARTINEZ PAREDES, Gina Paola y CRUZ NEUQUE, Leidy Caterine. Tabla 7. Evaluación de los PAM por medio de la matriz de importancia. 2015. P.15.

1.1.4 Gestión ambiental en la industria petrolera. La industria petrolera es consciente del posible impacto ambiental que podría generar, es por ello que, mediante la normatividad ambiental del país, busca llevar a cabo una gestión ambiental eficiente para la conservación de los diversos recursos naturales que pudiesen verse alterados de cualquier manera en el quehacer diario de las compañías petroleras. Es por ello que en cada una de las etapas desarrolladas por la industria se lleva el cumplimiento de distintas figuras ambientales garantizando una actividad sostenible no solo como un formalismo legal sino también para adquirir un compromiso con las comunidades y con la conservación del medio ambiente, para tener planes de contingencia en caso de que se presente cualquier imprevisto y evitar la ocurrencia de los mismos. El cumplimiento y la viabilidad ambiental de los proyectos se debe garantizar rente a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales y las Corporaciones Autónomas Regionales, siendo estas las encargadas de velar por el desarrollo sostenible del país.

En la etapa de exploración deben tenerse en cuenta dos procesos esenciales, por una parte, se encuentra la sísmica y por otra la perforación exploratoria. La sísmica no requiere en sí un licenciamiento ambiental previo, sin embargo, es necesario considerar el caso donde esta actividad sea realizada en áreas habitadas por grupos

étnicos, allí deben realizarse consultas previas. Además, en éste proceso de exploración es necesario obtener permisos de aprovechamiento de recursos ante las CAR.

En cuanto a la perforación exploratoria debe hacerse un estudio de impacto ambiental el cual “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 se requiera licencia ambiental de acuerdo con la ley. Este estudio deberá corresponder en su contenido y profundidad a las características y entorno del proyecto, obra o actividad”²⁰. Como es mencionado previamente, también es requerido la licencia ambiental la cual “llevará implícitos todos los permisos, autorizaciones y/o concesiones para el uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales renovables, que sean necesarios por el tiempo de vida útil del proyecto, obra o actividad”²¹; finalmente en este proceso exploratorio es necesario explicar los proyectos a la comunidad.

En la etapa de producción, en cuanto a la perforación de pozos se hace necesario tener en cuenta el estado del área a perforar, teniendo en cuenta si es un área nueva y si ésta cuenta con una licencia ambiental. Como normatividad general para la gestión ambiental durante la perforación de pozos deben considerarse tres figuras ambientales: las licencias ambientales, los estudios de impacto ambiental y el plan de manejo ambiental el cual el conjunto detallado de actividades, que producto de una evaluación ambiental, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad. Incluye los planes de seguimiento, monitoreo, contingencia, y abandono según la naturaleza del proyecto, obra o actividad”²².

Finalmente, el transporte de hidrocarburos también requiere de licencias ambientales, ya que en ocasiones pueden afectar los recursos naturales renovables en casos como construcción de ductos, instalaciones de tuberías, construcción de vías de acceso, pruebas al producto o trabajos finales que pueden afectar el ambiente.

1.2 CONTEXTUALIZACIÓN DE LOS PASIVOS AMBIENTALES

Existen varias definiciones para los pasivos ambientales, cada una de ellas depende del tipo de industria al que estén sujetos y del mismo país donde están siendo generados, además su concepción puede llegar a variar en cuanto a lo que se considera pasivo ambiental y lo que no, y la legalidad es distinta para cada país por

20ANLA; Estudio de Impacto Ambiental. En: portal digital ANLA; [En Línea]; Consultado en agosto de 2018; [Disponible En <http://portal.anla.gov.co/estudio-impacto-ambiental>]

21 CAR; Licencia Ambiental. En: Corporación Autónoma Regional; [En Línea]; Consultado en noviembre de 2018; [Disponible En <https://www.car.gov.co/vercontenido/1159>]

22 CONGRESO DE COLOMBIA; Ley General Ambiental de Colombia; Ley 99 de 1993; [Documento Digital] diciembre de 1993, Bogotá D.C.; Artículo I.

lo que a continuación se desarrollan los conceptos a ser trabajados en esta metodología.

1.2.1 Definición de pasivos ambientales. Se entiende como la “suma de los daños no compensados producidos por una empresa al medio ambiente a lo largo de su historia, en su actividad normal o en caso de accidente”²³. En otras palabras, se trata de sus deudas hacia la comunidad donde opera.

Según Innova²⁴, un pasivo ambiental se define²⁴ como toda aquella alteración que afecta al medio ambiente y es causada directamente o indirectamente por una actividad específica en una región. Estas alteraciones son llamadas pasivos ambientales cuando no son oportunamente mitigadas, compensadas, corregidos o recuperados, además pueden llegar a generar un riesgo a la salud humana o al ambiente.

1.2.1.1 Definición legal de pasivos ambientales en países de América. Por la reciente incursión del tema de pasivos ambientales en Colombia, se hace necesario referirse a definiciones de éste término en otros países de América en los cuales su incursión ha sido llevada más a fondo, con normas específicas y definiciones claras, dando bases sólidas al trabajo a desarrollar.

Además, para Colombia se desarrolla el término de pasivo ambiental basado en un proyecto dirigido por Innova junto con el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible buscando avanzar en la conceptualización y establecimiento de procedimientos para la gestión integral de los pasivos ambientales, sin embargo, ésta definición no ha sido legalmente establecida.

A continuación, se describen las definiciones formales para pasivos ambientales en cada uno de los países de América:

- **Perú:** Según la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía²⁵, la cual busca promover el desarrollo de las actividades minera, de hidrocarburos y eléctrica, un pasivo ambiental es toda situación ambiental generada en el pasado y con deterioro progresivo en el tiempo y representa riesgo a la calidad de vida y al ambiente.
- **México:** Allí el ente regulador ambiental es la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la cual define los pasivos ambientales como “aquellos sitios contaminados por la liberación de materiales o residuos peligrosos, que no fueron

23 RUSSE, Daniela y MARTINEZ-ALIER, Joan. Los Pasivos Ambientales. En: ¿Qué es el pasivo ambiental? Debates ambientales; [Artículo digital]; Faximil Edicions Digital, México, 2015. P. 3

24 INNOVA. Taller 4: Diseño de una estrategia integral para la gestión de los pasivos ambientales en Colombia. En: Desarrollo del concepto y definición de pasivo ambiental. Colombia, [Diapositivas]; Noviembre de 2015; P. 28.

25 GARZÓN, C. Manejo de Áreas devueltas con Pasivos Ambientales. Bogotá 2009. p.19

remediados oportunamente para impedir la dispersión de contaminantes, pero que implican una obligación de remediación”²⁶.

- **Estados Unidos:** Estados Unidos cuenta con la Agencia de Protección Ambiental (EPA) la cual busca proteger la salud humana y el medio ambiente, para esta agencia un pasivo ambiental es la “obligación de incurrir en un costo futuro, como consecuencia de una actividad, o conducta, realizada en el presente o pasado que puede afectar el ambiente de manera adversa”²⁷

- **Argentina:** Según la Ley 14343²⁸ de Pasivos Ambientales, estos están definidos como el conjunto de daños que no han sido remediados que involucren el agua, el suelo, el aire y los ecosistemas en general, constituido por actividades alrededor del uso de recursos naturales, de índole privada o pública, bien sea por sus procedimientos o por algún acto imprevisto, y actualmente, están en calidad de abandono, generando un riesgo potencial y permanente de afectación al ecosistema, a la salud humana y a la propiedad.

1.2.2 Características de un pasivo ambiental. Para que pueda considerarse un pasivo ambiental debe contar con ciertas características que lo identifican y catalogan como tal, dentro de las cuales se encuentran:

- Debe estar delimitado geográficamente, es decir, que debe definirse qué componente es el que está afectando, sea el suelo el aire o el agua, y en qué zona del territorio nacional. así mismo debe estar definido como una causa o consecuencia de las actividades del hombre, es decir por actividades antrópicas.²⁹
- Representa un riesgo por su actividad química e interacción con el medio ambiente, por lo que puede propagar su efecto y causar daños en la salud humana o del ecosistema circundante, por lo que debe ser tratado con cuidado.³⁰
- Su gestión o reparación generan costos para el directo responsable, además de pérdida de producción al no haber contado con lo que se contaminó o se convirtió, por diferentes motivos, en lo que hoy es un pasivo ambiental. por esto, es considerado como una deuda que disminuye los activos de la compañía responsable.³¹
- Para constituirse como pasivo ambiental debe haber generado un daño ambiental y este no haber sido atendido oportunamente generando un efecto

26Ibid., p.19.

27Ibid., p.18.

28SENADO Y CÁMARA DE DIPUTADOS DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Ley 14343. Argentina. p. 1.

29 INNOVA. Op. Cit. P. 12-14

30 RUSSE, Op. Cit., P. 2

31 Ibid. Pp. 3-4

negativo para la comunidad o el medio ambiente y que su coste de eliminación, represente un valor mayor al de remediación.³²

- Requiere llevar a cabo procesos, cualquiera que pudiese llegarse a necesitar, para remediar el daño producido y dejar el sitio tal cual se encontró o incluso en mejores condiciones de manera que se garantiza la protección de la vida y el bienestar de los ecosistemas y de las comunidades.³³

1.2.3 Generación y origen de Pasivos Ambientales. En Colombia se han identificado varios sectores generadores de pasivos ambientales. Unos de estos sectores generan mayor cantidad de pasivos, como es el caso del sector minero, razón por la cual la cantidad de normas y estudios existentes para hacer frente a los residuos provenientes de la minería es mayor respecto a de los demás sectores, que, aunque generen pasivos, se hace en menores proporciones.

Innova junto con MADS organizó una serie de talleres buscando con ellos conceptualizar el tema de pasivos ambientales en Colombia. En estos talleres se tratan varias áreas en cuanto a pasivos ambientales, incluyendo la responsabilidad, la definición de los mismos y los sectores que están identificados como los mayores generadores de pasivos ambientales. En cuanto a éste último, establecen que, como se ha mencionado ya, el sector minero es el sector que mayor representa los pasivos presentes, esto con 69% de la totalidad de los generados, las principales causas de estos pasivos podrían deberse al abandono de minas sin disposición final alguna y a la actividad de extracción minera en sí.

Seguido a éste se encuentran sectores generales que representan un 19% los cuales incluyen al sector agrario, agroquímico y residuos generados; ocasionando por la mala disposición de residuos o respel. Con 6% se encuentra el sector de hidrocarburos, el cual genera pasivos por derrame de hidrocarburos sea cual sea la causa de ello. Finalmente se encuentra con un 3% el sector eléctrico al igual que los compuestos orgánicos persistentes (COPs) que se refiere a las “sustancias químicas que poseen una capacidad de biodegradación muy baja, lo que las hace muy persistentes en el medio ambiente”³⁴.

32 COLOMBIA, MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, Dirección general ambiental sectorial; Taller regional: “DIMENSIONAMIENTO DE LOS PASIVOS AMBIENTALES EN COLOMBIA UNA VISION NACIONAL Y REGIONAL HACIA EL FUTURO”; [Documento digital], 2000; Pp. 26-27.

33 MACÍAS GÓMEZ, Luis Fernando; Los pasivos ambientales y la contaminación de suelos como problema jurídico En: *Ámbito Jurídico*; [Artículo periodístico]; Febrero 10 de 2016; [Disponible en: <https://www.ambitojuridico.com/noticias/analisis/administrativo-y-contratacion/los-pasivos-ambientales-y-la-contaminacion-de>].

34 MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE. Introducción al conocimiento y prevención de los contaminantes orgánicos persistentes. Madrid 2012. p.11

1.2.4 Pasivos Ambientales y la industria petrolera. La importancia de la valoración e identificación de los pasivos ambientales del sector de los hidrocarburos radica en que cualquier depósito o sitio que se encuentre contaminado o haya estado expuesto de una manera prolongada a sustancias de hidrocarburos o cualquier sustancia relacionada, que según la ley ambiental colombiana son considerados como residuos peligrosos, ocasionan un daño potencial y vigente para el ambiente y la salud. Siendo así, todos estos residuos deben ser dispuestos con el fin de garantizar la mitigación del riesgo que representan y mermar el daño que ocasionaron una vez fueron generados.

1.2.4.1 Residuos en la explotación de hidrocarburos. Dentro de la lista de residuos o desechos peligrosos por procesos o actividades, la cual se encuentra en el anexo 1 del decreto 4741³⁵, se encuentran mezclas y emulsiones de desechos de aceite y agua o de hidrocarburos y agua; adicionalmente en el anexo 2 referido a los residuos o desechos peligrosos por corriente de residuos se encuentran todos aquellos desechos resultantes de la producción de hidrocarburos halogenados alifáticos.

La industria petrolera, en consecuencia, de lo estipulado como residuo peligroso, es una gran productora de este tipo de desechos, produciendo, a causa de las operaciones diarias para la explotación de los hidrocarburos, no solo residuos peligrosos, además recortes de producción considerados residuos sólidos y depósitos químicos debido al uso de sustancias químicas en actividades en pro a la mejora en la efectividad de la producción de hidrocarburos. A causa de ello, se hace necesario tener claridad frente a los principales desechos generados en la industria y la norma vigente frente a los mismos.

- **Residuos peligrosos.** El Decreto 4741 de 2005, unificado en el año 2015 en el Título 6 del Decreto 1076, define a los residuos peligrosos como “aquellos residuos o desechos que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas pueden causar riesgos, daños o efectos no deseados, directos o indirectos, a la salud humana y el ambiente. Así mismo, se considera residuo peligroso a los empaques, envases y embalajes que estuvieron en contacto con ellos”³⁶.

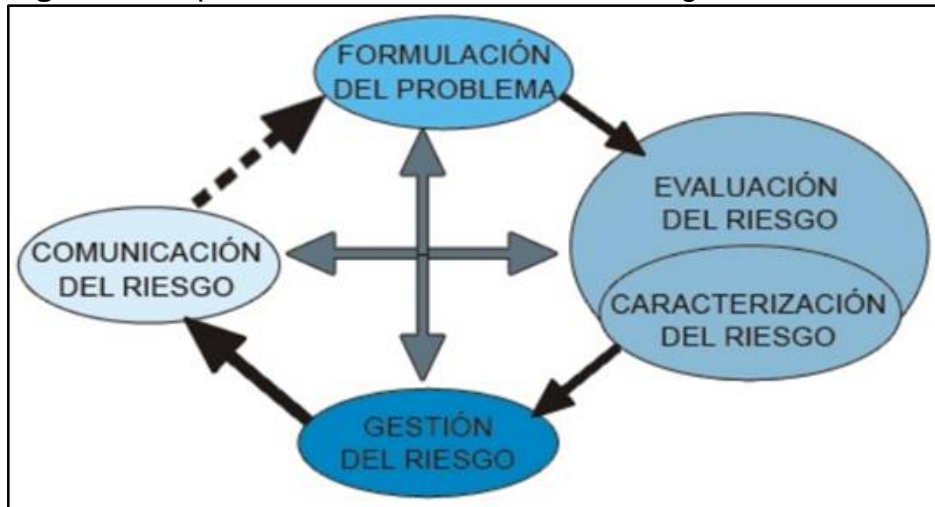
Clasificar un residuo peligroso es una de las etapas más valiosas en la gestión de los residuos, ya que de ella depende que los que así sean clasificados se sometan a un control más riguroso con el propósito de incrementar la seguridad en su manejo y prevenir y reducir riesgos para la salud o el ambiente. Esta clasificación hace parte del análisis de riesgos, el cual es una técnica multidisciplinaria que utiliza conceptos desarrollados por varias ciencias y técnicas. Éste análisis consta de tres fases

35 COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO SOSTENIBLE; Decreto 4741 de 2005; [Documento digital]; diciembre de 2005; p.19.

36 COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO SOSTENIBLE; Decreto 4741 de 2005; [Documento digital]; Diciembre de 2005; p. 2.

diferenciadas; la evaluación de riesgos, la gestión de riesgos y la comunicación de riesgos, como se puede apreciar en la **Figura 1**.

Figura 1. Esquema del ciclo del análisis de riesgo.



Fuente: MINAMBIENTE. Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos [En línea]; Edición 2007; Bogotá D.C.; mayo de 2007; [Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_qu%C3%ADmicas_y_residuos_peligrosos/gestion_integral_respel_bases_conceptuales.pdf]. p. 43.

En el marco de la política de gestión integral de RESPEL, acorde con el desarrollo sostenible, es necesario definir jerarquías en las estrategias de gestión. Como prioridad se busca evitar la generación de residuos en la fuente a través de la prevención y la minimización, dejando las alternativas de tratamiento y disposición final como última opción de gestión. La estrategia jerarquizada para la gestión integral de RESPEL se observa en la **Figura 2**.

Figura 2. Estrategias para la gestión de RESPEL



Fuente: MINAMBIENTE. Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos [En línea]; Edición 2007; Bogotá D.C.; mayo de 2007; [Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_qu%C3%ADmicas_y_residuos_peligrosos/gestion_integral_respel_bases_conceptuales.pdf]. p. 57.

En ocasiones no es posible evitar o minimizar la producción de residuos peligrosos por lo que se recurre a un tratamiento y disposición final. El tratamiento de residuos busca su transformación con el fin de reducir el volumen y disminuir la peligrosidad, destruir sustancias peligrosas que no es posible confinar y contener y aislar los materiales peligrosos. La disposición final de residuos tiene como objetivo el confinamiento de los mismos, minimizando liberación de contaminantes. En el caso de los RESPEL lo más común es el confinamiento en rellenos de seguridad o en celdas de seguridad.

- **Residuos sólidos.** Según la Procuraduría General de la Nación en su informe de seguimiento gestión de residuos sólidos en Colombia, los residuos sólidos son cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final.

En este mismo informe se definen los residuos sólidos industriales como todos aquellos que se generan en actividades propias del sector industrial como resultado de sus procesos de producción. Específicamente en el sector petrolero, este tipo de residuos provienen del desarrollo de los proyectos llevados a cabo en áreas de sísmica, perforación y explotación de hidrocarburos. La disposición de estos

residuos está regida por las normas constitucionales, las leyes, decretos y resoluciones de las corporaciones autónomas regionales, encargadas de velar por el medio ambiente.

- **Residuos químicos.** Durante las actividades para lograr la extracción de hidrocarburos se hace necesario el uso de sustancias químicas para que los procesos funcionen lo más eficientemente posible. No siempre se hace uso de las mismas sustancias, éstas dependen de los recursos económicos que se tengan, el fin de su uso y las características ambientales. Sin embargo, independientemente de la sustancia química empleada, es necesario hacer una disposición final adecuada de los desechos que contengan estos químicos, por lo que deben llevarse a cabo tratamientos especiales, siempre buscando evitar los daños ambientales.

El Consejo Nacional de política económica y social busca el fortalecimiento de la política de gestión del riesgo asociado al uso de sustancias químicas, en este desarrolla instrumentos transversales que buscan mejorar la capacidad institucional, financiera y legal para la gestión del riesgo asociado al uso de sustancias químicas de uso industrial y la prevención de accidentes mayores. Esto lo lleva a cabo tomando como base los elementos técnicos y normativos descritos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para la gestión de sustancias químicas de uso industrial, y la prevención de accidentes mayores.

1.2.5 Contextualización Legal Colombiana para los Pasivos Ambientales. En la actualidad no existe la reglamentación legal para la gestión de pasivos ambientales en Colombia, sin embargo existe un proyecto de ley por la cual se establecen lineamientos para la gestión de pasivos ambientales en Colombia, redactado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible, dentro del cual se regula y reglamenta las acciones de gestión integral de los pasivos ambientales dentro del territorio nacional, desde la asignación de responsabilidad de su generación hasta los procedimientos que se deben llevar a cabo para repararlos y mitigar los daños ambientales producidos, velando así por el bienestar tanto de la sociedad como de los ecosistemas.

1.2.5.1 Responsabilidad sobre los pasivos ambientales. Los pasivos ambientales han surgido como respuesta a un conjunto de situaciones existentes donde hay existencia de deterioro ambiental y tal deterioro no se ha resuelto. Además, los procesos de privatización de empresas o reestructuración accionaria tanto del sector público como el privado han dado pie a la necesidad de precisar la existencia de los pasivos ambientales.

Como ya se ha desarrollado a lo largo de este trabajo, la existencia de pasivos ambientales conlleva consigo una responsabilidad la cual a su vez es entendida como la obligación de “resarcir un daño, daño por incumplimiento de una obligación o daño por un encuentro social ocasional. La responsabilidad es la resultante de un juicio descriptivo: ciertamente en los aspectos de daño y autoría, y en

oportunidades, además, de un juicio de valor o político: calificación de la conducta del sujeto, autor o autora, de culpabilidad”³⁷.

Según el Ministerio de Ambiente, la responsabilidad frente a los pasivos ambientales consta de cuatro enfoques, una responsabilidad administrativa, una responsabilidad civil, una responsabilidad penal y una responsabilidad por daño ambiental las cuales son descritas a continuación.

- **Responsabilidad Administrativa.** Hace referencia a la obligación económica resultado del incumplimiento a las normas del sistema general de riesgos, por las cuales las entidades responden mediante unas sanciones, previo el cumplimiento de un proceso administrativo sancionatorio.

Estas sanciones están reguladas en el artículo 85 de la Ley 99 de 1993 (**ANEXO B**), al señalar que las autoridades ambientales imponen al infractor de las normas sobre protección ambiental o sobre manejo y aprovechamiento de recursos naturales renovables, las medidas preventivas o sanciones señaladas en el mismo artículo. Este artículo establece sanciones y medidas preventivas, las cuales están regidas según la gravedad de la infracción.

- **Responsabilidad Civil.** Hace referencia a dos responsables principales, el primero se refiere al particular y el segundo responsable el estado, en ambos casos por acción u omisión. No existe un desarrollo muy a fondo de este tipo de responsabilidad y su regulación normativa es antigua y poco desarrollada debido a que son declaraciones de principios, tanto en la ley como en la Constitución. La primera norma que en Colombia trata el tema es la ley 23 de 1973, mediante la cual se expide el Código de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.

En éste código se aclara que, si se produce un daño ambiental jurídico, como consecuencia de una acción u omisión de un agente del Estado, éste podría ser condenado a reparar el daño causado. Esta eventualidad se puede analizar bien sea que el Estado actúe directamente como una agente que realiza una actividad que produce un daño, o bien porque no actuó debiéndose hacer.

- **Responsabilidad Penal.** Otro tipo de responsabilidad existente en Colombia es la penal, la cual se encuentra regulada en los artículos 328 a 339 del Código Penal colombiano, Ley 599 de 2000, la cual entró a regir a partir del 24 de julio de 2001 (**ANEXO C**).

Éste tipo de responsabilidad presenta dos aspectos importantes a evaluar. El primero es la complejidad del conocimiento de temas ambientales dificultando encontrar claras y precisas definiciones, conceptos o conclusiones sobre los

37 HINESTROSA, Fernando. Escritos varios, Universidad Externado de Colombia. Bogotá, 1983. p. 676.

diversos tópicos ambientales. El segundo se refiere a la dispersión normativa que genera confusión y la incertidumbre jurídica en el alcance de la misma.

Adicionalmente se encuentra el hecho de una adaptabilidad del tema penal al tema ambiental, dadas las características de esta normativa existe un periodo de armonización entre las tradiciones jurídicas frente a nuevos retos que impone el derecho ambiental.

- **Responsabilidad por Daño Ambiental.** Este tema es reciente en Colombia, por ello lo que se está llevando a uso son principios generales en el derecho ambiental el cual se distingue de las otras ramas del derecho por su dispersión, carácter fundamentalmente preventivo y su carácter universal.

Para poder identificar esta responsabilidad ambiental se hace necesario tener claro conceptos como actividades peligrosas, daño del medio ambiente, medio ambiente, daños continuados, entre otros, los cuales se describen en el documento definición de herramientas de gestión de pasivos ambientales. Además de tener clara esta teoría es necesario conocer las normas vigentes en nuestro país que puedan ser conjuntamente trabajadas con los principios generales para así tomar decisiones frente a los daños ambientales causados por los pasivos ambientales.

1.2.5.2 Disposición final de pasivos ambientales y remediación ambiental. En conformidad con la “Ley General Ambiental de Colombia”, toda la política ambiental va dirigida bajo los lineamientos establecidos en la Declaración de Río de los Derechos sobre el Medio Ambiente y su desarrollo, dentro del cual se establece que el Estado puede aprovechar sus recursos naturales bajo sus propias políticas de manera que pueda garantizar que las actividades a desarrollar no afecten el medio ambiente, ni dentro de su soberanía ni en zonas límite con otras naciones, además de desarrollar cualquier proyecto bajo parámetros no solo económicos y legales sino procurando que el tema ambiental sea prioritario dentro de los proyectos ejecutados dentro del territorio nacional y que ayuden a su desarrollo sostenible.³⁸

1.2.5.3 Marco Legal Colombiano frente a los residuos peligrosos, sólidos y químicos. La ley busca prevenir y controlar los efectos ambientales originados por proyectos que generan cantidades importantes de residuos y de los cuales sus efectos en el ambiente son de alto impacto. En este interés de controlar y prevenir perjuicios al ambiente, se crean las diversas formas de control como lo son las licencias ambientales, los permisos, las concesiones y las autorizaciones respecto al uso y aprovechamiento de los recursos naturales; estos instrumentos se asignan mediante la ley 99 de 1993.

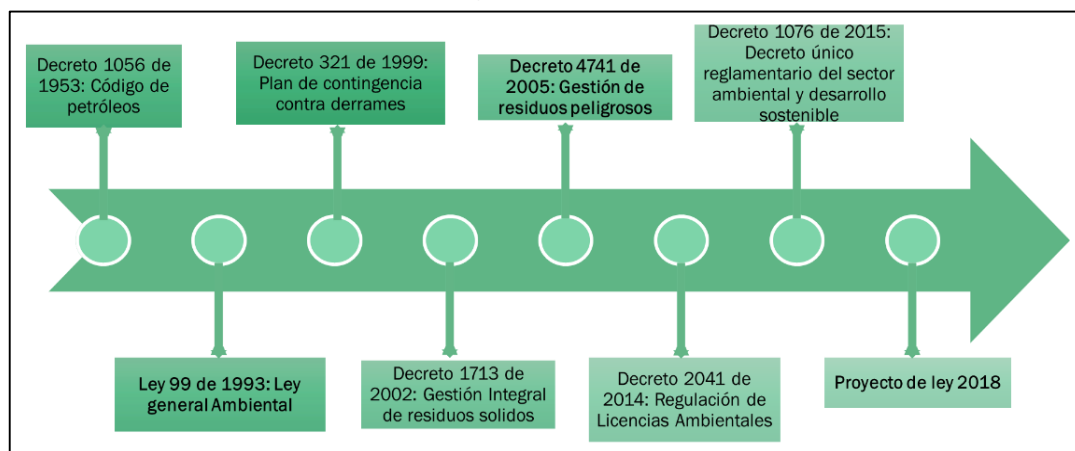
38 CONGRESO DE COLOMBIA; Ley General Ambiental de Colombia; Ley 99 de 1993; [Documento Digital] diciembre de 1993, Bogotá D.C.; Artículo I.

Por una parte, las licencias ambientales son una autorización dada para el desarrollo de ciertas actividades que afecten de una u otra manera al medio ambiente, los recursos naturales o el paisaje. El objeto fundamental de este instrumento es llevar a cabo la evaluación del proyecto a desarrollar y la previsión de sus consecuencias. Según el numeral 10 del artículo 20 del Decreto 1220 de 2005, un plan de manejo ambiental debe contener las medidas de prevención, mitigación, corrección y compensación de los impactos ambientales negativos que pueda ocasionar el proyecto; además debe establecer cómo se lleva a cabo el monitoreo del proyecto, el plan de contingencia respecto a las emergencias y los costos proyectados del plan de manejo.

Respecto al permiso de uso y aprovechamiento de recursos naturales renovables buscan controlar los efectos nocivos que pueden producir en el ambiente el uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables. Entre estos permisos se encuentran el permiso de emisiones atmosféricas, la concesión de aguas, el permiso de vertimientos y el permiso de aprovechamiento forestal. Estos permisos autorizan el uso o aprovechamiento de recurso determinado.

1.2.5.4 Marco legal de la industria. Desde sus inicios, la industria se ha ido reglamentando bajo diversas formas legales, que rigen y organizan su actividad dentro del territorio nacional, de manera que se encuentre un equilibrio entre el desarrollo y el bienestar tanto de la comunidad como de las compañías operadoras. El proceso de desarrollo legal de la industria se muestra a través del **Diagrama 7**, que muestra de manera cronológica el surgimiento de la reglamentación petrolera.

Diagrama 7. Línea del tiempo legislación de la industria petrolera en Colombia



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en el **Cuadro 2**, se exponen las principales leyes, expuestas en el **Diagrama 7**, que conforman el marco legal para la gestión ambiental en todos los ámbitos que involucran las actividades de la industria petrolera y que deben ser cumplidos por cualquier entidad que se encuentre inmersa dentro de las operaciones de la industria, así mismo se incluyen las leyes que nombran a las entidades gubernamentales encargadas de controlar y vigilar que la legislación ambiental está siendo ejecutada bajo el marco de la ley.

Cuadro 2. Leyes ambientales que rigen al sector de hidrocarburos

| Ley | Descripción |
|---|---|
| Decreto 321 de 1999 Decreto 2190 de 1995 | PLAN DE CONTINGENCIA CONTRA DERRAMES DE HIDROCARBUROS, DERIVADOS Y SUSTANCIAS NOCIVAS. Dentro de este decreto se encuentran los lineamientos, las entidades y los objetivos con los que debe cumplir el Plan Nacional de Contingencia, PNC, el cual debe ser el reglamento de los procesos de respuesta que se deben realizar para mitigar, prevenir y remediar cualquier incidente que ocurra de manera accidental o prevista con los hidrocarburos en cuerpos de agua. Además establece parámetros para determinar quién es culpable del incidente y posibles áreas afectadas por el mismo. ³⁹ |

³⁹COLOMBIA, MINISTERIO DEL INTERIOR; Plan Nacional de Contingencia contra derrames de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas en aguas marinas, fluviales y lacustres; Decreto 2190 de 1995; [Documento Digital] diciembre de 1995, Bogotá D.C.

Cuadro 2. (Continuación)

| Ley | Descripción |
|----------------------|--|
| Decreto 1056 de 1953 | <p>CÓDIGO DE PETRÓLEOS. Es el reglamento principal que define tanto las acciones estatales como las de las compañías que ejerzan actividad de explotación de hidrocarburos dentro del territorio nacional. En este se encuentran estipuladas las disposiciones para celebrar contratos, postular propuestas y adquirir títulos de operación, además de las regalías, impuestos y procesos de transporte, refinación y distribución de hidrocarburos. Así Como también establece las causales para sancionar o cancelar contratos por cualquiera de las partes involucradas.⁴⁰</p> |
| Decreto 1056 de 1953 | <p>CÓDIGO DE PETRÓLEOS. Es el reglamento principal que define tanto las acciones estatales como las de las compañías que ejerzan actividad de explotación de hidrocarburos dentro del territorio nacional. En este se encuentran estipuladas las disposiciones para celebrar contratos, postular propuestas y adquirir títulos de operación, además de las regalías, impuestos y procesos de transporte, refinación y distribución de hidrocarburos. Así como también establece las causales para sancionar o cancelar contratos por cualquiera de las partes involucradas.⁴¹</p> |
| Ley 99 de 1993 | <p>LEY GENERAL AMBIENTAL. Bajo esta ley se crea el Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible y se determinan su estructura y sus funciones dentro de Estado. Además, se dicta como parámetro fundamental la protección del medio ambiente, además de que se organizan instituciones como el Sistema Nacional Ambiental, el Consejo Nacional Ambiental, CAR, entre otros, como entidades gubernamentales para garantizar el desarrollo sustentable del país. Adicionalmente se establece el proceso para otorgar licencias ambientales para operar en territorio nacional y describe todas las entidades que participan de manera activa en la política y en la regulación a nivel ambiental de cualquier proyecto que se lleve a cabo en el país.⁴²</p> |
| Decreto 4741 de 2005 | <p>Indica la prevención y el manejo de los residuos peligrosos para prestar atención a estos y brindar una gestión integral. En este decreto, es donde se reconoce a los hidrocarburos y sus derivados como una sustancia peligrosa, por lo que deben llevar un tratamiento especial, a fin de que afecten lo menos posible al ambiente y a las personas.⁴³</p> |

40 PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA; Código de Petróleos; Decreto 1056 de 1953; [Documento Digital]; abril de 1953, Bogotá D.C.

41 PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA; Código de Petróleos; Decreto 1056 de 1953; [Documento Digital]; abril de 1953, Bogotá D.C.

42 CONGRESO DE COLOMBIA; Ley General Ambiental de Colombia; Op. Cit.

43 COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO SOSTENIBLE; Decreto 4741 de 2005; [Documento digital]; diciembre de 2005

Cuadro 2. (Continuación)

| Ley | Descripción |
|-------------------------------------|--|
| Decreto 1713 de 2002 y 1505 de 2003 | <p>Gestión integral de residuos sólidos. En resumen, dictamina quién se hace cargo del desecho de residuos sólidos de manera que estos no se conviertan en una fuente potencial de contaminación, sino que la entidad encargada del depósito está facultada para realizarla de manera integral y correcta, mitigando en gran medida el riesgo que representa. Además, que establece que las entidades gubernamentales locales deben dictar los lineamientos de gestión integral para este tipo de residuos y dicta las capacidades que debe tener la entidad encargada de la gestión de los residuos con el fin de garantizar el equilibrio ambiental de la zona.⁴⁴</p> |
| Decreto 1076 de 2015 | <p>DECRETO ÚNICO REGLAMENTARIO DEL SECTOR AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE. En este se presenta como cabeza del sector al MADS, y especifica la estructura del mismo bajo las entidades y órganos que lo conforman para llevar a cabo procedimientos de regulación, vigilancia y control mediante el diseño de la política ambiental. Así mismo, establece definiciones y principios bajo los cuales deben desarrollarse los proyectos a fin de proteger: fauna, flora, agua, aire, humedales, y zonas ambientales protegidas. En el estipulan las leyes que reglamentan los procedimientos que deben llevarse a cabo, bien sea, para poder operar dentro de una zona determinada o para gestionar cualquier proceso de remediación y reparación, dentro de lo que resalta el plan de manejo ambiental y los procesos de licenciamiento y estudio del impacto ambiental. Dentro de los principales procesos que se mencionan está el vertimiento de sustancias a fuentes hídricas, la obligación y responsabilidad sobre los residuos peligrosos. Finalmente se relacionan los costes tributarios y financieros que se deben asumir al afectar algún componente ambiental en cualquier medida y a su vez las sanciones que tendría el atentar contra la sostenibilidad del ambiente dentro del territorio nacional.⁴⁵</p> |

44 COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL; Decreto 1505 de 2003; [Documento Digital] junio de 2003, Bogotá D.C.

45 PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA; Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible; Decreto 1076 de 2015; [Documento Digital]; mayo de 2015, Bogotá D.C.

Cuadro 2. (Continuación)

| Ley | Descripción |
|-----------------------|--|
| Decreto 2041 de 2014. | Regulación de licencias ambientales. En esta se decreta que la ANLA, Las corporaciones autónomas regionales y las autoridades ambientales creadas por la Ley 768 de 2002, están en plena facultad de otorgar o negar una licencia ambiental. En la cual se estipulan todos los lineamientos y la reglamentación que constituyen a la licencia ambiental determinando que es lo que debe hacer la compañía operadora para mitigar, prevenir y remediar los impactos causados al medio ambiente, dentro de las mismas se considera el uso de los recursos naturales renovables durante la actividad realizada y exige que se expida para la autoridad ambiental un plan de manejo ambiental, PMA, dentro del cual se estipule que acciones se llevaran a cabo y en caso de presentarse situaciones desafortunadas imprevistas que impacten negativamente el medio ambiente que acciones se activaran para reparar y compensar el daño ocasionado. Así mismo, decreta que la Licencia Ambiental se debe obtener antes del inicio de cualquier operación, especificando todas y cada una de las actividades a realizar, por lo que esta autoriza únicamente lo que se haya entregado para el estudio de caso para el otorgamiento. ⁴⁶ |

Fuente: Elaboración propia

1.3 PASIVOS AMBIENTALES HUÉRFANOS

En el año 2002, en el informe final elaborado por Econometría S.A. para UPME, en un estudio realizado para llevar a cabo la valoración de pasivos ambientales en Colombia con énfasis en el sector eléctrico, se una definición a ciertos conceptos base, en cuanto a pasivos ambientales, aplicables para distintas áreas como la de los hidrocarburos. Estos resultados se encuentran publicados en el documento “Estrategia regulatoria para la intervención de áreas afectadas por actividades mineras en estado de abandono”⁴⁷ donde se tratan temas acerca de la legalidad de los pasivos ambientales, identificación y cuantificación de los mismos. Además, llegan a hablar de los pasivos ambientales algunos con responsables inminentes y otros ‘huérfanos’.

46 COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO SOSTENIBLE; “Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales, Decreto 2041 de 2014; [Documento digital]; octubre de 2014, Bogotá DC.

47 GUERRERO, Gustavo A. Estrategia regulatoria para la intervención de áreas afectadas por actividades mineras en estado de abandono. Consultoría 016 Chía, Cundinamarca: Unidad de Planeación Minero Energética. 2014.p.31.

1.3.1 Definición de un pasivo ambiental huérfano. Según Minambiente, son aquellos a los cuales no se les ha podido determinar un responsable que se encargue de su gestión u disposición, o que así mismo, quien es considerado el generador del daño ya no existe como persona natural o jurídica para el estado y que en su extinción no existe heredero alguno que responda por los daños ocasionados.⁴⁸ Esto puede ser causado posiblemente a falta de ciertas regulaciones frente a las actividades de las diferentes industrias, estas faltas de regulaciones se ven presentes más que todo en el pasado ya que hasta relativamente poco tiempo atrás se han ido exigiendo permisos y licencias ambientales para obtener derechos a sus respectivas actividades. Otra de las causas es debido a la informalidad que da su origen, no permitiendo así señalar a los directamente responsables.

1.3.2 Generación de los pasivos ambientales huérfanos. Los pasivos ambientales huérfanos, en la industria petrolera, son causados principalmente por actos ilegales e informales, lo que limita la responsabilidad que existe frente a la recuperación del ambiente afectado en consecuencia.

Éste tipo de actos que ocasionan un pasivo ambiental sin doliente alguno pasan a ser responsabilidad del Estado, y éste se hace acreedor de los gastos para la recuperación y contingencia de los riesgos ambientales que puedan ser ocasionados. Estos hechos limitan la rápida respuesta y asimilación de los daños ya que, el Estado va a hacerse responsable en primera medida por daños mayores, ya que económicamente, se hace limitante tratar todos los pasivos ambientales ocasionados informalmente. Ahora bien, las causas de estos actos parten de un descontento social o actos que, netamente, buscan la desaprobación de ciertas actividades.

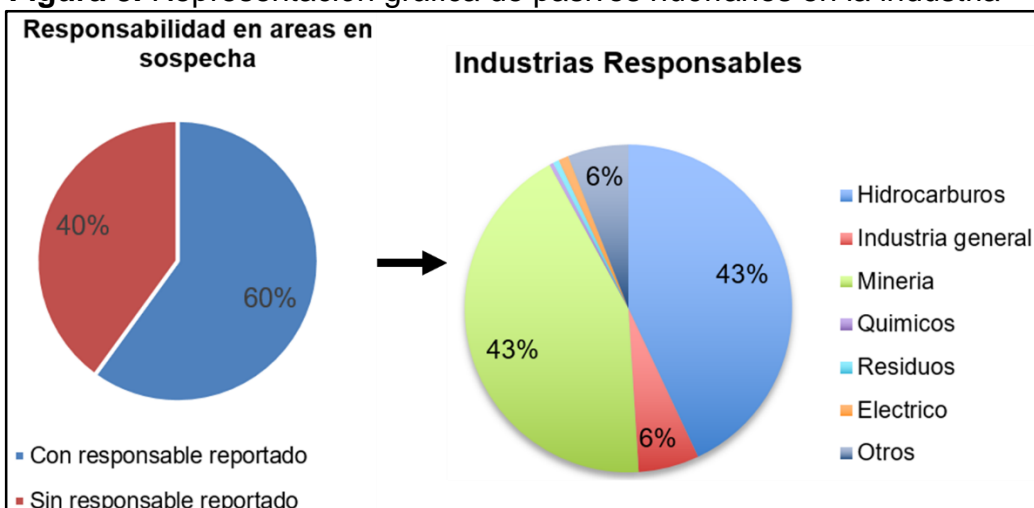
1.3.3 Identificación de PAH. De los pasivos ambientales identificados y cuantificados dentro del territorio nacional, por el Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, el 60% no posee un responsable aparente y de este porcentaje el 6% pertenece exclusivamente a la industria de hidrocarburos, a su vez se distingue que dentro de este 6% algunos han sido intervenidos y otros no, **Figura 3**.

Sin embargo, de aquellos que han sido intervenidos, una cierta cantidad no posee un seguimiento y control de su estado actual, por lo que pueden ser potenciales pasivos ambientales que podrían no tener responsable al eximir a las compañías por haber hecho en algún momento un plan de contingencia sin tener en cuenta un ente regulador estatal.⁴⁹

48 COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE; Proyecto de Ley "por la cual se establecen lineamientos para la gestión de pasivos ambientales en Colombia"; [Documento digital]; Version 6.1; septiembre de 2017. Artículo 4 y 5.

49 INNOVA, Op. Cit. Pp. 21-23

Figura 3. Representación gráfica de pasivos huérfanos en la industria



FUENTE: INNOVA y MINISTERIO DE AMBIENTE; Taller 4: Diseño de una Estrategia Integral para la Gestión de los Pasivos Ambientales en Colombia; [Diapositivas]; noviembre de 2015; Pág. 21.

1.3.4 Responsabilidad Estatal con los Pasivos Ambientales Huérfanos. Según lo establecido en la Constitución Política de Colombia, en su artículo 80, el estado además de ser quien lidere el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, debe tener plenas garantías de que estos tienen un desarrollo sostenible y responsable dentro del territorio nacional; pero incluso es quien debe velar por evitar o que en caso de que se presente algún daño colateral producido que afecte o pueda llegar a afectar en algún nivel a la sociedad o al medio ambiente en general debe ser reparado y es el encargado de dictaminar y controlar la responsabilidad y asegurarse de que se reponga el daño de manera adecuada.⁵⁰

50 COLOMBIA, CORTE CONSTITUCIONAL. Constitución política de Colombia; [Documento electrónico]; Edición 2016; Bogotá DC.; septiembre de 2016; [Disponible En: <http://www.corteconstitucional.gov.co/inicio/Constitucion%20politica%20de%20Colombia.pdf>]; Capitulo 3.

2. METODOLOGÍAS PARA LA IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES MINEROS

Para el sector de la minería existe un amplio desarrollo en cuanto a metodologías para la identificación y valoración de pasivos ambientales. Esto se da debido a su gran grado de generación de desechos que tienen gran potencial a convertirse en afectaciones ambientales. En Colombia, este problema es el resultado de la informalidad que se presenta en la actividad minera y de la vulnerabilidad de las compañías a las variaciones del precio de los minerales. Usualmente una gran cantidad de minas se encuentran en estado de abandono debido a la fluctuación de los precios de los minerales dejando estas zonas abandonadas por largos períodos de tiempo sin ningún tipo de control ambiental y son reactivadas nuevamente, sin previa evaluación de las condiciones ambientales producidas por los cierres anteriores. En respuesta a ello la investigación tan amplia existente en este sector.

A partir de ésta cantidad de estudios, se lleva a cabo el desarrollo de una metodología enfocada hacia el sector de hidrocarburos, para los cuales las metodologías son mínimas y casi inexistentes, o no son abiertamente conocidas para las compañías, por lo que, partiendo de cinco estudios de pasivos ambientales en el sector minero, se desarrollan las bases para la identificación y valoración de los pasivos ambientales del sector petrolero.

2.1 CONTEXTO DEL SECTOR MINERO

Para el desarrollo del proyecto se toma como base de estudio cinco metodologías de identificación de pasivos ambientales implementadas en el sector minero dentro del país, por lo que a continuación, se da una descripción de todos los aspectos que abarcan la actividad de dicho sector, iniciando con la contextualización de los procesos legales y operativos que se llevan a cabo, bajo el marco legal colombiano, para la explotación minera. Por otra parte, se hace especial énfasis en el impacto ambiental que esta industria genera en el entorno en que se lleve a cabo, describiendo las principales afectaciones de esta en el ambiente; y finalmente se describen las principales leyes que regulan la operación de esta industria y la estructura legal bajo la cual funciona.

2.1.1 Caracterización de la actividad minera. La minería en Colombia está constituida principalmente de “la extracción de carbón, níquel oro, esmeraldas, materiales como yeso y arena”⁵¹. Según la EITI, el sector minero maneja un ciclo de actividades jurídicas, económicas e industriales que inician con la adquisición de un contrato de concesión el cual es solicitado frente a la ANM, donde se solicita la zona en la que se pretende trabajar y como en el caso de los hidrocarburos se presenta una propuesta que es estudiada por los entes pertinentes dentro de la

51 DUARTE DURAN, Carlos Alberto y PIÑEROS PIRAZAN, Héctor Daniel; Implementación de una metodología para la identificación y evaluación de pasivos ambientales; [Documento digital]; Universidad de la Salle, Bogotá DC.; 2017; p. 22.

organización y así es otorgado el permiso de explotación que debe estar seguido de la solicitud de una póliza minero ambiental para poder acceder y realizar las actividades propuestas en el contrato de concesión.⁵² Una vez la compañía ha firmado el contrato de concesión minera para iniciar sus labores, debe entregar a la ANLA un Plan de Manejo Ambiental, en el cual se estipula cómo son manejados los posibles impactos ambientales que se generen en el desarrollo de las actividades.⁵³

El proceso inicia con la etapa de exploración en la cual se hace una estimación de reservas y el potencial de la zona de trabajo , además de los estudios de impacto ambiental y determinar el plan de trabajos y obras, seguido de una fase de montaje y construcción donde una vez se tiene listo todo el plan de acción y los permisos pertinentes, se debe realizar la construcción de la infraestructura necesaria para ejecutar las obras planteadas y de esta manera llevar a cabo la etapa siguiente que es la de explotación, teniendo en cuenta siempre los parámetros de seguridad integral del equipo de trabajo y del entorno en el que se está realizando la actividad.⁵⁴

Una vez se cuenta con la infraestructura y los equipos para iniciar la labor de extracción, se inicia la etapa de explotación que es donde se obtiene el beneficio del mineral, pero debe hacerse de manera racional y según lo establecido en el contrato de concesión, además de que de manera simultánea se debe llevar a cabo el manejo de los impactos ambientales y sociales que puedan presentarse en medio de la ejecución de las actividades. Una vez se ha agotado la producción de los minerales de la zona se procede a realizar el cierre de las minas y el posterior abandono de las mismas.⁵⁵

En todo momento se debe tener cuidado con las sustancias o los procedimientos que se realizan debido a que pueden darse afectaciones al medio ambiente que generen su deterioro o provoquen efectos nocivos en la salud de las comunidades aledañas, pues es en caso de que una obra se sala de control o no se tengan las precauciones pertinentes para generar un pasivo ambiental que no siempre es reparado. La actividad minera en Colombia posee una gran problemática y es que existe actividad ilegal de la misma que al no contar con los permisos y cumplir con los requerimientos mínimos de seguridad, están por fuera del control del estado y es así como una vez son abandonadas se convierten en el mayor pasivo ambiental

52 COLOMBIA, UNIDAD DE RESTITUCION DE TIERRAS y AGENCIA NACIONAL DE MINERIA; Cartilla Minera; [Revista digital]; noviembre de 2015; Bogotá DC.; [Disponible En: https://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/cartilla_de_mineria_final.pdf]; Pp. 15-17

53 COLOMBIA, AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES; Sector minería En: portal digital ANLA; [En Línea]; Consultado en agosto de 2018; [Disponible En: <http://www.anla.gov.co/Sectores-ANLA/mineria>]

54 MARTINEZ PAREDES, Gina Paola y CRUZ NEUQUE, Leidy Caterine; Selección e implementación de una metodología para la identificación y valoración de pasivos ambientales mineros, con aplicación a un estudio de caso; [Documento digital]; Universidad de la Salle, Bogotá DC.; 2015; P. 12

55 COLOMBIA, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA; CME7 Manejo del impacto ambiental En: Guía Minero Ambiental de Explotación; [documento digital]; [Consultado en Agosto de 2018]; [Disponible En: <https://www.minminas.gov.co/documents/10180/416798/explotacion+3.pdf>]; Pp. 73-74

de la industria al no tener un responsable de la remediación de la zona, aun habiéndose beneficiado de la extracción del mineral dentro del territorio nacional.⁵⁶

La estructura de esta industria se encuentra encabezada por el ministerio de minas y energías, la cual se encarga de gestionar las políticas que regulan la actividad del potencial minero, dentro de este mismo se encuentra la dirección de Formalización Minera (formulan políticas para incentivar el desarrollo de las empresas que trabajan bajo el título minero otorgado bajo garantías técnicas y ambientales dentro del territorio nacional) y la dirección de Minería Empresarial (fomentan políticas bajo lineamientos sociales, técnicos y ambientales donde respuesta a las problemáticas de la industria); por otra parte el estado cuenta con otras entidades que hacen parte de esta estructura como la Agencia Nacional de Minas (encargada de administrar el recurso minero, adjudica los contratos de concesión y vigila su ejecución), el Servicio Geológico Colombiano (encargado de monitorear la actividad y el registro geológico de todo el territorio nacional) y la UPME (el cual regula el mercado de las industrias minero energéticas).⁵⁷

2.1.2 Impacto ambiental y generación de pasivos ambientales en la actividad minera. El impacto de la actividad minera se da desde el momento en que se empieza a intervenir la zona desde la exploración hasta el cierre y abandono de la mina, pues se perturba el entorno de manera, en ocasiones, irreversible.⁵⁸ Es por esta razón que dentro del Plan de Manejo Ambiental se deben estipular cómo son prevenidos los efectos negativos que produce la ejecución del proyecto y en caso de que estos se lleguen a presentar de qué manera son gestionados y controlados para evitar su proliferación. Pero los impactos ambientales y su manera de proceder frente a ellos generalmente se hacen de manera muy generalizada dentro del PMA y es allí donde radica uno de los principales problemas en materia de pasivos ambientales mineros, pues ya que no son contemplados no son bien intervenidos y provocan un impacto aún mayor.⁵⁹

El principal impacto generado es, sin duda, la alteración del paisaje⁶⁰, pues desde que cualquier ámbito que se analice la zona donde se realiza la actividad minera se transforma completamente pues hay remoción de la vegetación, entrada de maquinarias ruidosas y se realizan excavaciones de grandes dimensiones. Sin embargo, la ilegalidad y la informalidad consolidar un impacto de gran magnitud, pues no existe un control y una vigilancia que permitan garantizar la recuperación de la zona luego de las labores de minería y mucho menos la mitigación del impacto ambiental generado dentro del área que se está operando, por esta razón, los

56 COLOMBIA, UNIDAD DE RESTITUCION DE TIERRAS y AGENCIA NACIONAL DE MINERIA. Op Cit. Pp. 44

57 COLOMBIA, UNIDAD DE PLANEACION MINERO ENERGETICA; Estructura del sector minero En: portal digital UPME; [En Línea]; Consultado en agosto de 2018; [Disponible En: <http://www1.upme.gov.co/simco/Paginas/Estructura-del-Sector.aspx>]

58 ARANGO ARAMBURO, Marcela y OLAYA, Yris; Problemática de los pasivos ambientales mineros en Colombia En: Revista Gestión y ambiente Volumen 15 –N° 3; [Artículo digital]; Universidad; diciembre de 2012; Medellín; P. 125

59 MARTINEZ PAREDES, Gina Paola y CRUZ NEUQUE, Leidy Caterine. Op. Cit. P.11

60 ARANGO ARAMBURO, Marcela y OLAYA, Yris; Op. Cit. P. 126

pasivos ambientales mineros, son definidos según la CEPAL como “un impacto ambiental no gestionado y abandonado sin dueño u operador identificable con necesidad de restauración, mitigación o compensación”.⁶¹

A continuación, en el **Cuadro 3**, se citan los efectos ambientales negativos más comunes y recurrentes en la actividad minera y que son fuente de los grandes pasivos ambientales que se tienen hoy en día dentro del territorio nacional.⁶²

Cuadro 3. Efectos ambientales negativos de la minera

| Componente | Afectación |
|---------------------------------------|--|
| Suelo | Disminución en la capacidad productiva de los suelos. |
| | Subsistencia debido a la extracción |
| | Contaminación por filtraciones de ácidos, malos drenajes y lavado de metales |
| | Desestabilización de pendientes |
| Aire | Combustión espontánea por causa de la extracción de carbón |
| | Emisión de gases por explosiones u operaciones empleadas en la extracción de minerales y materiales. |
| Agua | Contaminación de fuentes hídricas superficiales y subterráneas (sólidos y sedimentos) |
| | Afectación en la dinámica de los cuerpos de agua |
| Salud del ecosistema y la vida humana | Problemas al estar expuesto a los residuos dejados en el tiempo |
| | Pozos, cuevas y huecos abiertos |
| | Reducción y alteración de hábitat |
| | Alteración del entorno de especies migratorias |
| Desechos | Ruido y vibraciones de la maquinaria y explosiones |
| | Pilas de desechos |
| | Plantas y edificios abandonados |
| | Generación de escombros |

Fuente: Elaboración propia

2.1.3 Marco legal para la disposición de residuos mineros. La legalidad del tema minero se encuentra en el Código de Minas adoptado mediante la Ley 685 de 2001 donde se señala que la regulación de las actividades de exploración técnica y explotación de los recursos mineros debe realizarse en armonía con los principios y normas de explotación racional de los recursos naturales no renovables y del ambiente, dentro de un concepto integral de desarrollo sostenible y del fortalecimiento económico y social del país (Art. 1). El Artículo 13 del Código reitera la consideración de utilidad pública e interés social sobre la industria minera, conforme a lo consagrado en el artículo 58 de la Constitución, además algunas normas de la Constitución Política de 1991 son aplicables al tema, como se observa en el **Cuadro 4**.

61 Ibít. P. 126

62 DUARTE DURAN, Carlos Alberto y PIÑEROS PIRAZAN, Héctor Daniel; Op. Cit. Pp. 26- 29

Cuadro 4. Normas constitucionales Aplicables.

| Norma | Detalle |
|----------------------------|--|
| Artículo 58 | Se reconoce el derecho al ambiente sano como derecho de todos los colombianos que puede implicar la imposición de limitaciones al derecho de dominio, al punto de facultar su expropiación tanto por la vía judicial como por la vía administrativa en determinados casos. |
| Artículo 79 | Consagra el derecho de todas las personas a gozar de un ambiente sano y a participar en las decisiones que puedan afectar. |
| Artículo 80 | Corresponde al Estado Colombiano la planificación del manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución y el deber de prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. |
| Parágrafo del Artículo 330 | Dispone que la explotación de los recursos naturales en los territorios indígenas se hace sin desmedro de la integridad cultural, social y económica de las comunidades indígenas y establece la obligación de propiciar la participación de los representantes de las respectivas comunidades en las decisiones que se adopten respecto de dicha explotación. |
| Artículo 332 | Se reitera la propiedad del Estado sobre el subsuelo y los recursos naturales no renovables que se estableció desde las constituciones primigenias del país. |
| Artículo 334 | Faculta el gasto público social, el cual es prioritario, para procurar la sostenibilidad fiscal, el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, la distribución equitativa de las oportunidades y los beneficios del desarrollo y la preservación de un ambiente sano. |
| Artículo 360,361 | Abordan la distribución de la riqueza generada por la actividad minera a través del régimen de regalías, bajo el cual la explotación de un recurso natural no renovable causa, a favor del Estado, una contraprestación económica a título de regalía. |

Fuente: Elaboración propia

2.1.3.1 Institucionalidad del sector minero. Dentro de los entes del estado existen determinados organismos que están a cargo de la regulación y el control de la actividad minera del país, estos están encabezados del Ministerio de Minas y Energía, ente encargado de diseñar las políticas para reglamentar el sector y esta tarea la realiza a través del viceministerio de Minas. Así mismo este último se compone de la Dirección de Formalización Minera, cuyo objetivo es fomentar el trabajo de la industria bajo un título minero, obteniendo así los permisos y los lineamientos bajo los cuales debe actuar en pro de un beneficio mutuo entre la entidad y el estado en general, a través del diseño de las políticas del sector; y por otra parte está la Dirección de Minería Empresarial, quien mediante el diseño de políticas contribuye a que estas tengan en cuenta las variaciones del sector y que ayuden a fomentar la actividad legal dentro del territorio nacional.⁶³

Por otra parte, como entidades del Gobierno, pero trabajando de manera independiente para el sector minero se encuentran⁶⁴:

- La Agencia Nacional de Minería, encargada de administrar las zonas de explotación minera, es quien otorga el título minero para intervenir cualquier zona y debe vigilar y controlar que se cumpla lo estipulado en el contrato.
- La Unidad de Planeación Minero Energética, quien debe estar al día en materia de mercado de minerales y recursos extractivos de la minería y de esta manera monitorea el mercado dentro del territorio nacional, velando porque las transacciones sean beneficiosas tanto para el productor como para el comprador. es quien tiene a cargo la planeación del sector.
- Servicio Geológico, que es quien cuenta con la información geológica existente acerca de los recursos que hay dentro del territorio nacional y es quien cuenta con toda la data disponible sobre las zonas con posible potencial minero, además de que se encarga de darle seguimiento a las geo-amenazas que pueden presentarse de manera natural, es decir, por movimientos tectónicos, o inducidas por alguna actividad llevada a cabo y que generó desestabilidad en la zona.
- La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, quien se encarga de otorgar las licencias de operación en materia ambiental, además de vigilar que se estén llevando a cabo los procedimientos de manera integral y velando por minimizar el impacto ambiental.

63 COLOMBIA, MINISTERIO DE MINAR Y ENERGIA; Estructura Institucional Minera En: portal digital MINMINAS; [Consultado en Agosto de 2018] [Disponible En: <https://www.minminas.gov.co/estructura-institucional-minera>]

64 COLOMBIA, UNIDAD DE PLANEACION MINERO ENERGETICA; Estructura del sector En: portal digital UPME; [Consultado en Agosto de 2018] [Disponible En: <http://www1.upme.gov.co/simco/Paginas/Estructura-del-Sector.aspx>]

2.2 DESCRIPCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES MINEROS

Debido al amplio desarrollo de metodologías enfocadas a nivel de pasivos ambientales mineros, éste trabajo busca tenerlos como referencia para el desarrollo de los pasivos ambientales petroleros. Por lo que se explican de manera sencilla cinco metodologías desarrolladas en distintos trabajos de grado enfocadas en la industria minera.

2.2.1 Selección e implementación de una metodología para la identificación y valoración de pasivos ambientales mineros, con aplicación a un estudio de caso.⁶⁵ Esta metodología se empleó para el análisis de un estudio de caso en el Registro de Cantera 082 perteneciente a la empresa Holcim de Colombia S.A., estando está en la actualidad cerrada y por tanto representando un Pasivo Ambiental. El proyecto realizado por estudiantes de Ingeniería Ambiental y Sanitaria consistió en encontrar las metodologías adecuadas para la identificación y la valoración de pasivos ambientales mineros para el estudio de caso.

Inicialmente se identificaron los pasivos ambientales de la zona bajo la metodología de Matriz de importancia: cuyo principal objetivo es analizar y recolectar documentación sobre el área en cuestión y así mismo revisar el predio involucrado para que de esta manera se lleve a cabo una valoración cualitativa y de esta manera se catalogue dentro de una matriz todos los pasivos ambientales visualizados y encontrados, permitiendo evaluarlos bajo ciertos parámetros, dentro de los cuales se encuentran: extensión del pasivo, sinergia, recuperabilidad, acumulación, intensidad, entre otros, y esto con el fin de una vez sumados los valores obtenidos bajo cada parámetro se origina la importancia del impacto y de esta manera se logra priorizar los pasivos que requieren mayor nivel de atención.

Una vez organizados los pasivos por orden de prioridad, se procede a realizar su valoración mediante la metodología de coste de reposición, que es un método de evaluación ex – post, pues se sabe que la actividad minera ya había cesado en dicho lugar, mediante este estudio se permite determinar el costo financiero de compensación del área involucrada, es decir que evalúa todos los costos que el responsable del pasivo debe tener que pagar para recuperar la zona y dejarla como se encontraba en un inicio o al menos utilizable para las comunidades aledañas y sea un bien que genere futuros beneficios. Para ello se plantean proyectos que puedan implementarse en la recuperación del terreno y realiza una evaluación financiera para determinar el monto que se necesitaría para hacer la restauración ambiental y claro está, identificar a los responsables de dichos pagos.

A continuación, en la **Figura 4**, se muestran la matriz de importancia elaborada por las autoras del proyecto y los criterios que tuvieron en cuenta en la evaluación de

65 MARTINEZ PAREDES, Gina Paola y CRUZ NEUQUE, Leidy Caterine. Op.Cit. Capítulo 4. Pp.28-52

los pasivos encontrados en la zona de estudio, y además la **Figura 5**, en la cual se describe el análisis financiero realizado para la reposición ambiental del pasivo ambiental de mayor relevancia del estudio, resaltado dentro de la matriz de importancia y estableciendo que la manera de compensarlo es realizar un retro llenado dentro del cráter dejado de la actividad de explotación minera permitiendo que este sea usado en pro de la comunidad en un futuro cercano.

Figura 4. Matriz de importancia para Registro de Cantera 082 de Holcim de Colombia S.A.

| PASIVO AMBIENTAL MINERO | INTESIDAD | EXTENSION | PERSISTENCIA | SINERGIA | EFECTO | RECUPERABILIDAD | MOMENTO | REVERSIBILIDAD | ACUMULACIÓN | PERIODICIDAD | IMPORTANCIA DEL IMPACTO |
|---|-----------|-----------|--------------|----------|----------|-----------------|----------|----------------|-------------|--------------|-------------------------|
| Área inundada desde Junio de 2002 y que el Plan de Restauración morfológica (PRMA) presentado a la autoridad ambiental competente, no aplica dadas las condiciones actuales | 8 | 1 | 4 | 4 | 1 | 2 | 1 | 2 | 4 | 1 | 45 |
| <u>Modificación de manera puntual o zona del curso del río Tunjuelo. Debido a la pérdida del curso de este, sus aguas contaminadas y con alto contenido de materia orgánica ingresan a la fosa por el extremo sur, dando lugar a la proliferación de vegetación acuática tipo buchón.</u> | <u>12</u> | <u>12</u> | <u>4</u> | <u>4</u> | <u>4</u> | <u>4</u> | <u>1</u> | <u>2</u> | <u>4</u> | <u>4</u> | <u>87</u> |
| Presentación de surcos en un talud de la zona norte de la explotación, alguno de ellos avanzando hasta la formación de cárcavas. EROSION DEL TERRENO. | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 8 | 1 | 4 | 4 | 4 | 34 |
| Procesos de socavación detonantes de los procesos de inestabilidad, pues quedan sin soporte masas de aproximadamente 5 metros de altura, que terminan deslizándose hacia las aguas de manera disgregada. REMOCION EN MASA. | 4 | 8 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 51 |

Fuente: MARTINEZ PAREDES, Gina Paola y CRUZ NEUQUE, Leidy Caterine. Tabla 7. Evaluación de los PAM por medio de la matriz de importancia. 2015. P.59

Figura 5. Análisis de Coste de Reposición para el pasivo ambiental de mayor prioridad.

| Insumo | Valor por Unidad (COP) | Unidad | Tiempo requerido | Valor Sin IVA (COP) | Valor Total (COP) |
|--|------------------------|-----------------|------------------|---------------------|----------------------|
| Campamento y/o Container | 5.400.000 /mes | 1 | 4 meses | 21.600.000 | 25.056.000 |
| Disposición de Lodos | 860/kg lodo | 900.000 kg lodo | N.A. | 774.000.000 | 897.840.000 |
| Transporte para disposición de Lodos | 842.000/7 toneladas | 129 viajes | N.A. | 108.618.000 | 125.996.880 |
| Retroexcavadora (Incluye operario y combustible) | 350.000/hora | 1 | 4 meses | 336.000000 | 389.760.000 |
| Cargador sobre ruedas | 160.000/ hora | 1 | 4 meses | 153.600.000 | 178.176.000 |
| Vibro compactador | 75.000/hora | 1 | 4 meses | 72.000.000 | 83.520.000 |
| Motobomba | 180.000/día | 2 | 4 meses | 43.200.000 | 50.112.000 |
| Cama bajas para la maquinaria (ida y vuelta) | 1.000.000 | 4 | N.A. | 4.000.000 | 4.640.000 |
| Baños Portátiles | 117.000 | 3 | | 351.000 | 407.180 |
| Botiquín | 57.000 | 3 | | 171.000 | 198.360 |
| Camillas | 135.000 | 2 | N.A. | 270.000 | 313.200 |
| Canalizadores de transito | 88.000 | 10 | N.A. | 880.000 | 1.020.800 |
| Balizas | 24.500 | 20 | N.A. | 490.000 | 568.400 |
| Señalización en general | 13.000 | 20 | | 260.000 | 301.600 |
| Extintores | 50.000 | 4 | | 200.000 | 232.000 |
| Recurso Humano | 2.000.000 | 5 | 4 meses | 40.000.000 | 46.400.000 |
| TOTAL VALORACIÓN | | | | | 1.804.542.400 |

Fuente: MARTINEZ PAREDES, Gina Paola y CRUZ NEUQUE, Leidy Caterine. Tabla 29. Costos de los insumos y maquinaria necesarios para realizar el retrolleado.2015. P. 61

2.2.2 Diseño de metodología para la identificación de pasivos ambientales mineros en Colombia⁶⁶. La autora de esta metodología propone que mediante una serie de etapas se puede llegar a tener una identificación plena de los pasivos ambientales dentro de la actividad de la industria minera nacional y así mismo lograr establecer el medio de reparación y el directo responsable de la misma. Adicional a esto, está diseñada para la evaluación de riesgos acerca del impacto previo o actual que genera la actividad minera en sus zonas de influencia.

La metodología se desenvuelve bajo etapas consecutivas que del desarrollo de una dependen las demás, es por ello que es de vital importancia que para el desarrollo de la misma se cuente con los recursos y el personal pertinente para la recolección y el análisis de la información, así mismo se debe contar con el acceso a las zonas afectadas para la posterior evaluación del daño ocasionado y para el planteamiento

⁶⁶ GONZALES RAMIREZ, Adriana María; Diseño de metodología para la identificación de pasivos ambientales mineros en Colombia; [Documento digital]; Grupo GEMMA, Universidad Nacional de Colombia, Medellín; 2008; Pp. 78-97

de las posibilidades de remediación del mismo. A continuación, en el **Cuadro 5**, se describen las etapas en las cuales se desarrolla la metodología:

Cuadro 5. Etapas de la metodología de identificación de pasivos ambientales

| Etapa | Objetivo | Descripción |
|-----------|--|--|
| 1 | Identificar los autores involucrados | Se deben identificar todos los autores directos e indirectos: compañías operadoras, entidades reguladoras y redes de apoyo comunitarias y de emergencias las y comunidades circundantes. |
| 2 | Conformación de equipo de trabajo | Debe tenerse el equipo idóneo para el manejo de la información y así mismo un líder que garantice la precisión y la cobertura del inventario. |
| 3 | Inventario de áreas donde se presentan indicios de actividades inactivas o en estado de abandono de la industria y análisis de riesgos | Para este punto, se debe tener en cuenta los informes que presentan las entidades involucradas y así mismo los recursos que se requieren para realizarlo de manera óptima. En este punto se realiza: el diseño de base de datos y la definición de tipos de residuos. |
| 4 | Declaración de pasivos ambientales | Luego de la revisión de las áreas, la entidad reguladora debe declararlo oficialmente y nombrar responsabilidades de dicho pasivo, para que en conjunto se pacten los programas de acción para la remediación ambiental. En esta fase se establecen también las causas de la generación del daño. |
| 5 | Definición de responsables, cuantificación y remediación | Esta sería la etapa culminante de la metodología donde se analiza y se priorizan las acciones que se llevan a cabo para remediar el daño ambiental, así como también se establecen los montos que deben pagarse para dicha reparación. Así mismo se deben establecer los responsables en materia jurídica para garantizar el cumplimiento del plan de remediación. |
| Adicional | Evaluación de Riesgo | En este punto se debe caracterizar e identificar el riesgo que representa el pasivo ambiental y así mismo la evaluación de eventos probables. Esto se hace con el fin de prevenir nuevos episodios de contaminación y priorizar la reposición de los eventos ya ocurridos. |

Fuente: Elaboración propia en base a la metodología expuesta.

2.2.3 Implementación de una metodología para la identificación y evaluación de pasivos ambientales mineros. El proyecto se basa en el estudio de diferentes metodologías ya desarrolladas en países como Estados Unidos, Perú y Chile, las cuales tienen como objetivo identificar y evaluar pasivos ambientales mineros. A partir del estudio de estas metodologías se realiza la selección de una de ellas como línea base para la implementación de la misma teniendo en cuenta ciertas variaciones y ajustes que realizan los autores para su caso en particular. La metodología seleccionada y aplicada fue la de Chile la cual realiza una evaluación de riesgos tanto para las personas como para el ambiente.

Durante la implementación se identificó que, pese a que se realizaba una evaluación de riesgos a las estructuras, esta no contemplaba el riesgo generado por los agentes químicos que estaban fuera de la zona, por ello se hace necesario por parte de los autores complementar ésta metodología seleccionada. De acuerdo a la investigación respectiva, se notó que los criterios ajustados del Manual del ANLA la metodología chilena se acopla a la mayoría de ítems, y aunque la metodología seleccionada proporciona la identificación y evaluación de riesgos significativos a las estructuras y personas que pueden materializarse como PAM, no posee herramienta alguna que permita determinar las afectaciones de sustancias químicas en receptores bióticos y abióticos lo que impide la posibilidad de valorar un factor más que se puede convertir en un pasivo ambiental minero.

Finalmente los autores concluyen que para implementar una metodología que se encargue de la identificación y evaluación de pasivos ambientales mineros “es necesario generar una línea base, la cual permita definir cuáles son los criterios de selección de la misma, lo necesario a tener en cuenta es la determinación de los fundamentos de selección para que la metodología se acople al caso de estudio propuesto”⁶⁷. También resaltan que en Colombia se deben formular políticas ambientales que exijan a las empresas mineras de las diferentes escalas de extracción, como requerimiento el identificar PAM para preverlos ya que el término es desconocido para un gran porcentaje del gremio.

A continuación, en el **Cuadro 6**, se describen las etapas en las cuales se desarrolla ésta metodología:

67 CARLOS DUARTE, Carlos Alberto y PIÑEROS, Héctor Daniel. Implementación de una metodología para la identificación y evaluación de pasivos ambientales mineros. ; [Documento digital]; Universidad de la Salle, Bogotá DC.; 2017; P. 104.

Cuadro 6. Etapas de la metodología

| Etapa | Actividades |
|--------------|---|
| ETAPA 1 | <ul style="list-style-type: none">-Identificar y clasificar las instalaciones presentes en el lugar, siguiendo protocolos descritos en el desarrollo del trabajo.-Identificar riesgos a ser controlados en la etapa de cierre de la mina.-Determinar la probabilidad de ocurrencia del hecho y las consecuencias de este.-La metodología establece que para que se materialice un riesgo existe una diferencia en los impactos que pueden generarse a causa de un evento natural y los que son propios de las condiciones de la mina. |
| ETAPA 2 | <p>Para los eventos naturales se establece que para que se produzca la ocurrencia de un hecho se combinan dos variables que son: El evento natural y la condición de la instalación.</p> <ul style="list-style-type: none">-Identificar el tipo de evento natural que puede afectar la instalación minera.-Establecer los factores técnicos de la instalación que se pueden ver involucrados cuando se produzca el evento natural.-Determinar si dentro de las medidas de cierre ya diseñadas se produce una mitigación al impacto que se puede generar por el evento natural.-Estimar la probabilidad de ocurrencia del hecho. Basados en los anexos del trabajo. |
| ETAPA 3 | <ul style="list-style-type: none">-Determinación de riesgos no vinculados a eventos naturales.-Establecer los factores técnicos de la instalación que se pueden ver involucrados en la instalación y que pueden generar un riesgo.-Determinar si dentro de las medidas de cierre ya diseñadas se produce una mitigación al impacto que se puede generar por el evento natural.-Determinar el nivel de probabilidad de ocurrencia del hecho mediante la ponderación matemática que se obtiene de las medidas de cierre con la combinación de los factores técnicos. |
| ETAPA 4 | <ul style="list-style-type: none">-Determinar la severidad de las consecuencias tanto para las personas como para el ambiente. Estas se realizan siguiendo dos metodologías diferentes desarrolladas en el trabajo.-Establecer el nivel de riesgo al que se enfrenta el medio ambiente y las personas |

Fuente: Elaboración propia en base a la metodología expuesta.

2.2.4 Requerimientos para el diseño de una metodología que permita estimar el valor de pasivos ambientales mineros. En este trabajo más que desarrollarse una metodología en sí, se desarrolla la importancia de tener un input de información definido para poder hacer control de los pasivos de manera más efectiva. Para lograr definir qué datos son los requeridos en la estimación de los pasivos ambientales lo primero que se hace es revisar literatura fuentes secundarias tanto locales como internacionales que permitan llevar a cabo una comparación de los enfoques que hay en el mundo para la identificación, valoración y gestión de pasivos ambientales. La revisión de literatura tiene dos etapas.

La primera se basa en identificar, comparar y discutir las principales dimensiones y conceptos usados para manejar los PAM. En la segunda etapa, se buscan los avances que se han obtenido en el tema de identificación y valoración de pasivos ambientales a nivel internacional y nacional, haciendo énfasis en los pasivos ambientales mineros. Finalmente, usando ésta información, se comparan y revisan los métodos de valoración reportados en la literatura.

Finalmente se concluye que el trabajo desarrollado es una “herramienta práctica y un avance importante en el tema en Colombia, con el fin de identificar qué tipo de metodología se aplica en cada una de estas actividades identificación, priorización, remediación y compensación de PAM”⁶⁸. Como resultado de este proyecto, se obtienen las distintas metodologías para la evaluación de afectaciones y valoración de bienes y servicios ambientales.

A continuación, ver **Cuadro 7**, se describe brevemente los resultados desarrollados paso a paso:

Cuadro 7. Pasos de la metodología

| Etapas | Detalles |
|---------------------------------|--|
| Elaborar matriz de afectaciones | Para la definición de las afectaciones ambientales se realizó una identificación de ellas de manera interdisciplinaria, mediante la construcción de una matriz donde se ubican en las filas los bienes del ambiente susceptibles de ser afectados, y en las columnas las actividades que se desarrollan en el área de estudio que tienen la capacidad de producir afectaciones al ambiente, las cuales son las dinámicas propias de los Asentamientos Humanos con las particularidades encontradas en la zona. |

68 ARANGO, Marcela. Requerimientos para el diseño de una metodología que permita estimar el valor de pasivos ambientales mineros. Tesis de maestría en Medio Ambiente y Desarrollo Medellín: Universidad Nacional de Colombia. 2011. 74 p.

Cuadro 7. (Continuación)

| Etapas | Detalles |
|---|--|
| Identificación y valoración del riesgo | A partir de la identificación y calificación de las afectaciones, se conoce cuáles de esas afectaciones tienen la capacidad de generar riesgos pues aquellas actividades o eventos que tengan altos niveles de afectación sobre las personas, el medio ambiente y el patrimonio son calificadas como amenazas. |
| Gestión del riesgo | Recuperar el daño causado por la actividad minera y obtener mejor calidad del recurso hídrico y de suelos. Además se deben tener en cuenta ciertas actividades que se formulan en el plan de seguimiento y monitoreo del riesgo. |
| Valoración económica | De acuerdo con el riesgo, hay que declarar pasivo ambiental minero si hay riesgo hay pasivo, una vez valorado el riesgo se dispone a la declaración del PAM. |
| Declaratoria de pasivo ambiental minero | Consiste en hacer un estudio y comparación de las condiciones pre y post remediación de los pasivos |
| Gestión del PAM declarado | Con la información obtenida, se plantea un plan de remediación para la zona afectada, teniendo en cuenta la optimización del costo efectividad de éste. |
| Seguimiento y monitoreo del PAM | Se realiza una línea de base ambiental después de ejecutar los procesos de remediación, enriquecimiento del suelo y reforestación. Posteriormente se realiza un estudio donde se establezca si se cumplieron los objetivos propuestos. Se concluye y recomienda a futuro, planteando un plan de monitoreo. |

Fuente: Elaboración propia en base a la metodología expuesta

2.2.5 Hacia una política de gestión integral de pasivos ambientales en Colombia. Éste trabajo se desarrolla partiendo del hecho de que el estudio de los Pasivos Ambientales en Colombia es un tema de interés que ha surgido recientemente. Lo que busca el trabajo es crear una dimensión tecnológica de la identificación y evaluación del daño; esto se desarrolla a partir de la investigación de la gestión de pasivos ambientales, los cuales son consultados en estudios previos como los desarrollados por la Universidad Nacional de Colombia.

A partir de estas investigaciones se establece una propuesta de gestión de una política nacional sobre pasivos ambientales que se encuentra en la capacidad de definir las estrategias y acciones para la gestión integral de los mismos. Además, se realiza un enfoque en la actividad minera en general siendo éste tema un reto

para las autoridades ambientales y para la comunidad experta en temas de sostenibilidad.

Adicionalmente, en el trabajo se establece el hecho de que el país no cuenta con una política de pasivos ambientales la cual elimine el dilema jurídico y técnico alrededor de ellos y que a su vez “oriente, dinamice y articule la gestión integral de los mismos desde su identificación, prevención, recuperación, rehabilitación, o pago de obligaciones derivadas de la configuración de un pasivo”⁶⁹.

Es por ello que el trabajo se plantea como objetivo general el identificar y definir algunas bases conceptuales y metodológicas, que permitan establecer un ordenamiento político, institucional, jurídico e instrumental para lograr definir una política nacional de gestión integral de los pasivos ambientales en Colombia. Todo esto se desarrolla realizando en primera instancia un marco teórico que aclara conceptos ambientales y jurídicos en pro de desarrollar la gestión de los PA y posterior a ello se establece la metodología que parte del desarrollo de matrices de evaluación del estado de los bienes y servicios, evaluación del estado de los ecosistemas, gestión de bienes y servicios y balance general de impactos, sirviendo todas estas como punto de partida para la identificar y valorizar los pasivos ambientales.

Para la identificación, éste trabajo hace uso de la matriz de identificación de impactos **Figura 6**, la cual relaciona los factores ambientales críticos identificados agrupados en relacionados con los ecosistemas, económicos y ambientales junto con su respectiva ponderación; y a partir de allí se lleva a cabo la valoración de los mismos con el uso de gráficos de barras para realizar un análisis estadístico.

⁶⁹ GARZÓN, Carlos A. Hacia una política de gestión integral de pasivos ambientales en Colombia. Tesis de investigación presentada como requisito parcial para optar al título de magister en ingeniería ambiental Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 2012.p. 12.

Figura 6. Factores ambientales críticos

| Factores Ambientales | P [0-1000] | Ait 0 CONDICIÓN SIN PROYECTO | | Ait 1 CONDICIÓN CON PROYECTO | | | | | | | | | | |
|----------------------|--|--|---------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|------------|-------------------------|------------------------|---|-----------|----------|---|---|
| | | OPERACIÓN | | ADECUACIÓN Y CONSTRUCCIÓN | | | OPERACIÓN | | | | | | | |
| | | Movimiento de Tierras (Extracción de Material, Trituración y Molienda y Disposición de Residuos) | Beneficio y Exposición de la amalgama | Cortes | Construcción de nuevas vías | Construcción de instalaciones | Excavación | Deposición de escombros | Trituración y molienda | Lavación, hidrometalurgia, manejo y carga de concentrados | Fundición | Rotación | | |
| F1 | Alteración de la cantidad del agua superficial | 55 | • | • | | | | | | • | • | • | | • |
| F2 | Alteración de la calidad del agua superficial | 55 | • | • | | | | | | • | • | • | | • |
| F3 | Alteración de la disponibilidad del agua superficial | 55 | • | • | | | | | | • | • | • | | • |
| F4 | Alteración de la cantidad de agua subterránea | 30 | | | | | | | | • | • | | | |
| F5 | Alteración de la calidad del agua subterránea | 30 | • | • | | | | | | • | • | | | |
| F6 | Alteración de la disponibilidad del agua subterránea | 30 | • | • | | | | | | • | • | | | |
| F7 | Deterioro de la calidad del aire | 15 | • | • | | | | | | • | • | • | | |
| F8 | Generación de Ruido | 10 | • | | | | | | | • | • | • | | |
| F9 | Erosión de suelos | 20 | • | | | | | | | • | • | • | | |
| F10 | Generación de amenazas por inestabilidad de taludes | 20 | • | | | | | | | • | • | • | | |
| F11 | Cambios del uso del suelo | 15 | • | | | | | | | • | • | | | |
| F12 | Alteración química de los suelos | 10 | • | | | | | | | • | • | | | |
| F13 | Alteración de la cobertura vegetal y de la flora | 70 | • | • | | | | | | • | • | | | |
| F14 | Alteración de la fauna terrestre | 20 | • | | | | | | | • | | | | |
| F15 | Alteración de la fauna acuática | 20 | • | | | | | | | | | | | |
| F16 | Alteración del servicio de regulación de agua de los ecosistemas | 50 | • | | | | | | | | • | | | |
| F17 | Alteración de los hábitats terrestres (fragmentación de ecosistemas) | 50 | | | | | | | | • | • | | | |
| F18 | Alteración del paisaje | 20 | • | | | | | | | • | • | | | |
| F19 | Alteración de la resiliencia del ecosistema páramo | 20 | • | | | | | | | • | • | | | |
| F20 | Ejercicio de la Autoridad Ambiental | 100 | • | • | | | | | | • | • | • | • | • |
| F21 | Cambios en la economía local y en el flujo de regalías | 50 | | | | | | | | | | | | |
| F22 | Actividad minera artesanal | 30 | • | • | | | | | | | | | | |
| F23 | Cambios en la conectividad, movilidad y transporte | 30 | • | | | | | | | | | | | |
| F24 | Flujos migratorios | 40 | • | | | | | | | | | | | |
| F25 | Cambios en la calidad de vida de las personas | 40 | • | | | | | | | | | | | |
| F26 | Incremento de conflictos y afectación a la seguridad ciudadana | 30 | • | | | | | | | | | | | |
| F27 | Cambios en la tenencia de la tierra | 10 | | | | | | | | | | | | |
| F28 | Generación de empleo e ingresos | 40 | | | | | | | | | | | | |
| F29 | Cambios en las organizaciones comunitarias y sociales | 30 | | | | | | | | | | | | |
| F30 | Pérdida del patrimonio cultural y arqueológico | 5 | | | | | | | | | | | | |

Fuente: GARZÓN, Carlos. Hacia una política de gestión integral de pasivos ambientales en Colombia. Tesis de investigación magister en ingeniería ambiental Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 2012. P. 92

En conclusión, la tesis desarrollada hace un énfasis en la identificación y evaluación del daño enfocado en el estado de los ecosistemas, complementando así los avances previamente desarrollados en otras investigaciones en las distintas dimensiones de los pasivos ambientales reafirmando a su vez la necesidad de abordar una política

2.3 PARÁMETROS BÁSICOS PARA EL DISEÑO DE LA METODOLOGÍA

Partiendo de las metodologías descritas previamente, cuyo objetivo común es la identificación y valorización de pasivos ambientales mineros, se identifican ciertos lineamientos que buscan garantizar su efectividad y ejecución; por lo cual se establecieron unos parámetros básicos, bajo los cuales se desarrollará el diseño de la metodología de identificación y valorización de pasivos ambientales petroleros.

El parámetro fundamental bajo el que se desarrollaron cada una de las metodologías anteriores se denomina CICLO BÁSICO, el cual permite la ejecución eficiente de la metodología. Se desarrolla en varias fases que buscan el establecimiento de que la información existente del pasivo ambiental y del área donde este se encuentra sea suficiente y confiable para la identificación de los pasivos, seguido de esto propone que toda la información debe ser analizada y organizada de tal manera que se tenga acceso a esta rápidamente para su posterior evaluación y valorización de la misma, con el fin de que una vez procesada toda esta información sobre la zona estudiada se determine qué clase de pasivo es y que representa ante el ambiente y las comunidades con el fin de tomar acciones correctivas que lo disminuya o lo elimine por completo. Este ciclo debe cumplir con cuatro ítems, los cuales son: Identificación, Análisis, Evaluación y Valoración, donde según estos se desarrolla la metodología objetivo de este proyecto.

Para cumplir con los requerimientos del ciclo, se plantean ciertos parámetros que deben llevarse a cabo a lo largo de la ejecución de la metodología, estos son especificada y descrita en la **Cuadro 8**, teniendo en cuenta la importancia que tiene cada uno de ellos y su funcionalidad.

Cuadro 8. Parámetros básicos para la identificación y valoración de pasivos ambientales.

| Parámetro | Descripción |
|---|--|
| Identificación del pasivo ambiental | Con el fin de determinar si una zona es o no un potencial pasivo ambiental se deben tener ciertos lineamientos para identificar una zona afectada y que pueda ser evaluada, y una vez se tenga el prospecto, se debe ubicar y delimitar la zona, además de recolectar y validar toda la información disponible que se tenga sobre este y recolectar las evidencias que demuestren la afectación ambiental y social que este representa. |
| Determinación de la responsabilidad sobre el pasivo | Se debe recolectar la información de la empresa a cargo de la zona y cualquier otra cosa que esté relacionada con las actividades, licencias o contratos que se tenían para trabajar en la zona, con el fin de definir quién debería hacerse cargo de las actividades de restauración o en caso contrario declarar el pasivo como huérfano. |
| Establecimiento de la línea base | Consiste en establecer algunos parámetros que se aproximen y den una idea clara de cómo se encontraba el área en cuestión antes de que se llevaran a cabo las distintas actividades industriales que la han perjudicado, con el fin de tener un lineamiento de comparación que perciba el nivel de afectación de la zona. |
| Clasificación del tipo de pasivo | Busca la identificación del impacto generado en cuanto al ambiente y las comunidades, determinando qué componentes están siendo afectados, bien sea de manera importante o en una pequeña proporción, por la existencia del pasivo ambiental petrolero. Dentro de los componentes afectados se encuentran: el suelo, el aire, el agua, la flora, la fauna, infraestructuras y comunidades. Adicionalmente, en esta etapa se busca determinar que tanta estabilidad tiene frente a los cambios que puedan presentarse en el entorno y que estos puedan potenciar el daño causado y establecer bajo la realización de que operación fue producido. |
| Identificación del riesgo | Debe medirse el riesgo que representa el pasivo, teniendo en cuenta los distintos componentes que este está afectando, ya sean ambientales o riesgos respecto al bienestar humano. Esta cuantificación se realiza mediante el análisis de diversos factores como su propagación o la probabilidad de que este se prolifere, entre otros. |
| Valorización del pasivo ambiental | A partir de la línea base, la identificación del tipo de pasivo y la identificación del riesgo, mediante el previo reconocimiento de las afectaciones ambientales, se realiza una comparación que permitirán conocer el grado de alteración de la zona afectada. Y una vez conocidas todas estas variables el pasivo es evaluado y clasificado de tal manera que se priorizan aquellos que representan un mayor impacto y que deben ser atendidos de forma inmediata para evitar que el riesgo sea aún mayor. |

Fuente: Elaboración propia

3. DESARROLLO DEL MODELO PARA ELABORAR UNA METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN DE LOS PASIVOS AMBIENTALES CAUSADOS POR LA INDUSTRIA PETROLERA

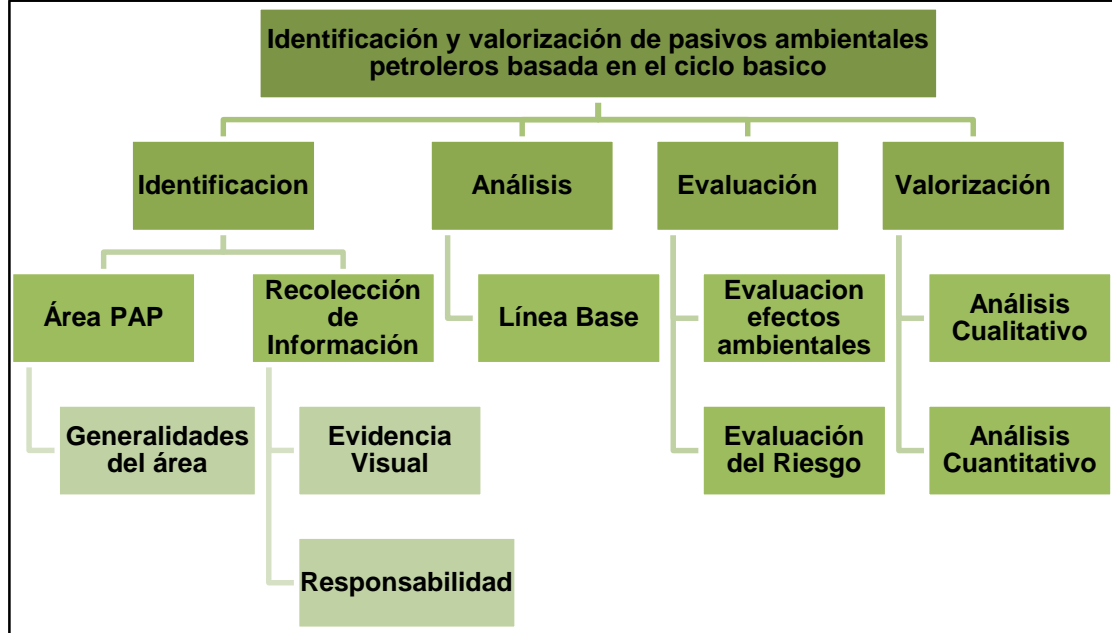
En este capítulo se describe detalladamente la metodología diseñada para desarrollar el objetivo de este proyecto, partiendo de los parámetros básicos establecidos en el capítulo anterior y haciendo énfasis en cada una de las etapas planteadas para cumplir con dichos parámetros, asimismo se toman en cuenta todos los criterios y caracteres necesarios para ejecutar el proceso de identificación y valorización de pasivos ambientales petroleros. Dentro de cada etapa se explica el procedimiento que se debe realizar para lograr el objetivo propuesto y el por qué es necesario llevarla a cabo, todo esto con el fin de que se pueda identificar el riesgo que representa, el tipo de afectación y pasivo para así, en un futuro, establecer acciones de recuperación o remediación del daño ocasionado llevando un control y seguimiento del pasivo por la entidad encargada del mismo.

3.1 DISEÑO DE LA METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES PETROLEROS

La metodología busca identificar y cuantificar los impactos ambientales generados por los pasivos ambientales petroleros para así prevenir, minimizar y mitigar el daño a las zonas afectadas. La razón para identificar y evaluar estos pasivos ambientales es la generación de estrategias que permitan recuperar las áreas afectadas y que de esta manera sean útiles para las comunidades bien sea económica o socialmente, sin que esto implique que esté en riesgo su salud o la del ambiente circundante.

Para realizar la evaluación e identificación de la afectación de un pasivo ambiental petrolero, se parte de que, según los parámetros básicos establecidos en el capítulo 2, el ciclo básico debe ser el pilar fundamental del desarrollo de la metodología, pues es prueba de que ésta se ejecutará eficientemente, por lo que la metodología cubrirá sus cuatro fases (Identificación, análisis, evaluación y valoración) subdivididas en etapas acordes a los parámetros básicos, de manera que el conjunto de acciones ejecutadas dentro de la metodología permitan establecer el nivel de riesgo que puede generar el pasivo ambiental, teniendo como objetivo identificar los elementos o situaciones que representen impactos al medio ambiente físico y al ser humano, incluyendo una primera opinión sobre la determinación de técnicas de control y mitigación. A partir de esto, el desarrollo se lleva a cabo de la siguiente manera, **Diagrama 8**. Posteriormente se describe en qué consiste cada una de las etapas mencionadas allí con el fin de que la metodología sea comprendida en su totalidad.

Diagrama 8. Ciclo básico de la metodología planteada.



Fuente: Elaboración propia.

3.1.1 Identificación. En esta fase se describe el pasivo de manera geográfica, geológica y visual, con una primera verificación técnica, para determinar si se trata de un pasivo ambiental con potencial a ser huérfano o aun es un asunto que se deba tratar directamente con la autoridad ambiental. Donde el objetivo principal es recolectar y organizar toda la información que se tenga tanto del área donde se encuentra como del pasivo como tal y tener pleno conocimiento sobre todo lo que es necesario para ejecutar la metodología.

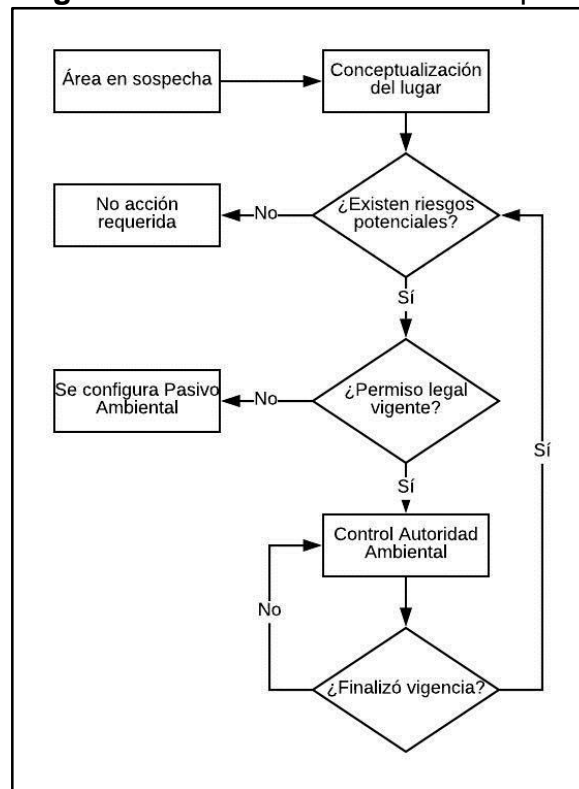
3.1.1.1 Área del pasivo ambiental petrolero. Para llevar a cabo la identificación del área donde se encuentra el PAP es necesario conocer qué territorios han sido intervenidos por la industria petrolera, teniendo en cuenta aquellos que han sido abandonados o actualmente se encuentren inactivos. Estas áreas pueden estar presentes en llanos, costas o territorios que envuelven características con potencial de existencia de hidrocarburos en el subsuelo que hacen posible el desarrollo de actividades de explotación petrolera.

Es necesario hacer uso de mapas que permitan hacer reconocimiento de áreas en actividad petrolera, sin importar en cuál de sus etapas se encuentra, para esto se recomienda utilizar como base el mapa de tierras generado por la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) en el que se presentan gráficamente las áreas que se encuentran en exploración y explotación, además de las áreas disponibles y las reservadas en todo el territorio nacional; es una herramienta confiable debido a que es actualizada continuamente y de acceso público.

Adicionalmente, en esta fase de identificación de las áreas afectadas por los pasivos ambientales petroleros, debe tomarse en cuenta a todas aquellas entidades que hacen parte del ciclo petrolero, desde operadores y prestadores de servicio, quienes hacen o hicieron aprovechamiento del recurso hidrocarburífero del país, hasta las entidades estatales, encargadas de la regulación, fiscalización y control del sector, y la comunidad.

Es importante saber que no toda presencia de residuos en el medio ambiente constituye un pasivo ambiental, por lo que para permitir el reconocimiento de aquellos residuos que se configuran como pasivos ambientales se desarrolla el **Diagrama 9** el cual se basa en el taller 5 desarrollado por Innova y el Ministerio de ambiente colombiano cuyo objetivo es llevar a cabo el diseño de una Estrategia Integral para la Gestión de los Pasivos Ambientales en Colombia. A partir de este diagrama se puede reconocer las áreas que se consideran para el desarrollo de la metodología, donde cabe aclarar que la conceptualización del lugar es tener la información inicial del área como saber de qué tipo de contaminación ocurrió, es decir, si fue un derrame, una explosión, un depósito de sólidos, entre otros; conocer si existe alguna compañía a cargo de la zona, conocer visualmente el pasivo y su ubicación.

Diagrama 9. Reconocimiento de un pasivo ambiental.



Fuente: INNOVA y MINISTERIO DE AMBIENTE; Taller 4: Diseño de una Estrategia Integral para la Gestión de los Pasivos Ambientales en Colombia; [Diapositivas]; noviembre de 2015, P. 30, (modificado).

Una vez se cuente con la información de una cantidad de áreas con presencia de pasivos ambientales petroleros, se dispone esta información en el **Cuadro 9**, buscando establecer características básicas de los territorios afectados, en los cuales se desee implementar la metodología expuesta y de esta manera, hacer la primera validación de constitución de un pasivo ambiental. Éste cuadro se basa en la metodología del estudio “Diseño de metodología para la identificación de pasivos ambientales mineros en Colombia” expuesta en el capítulo dos y se toma como referencia al tratarse del desarrollo de un inventario de áreas con actividades mineras abandonadas o inactivas, proporcionando información técnica que contribuye a la identificación de PAM, y de esta manera sirve para realizar inventario de PAP, con ciertas modificaciones de acuerdo al objetivo del trabajo.

Al tener inventariadas las áreas en la matriz de áreas afectadas por PAP, se determina, para aquellas que poseen responsable y representan un riesgo potencial, su naturaleza de pasivo ambiental y éstas serán las indicadas para la aplicación de la metodología

- **Generalidades del área afectada:** En el área seleccionada se debe especificar qué actividades petroleras fueron y están siendo desarrolladas dentro de la zona, para tener una aproximación de las dimensiones del potencial de producción de la zona y los productos que se obtienen a partir de la operación de las instalaciones. Además, se debe hacer un primer acercamiento a la ubicación del pasivo, establecida en la etapa de inventario, descrita previamente.

Cuadro 9.Matriz de áreas afectadas por PAP.

| Código | Área de Influencia | Departamento | Municipio | Cantidad de residuos | Tipo de Residuos | Extensión Aproximada | Riesgo Potencial | Existencia de responsabilidad | Estado |
|--------|--------------------|--------------|-----------|----------------------|------------------|----------------------|------------------|-------------------------------|--------|
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Opciones de respuesta para cada uno de los ítems del Cuadro 9:

Código

Se asigna secuencialmente empezando desde el #1

Área de Influencia

- Nacional: Dos o más departamentos
- Departamental: Dos o más municipios de un mismo departamento
- Municipal: Una o varias veredas de un municipio

Ubicación (departamento/municipio)

Se asigna a partir de la división político administrativa de Colombia

Cantidad de Residuos

Numéricamente cuántos de los residuos presentados en la lista de tipo de residuos posee el área

Tipo de residuos

- Sedimentos de perforación
- Tierra con hidrocarburos
- Lodos contaminados con hidrocarburos
- Arenas contaminadas con hidrocarburos
- Residuos de petróleo crudo
- Lodos de perforación
- Residuos metálicos
- Residuos de emulsiones hidrocarburos -agua
- Crudo contaminado
- Salmueras
- Solventes

Extensión aproximada

- <100m²
- 100m²-500m²
- 500m²-1000m²
- >10m²

Riesgo Potencial

Si o No

Existencia de Responsabilidad

Si o No

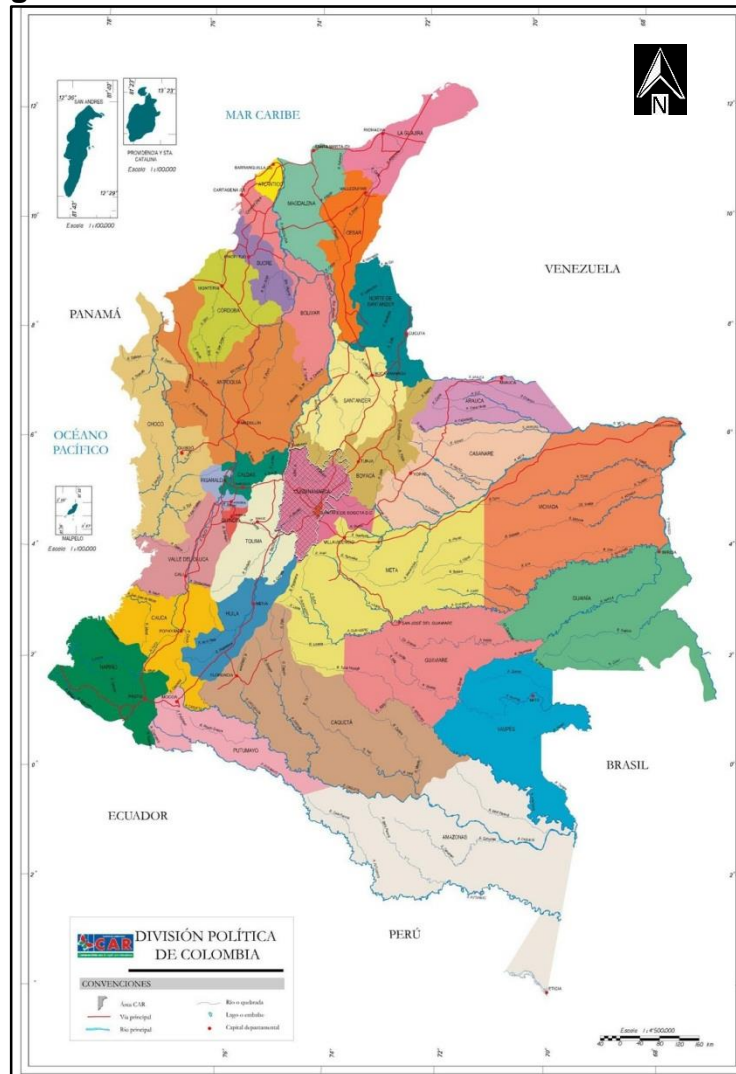
Estado

- No hay acción requerida
- Controla autoridad ambiental
- Pasivo ambiental

- Localización.** La ubicación del área de influencia es determinada teniendo en cuenta la división político-administrativa de Colombia, este reconocimiento de ubicación se lleva a cabo mediante mapas como el mostrado en la **Figura 7**. Para la determinación de esta, es preciso aclarar que el departamento y el municipio que deberán quedar consignados en el inventario son aquellos que se ven mayormente afectados o es el centro de origen del pasivo.

La localización de la zona debe darse a partir de las coordenadas de su ubicación y especificando las vías de acceso al mismo.

Figura 7. División Política de Colombia.



Fuente: History & Maps. Mapa histórico de Colombia. La historia con mapas [en línea], noviembre de 2018. Disponible en Internet: <http://www.lahistoriaconmapas.com/atlas/colombia-maps/mapa-historico-de-colombia.htm>

- **Caracterización geológica.** Una vez se haya identificado el área a estudiar como un pasivo ambiental, es necesario realizar una descripción general del área, la cual debe tener en cuenta ciertos aspectos como: una descripción general de las actividades petroleras desarrolladas en la zona, una localización y caracterización geológica del lugar teniendo en cuenta los límites del mismo.

Cabe aclarar que la descripción general de las actividades petroleras se lleva a cabo con el fin de establecer precedentes de los residuos actualmente encontrados o del posible origen de la afectación, permitiendo hacer una caracterización del hidrocarburo allí consignado.

Por otra parte, busca establecer la ubicación del área afectada y sus limitaciones, estableciendo a partir de allí los territorios y ecosistemas afectados en la región de una forma más precisa con el fin de que en un futuro este pueda ser localizado eficazmente. Ésta sección se lleva a cabo con el uso de mapas geográficos que permitan la identificación del territorio mediante imágenes satelitales, las cuales arrojan ubicaciones acertadas del pasivo; para lo cual se recomienda el uso de la plataforma Google Earth, el cual será empleado para este proyecto, o cualquier otro sistema GPS que se crea confiable en cuanto a determinación de coordenadas, donde se precisen coordenadas geográficas dentro de cualquier lugar del territorio nacional.

En cuanto a la caracterización debe establecerse información básica acerca de la geología superficial de la zona, caracterizando el suelo sobre el que se está presentando el PAP con el fin de seleccionar posteriormente las mejores técnicas para la recuperación de los componentes afectados recuperables y las vías de acceso tanto para estas operaciones como para visitas de supervisión del área. Dicha delimitación se debe hacer de la siguiente manera:

Se entenderá como límite todo aquel cuerpo o estructura que demarque la zona, haciendo que se “aislé” de las demás áreas aledañas, de manera que actúen o como una barrera para evitar la propagación del daño ambiental o sean estructuras aun no contaminadas y que puedan llegar a verse afectadas. Dentro de estos se encuentran:

- Ríos arroyos, o quebradas: cuerpos de agua en constante movimiento que puede contener entre su cauce vida animal y vegetal, que arrastran a su paso sedimentos y cualquier sustancia que pueda ser vertida en el mismo, además de servir como fuente de agua potable a las comunidades aledañas según las propiedades con las que llegue el agua al punto de extracción. Por una parte, un río es un cauce de agua profundo de grandes dimensiones que cumple la función de drenar el agua hacia un área determinada que es donde desemboca bien sea océano, lagos, lagunas o en otro río, y por otra, un arroyo o una quebrada son pequeños cauces de agua que no abarcan mucha profundidad con la diferencia

de que esta última sirve de fuente alimentadora de ríos, en cuanto a recurso hídrico se refiere.⁷⁰

- Bosque o zonas de vegetación: es una zona robusta de vegetación, caracterizada principalmente por extenderse no menos de 0,5 hectáreas y con árboles de una altura mínima de 5 metros los cuales debe alcanzar a lo largo de su vida además de que el uso del suelo no debe estar predominado por ninguna actividad humana, además de otras zonas que si bien no tienen ejemplares se semejan en dimensiones si albergan gran variedad y cantidad de especies vegetales.⁷¹
- Montañas, montículos, colinas o lomas: son deformaciones tectónicas que se generan produciendo una protuberancia sobre la corteza terrestre y pueden ser consideradas de alta, media y baja, según su extensión, complejidad y tamaño, es decir, respectivamente serían nevados o cordillera de los Andes, volcanes o vertientes y macizo o escarpes.⁷²
- Lagos o lagunas: son cuerpos naturales donde el agua se deposita proveniente de otras estructuras naturales por canales o infiltraciones, pueden alcanzar profundidades de 10m y se diferencian en que el lago es netamente un cuerpo de agua dulce mientras que la laguna puede variar su salinidad al estar en cercanías con el mar permitiendo el ingreso o salida de sus aguas de manera limitada.⁷³
- Embalses: son depósitos de agua elaborados por el hombre en los que su función principal es almacenar el recurso hídrico para diversas finalidades como generación de energía, control de inundaciones, entre otros.
- Linderos de propiedades: son todas aquellas cercas, barrotes y rejillas que demarcan el terreno ocupado por una propiedad privada para determinar que hasta ese punto nadie sin autorización del dueño puede tener acceso al mismo.
- Cultivos: son tierras empleadas para trabajo del hombre mediante la plantación de determinados ejemplares vegetales con el fin de que la cosecha le genera algún beneficio bien sea económico o alimenticio.⁷⁴

70 IDEAM; Preguntas frecuentes: Hidrogeología En: Participación Ciudadana; [Información de conocimiento público]; [Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/hidrologia>].

71 FAO, Departamento Forestal de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación; Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010; [Documento digital, consultado en octubre de 2018]; [Disponible en <http://www.fao.org/3/a-am665s.pdf>]. P. 6.

72 IDEAM, Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales; Unidades Geomorfológicas del territorio colombiano; [Documento digital, consultado en octubre de 2018]; Bogotá D.C. [Disponible: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/005192/unidadesgeomorf/unidgeom.pdf>]. P. 5-28.

73 IDEAM; Preguntas frecuentes: Hidrogeología; Op. Cit.

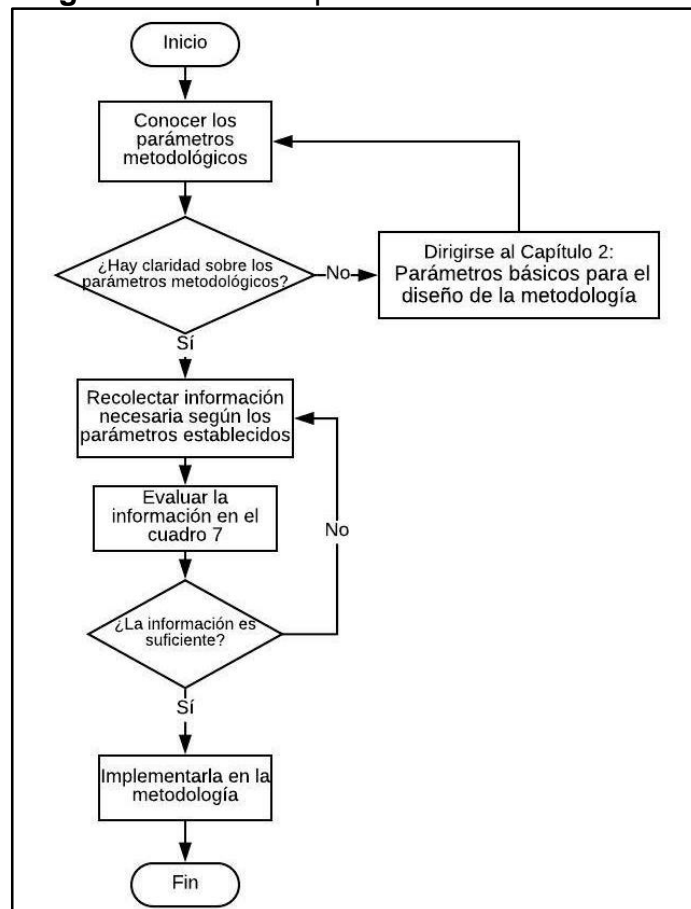
74 FAO, Departamento Forestal de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación; Op. Cit. P. 7.

- Otros: cualquier otra estructura natural que pueda estar presente en la zona y que represente una alta significancia dentro de la delimitación del área haciendo el papel de barrera o característica propia de la zona.

3.1.1.2 Recolección de información. Este proceso es fundamental y uno de los más importantes para el desarrollo de la metodología debido a que su objetivo es obtener el conocimiento necesario para la identificación y valorización de pasivos ambientales petroleros, aquí se organiza y se garantiza que la metodología se podrá ejecutar en su totalidad.

El proceso de recolección de información tiene como fundamento la metodología “selección e implementación de una metodología para la identificación y valoración de pasivos ambientales mineros”, expuesta en el capítulo dos, donde se realiza un paso a paso de éste proceso que permite obtener de forma eficiente resultados para el desarrollo de su metodología, permitiendo así tomarla como referente para un desarrollo de éste proceso modificado a las necesidades del presente proyecto como muestra el **Diagrama 10**.

Diagrama 10. Pasos para la recolección de información.



Fuente: Elaboración propia.

La recolección de información se realiza mediante la recopilación de la misma en empresas afines al sector petrolero que potencialmente puedan poseer datos acerca del área a analizar, ya sea por ser directamente los operadores de la misma, o por ser quienes estén a cargo de estudios previos y posteriores a la explotación del territorio, además se tiene como herramienta de búsqueda la autoridad ambiental quien recopila los reportes de incidentes sucedidos en cualquier lugar dentro del territorio nacional. Adicionalmente, se recomienda una investigación de las operaciones llevadas a cabo en el área de estudio junto con la cantidad promedio de producción diaria que presenta la zona en el momento de la afectación, en caso de que el incidente se presente dentro de las instalaciones de explotación, generando así una idea de la posible magnitud del impacto mediante un análisis posterior más profundo y significativo.

La evaluación de la información recolectada se hace con el fin de llevar a cabo con precisión toda la metodología según la data que ésta requiere. Para la evaluación se desarrolla el **Cuadro 10** el cual busca establecer, a partir de parámetros básicos a evaluar, si se cuenta o no con la información requerida durante posteriores etapas del proceso de identificación y valorización de los pasivos ambientales petroleros, en este debe precisarse según las convenciones establecidas si se posee o no la información.

Cuadro 10. Evaluación de la información obtenida.

| Criterio | Detalle | Estado de la información | |
|--------------------|--|---------------------------------|--|
| Geografía | Área PAP georreferenciada | | |
| | Localización | | |
| | Delimitación de la zona | | |
| | Estado actual de la zona | Geología | |
| | | Suelo | |
| | | Aire | |
| | | Agua | |
| | | Ecosistema | |
| | Infraestructura | | |
| | Comunidad | | |
| Línea Base | Estado de la zona previo a la afectación de la misma | Geología | |
| | | Suelo | |
| | | Aire | |
| | | Agua | |
| | | Ecosistema | |
| | | Infraestructura | |
| | | Comunidad | |
| Información básica | Detalles sobre el pozo | | |
| | Producción diaria | | |
| | Acciones de contingencia y remediación con su costo | | |
| | Causas del incidente | | |

Fuente: Elaboración propia.

- **Evidencia visual.** La evidencia visual a pesar de ser una fase opcional dentro del desarrollo de la metodología, se hace necesaria al momento de reconocer la magnitud del impacto ambiental, es una primera aproximación a lo que fue el impacto en sí, y permite hacer un análisis cualitativo para crear una idea de que posibles acciones futuras se podrían realizar para la remediación de las afectaciones y la recuperación del ambiente, en caso de que no se tenga acceso a la zona para el respectivo informe de lo sucedido. Sin embargo, es una fase que no se hace necesario llevar a cabo a menos de que se quieran tener pruebas visuales del pasivo, por lo que no es representativo dentro del proceso de identificación y valorización de pasivos ambientales

En ésta sección se pueden aplicar estrategias como escaneado y referenciación de fotografías aéreas o mapas topográficos de las áreas con actividades petroleras donde se encuentren afectaciones de pasivos ambientales, digitalización de mapas preliminares, croquis de campo de las acumulaciones de contaminantes, mapas de pasivos ambientales petroleros, fotografías y fechas de referencia y todo aquello que visualmente permita distinguir la magnitud de las afectaciones, sirviendo a su vez, de prueba de lo sucedido y de las actividades de remediación.

En este punto lo que se desea hacer es representar el impacto en su estado actual, como: derrame de crudo o sustancias químicas, depósito de residuos, locaciones y equipos abandonados, suelos contaminados, fuentes hídricas contaminadas, mortalidad de fauna y flora, daños por incendios y explosiones, tuberías y ductos rotos o averiados. Es el identificar, a primera vista, que es lo que hay dentro de la zona en estudio y que sirva de referente en un futuro.

- **Responsabilidad.** Los pasivos ambientales representan una deuda obtenida para con la nación por parte de su generador o generadores. Ésta deuda no sólo aplica en el ámbito económico sino en el aspecto ambiental. En consecuencia, de esto, es necesario determinar el responsable directo del impacto ambiental generado, quien será el encargado de la recuperación del territorio afectado y remediación del daño ocasionado.

Ésta determinación de responsabilidad se realiza mediante el análisis de los hechos y los actores involucrados. Sin embargo, se abarcará más a fondo este tema en el capítulo cuatro debido a que hace parte del desarrollo de la metodología, siendo la determinación de ésta sección la finalidad del proyecto permitiendo que, dentro de los pasivos ambientales de la industria, se identifiquen los pasivos huérfanos lo que se realizará mediante la determinación de la responsabilidad haciendo un acercamiento en las causas logrando así que el Estado gestione la mejor forma de realizar la restauración y remediación para preservar y equilibrar el medio ambiente. Y así mismo en acción conjunta con compañías de la industria trabajar en pro de la conservación del medio ambiente y de la calidad de vida de las comunidades y

especies pertenecientes a los sitios de impacto mejorando a su vez la imagen de la industria a los ojos de los ciudadanos.

3.1.2 Análisis. Dentro de esta fase del ciclo básico lo que se busca es analizar la información recolectada en las etapas anteriores y buscar características o lineamientos con los cuales se pueda comparar la zona afectada, de manera que se reconozcan los cambios producidos en el área por el impacto ambiental, por lo que en este punto se debe establecer una línea base para identificar dichos cambios en el ambiente y así, en la valoración se tenga una mejor percepción del daño ocasionado y de las acciones que deben llevarse a cabo para restaurar la zona y dejarla, como lo establece la regulación colombiana, lo más parecido a como se encontró en un inicio sin haber sido intervenida.

3.1.2.1 Línea Base. Lo que se busca es establecer parámetros que aproximen lo que más se pueda a la imagen de cómo se encontraba el terreno antes de verse afectado por la actividad de la industria petrolera. Esta información debe estar garantizada al cumplir con la primera etapa que ha sido descrita en la sección de identificación.

El objetivo para esta etapa es crear una base sólida que permita realizar una comparación del antes y el después de la zona para así determinar posteriormente el grado de afectación presente. Siguiendo el objetivo, la información solicitada puede ser: de tipo visual, con fotografías de la zona previas al inicio de actividades de explotación, o con información teórica de cómo se encontraban los componentes ambientales, cómo era la calidad de vida de la sociedad civil, fauna y flora presentes. Para el conocimiento de ésta información puede recurrirse a los estudios de impacto ambiental y los planes de manejo ambiental presentados ante la autoridad ambiental antes del inicio de la actividad.

En el **Cuadro 11** se puede observar el modelo para la generación de la línea base del área de estudio, especificando allí qué información debe ser diligenciada de manera generalizada sin necesidad de tener que profundizar en cada uno de los componentes. Éste cuadro se encuentra basada en la metodología “selección e implementación de una metodología para la identificación y valoración de pasivos ambientales mineros”, donde se desarrolla, en el caso de estudio, una línea base del área en proceso, allí se consigna información tanto del ecosistema como de la comunidad.

Cuadro 11. Generación de la línea base.

| Componente | Línea Base |
|-------------------|--|
| Geología | <i>Se realiza una descripción de la topografía geológica sobre la que se encuentra el campo petrolero donde se llevó a cabo la actividad de explotación, teniendo en cuenta si se generó erosión o desgaste del suelo, alterando la deposición natural que hay en el terreno, haciendo énfasis en la condición física sobre la que se encuentra el pasivo ambiental.</i> |
| Suelo | <i>Se define qué tipo de suelo se tenía y para qué fines, haciendo una breve caracterización del mismo.</i> |
| Agua | <i>Se describe cómo era el comportamiento del agua, la calidad, la cantidad y la vida existente en estos cuerpos de agua.</i> |
| Ecosistema | <i>Reconocimiento de la fauna y la flora que habitaban el territorio y sus condiciones de hábitat.</i> |
| Comunidad | <i>Se reconoce cómo era la calidad de vida de la comunidad, el patrimonio cultural y las actividades que esta llevaba a cabo en el territorio explotado.</i> |

Fuente: Elaboración propia.

3.1.3 Evaluación. En esta fase lo que se busca es realizar la plena identificación tanto de que pasivo se trata como del riesgo que este representa en el entorno, para ello se hace uso de dos etapas, explicadas en detalle a continuación, con el fin de que con toda la información y el análisis realizados posteriormente se tenga un esquema de la clase de pasivo que es, de cómo se generó y de qué manera afecta al entorno en el que se encuentra.

3.1.3.1 Evaluación de los efectos ambientales. El reconocimiento del medio ambiente afectado es fundamental para conocer cuáles de sus componentes pueden verse principalmente perjudicados. Como se describe en el capítulo uno de este trabajo, la actividad petrolera es generadora de residuos y desechos, que pueden ser propensos a provocar impactos negativos en el ambiente si no se tiene cuidado y control sobre los mismos.

Realizar una descripción de las dimensiones ambientales física, biótica y social es de gran importancia para una posterior identificación del riesgo, así como establecer

en qué medida se afectó cada uno de los componentes que podrían verse afectados, para que así se pueda definir si podría presentar cambios con el tiempo que potencialicen el daño o ya el daño está en un punto de equilibrio donde tan solo es requerida su limpieza para eliminarlo. Ésta descripción es un proceso cualitativo desarrollado mediante el **Cuadro 12** donde se establecen los elementos del ecosistema que pueden estar siendo afectados y los factores en que pudo haberse visto alterado. Para poder clasificarlo dentro de la matriz se hace necesario tener en cuenta la línea base previamente desarrollada ya que a partir de esta se evalúa qué componentes han sido afectados por lo que en el cuadro mencionado debe ponerse en verde las afectaciones presentadas y en rojo las que no se dieron para que en la siguiente etapa se logre dar la valoración del pasivo en cuanto al riesgo que representa para el ambiente y las comunidades.

Cuadro 12. Identificación de afectaciones ambientales.

| Sectores del Desarrollo | Bienes y Servicios | Medio Ambiente | Factores Ambientales |
|-----------------------------------|--|------------------------------|--|
| Ecosistema | Recursos Naturales Renovables | Agua | Alteración de la cantidad de agua superficial |
| | | | Alteración de la calidad de agua superficial |
| | | | Alteración de la disponibilidad de agua superficial |
| | | Aire | Deterioro de la calidad del aire |
| | | | Contaminación auditiva no controlada |
| | | Suelo | Erosión y degradación de suelos |
| | | | Generación de amenazas por inestabilidad |
| | | | Cambios del uso del suelo |
| | | | Alteración química de los suelos |
| | | Fauna | Cambios en la calidad de vida animal |
| | | | Alteración o disminución de la fauna terrestre y aérea |
| | | | Alteración de la fauna o disminución acuática |
| | | Flora | Introducción de infecciones o enfermedades |
| | | | Alteración de la regulación del agua a los ecosistemas |
| | | | Alteración de cobertura vegetal y flora |
| Alteración de la topografía | | | |
| Alteración de hábitats terrestres | | | |
| Sector Económico | Bienes y servicios creados con fines productivos | Infraestructura Productiva | Cambios de la economía local |
| | | Infraestructura vial | Cambios en la movilidad |
| Sociedad Civil | Recursos Humanos, políticos y simbólicos | Calidad de vida | Cambios en la calidad de vida de las personas |
| | | Alteración de la convivencia | Incremento de conflictos y afectaciones a la seguridad ciudadana |
| | | Ingresos | Cambio en la generación de empleo e ingresos |
| | | Patrimonio | Pérdida de patrimonio |

Fuente: GARZÓN, Carlos. Hacia una política de gestión integral de pasivos ambientales en Colombia. Tesis de investigación magister en ingeniería ambiental Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 2012. p.90. (Modificado).

Este cuadro se encuentra basado en el trabajo de Magister titulado “Hacia una política de gestión integral de pasivos ambientales en Colombia” donde se expone una tabla que relaciona los factores ambientales junto con su respectiva ponderación. La valoración cualitativa allí expuesta tiene como base la “ponderación por importancia, y consideraciones sobre naturaleza, intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, causa/efecto, periodicidad y posibilidad de recuperación, de los impactos”⁷⁵; sin embargo, esta matriz fue modificada y adecuada a los requerimientos del presente proyecto y como tal a la industria petrolera.

3.1.3.2 Identificación del riesgo. Como se explica en el primer capítulo de éste trabajo, cualquier etapa del ciclo petrolero es precedente de algún riesgo que pueda generar un impacto ambiental negativo, sin embargo, existen dos situaciones en la cuales la existencia del riesgo, potencialmente, tiende a constituir la presencia de un pasivo ambiental causando la necesidad de llevar a cabo una remediación.

La primera de estas situaciones, es la etapa final de la explotación petrolera, específicamente el momento de cierre y abandono de áreas que terminaron su vida útil en la industria. En esta situación, quien hace la explotación está en la obligación de dejar el terreno tal como lo encontró, sin embargo, existe la probabilidad de que los residuos abandonados allí a causa de las actividades desarrolladas, posteriormente puedan representar un riesgo, siendo así clasificados como pasivos ambientales.

La segunda situación, puede generarse en cualquier momento de la explotación, y es debido a actos vandálicos, que destruyen infraestructura utilizada en las distintas etapas de la explotación y transporte, originando un daño ambiental en el centro de los actos bélicos. Este tipo de situaciones son las mayores causantes de pasivos ambientales huérfanos en la industria petrolera en Colombia, ya que son situaciones cuyas consecuencias no están del todo previstas por los operadores y que en ocasiones no son remediadas al no tener responsabilidad sobre su origen.

Sea cual sea la causa generadora del pasivo ambiental petrolero, se hace necesaria una posterior estimación del riesgo, el cual representa la probabilidad de que, con el paso del tiempo, se produzca una situación que genere efectos negativos en alguno de estos tres parámetros fundamentales: el bienestar humano, el ecosistema y los bienes y servicios.

Esta estimación se lleva a cabo con la evidencia analizada y organizada, ya que lo que se busca en esta etapa es evaluar el nivel de afectación y los argumentos que se tienen para determinar qué clase de pasivo es, de dónde provino y que riesgo

75 GARZÓN, Carlos. Hacia una política de gestión integral de pasivos ambientales en Colombia. Tesis de investigación magister en ingeniería ambiental Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 2012. P. 90.

representaría para el ambiente y las comunidades. Para su desarrollo se propone el **Cuadro 13**.

Cuadro 13. Identificación del riesgo.

| Componente | Estado | Grado de Afectación | Probabilidad de propagación | Efecto general | Distancia a comunidades | Tipo de residuo |
|-------------------|--------|---------------------|-----------------------------|----------------|-------------------------|-----------------|
| Agua | | | | | | |
| Aire | | | | | | |
| Suelo | | | | | | |
| Fauna | | | | | | |
| Infraestructura | | | | | | |
| Salud y Bienestar | | | | | | |
| Economía | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Opciones de respuesta para cada uno de los ítems del Cuadro 13:

Estado

Afectado
No afectado

Grado de Afectación

0%-25%
26%-50%
51%-75%
76%-100%

Probabilidad de propagación

Alta
Media
Baja
Nula

Efecto general

Mortal
Tóxico
Nocivo
Leve

Distancia a comunidades

<1Km
>1Km

Tipo de residuo

Inorgánicos
Orgánicos
Lodos

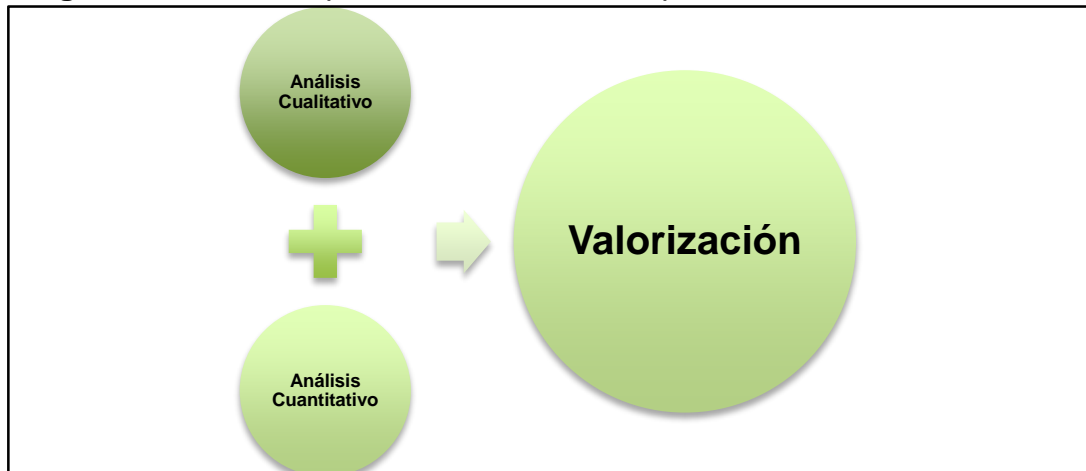
Para completar el cuadro previo es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

- **Componente afectado:** Se especifican qué elementos del ecosistema, incluyendo la sociedad civil y su patrimonio, se encuentran involucrados en el daño ambiental.
- **Estado:** extraído de la etapa inmediatamente anterior, se debe especificar en cada uno de los factores ambientales o humano están siendo afectados o no.
- **Grado de Afectación:** teniendo en cuenta que componente es el afectado se debe establecer en qué porcentaje se evidencia que fue afectado, desde su totalidad hasta solo un leve impacto. Por ejemplo, si en la zona existían 10 árboles y fueron talados 3, habría un grado de afectación del 30% en el componente de flora.
- **Probabilidad de propagación:** Tiene en cuenta la tendencia del impacto en propagar su efecto, es decir, que si tiene o no la capacidad de expandirse y empeorar el problema.
- **Efecto general:** se refiere a determinar en qué nivel compromete la salud y el bienestar de los componentes bióticos del entorno incluyendo fauna, flora y comunidades, es decir: Leve, nocivo, toxico o mortal.
- **Distancia a comunidades:** Sirve para medir el radio de influencia del pasivo para poder tomar precauciones en caso de que este muy cerca a las comunidades.
- **Tipo de residuo:** Finalmente se debe determinar este factor, entre los cuales podría ser: inorgánicos, orgánicos o lodos. Teniendo en cuenta que, según Minambiente⁷⁶ en el documento titulado “Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos”, se definen así:
 - Residuo inorgánico: ácidos, álcalis, cianuros, metales pesados.
 - Residuo orgánico: plaguicidas, solventes halogenados y no halogenados, bifenilos, policlorados, dioxinas y furanos.
 - Lodos: Lodos del tratamiento de aguas residuales, del trabajo del metal, de la pintura.

⁷⁶ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos. Colombia 2007. p. 27

3.1.4 Valorización. Finalmente, la cuarta etapa consiste en realizar una valorización a los PAP, que para ésta metodología la valorización parte de dos análisis, uno de tipo cualitativo y otro de tipo cuantitativo, como se presenta en el **Diagrama 11**. Esto se lleva a cabo con el fin de tener una idea completa acerca del efecto que genera el pasivo ambiental petrolero no solo a nivel ambiental y social, sino también industrial, es decir, el impacto que este tiene para la compañía responsable de su generación y recuperación.

Diagrama 11. Análisis para la valorización del pasivo.



Fuente: Elaboración propia.

3.1.4.1 Análisis cualitativo. El análisis cualitativo se realiza a partir de la fase de evaluación previamente realizada, donde se toma como referencia el Cuadro 12 de identificación de afectaciones ambientales y el Cuadro 13 de identificación del riesgo, permitiendo así generar en ésta descripción cualitativa un análisis basado en dos sistemas de información diferentes y de esta manera, validar los resultados obtenidos, teniendo en cuenta de que los componentes que resulten ser los mayormente afectados deberán coincidir en ambos cuadros de valoración.

Para llevar a cabo el análisis cualitativo, en primera instancia, debe tomarse como base el cuadro de identificación de afectaciones ambientales (Cuadro 12) donde se establecen qué factores se encuentran afectados debido al PAP, y a partir de esto se procederá a tener en cuenta ciertos valores numéricos dados a cada uno de los factores consignados en el **Cuadro 14**, que como se explicó previamente, estos datos parten de la investigación “Hacia una política de gestión integral de pasivos ambientales en Colombia” la cual presenta criterios válidos aportados por su investigación para la elección de los valores allí consignados. Dicha metodología, establece valores ponderados para cada uno de los factores ambientales que se pueden ver afectados con la existencia de un pasivo, siendo la sumatoria de estos el parámetro para determinar el grado de afectación de la zona, por lo que en base a los valores asignados en esa investigación se tienen en cuenta para asignar los

valores que van a acompañar a cada una de las afectaciones que se encuentran en el Cuadro 14 y que han sido previamente modificadas para acomodarse a la finalidad del presente proyecto.

Los valores asignados se dieron en una escala de 0 a 100, siendo cero una afectación con poca importancia y que no representa riesgo alguno para la vida y bienestar del ecosistema y de las personas, y 100 representa una afectación que pone en riesgo el ecosistema con todos sus componentes; para dicha asignación, se toma como base que los componentes abióticos, como el agua, el suelo y el aire, a pesar de no tener vida, propician las condiciones para que la vida en cualquiera de sus formas se pueda proliferar y mantener en determinado lugar, por ello las afectaciones realizadas a los mismos son de mayor puntaje variando en el riesgo vital que representan. De manera seguida, los componentes bióticos, como la fauna, la flora y los seres humanos, deben tener las condiciones propicias en su hábitat para garantizar su bienestar, por ello las afectaciones sufridas directamente en estos componentes se les da valores entre 60 y 100, teniendo en cuenta que son situaciones que ponen en riesgo el bienestar no solo de la misma especie sino de todo el conjunto que compone el ambiente. Finalmente se tienen en cuenta factores que involucran la estabilidad económica y condiciones infraestructurales que pudiesen verse afectadas por un pasivo ambiental, a las que se les asigna un valor de entre 0 y 50, por lo que si representan una afectación importante para el equilibrio de la vida humana pero no comprometen directamente la vida.⁷⁷

Para el presente proyecto, se toman los valores cuya sumatoria se encuentra en un rango de 0 a 1500, siendo este último el límite máximo que puede presentar un pasivo, el cual significa que es de alto impacto y al que debe prestársele atención inmediata para mermar su propagación y evitar mayores inconvenientes, y cero, representa aquellos impactos que no son relevantes y que no representan riesgo para la vida, la sumatoria representa la importancia y la urgencia con que deberían ser atendidas ciertas situaciones para evitar que se intensifique el riesgo. En el **Cuadro 14** se encuentran los valores dados para cada uno de los factores, modificado de acuerdo a las necesidades de la metodología.

⁷⁷ TEMAS AMBIENTALES. Factores Ambientales o Ecológicos [En línea]; consultado: Enero de 2019; [Disponible en: <https://www.temasambientales.com/2017/03/factores-ambientales.html>]

Cuadro 14. Valores establecidos para los factores ambientales.

| Factores Ambientales | P(0-100) |
|--|-----------------|
| Alteración de la cantidad de agua superficial | 80 |
| Alteración de la calidad de agua superficial | 100 |
| Alteración de la disponibilidad de agua superficial | 90 |
| Deterioro de la calidad del aire | 100 |
| Contaminación auditiva no controlada | 50 |
| Erosión y degradación de suelos | 80 |
| Generación de amenazas por inestabilidad | 70 |
| Cambios del uso del suelo | 40 |
| Alteración química de los suelos | 70 |
| Cambios en la calidad de vida animal | 90 |
| Alteración o disminución de la fauna terrestre y aérea | 70 |
| Alteración de la fauna o disminución acuática | 70 |
| Introducción de infecciones o enfermedades | 60 |
| Alteración de la regulación del agua a los ecosistemas | 60 |
| Alteración de cobertura vegetal y flora | 80 |
| Alteración de la topografía | 60 |
| Alteración de hábitats terrestres | 100 |
| Alteración del paisaje natural | 20 |
| Cambios de la economía local | 50 |
| Cambios en la movilidad | 10 |
| Cambios en la calidad de vida de las personas | 80 |
| Incremento de conflictos y afectaciones a la seguridad ciudadana | 20 |
| Cambio en la generación de empleo e ingresos | 40 |
| Pérdida de patrimonio | 10 |

Fuente: GARZÓN, Carlos. Hacia una política de gestión integral de pasivos ambientales en Colombia. Tesis de investigación magister en ingeniería ambiental Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 2012. p.90. (Modificado).

El modo de empleo de este cuadro es teniendo en cuenta qué factores han sido afectados por el PAP, se procede a tomar el valor dado en la tabla para cada uno de ellos (En caso de que no se evidencie la afectación se le dará valor de cero), y se realiza una sumatoria de los valores pertenecientes a los factores que han sido afectados. Éste conteo se llevará a cabo a partir de los subgrupos establecidos en el **Cuadro 12**, partiendo de la sumatoria inicial de cada componente del Medio Ambiente, para ser consignados en el **Cuadro 15**, obteniendo así información de la afectación de los sectores de desarrollo, bienes y servicios y del medio ambiente.

Una vez completada se sabrá en qué magnitud está siendo afectado cada parámetro y cuál de ellos se encuentra con mayor vulnerabilidad. Es necesario tener en cuenta que solo corresponde a una evaluación cualitativa del proyecto, a los riesgos potenciales y no representan mediciones precisas del estado de los ecosistemas, siendo estos comparados con la línea base construida previamente. En este punto, el sector de desarrollo con mayor puntaje será el que debe ser priorizado y dentro de este debe caracterizarse que componente del medio ambiente que representa la mayor afectación para que este sea comparado con la

valorización cualitativa de identificación del riesgo, como se explicara a continuación.

Cuadro 15. Valorización a partir de componentes afectados.

| Sectores del desarrollo | Bienes y Servicios | Medio Ambiente | Puntos por medio ambiente | Puntos por sectores de desarrollo |
|-------------------------|--|------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|
| Ecosistema | Recursos Naturales Renovables | Agua | | |
| | | Aire | | |
| | | Suelo | | |
| | | Fauna | | |
| | | Flora | | |
| Sector Económico | Bienes y servicios creados con fines productivos | Infraestructura Productiva | | |
| | | Infraestructura vial | | |
| Sociedad Civil | Recursos Humanos, políticos y simbólicos | Calidad de vida | | |
| | | Alteración de la convivencia | | |
| | | Ingresos | | |
| | | Patrimonio | | |

Fuente: Elaboración propia.

En segunda instancia, se tiene en cuenta el cuadro de identificación del riesgo donde, de forma similar a como se realiza para la valorización de los impactos ambientales, se asigna un valor numérico a cada uno de los parámetros allí constatados como muestra el **Cuadro 16** y se procede a llenar el **Cuadro 17** con los valores correspondientes a cada uno de los ítems, es el mismo cuadro empleado en la etapa de evaluación, salvo que en este se asignan los valores numéricos de cada ítem seleccionado.

Cuadro 16. Valores establecidos para el riesgo.

| Estado | | Efecto general | |
|-----------------------------|---|-------------------------|---|
| Afectado | 1 | Mortal | 4 |
| No afectado | 0 | Tóxico | 3 |
| Grado de Afectación | | Nocivo | 2 |
| 0%-25% | 1 | Leve | 1 |
| 26%-50% | 2 | Distancia a comunidades | |
| 51%-75% | 3 | <1Km | 2 |
| 76%-100% | 4 | >1Km | 1 |
| Probabilidad de propagación | | Tipo de residuo | |
| Alta | 4 | Inorgánicos | 3 |
| Media | 3 | Orgánicos | 3 |
| Baja | 2 | Lodos | 3 |
| Nula | 1 | | |

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 17. Valorización a partir del riesgo.

| Componente | Estado | Grado de Afectación | Probabilidad de propagación | Efecto general | Distancia a comunidades | Tipo de residuo | Riesgo Total |
|-------------------|--------|---------------------|-----------------------------|----------------|-------------------------|-----------------|--------------|
| Agua | | | | | | | |
| Aire | | | | | | | |
| Suelo | | | | | | | |
| Fauna | | | | | | | |
| Infraestructura | | | | | | | |
| Salud y Bienestar | | | | | | | |
| Economía | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Una vez asignado el valor, se procederá a realizar una sumatoria por componente: agua, aire, suelo, fauna, flora, economía y sociedad civil. Asignando así un total a cada uno de ellos lo que permitirá determinar qué componente se ve mayormente comprometido y puede representar un riesgo ambiental mayor debido a los residuos allí encontrados. Y teniendo en cuenta la totalidad del puntaje se clasifica mediante la **Tabla 1** según el rango en el que se jerarquiza su significancia y por ende se da prioridad a aquellos pasivos que representan un mayor riesgo para el ecosistema y la comunidad. El rango de puntaje establecido para la significancia fue elaborado a criterio propio, tomando como referencia la información bibliográfica revisada en la metodología del proyecto “Selección e implementación de una metodología para la identificación y valoración de pasivos ambientales mineros, con aplicación a un estudio de caso”, estableciendo un rango entre 0 y 18, donde cero es un pasivo de baja significancia, que no representa riesgo alguno para el ecosistema, ni es probable que propague su efecto, mientras que un pasivo con clasificación 18, representa alta significancia, debido a que debe ser atendido lo más pronto posible y es un riesgo latente para el entorno. La media significancia en un rango entre 7 y

12 donde se considera que los pasivos con esta puntuación, aunque representan riesgo al medio ambiente, no es de carácter urgente las medidas de remediación.

Tabla 1. Rango de significancia.

| Nivel de importancia | Rango de puntaje |
|-----------------------------|-------------------------|
| Alta significancia | 13-18 |
| Media significancia | 7-12 |
| Baja significancia | 0-6 |

Fuente: Elaboración propia.

De esta manera, al tener una alta significancia es porque se debe atender su remediación de manera inmediata, pues representa un riesgo muy alto de comprometer la salud y el bienestar del medio ambiente y la comunidad. En caso de ser media la significancia debe tenerse presente y actuar ante el pasivo de manera oportuna, pero se encuentra en un punto en que el riesgo es latente pero no muy potente. Y, por último, si es de baja significancia, el pasivo claramente debe ser atendido, pero hay tiempo para adquirir los recursos y medios para intervenirlo sin estar comprometiendo el bienestar del ecosistema.

3.1.4.2 Análisis cuantitativo. Este análisis se realiza a partir de los datos que se tienen disponibles acerca del episodio sucedido, estos datos se encuentran reportados ante la Autoridad Ambiental quien solicita a las diferentes compañías responsables de las áreas asignadas para explotación una estimación de la cantidad de hidrocarburos que se perdió y cuánto de este fue recuperado en las operaciones de limpieza y remediación.

Lo que se realiza es, a partir de los datos extraídos del reporte mencionado, una consignación de los mismos en el **Cuadro 18**, a partir de allí se procede a la realización de cálculos matemáticos mediante el uso de ecuaciones para finalmente determinar el monto en pesos colombianos de lo perdido en producción.

Cuadro 18. Valorización en pérdidas de producción.

| Volumen de producto recuperado m³ | Volumen de producto recuperado Bbls | Porcentaje de producto recuperado según el total derramado | Volumen total de producto derramado Bbls | Monto de pérdida de producción COP |
|---|--|---|---|---|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Debido a que las unidades de medida de los reportes presentados al ANLA se encuentran en metros cúbicos, se realiza la conversión a barriles por medio de la

Ecuación 1. Para emplear las ecuaciones se usan precios de referencia para el barril de crudo y dólar según se contemplan en la fecha del suceso.

Ecuación 1. Cálculo de conversión de unidades (m³ a Bbls).

$$Vol\ recuperado_{Bbls} = Vol\ recuperado_{m^3} * \frac{6.28981\ Bbls}{1\ m^3}$$

Fuente: Elaboración propia.

Uno de los datos generados en los informes presentados al ANLA es el porcentaje de producto que ha sido recuperado, partiendo de éste dato se procede a realizar un cálculo para conocer el volumen total de producto derramado mediante la **Ecuación 2.**

Ecuación 2. Cálculo de barriles totales.

$$Vol\ total_{producto} = Vol\ recuperado_{Bbls} * \frac{100\%}{\%recuperación}$$

Fuente: Elaboración propia.

Una vez se cuenta con el conocimiento del volumen total del producto derramado y teniendo en cuenta los valores antes mencionados para el barril y el dólar, se hace uso de la **Ecuación 3**, la cual dará como resultado el monto en pesos colombianos de la pérdida debido al derrame.

Ecuación 3. Cálculo del monto de pérdida.

$$Monto_{pérdida} = Vol\ total_{producto} * (Precio_{Bbl\ en\ USD} * Precio_{USD\ en\ COP})$$

Fuente: Elaboración propia.

Además del reporte del volumen derramado, se tienen datos reportados de las actividades de bioremediación o restauración de las zonas afectadas por los sucesos, las cuales generan un costo para la compañía que las realiza. Para esta recuperación se incurre en gastos tanto de recursos a usar como del plan de contención que se va a llevar a cabo; al tener el reporte de éstos gastos puede realizarse un análisis para conocer en qué medida se ve afectada la compañía poseedora del territorio por la pérdida de cierto volumen de producto. Para éste análisis se determinarán los costos totales de la remediación teniendo en cuenta dentro de éste los recursos empleados y las actividades desarrolladas por medio del **Cuadro 19.**

Cuadro 19. Costos de remediación.

| # | Recursos utilizados | Actividades realizadas |
|--------------------|---------------------|------------------------|
| 1 | | Contención |
| 2 | | Disposición Final |
| 3 | | Recolección |
| 4 | | Tratamiento |
| 5 | | Limpieza |
| Costo total | | |

Fuente: Elaboración propia.

Una vez se cuenta con la información solicitada en los cuadros 15 y 16, se procede a determinar qué tan alta es la pérdida comparada con la productividad diaria del pozo, con el fin de establecer si es una situación que además de poner en riesgo la integridad del medio ambiente, también pone en riesgo la operación del proyecto mismo.

Lo que se debe realizar es la sumatoria del monto de producción perdido y el costo total de la restauración del daño ocasionado, siendo éstos los egresos totales. Al conocerse éste monto se determina su porcentaje en cuanto a la producción diaria del tiempo de ocurrencia de los hechos usando el **Cuadro 20** donde los ingresos por producción diaria estarán determinados por la **Ecuación 4** tomando el volumen total de producto como el volumen de producción diaria del campo y el % de pérdidas frente a ingresos estará dado por la **Ecuación 5**.

Ecuación 4. Cálculo de ingreso por producción diaria

$$Ingresos_{produccion} = Produccion\ diaria_{Bbls} * (Precio_{Bbl\ en\ USD} * Precio_{USD\ en\ COP})$$

Fuente: Elaboración propia.

Ecuación 5. Porcentaje de pérdidas

$$\%Perdidas = Egresos\ Totales * \frac{100\%}{Ingresos\ por\ produccion\ diaria}$$

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 20. Estimación de porcentaje de pérdidas.

| Costo total de reparación, COP | Monto de pérdidas de producción, COP | Egresos totales, COP | Producción diaria, Bbls | Ingreso por producción diaria COP | % de pérdidas frente a ingresos |
|--------------------------------|--------------------------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Una vez conocido el porcentaje de pérdidas frente a ingresos se determina el grado de afectación mediante la **Tabla 2**; así se conocerá en qué medida se ve afectada la economía de la empresa frente a las pérdidas obtenidas. Estos rangos representan las pérdidas de la empresa frente al ingreso diario que tienen por la producción de la zona y se clasifican, a criterio propio, partiendo del porcentaje de afectación económica en los cuales al ser mayor a 85% colocan en riesgo la operación del proyecto, mientras que al estar por debajo del 5%, es un egreso que no afectara significativamente el proyecto.

Tabla 2. Rangos de afectación económica.

| Grado de afectación | Rango |
|----------------------------|--------------|
| Critica | >85% |
| Alta | >65% - ≤85% |
| Media | >35% - ≤65% |
| Baja | >5% - ≤35% |
| Mínima | ≤ 5% |

Fuente: Elaboración propia.

4. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA PASIVOS AMBIENTALES HUÉRFANOS

En el capítulo anterior se desarrolló la metodología de identificación y valorización de pasivos ambientales producidos por actividades de la industria petrolera, ésta metodología permite analizar y obtener la información de las diversas áreas afectadas. Sin embargo, no se estableció la responsabilidad legal y el pago que debe hacerse por producir estos impactos ambientales. Por lo que éste capítulo busca establecer la responsabilidad sobre cada uno de estos pasivos con el fin de solucionar parte de la problemática ambiental que aqueja a la industria y poco a poco no solo contribuir con el mejoramiento de la imagen de la misma frente a las comunidades, sino también preservar el medio ambiente.

4.1 RESPONSABILIDAD EN LOS PASIVOS AMBIENTALES HUÉRFANOS

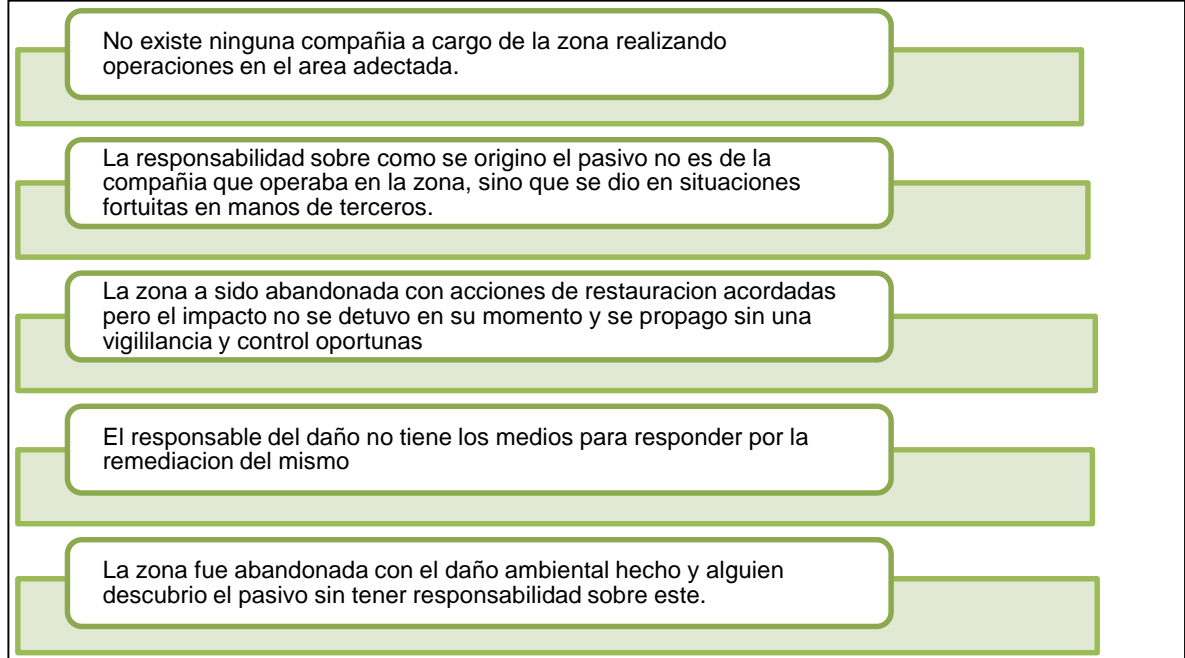
Según la definición expuesta en el documento elaborado por la Universidad de los Andes en 2008 titulado “Definición de herramientas de gestión de pasivos ambientales” publicado en la página web del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente) para los pasivos ambientales huérfanos se encuentra que “son algunos pasivos que se determinan por no tener aparentes responsables o tienen otros responsables inminentes.”⁷⁸

A partir de ésta definición, se entiende que hay dos causas para el origen de un pasivo ambiental huérfano, la primera cuando no existen aparentes responsables, situación que principalmente es generada por actores externos y la segunda cuando no hay responsables inminentes, pudiéndose reconocer dentro de éste último a aquellas personas que siendo responsables no se encuentran en la capacidad de correr con el costo de la recuperación del área.

Teniendo en cuenta lo planteado, es necesario tener en cuenta ciertos criterios para identificar un pasivo ambiental como huérfano, éstos criterios se encuentran en el **Diagrama 12**, basados en el documento publicado por Minambiente anteriormente mencionado, los cuales son los parámetros bajo los cuales se declarará o no un pasivo en estado de orfandad y en dichos casos el Estado Colombiano deberá velar por su reparación.

⁷⁸ GUERRERO, Gustavo A. Estrategia regulatoria para la intervención de áreas afectadas por actividades mineras en estado de abandono. Consultoría 016 Chía, Cundinamarca: Unidad de Planeación Minero Energética. 2014.p. 37.

Diagrama 12. Criterios para identificar pasivos huérfanos.



Fuente. MINAMBIENTE. Definición de herramientas de gestión de pasivos ambientales. Colombia, 2008. p. 122 [Modificado]

4.1.1 Actores involucrados en los Pasivos Ambientales Huérfanos. La existencia de PAH involucra varios actores desde su generación, declaración y remediación. Entre éstos se encuentran los generadores, las empresas responsables de las actividades petroleras del territorio al momento de la generación del impacto y el Estado Colombiano.

El generador, es quien produce las acciones que dieron lugar al daño ambiental, como en el caso de actos de vandalismo, quien los comete u obliga a que otros lo cometan; pero, por otra parte, existe uno que no fue precisamente quien lo causó pero si fue quien omitió procesos de control o que por cometer algún error durante las operaciones generó el daño en este caso pueden verse involucrados agentes de la misma industria petrolera o pueden ser también personas de la comunidad, grupos armados ilegales o cualquier tercero ajeno a las operaciones de la industria.

Por otra parte, se encuentran las empresas responsables de la actividad petrolera al momento del impacto, es decir, la compañía operadora, responsable legal de la zona afectada, que es quien debe reportar el incidente ante la Autoridad ambiental para que se lleve a cabo el proceso de responsabilización y se tomen decisiones en cuanto a que se debe hacer para compensar los daños hechos al ambiente y la financiación de las acciones a realizar.

Finalmente el Estado como responsable de la conservación del medio ambiente debe velar porque las operaciones llevadas a cabo dentro del territorio nacional

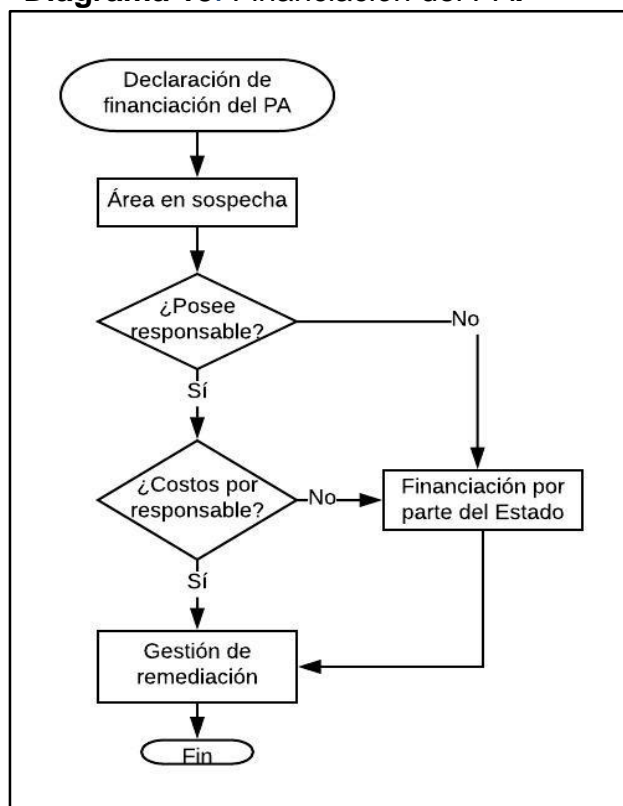
mitiguen y manejen de manera adecuada los efectos adversos que puedan generar sobre el ambiente; pero así mismo debe mantener un equilibrio entre la conservación del medio ambiente y el desarrollo de la nación, es por esto que se hace necesario unir esfuerzos para recuperar todas aquellas zonas afectadas por la explotación de hidrocarburos y evitar el impacto al máximo posible, para que así se contribuya a la expansión de una industria mucho más limpia y sostenible para el futuro.

4.1.2 Financiamiento de la remediación del PAH. Es importante tener conocimiento del aspecto legal para con la responsabilidad frente a los impactos ambientales, ésta legalidad es explicada con mayor detalle en el capítulo uno. Económicamente los daños ambientales se asumen como deudas financieras del deterioro ambiental bien sea del suelo, el aire, el agua o la biodiversidad que no fueron oportunamente reparados.

Esta deuda económica es asumida por el responsable del pasivo ambiental. Sin embargo, al remitirse a los PA sin responsable alguno, quien se encuentra en la obligación de responder por la recuperación del territorio es el Estado quién debe realizar un estudio de opciones de remediación y financiamiento de la recuperación. Para estas financiaciones, el proyecto de ley por el cual se establecen lineamientos para la gestión de pasivos ambientales en Colombia, dispone de ciertas medidas a tener en cuenta para la creación de fuentes de financiación para la gestión de PAH, estas son el fondo de PA en el sistema nacional de regalías y una subcuenta de PA en el fondo nacional ambiental.

Para la declaración de quien se hace responsable de los gastos del PA es posible remitirse al **Diagrama 13**, expuesto en los talleres realizados por Innova y Minambiente, donde se especifica quién realizará el pago económico del PA.

Diagrama 13. Financiación del PA.



Fuente. INNOVA. Taller 5: Diseño de una estrategia integral para la gestión de los pasivos ambientales en Colombia. En: Desarrollo del concepto y definición de pasivo ambiental. Colombia, [Diapositivas]; noviembre de 2015; p. 32. [Modificado]

4.2 DESARROLLO DE LA ETAPA DE RESPONSABILIDAD DENTRO DE LA METODOLOGÍA

El objetivo general de este proyecto radica en poder identificar los pasivos ambientales petroleros como huérfanos, para así gestionar la toma de decisiones frente a la recuperación de las zonas en las que se comprueba la existencia de un pasivo ambiental pero que no hay alguna compañía que sea considerada como responsable de este, para que en este caso, el Estado, entiéndase por entidades gubernamentales y ciudadanos en general, sea quien vele por la reparación y restauración de la zona en la que se generó el impacto.

El origen del pasivo debe establecerse mediante: la fecha en la que se produjo, los contratos que se firmaron en la zona y el estado de los mismos, la causa de su generación y quién fue el responsable. En caso de que alguna compañía se haya responsabilizado de haber originado el pasivo, se debe conocer las acciones de mitigación y reparación que realizó y las razones por las que aún es un pasivo

ambiental, es decir, por qué si se realizaron acciones de remediación no se concluyó la limpieza y restauración de la zona.

Esta identificación se realiza mediante el **Cuadro 21** que busca encontrar la responsabilidad y las causas del incidente, de manera de poder declarar si se trata de un pasivo ambiental huérfano, o existe alguien que pueda responder por las actividades de remediación, para recuperar las condiciones ambientales del mismo.

Cuadro 21. Matriz para determinación de la responsabilidad

| Componente | Descripción |
|---|-------------|
| Generador | |
| Causa de la generación | |
| Fecha de la generación | |
| ¿El generador es responsable? | |
| ¿El generador tiene posibilidad de responder? | |
| ¿Se le ha realizado alguna restauración y/o recuperación? | |

Fuente: Elaboración propia

Para completar este Cuadro debe tenerse en cuenta la siguiente información:

- **Generador:** aquí se establecerá quién fue el director responsable de lo ocurrido, que puede ser: la compañía operadora, una compañía prestadora de servicios o EPC, las comunidades o grupos al margen de la Ley, de manera que pueda establecerse quién debería ser el que responda por la remediación.
- **Causa de la generación:** se plantean tres causas principales por las que se puede presentar un siniestro ambiental, entre estas están error humano, falla operacional o de los equipos y los actos violentos contra la infraestructura de la industria.
- **Fecha de generación:** se debe estipular el año en el que se generó el daño, para saber llevar el control del progreso de las acciones de remediación desde el momento en que se generó el pasivo.
- **Realización de restauración y/o recuperación:** se determina para conocer si el generador atendió de manera inmediata la emergencia y qué operaciones realizar, porque posiblemente si aún existe el pasivo, es porque o fallo alguna o el impacto era de mayor magnitud a la planeada en las actividades.
- **Posibilidades de responder por el pasivo:** se refiere a que si el responsable está en condiciones económicas y legales de poder responder por la restauración del pasivo generado.

En caso de que no se logre tener claridad sobre la compañía que está a cargo de la zona al momento de la generación del daño ambiental, se propone, como una fase

opcional y exclusivamente cuando sea necesaria, el **Cuadro 22**, en el cual se podrá hacer un contraste entre la fecha de generación del mismo y la vigencia de los contratos existentes sobre la zona y así por cumplimiento del contrato quien tenga a cargo la zona al momento del suceso deberá responder por la remediación en caso de que se declare que sea el responsable de la generación.

Cuadro 22. Reporte de contratos

| Incidente ocurrido | Fecha de ocurrencia | | Responsable |
|---------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| | | | |
| ID de contrato o licencia | Fecha de inicio | Fecha de finalización | Empresa responsable |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Fuente: Elaboración propia

El contrato que coincide en fecha estando vigente con la fecha de ocurrencia del incidente es el titular del mismo quien se declara como responsable de la zona y con el cuadro 19 se determinará si es el directo responsable del suceso o no.

4.3 DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES DE REMEDIACIÓN PARA LOS PASIVOS AMBIENTALES HUÉRFANOS

Una vez que se haya identificado y valorizado el pasivo ambiental y que el resultado de este estudio haya determinado que se trata de un pasivo ambiental huérfano (teniendo en cuenta la información obtenida de todas las etapas previas, descritas en el capítulo 3, de la metodología), se toman decisiones y se diseña un proyecto donde se planeen las operaciones necesarias para la remediación del daño. De manera que, de la ejecución de dichas acciones, pueda ofrecerse tanto a la comunidad como al Estado, una zona que puede seguir siendo útil en la actividad para la cual está siendo usada o en caso de que se trate de una zona que será abandonada en cuanto a operaciones petroleras se debe garantizar que en el futuro la zona pueda ser empleada para cualquier otra actividad y que, bajo ninguna circunstancia, represente riesgo alguno ni para el entorno ni para la salud humana.

Por lo anterior, la metodología dará diversas opciones bajo las cuales pueden encaminarse los proyectos de remediación y de esta manera la empresa a cargo de la misma podría guiarse de esta para realizar el plan de acción y obtener buenos resultados una vez concluidas las actividades, teniendo en cuenta los componentes

que se vieron afectados, sin embargo, cabe aclarar que las opciones que se darán, como producto de la metodología, son soluciones generales y deben ser profundizadas con especialistas en cada tema. En el **Cuadro 23** se expondrán, según el componente afectado, la opción de restauración, tratándose de una zona declara pasivo ambiental huérfano.

Cuadro 23. Planes de remediación para los pasivos huérfanos

| Componente ambiental | Alternativa de remediación |
|---------------------------------|---|
| Suelo | Lo más recomendable para esta zona es la bioremediación, para extraer toda la sustancia derramada sobre este y evitando la filtración del mismo, para que en un futuro pueda ser empleada para otra actividad sin problema alguno. |
| Agua | Se deben colocar barreras de contención, para evitar la propagación de la contaminación y emplear métodos de remoción para recuperar la sustancia vertida en el cuerpo hídrico. |
| Aire | En este caso, no puede hacerse como tal una remediación, pues es un componente en el que las sustancias se disipan con facilidad de manera incontrolable, por lo que lo que se puede hacer es minimizar el riesgo de que vuelva a producirse el mismo suceso o alguno similar. |
| Flora y fauna | Para los seres bióticos se deben realizar labores de limpieza y desintoxicación para evitar la mortalidad de los especímenes, de manera que se garanticen las condiciones óptimas de supervivencia dentro de su hábitat, aunque hay casos donde una vez contaminado con hidrocarburos, la limpieza no elimina el efecto causado, por lo que debe evitarse al máximo la afectación de este componente. |
| Salud y bienestar Humano | Debe realizarse labores de limpieza, restauración y descontaminación de las zonas o de los componentes que puedan poner en riesgo la vida humana, así mismo si el incidente afecta las actividades económicas de las comunidades debe no solo repararse el daño ambiental sino que esto debe hacerse en el menor tiempo posible para mitigar la afectación económica de la región. |
| Infraestructura | Se deben reemplazar los equipos e instrumentos o reconstruir las edificaciones que se vieron afectados para retomar las operaciones, bajo las garantías de seguridad que por ley deben tenerse y mantenerlas en constante monitoreo para evitar una nueva falla o para garantizar su buen funcionamiento una vez se ponen los procesos en marcha. |

Fuente: Elaboración propia

5. EVALUACIÓN TÉCNICA DE LA METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS PASIVOS AMBIENTALES

Como se estableció inicialmente, el área piloto para probar la funcionalidad de la metodología planteada, está ubicada en el Departamento del Putumayo, debido a que es una zona del país con alta actividad de grupos al margen de la ley que generalmente llevan a cabo actos delictivos contra la autoridad, la sociedad civil o las industrias que operan en la zona como medio de represión para tener el control del lugar, así mismo es un departamento con actividad petrolera significativa y con un gran potencial de yacimientos explotables de hidrocarburos. Por otra parte, fue el área seleccionada porque según Innova y Minambiente, es uno de los departamentos con mayor reporte de pasivos ambientales y cerca del 52% de estos ha sido georreferenciado⁷⁹ y en su mayoría son de la industria de los hidrocarburos⁸⁰.

Específicamente se evaluará un pasivo ambiental en el municipio de Puerto Asís, en el bloque Suroriente, el cual será descrito mediante el uso de la metodología etapa por etapa para finalmente dar un reporte del estado del pasivo en cuestión.

5.1 IDENTIFICACIÓN

Con el uso de la información suministrada por la ANH en su mapa de tierras, más explícitamente en el mapa propuesto de las cuencas de Colombia se es posible crear una idea de los lugares donde la industria petrolera está haciendo presencia, contando con información de ubicaciones de zonas que están en operaciones de explotación de hidrocarburos y la cadena de ductos de fluidos por los cuales se mueve la producción. Todo esto para dar paso a la búsqueda de información de posibles zonas de daño.

Además para la determinación de posibles zonas con presencia de PAH se tiene en cuenta la información dada por Innova en los talleres realizados en cuanto al tema de pasivos ambientales, en estos talleres se proporcionan mapas geográficos que muestran áreas reportadas con sospecha de contaminación y riesgo, al igual que aquellas que posiblemente son PA, donde se especifica además qué sectores industriales son los responsables de ello y si hay existencia de responsabilidad frente a estos impactos.

A partir de allí se observa que una de las áreas potencialmente poseedora de territorios con presencia de PA es el Putumayo. Como agregado se establece que hay impactos en donde las compañías asumen la responsabilidad y otros en donde nadie responde, siendo estos últimos el interés de éste trabajo.

⁷⁹INNOVA y MINISTERIO DE AMBIENTE; Op. Cit.; Pág. 15

⁸⁰ Ibít; Pág. 19

5.1.1 Área del pasivo ambiental petrolero. Una vez se ha determinado el territorio que potencialmente tiene presencia de PA, se procede a la búsqueda de territorios que se encuentren impactados ambientalmente por las actividades petroleras dentro de este. Esta información se investigó en el ANLA, quien es poseedor de una herramienta virtual llamada VITAL, este recurso es el “instrumento a través del cual las Autoridades Ambientales del país automatizan los trámites administrativos de carácter ambiental que se constituyen como requisito previo a la ejecución de proyectos, obras o actividades, bajo los principios de eficiencia, transparencia y eficacia de la gestión pública”⁸¹.

En esta plataforma se encuentra la información del estado ambiental de los territorios y las causas de ciertos impactos ambientales. Para la obtención de la información es necesario acudir a las instalaciones del ANLA y pedir códigos de entrada para la información que se encuentra en la plataforma y que es de acceso público.

Una vez se cuenta con la información necesaria de ciertas áreas, el paso a seguir es dirigirse al mapa satelital para establecer una ubicación de estos posibles PA, estos mapas, como se explicó en capítulos previos, permitirán establecer coordenadas geográficas, departamento en donde se encuentra situado y a su vez el municipio, para así identificar el territorio afectado. En este caso se toma como punto de partida el departamento del Putumayo y se procede a investigar en el ANLA las áreas determinadas, permitiendo así completar el **Cuadro 24**.

⁸¹ ANLA. Centralización de Trámites del Sector Ambiental. VITAL ANLA [en línea], octubre de 2018. Disponible en Internet: <http://vital.anla.gov.co/SILPA/TESTSILPA/Security/Login.aspx>

Cuadro 24. Matriz de áreas afectadas por PAP aplicada.

| Código | Área de Influencia | Departamento | Municipio | Cantidad de residuos | Tipo de Residuos | Extensión Aproximada | Riesgo Potencial | Existencia de responsabilidad | Estado |
|--------|--------------------|--------------|----------------|----------------------|----------------------------|----------------------|------------------|-------------------------------|------------------------------|
| 1 | Municipal | Putumayo | Puerto Caicedo | 1-3 | Tierra con hidrocarburos | <100m ² | SI | NO | Pasivo ambiental |
| 2 | Municipal | Putumayo | Puerto Asís | 1-3 | Residuos de petróleo crudo | <100m ² | SI | NO | Pasivo ambiental |
| 3 | Municipal | Cesar | Aguachica | 1-3 | Residuos de petróleo crudo | <100m ² | SI | SI | Controla autoridad ambiental |

Fuente: Elaboración propia

Opciones de respuesta para cada uno de los ítems del Cuadro 24:

Código

Se asigna secuencialmente empezando desde el #1

Área de Influencia

-Nacional: Dos o más departamentos
 -Departamental: Dos o más municipios de un mismo departamento
 -Municipal: Una o varias veredas de un municipio

Ubicación (departamento/municipio)

Se asigna a partir de la división político administrativa de Colombia

Cantidad de Residuos

Numéricamente cuántos de los residuos presentados en la lista de tipo de residuos posee el área

Tipo de residuos

-Sedimentos de perforación
 -Tierra con hidrocarburos
 -Lodos contaminados con hidrocarburos
 -Arenas contaminadas con hidrocarburos
 -Residuos de petróleo crudo
 -Lodos de perforación
 -Residuos metálicos
 -Residuos de emulsiones hidrocarburos -agua
 -Crudo contaminado
 -Salmueras
 -Solventes

Extensión aproximada

<100m²
 100m²-500m²
 500m²-1000m²
 >10m²

Riesgo Potencial

Si o No

Existencia de Responsabilidad

Si o No

Estado

No hay acción requerida
 Controla autoridad ambiental
 Pasivo ambiental

5.1.1.1 Generalidades del área afectada. Una vez se ha completado la tabla de las posibles zonas con presencia de pasivos ambientales petroleros, se hace la selección de una de ellas para llevar a cabo la aplicación de la metodología. En este caso se seleccionó la Estación Quillacinga, ubicada en el departamento del Putumayo.

- **Descripción general de las actividades petroleras desarrolladas en la zona:** En la Estación Quillacinga, las actividades petroleras se llevan a cabo a través de 20 pozos activos, que para el año 2014 tenía una producción diaria de 15.545 BOPD de crudo de 29°API⁸², fecha en la cual se presentó un derrame de hidrocarburos debido a actos ilegales de grupos al margen de la ley.

5.1.1.2 Localización: El área de estudio se encuentra ubicada al Suroccidente de Colombia en la Cuenca Caguán-Putumayo, municipio de Puerto Asís, departamento del Putumayo, ver **Figura 8**. Particularmente, la Estación Quillacinga se encuentra dentro del Bloque denominado Suroriente, actualmente en contratación directa entre Ecopetrol y el Consorcio Colombia Energy, representado por la compañía Vetra E&P S.A.S.⁸³.

Para acceder a la Estación Quillacinga, vía área partiendo del Aeropuerto Internacional El Dorado desde Bogotá DC, capital de Colombia, hasta llegar al aeropuerto del municipio de Puerto Asís, Putumayo. A partir de este punto, por vía terrestre se toma la ruta Puerto Asís-Teteye (Ruta 45), pasando por las poblaciones de Puerto Caicedo y San Antonio de Guamez, con una duración de 4 horas, 50 minutos, en el kilómetro 138, aproximadamente, se toma una desviación en sentido Occidente, de 700 metros hasta llegar al punto de referencia. **Figura 9**

- **Caracterización geológica de la zona:** Ésta zona presenta alta deformación debido a la Orogenia Andina y es de interés económico debido a la extracción y exploración de hidrocarburos; allí existen varios campos productores y los programas de exploración continúan debido a que en el subsuelo se reconocen rocas generadoras y almacenadoras, así como trampas de diferente tipo.⁸⁴

Se encuentra ubicada en el punto de convergencia entre el Piedemonte de la cordillera Oriental y la Planicie Amazónica, lo cual caracteriza a la zona por los abanicos aluviales torrenciales y los montículos bajos, de esta manera se determina que la zona estudiada se encuentra desarrollada sobre llanuras aluviales.⁸⁵

82 BNamericas; Bloque Suroriente En: Petróleo y gas, Colombia; [Información de conocimiento público]; [Disponible en: <https://www.bnamericas.com/project-profile/es/bloque-suroriente-bloque-suroriente>].

83 COLOMBIA, AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS; Departamentos_municipios_170217, En: Mapa de tierras; [Documento de Excel] [Disponible En: <http://www.anh.gov.co/Asignacion-de-areas/Paginas/Mapa-de-tierras.aspx>], Bloque Suroriente-Puerto Asís- Putumayo.

84 Ibít. Pág. 17

85 Ibít. Pág. 45

El paisaje general de la zona está dado por zonas boscosas con montículos de cima redondeada con altura inferior a 25 metros y longitudes de hasta 200 metros con inclinaciones mayormente suaves de no más de 7° de inclinación⁸⁶.

Las inundaciones y avenidas torrenciales debidas a los ríos Putumayo, San Miguel y Guamuez son la mayor amenaza natural en el área. La zona es considerada de amenaza sísmica intermedia a alta, cabe resaltar que los ríos de la zona son preferentemente meándricos con diversos ramales, que se distribuyen a lo largo de las extensas zonas boscosas que caracterizan al municipio de Puerto Asís y en general a la región amazónica⁸⁷.

En cuanto a la estratigrafía general de la zona se incluyen rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias del Precámbrico hasta el Neógeno, cubiertas por extensos y espesos depósitos sedimentarios del Cuaternario, afloran rocas sedimentarias formadas en el Neógeno y el Paleógeno, las cuales son cubiertas parcialmente por depósitos del Cuaternario.⁸⁸

Los sistemas petrolíferos se basan en las formaciones cretácicas y otros cuantos en las terciarias, resalando entre estos a las formaciones de mayor potencial Pepino, Caballos y Villeta; con diferente madurez termal.⁸⁹

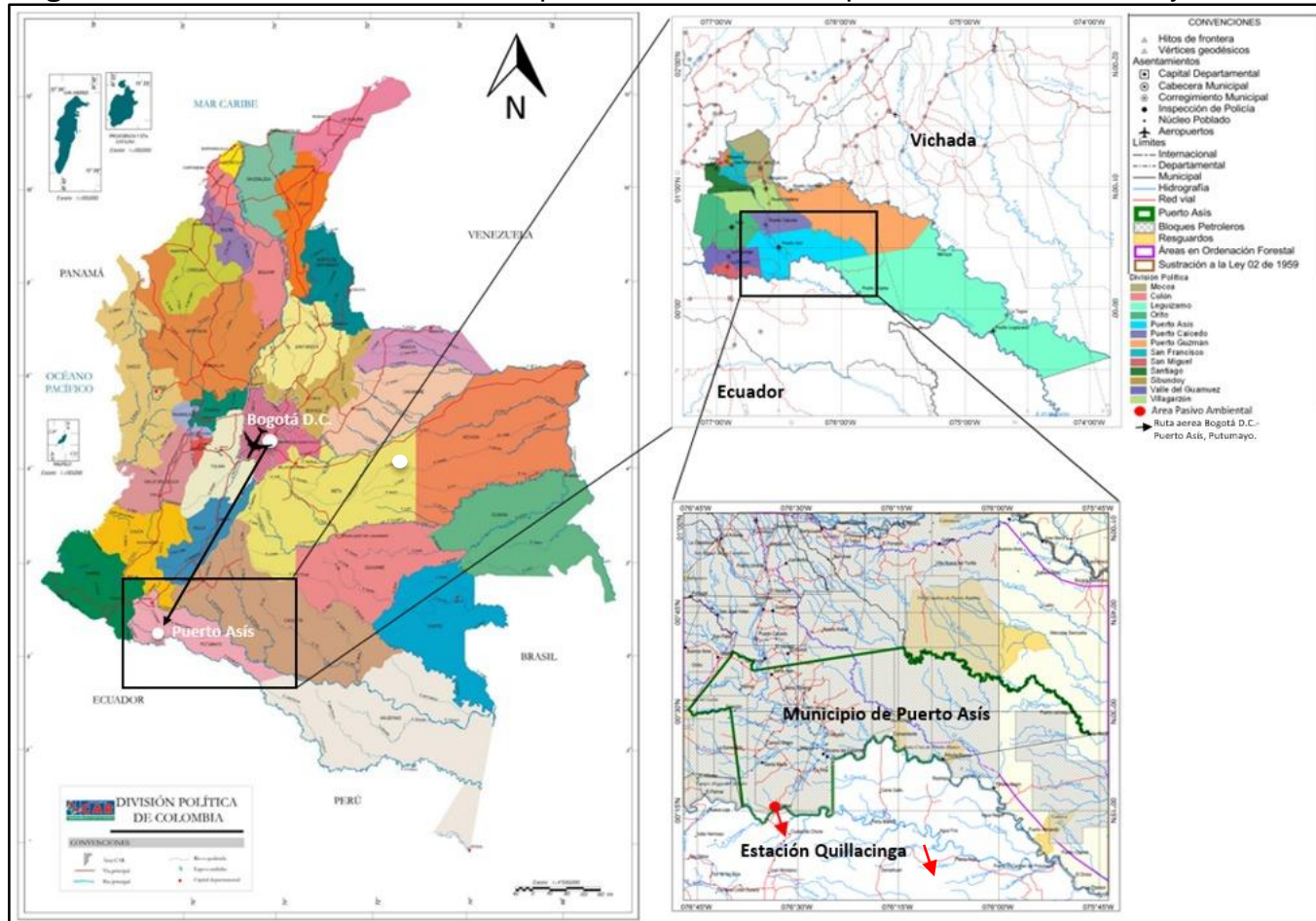
86 SGC, Servicio Geológico Colombiano; MEMORIA EXPLICATIVA DE LAS PLANCHAS 466 – LA HORMIGA Y 481 - TETEYÉ; [Documento digital]; Bogotá DC; junio de 2016; [Disponible en: <https://miig.sgc.gov.co/Paginas/Resultados.aspx?k=plancha%20481>]. Pág. 48

87 Ibít. Pág. 45

88 Ibít. Pág. 55

89 Ibít. Pág. 31

Figura 8. Área de estudio en el Municipio de Puerto Asís, departamento del Putumayo, Colombia.



Fuente. CORPOAMAZONIA. Cartografía región Putumayo. Corpoamazonia [en línea], octubre de 2018. Disponible en Internet: http://www.corpoamazonia.gov.co/region/Putumayo/Cartografia/Ptyo_General.html

La zona estudiada se encuentra ubicada en las coordenadas: E 1.059.122,55 y N 523.530,60; obtenidas a partir de información satelital de Google Earth. Esta se encuentra en medio de una zona boscosa, con una única vía de acceso de cerca de 736 metros que conecta directamente con la vía Puerto Asís-Teteye, justo por el lado de uno de los ramales del río Cohembi, el cual es un río meándrico, característicos en la Planicie Amazónica. Se encuentra aproximadamente a 3.1 kilómetros del corregimiento de Teteye, como se muestra en la **Figura 9**.

Figura 9. Estación Quillacinga, Puerto Asís-Putumayo-Colombia



Fuente: GOOGLE EARTH, Teteye, Puerto Asís; [en línea], octubre de 2018; [Disponible en Internet: <https://www.google.com.co/maps/place/Teteye,+Puerto+As%C3%ADs,+Putumayo/@0.2868109,-76.5449726,1134m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x8e280b7d860c92af:0x2ae9df0e534693c2!8m2!3d0.26116!4d-76.54849!5m1!1e4>] (Modificado por las autoras)

5.1.2 Recolección de información. Para esta fase se acude al ANLA quienes proporcionan información del estado de las áreas intervenidas por la industria petrolera y otras industrias a través de su herramienta VITAL, para este caso en particular el expediente consultado es el RCON0511-00-2018, el cual se encuentra en el **ANEXO D y E**. En los reportes facilitados allí, se obtiene un informe general donde se especifica información como: datos del solicitante del reporte, fecha del reporte, descripción general de la zona afectada, actividades realizadas relacionadas con el incidente, datos de la afectación y datos en general relacionados con el impacto. Además, se suministran archivos en Excel, los cuales son informes del estado de la contingencia. A partir de esta información y utilizando otros recursos de información como noticias online del área y otros, se procede a el desarrollo de la metodología.

Inicialmente, al tener localizada y caracterizada la zona de estudio, se realiza la verificación de que se cuente con toda la información requerida, ver **Cuadro 25**, con lo que se determina que ya se tiene todo y se puede ejecutar la metodología por completo.

Como se mencionó en el capítulo tres, se debe seleccionar si la información se tiene, con color verde, y en caso contrario, con color rojo. En este caso particular, se cuenta con toda la información necesaria.

Cuadro 25. Verificación de la información obtenida aplicada.

| Criterio | Detalle | | Estado de la información |
|--------------------|--|-----------------|--------------------------|
| Geografía | Área PAP georreferenciada | | |
| | Delimitación de la zona | | |
| | Estado actual de la zona | Geología | |
| | | Suelo | |
| | | Agua | |
| | | Ecosistema | |
| | | Infraestructura | |
| Comunidad | | | |
| Línea Base | Estado de la zona previo a la afectación de la misma | Geología | |
| | | Suelo | |
| | | Aire | |
| | | Agua | |
| | | Ecosistema | |
| | | Infraestructura | |
| | | Comunidad | |
| Información Básica | Detalles sobre el pozo | | |
| | Producción diaria | | |
| | Acciones de contingencia y remediación con su costo | | |
| | Causas del incidente | | |

Fuente: Elaboración propia

- Responsabilidad:** El pasivo se generó a causa de un ataque sucedió el 5 de mayo de 2014 a las 5:45 a.m. en el municipio de Puerto Asís, Putumayo, por un ataque a las fuerzas militares que custodiaban la locación de los pozos Piñuña y la estación Quillacinga con el lanzamiento de cilindros bomba⁹⁰, causando daño a la infraestructura de operación de la empresa, provocando el derrame de cerca de 180 Bbls de hidrocarburos.⁹¹ En su momento, como hasta la actualidad, la compañía Vetra como representante del Consorcio Colombia Energy, estaba a cargo de la explotación petrolera de la zona, por lo que fue quien informó sobre el ataque para que se hiciera la debida inspección de la locación para verificar que no se presentaran más unidades explosivas y así poder ingresar a atender la emergencia de manera inmediata.

Con la información previa se completa el **Cuadro 26**, determinando que el responsable de este pasivo es un agente que no está en condiciones legales para responder por la remediación del daño y que en consecuencia pasara a ser declarado pasivo ambiental huérfano. En este caso, al conocer de primera mano que el generador del pasivo fue un tercero, no es necesario llevar a cabo la comparación de fechas de contratos, aunque había una empresa operadora a cargo de la zona, no fue la responsable del daño ocasionado.

Cuadro 26. Identificación del área aplicada.

| Componente | Descripción |
|---|-----------------|
| Generador | Grupos ilegales |
| Causa de la generación | Actos ilegales |
| Fecha de la generación | 5/05/2014 |
| ¿El generador es responsable? | No |
| ¿El generador tiene posibilidad de responder? | No |
| ¿Se le ha realizado alguna restauración y/o recuperación? | Si |

Fuente: Elaboración propia

5.2 ETAPA DE ANÁLISIS

Una vez localizada la zona, estableciendo la responsabilidad y conociendo las características de la zona de influencia del pasivo, se puede determinar la base de comparación frente al impacto ambiental que generó el pasivo y la actividad petrolera realizada en la zona.

5.2.1 Línea Base. En este punto, se describirá la zona antes de haber sido intervenida por la compañía operadora, determinando mediante la figura 10 que es una zona típica de la planicie amazónica, por lo que se establece la línea base de comparación en el **cuadro 27**.

⁹⁰HBSNoticias; Atentado a petrolera en Puerto Asís deja cuantiosos daños En: Judicial; [Artículo informativo]; [Disponible en: <http://hsbnoticias.com/noticias/judicial/atentado-petrolera-en-puerto-as%C3%ADs-deja-cuantiosos-da%C3%B1os-100870>].

⁹¹ MiPutumayo; VETRA, como operador del Consorcio Colombia Energy, comunica afectación por atentado en el Putumayo; [Artículo informativo]; [Disponible en: <http://miputumayo.com.co/2014/05/05/vetra-como-operador-del-consorcio-colombia-energy-comunica-afectacion-por-atentado-en-el-putumayo/>].

Cuadro 27. Generación de la línea base aplicada.

| Componente | Línea Base |
|------------|---|
| Geología | <p>El área se encuentra constituida por montículos de cimas redondeadas con una inclinación general menor de 7°. Los valles son abiertos en forma de artesa. Los montículos se generan por la meteorización y erosión de las formaciones Orito-Belén, Ospina y Caimán.</p> <p>El área se localiza geológicamente sobre un abanico aluvial originado por crecientes normales del río Guamuez. En cuanto a la estratigrafía la secuencia de la cuenca Caguán-Putumayo, donde se encuentra la zona incluye rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias del Precámbrico hasta el Neógeno, cubiertas por extensos y espesos depósitos sedimentarios del Cuaternario, teniendo presencia de afloramientos de rocas sedimentarias formadas en el Neógeno y el Paleógeno, las cuales son cubiertas parcialmente por depósitos del Cuaternario.</p> |
| Suelo | <p>Los suelos desarrollados son relativamente maduros, con un horizonte A de 15 a 20 cm y un perfil de meteorización que puede alcanzar los 2,5 m de espesor.</p> |
| Agua | <p>Debido a la forma de sus valles por éstos corren caños de caudal bajo que definen un drenaje dendrítico a subparalelo de densidad moderada, que se mueve por ríos de tipo meándrico.</p> |
| Ecosistema | <p>En la zona se puede reconocer un frondoso bosque en el cual habitan generalmente especies animales como: mamíferos, aves, reptiles, anfibios e insectos, de muchas especies diferentes.</p> |
| Comunidad | <p>La población más cercana se encuentra a aproximadamente a 3 kilómetros, el cual corresponde al corregimiento de Teteye, Puerto Asís. Por lo anterior, se determina que es una zona con baja influencia sobre la comunidad ya que se encuentra bastante aislada sumergida en el bosque amazónico.</p> |

Fuente: Elaboración Propia

5.3 EVALUACIÓN

Al conocer el medio de contraste que se tendrá para realizar la valoración e identificación del pasivo ambiental, se pueden evaluar los diversos impactos que este género en el entorno en el que se generó, a partir de las etapas ejecutadas se procede a evaluar el impacto del pasivo.

5.3.1 Evaluación de los efectos ambientales. El reconocimiento del medio ambiente afectado es fundamental para conocer cuáles de sus componentes pueden verse principalmente perjudicados, por lo que para dicho fin se empela el **cuadro 27**.

En este caso de estudio, el **Cuadro 28** debe llenarse en la sección de factores ambientales como se estableció en el capítulo tres, es decir, que los factores que se ven afectados se deben colocar en color verde, y aquellos que no, de color rojo.

En este caso los factores afectados son el agua, el suelo y el patrimonio de la compañía.

Cuadro 28. Identificación de afectaciones ambientales aplicada.

| Sectores del Desarrollo | Bienes y Servicios | Medio Ambiente | Factores Ambientales |
|---|--|------------------------------|--|
| Ecosistema | Recursos Naturales Renovables | Agua | Alteración de la cantidad de agua superficial |
| | | | Alteración de la calidad de agua superficial |
| | | | Alteración de la disponibilidad de agua superficial |
| | | Aire | Deterioro de la calidad del aire |
| | | | Contaminación auditiva no controlada |
| | | Suelo | Erosión y degradación de suelos |
| | | | Generación de amenazas por inestabilidad |
| | | | Cambios del uso del suelo |
| | | Fauna | Alteración química de los suelos |
| | | | Cambios en la calidad de vida animal |
| | | | Alteración o disminución de la fauna terrestre y aérea |
| | | | Alteración de la fauna o disminución acuática |
| | | Flora | Introducción de infecciones o enfermedades |
| | | | Alteración de la regulación del agua a los ecosistemas |
| Alteración de cobertura vegetal y flora | | | |
| Alteración de la topografía | | | |
| Alteración de hábitats terrestres | | | |
| Sector Económico | Bienes y servicios creados con fines productivos | Infraestructura Productiva | Cambios de la economía local |
| | | Infraestructura vial | Cambios en la movilidad |
| Sociedad Civil | Recursos Humanos, políticos y simbólicos | Calidad de vida | Cambios en la calidad de vida de las personas |
| | | Alteración de la convivencia | Incremento de conflictos y afectaciones a la seguridad ciudadana |
| | | Ingresos | Cambio en la generación de empleo e ingresos |
| | | Patrimonio | Pérdida de patrimonio |

Fuente: GARZÓN, Carlos. Hacia una política de gestión integral de pasivos ambientales en Colombia. Tesis de investigación magister en ingeniería ambiental Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 2012. p.90. (Modificado).

5.3.2 Identificación del riesgo. Al conocer el efecto causado por el daño en los diversos componentes se determina qué clase de riesgo representa evaluando, en el **Cuadro 29**, todos los aspectos que generan riesgo no solo en las comunidades sino para cualquier forma de vida compleja que circunde la zona.

Cuadro 29. Identificación del riesgo aplicada.

| Componente | Estado | Grado de Afectación | Probabilidad de propagación | Efecto general | Distancia a comunidades | Tipo de residuo |
|----------------|-------------|---------------------|-----------------------------|----------------|-------------------------|-----------------|
| Agua | AFECTADO | 26%-50% | Alta | Tóxico | >1Km | Orgánicos |
| Aire | NO AFECTADO | No aplica | No aplica | No aplica | No aplica | No aplica |
| Suelo | AFECTADO | 26%-50% | Media | Tóxico | >1Km | Orgánicos |
| Fauna | NO AFECTADO | No aplica | No aplica | No aplica | No aplica | No aplica |
| Flora | AFECTADO | 26%-50% | Alta | Tóxico | >1Km | Orgánicos |
| Economía | NO AFECTADO | No aplica | No aplica | No aplica | No aplica | No aplica |
| Sociedad Civil | AFECTADO | 0%-25% | Nula | Leve | >1Km | Orgánicos |

Fuente: Elaboración Propia

Opciones de respuesta para cada uno de los ítems del Cuadro 29:

Estado

Afectado
No afectado

Grado de Afectación

0%-25%
26%-50%
51%-75%
76%-100%

Probabilidad de propagación

Alta
Media
Baja
Nula

Efecto general

Mortal
Tóxico
Nocivo
Leve

Distancia a comunidades

<1Km
>1Km

Tipo de residuo

Inorgánicos
Orgánicos
Lodos

5.4 VALORIZACIÓN

Finalmente se realiza la definición del pasivo, ubicándolo dentro de los rangos de parametrización especificados en el capítulo 3, para determinar el impacto a nivel de riesgo y a nivel económico que representa el pasivo estudiado.

5.4.1 Valorización cualitativa. Dentro de esta etapa, el pasivo se evaluará desde el riesgo que representa y los efectos negativos que cause en cada uno de los componentes, por lo que en los **Cuadros 30 y 31** se especifican los valores dados al pasivo teniendo en cuenta los parámetros establecidos en el diseño de la metodología.

Cuadro 30. Valorización a partir de componentes afectados aplicada.

| Sectores del Desarrollo | Bienes y Servicios | Medio Ambiente | Puntos por medio ambiente | Puntos por sectores de desarrollo |
|-------------------------|--|------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|
| Ecosistema | Recursos Naturales Renovables | Agua | 190 | 500 |
| | | Aire | 0 | |
| | | Suelo | 110 | |
| | | Fauna | 0 | |
| | | Flora | 200 | |
| Sector Económico | Bienes y servicios creados con fines productivos | Infraestructura Productiva | 0 | 0 |
| | | Infraestructura vial | 0 | |
| Sociedad Civil | Recursos Humanos, políticos y simbólicos | Calidad de vida | 0 | 10 |
| | | Alteración de la convivencia | 0 | |
| | | Ingresos | 0 | |
| | | Patrimonio | 10 | |

Fuente. Elaboración propia

Tomando como referencia el **Cuadro 30** el ecosistema es el que tiene mayor grado de afectación debido a que presenta el mayor puntaje, es decir que la zona natural circundante es la que tiene mayor riesgo de verse perjudicada, específicamente en los componentes que representan los recursos naturales renovables como el agua, el suelo y la flora, al tener vertimiento de hidrocarburos dentro de los mismo, por lo que es a estos a los que se les debe prestar mayor atención para mitigar y reducir el daño. A partir de este cuadro, se determina que al ser el ecosistema el sector con puntuación más cercana a la puntuación máxima de 1500, es la que representa un mayor riesgo de afectación y que existe la posibilidad de que el daño pueda propagarse en mayor medida, en contraste a el sector económico que al ser cero y la sociedad civil al sumar 10, representan una situación en la que nada está comprometido de manera importante.

Cuadro 31. Valorización a partir del riesgo aplicada.

| Componente | Estado | Grado de Afectación | Probabilidad de propagación | Efecto general | Distancia a comunidades | Tipo de residuo | Riesgo Total |
|----------------|--------|---------------------|-----------------------------|----------------|-------------------------|-----------------|--------------|
| Agua | 1 | 2 | 4 | 3 | 1 | 2 | 13 |
| Aire | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Suelo | 1 | 2 | 3 | 3 | 1 | 2 | 12 |
| Fauna | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Flora | 1 | 2 | 4 | 3 | 1 | 2 | 13 |
| Economía | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sociedad Civil | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 7 |

Fuente. Elaboración propia

Con respecto al **Cuadro 31**, se puede definir que efectivamente el agua y el suelo son los principales afectados por la generación del pasivo, pero que el acto generador provoco también daños en la infraestructura de la locación, como los daños ocasionados a los cabezales de pozo y a la estación, por los efectos de la explosión de los cilindros bomba. A partir de este cuadro, se determina que dentro del rango de clasificación hay tres componentes que representan una calificación bastante similar, se trata del agua, el suelo y la flora, los que están entre 12 y 13, por lo que son componentes de alto riesgo pero que no tienen potencial de propagación, clasificados como una significancia media y alta respectivamente, es decir que pueden ser atendidos, pero no son necesariamente urgente su remediación. Mientras que la sociedad civil tiene un valor mucho más bajo, pero dentro de la misma clasificación, aunque no es prioritario y que no compromete de manera vital.

5.4.2 Análisis cuantitativo. Para la aplicación de las ecuaciones planteadas en el capítulo 3, con el fin de realizar la valoración cuantitativa del pasivo ambiental son necesarios los valores de referencia del barril de crudo y del dólar estadounidense dados en la fecha en la que se generó el daño ambiental, por lo que, en este caso, la fecha del suceso fue el 5 de mayo de 2014, fecha en la que el dólar se cotizo en \$ 1,926.30 COP/USD y el barril de petróleo en 102.64 USD/Bbl.

Así mismo, en el **Cuadro 32**, se evidencian los resultados obtenidos una vez evaluado el porcentaje de producto recuperado definiendo el monto de la pérdida de producción.

Cuadro 32. Valorización en pérdidas de producción aplicada

| .Volumen de producto recuperado m ³ | Volumen de producto recuperado Bbls | Porcentaje de producto recuperado según el total derramado | Volumen total de producto derramado Bbls | Monto de pérdida de producción COP |
|--|-------------------------------------|--|--|------------------------------------|
| 11.65521 | 73,30905641 | 40% | 183,272641 | 36.235.829 |

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, en ocasiones se realizan actividades de bioremediación o restauración de las zonas afectadas por los sucesos, las cuales generan un costo para la compañía que las realizo, estos costos también son reportados en su totalidad en el informe para la autoridad ambiental, por lo que puede realizarse un

análisis tanto de las pérdidas de producción a raíz del incidente, como los costos de remediación para el manejo ambiental, dando esto una dimensión económica de lo sucedido. Para esta parte del análisis se conocerán los recursos empleados para dichas actividades, el costo total de los recursos y se deberá seleccionar el proceso en el que se emplearon dichos recursos, por medio del **Cuadro 33**. En el caso particular del área del Putumayo, se realizaron actividades de contingencia, recolección, limpieza, tratamiento y disposición final, como medios de manejo ambiental y para las que emplearon herramientas como camión de vacío, moto bombas y palas para que el personal contratado pudiera reparar el daño ambiental ocasionado por el atentado terrorista sufrido. Lo anteriormente descrito, sumo una cuota de gastos operativos de 3.800.000 COP, asumidos por la compañía operadora.

Cuadro 33. Matriz de valoración del daño en costos aplicada

| # | Recursos utilizados | Actividades realizadas | |
|--------------------|----------------------|------------------------|---|
| 1 | Camión de vacío | Contención | x |
| 2 | Moto bombas | Disposición Final | x |
| 3 | Palas | Recolección | x |
| 4 | Personal contratista | Tratamiento | x |
| 5 | | Limpieza | x |
| Costo total | | 3.800.000 COP | |

Fuente. Elaboración propia

Una vez se cuenta con la información solicitada en los Cuadros 27 y 28, se debe determinar si los egresos son muy altos comparados con la producción diaria del pozo, con el fin de establecer si es una situación que además de poner en riesgo la integridad del medio ambiente, también pone en riesgo la operación del proyecto. Siguiendo con el análisis, lo que se debe hacer es sumar el monto de producción perdida y el costo total de la restauración del daño ocasionado, para así determinar el porcentaje de este en cuanto a la producción diaria que se tenía en la época de ocurrencia de los hechos, a través del **Cuadro 34**.

Cuadro 34. Estimación de porcentaje de pérdidas

| Costo total de reparación, COP | Monto de pérdidas de producción, COP | Egresos totales, COP | Producción diaria, Bbls | Ingreso por producción diaria COP | % de pérdidas frente a ganancias |
|--------------------------------|--------------------------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| 3.800.000 | 36.235.829 | 40.035.829 | 15.545 | 3.055.494.286 | 1,3 |

Fuente. Elaboración propia

A partir de la información determinada en el cuadro 32 y teniendo en cuenta el monto gastado en las actividades de recuperación, establecido en el cuadro 33, se determina que el porcentaje de las pérdidas frente a las ganancias es de 1.3%, lo cual quiere decir que los egresos generados por este fueron muy inferiores a lo que la empresa genera en ingresos diariamente por la producción del campo, por lo que

el proyecto podrá seguirse desarrollando sin problema alguno, sin poner en riesgo las finanzas que lo sustentan en su operación.

6. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y VALORAR PASIVOS AMBIENTALES HUÉRFANOS DEL SECTOR DE LOS HIDROCARBUROS EN UNA PLATAFORMA DIGITAL

A partir de la metodología previamente desarrollada, se busca hacer la implementación de la misma en una herramienta digital, debido a que esto se traduce en mayor eficiencia. Lo que se pretende realizar con la plataforma digital es mejorar tiempos de trabajo y efectividad de resultados, ya que al estar todo programado solo se hace necesario el ingreso de una información de entrada para obtenerse resultados que permitan tomar futuras decisiones de carácter ambiental.

6.1 DESCRIPCIÓN DE LA PLATAFORMA A USAR

La metodología se lleva a cabo en Excel, debido a su amplio uso en la programación a general, éste se usa en empresas, compañías y oficinas en general. Excel es un software creado y desarrollado por Microsoft y se caracteriza por ser una hoja de cálculo.

Éste programa es uno de los más utilizados debido a sus múltiples beneficios como la facilidad de uso que tiene el programa, además nos permite almacenar y procesar un número considerable de datos e información. Entre su programación permite convertir datos, determinar estadísticas y realizar cálculos dando paso así a la elaboración de informes completos.

A partir de éste programador es posible importar datos externos, ordenarlos y filtrarlos de acuerdo a diversos parámetros. En adición a ello nos permite representar gráficamente esos mismos datos o valores para favorecer su lectura y comprensión.

Otra de sus ventajas es su accesibilidad y compatibilidad, lo cual le permite compartir las hojas de cálculos de manera fácil y segura, sin que surjan problemas de incompatibilidad. Además, es posible hacer una integración de documentos de Excel en otros programas compatibles con éste.

Es por ello que se hace uso de éste programa, siendo el programador por excelencia por su amplio uso, facilidad y compatibilidad. En la **Figura 10**, se observa la estructura de la plataforma una vez programada.

Figura 10. Pantallazo de la plataforma digital

The screenshot displays a digital platform interface with a spreadsheet-like layout. At the top, a table titled "INVENTARIO DE LAS ÁREAS" is visible, with columns for Código, Área de Influencia, Departamento, Municipio, Cantidad de Residuos, Tipo de Residuos, and Extensión Aproximada. Below this, there are two dropdown menus: "ÁREA DE INFLUENCIA" with options NACIONAL, DEPARTAMENTAL, and MUNICIPAL; and "CANTIDAD DE RESIDUO" with options 1-3, 3-5, and +5. To the right of these is a list of "TIPO DE RESIDUOS" including SEDIMENTOS DE PERFORACIÓN, TIERRA CON HIDROCARBUROS, LODOS CONTAMINADOS CON HC, ARENAS CONTAMINADAS CON HC, RESIDUOS DE PETRÓLEO CRUDO, LODOS DE PERFORACIÓN, RESIDUOS METÁLICOS, RESIDUOS DE EMULSIONES HC-AGUA, CRUDO CONTAMINADO, SALMUERAS, and SOLVENTES. A Google map is shown with coordinates 0°17'14"N 76°32'46"W and a 300m radius. The bottom navigation bar includes tabs for IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS, EVALUACIÓN, VALORIZACIÓN, HUÉRFANOS, and REPORTE FINAL. The status bar at the bottom shows "Listo" and a zoom level of 80%.

| INVENTARIO DE LAS ÁREAS | | | | | | |
|-------------------------|--------------------|--------------|----------------|----------------------|----------------------------|----------------------|
| Código | Área de Influencia | Departamento | Municipio | Cantidad de Residuos | Tipo de Residuos | Extensión Aproximada |
| 1 | MUNICIPAL | PUTUMAYO | PUERTO CAICEDO | 1-3 | TIERRA CON HIDROCARBUROS | 500m2-1000m2 |
| 2 | MUNICIPAL | PUTUMAYO | PUERTO ASIS | 1-3 | RESIDUOS DE PETRÓLEO CRUDO | <100m2 |

| ÁREA DE INFLUENCIA |
|--------------------|
| NACIONAL |
| DEPARTAMENTAL |
| MUNICIPAL |

| CANTIDAD DE RESIDUO | TIPO DE RESIDUOS | TENSIÓN APROXIMADA P. |
|---------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| 1-3 | SEDIMENTOS DE PERFORACIÓN | <100m ² |
| 3-5 | TIERRA CON HIDROCARBUROS | 100m ² -500m ² |
| +5 | LODOS CONTAMINADOS CON HC | 500m ² -1000m ² |
| | ARENAS CONTAMINADAS CON HC | >1000m ² |
| | RESIDUOS DE PETRÓLEO CRUDO | |
| | LODOS DE PERFORACIÓN | |
| | RESIDUOS METÁLICOS | |
| | RESIDUOS DE EMULSIONES HC-AGUA | |
| | CRUDO CONTAMINADO | |
| | SALMUERAS | |
| | SOLVENTES | |

Google CNES / Airbus Cámara: 1.062 m 0°17'14"N 76°32'46"W 300 m 100%

IDENTIFICACIÓN | ANÁLISIS | EVALUACIÓN | VALORIZACIÓN | HUÉRFANOS | REPORTE FINAL

Listo | 80%

Fuente: Elaboración propia

6.2 METODOLOGÍA DE USO

Esencialmente se realizó una programación mediante fórmulas básicas como la adición, y el uso de condicionales como “SI”, “O”, e “Y”. El uso de estos va en conjunto con la implementación de herramientas que el programa tiene a su disposición como el uso de listas, la validación de información, formatos condicionales, entre otros.

La metodología se encuentra dividida por hojas de cálculo según las cuatro etapas que comprende su desarrollo: Identificación, análisis, evaluación y valorización. En cada una de ellas se establecen ciertos parámetros que son necesarios indicar de forma manual, para que a partir de ellos se obtengan los resultados requeridos.

6.2.1. Identificación. Esta etapa comprende tanto la definición del área de estudio a la que se aplica la metodología en su totalidad, como su respectiva caracterización indicando información geográfica y estableciendo el estado actual de la zona.

Como primera medida, para la definición del área a seleccionar se utiliza el Cuadro 6 descrita en el capítulo 3, ésta se programa en Excel con la aplicación de listas mediante la validación de datos, evitando así la entrada de datos no válidos en una celda. La información de entrada en los departamentos y municipios se tomó de la codificación de la división política administrativa de Colombia de septiembre 2018 publicada por el DANE, **Figura 11**, donde especifica los nombres de los 32 departamentos de Colombia y sus respectivos municipios.

La herramienta se encuentra diseñada para que la lista a mostrar de municipios sea acorde al departamento registrado, asegurando así información verídica. A continuación, se muestra la **Figura 12** la cual está diseñada a partir de lo descrito en el capítulo 3. En primera medida se especifica la localización del área que se encuentra como sospecha de pasivo ambiental, allí se especifica qué área de influencia se tiene, bien sea municipal, departamental o nacional, además debe establecerse el departamento y municipio donde se encuentra presente el área en sospecha. Una vez especificados estos datos de localización se asigna un código automático al área el cual permite hacer una identificación futura de manera rápida del área.

Figura 11. Codificación de la DIVIPOLA publicada por el DANE, 2018.

Codificación de la División Político Administrativa de Colombia - DIVIPOLA. Septiembre 2018

| Departamentos | |
|---------------|--|
| Código | Nombre |
| 05 | ANTIOQUIA |
| 08 | ATLÁNTICO |
| 11 | BOGOTÁ, D.C. |
| 13 | BOLÍVAR |
| 15 | BOYACÁ |
| 17 | CALDAS |
| 18 | CAQUETÁ |
| 19 | CAUCA |
| 20 | CESAR |
| 23 | CÓRDOBA |
| 25 | CUNDINAMARCA |
| 27 | CHOCÓ |
| 41 | HUILA |
| 44 | LA GUAJIRA |
| 47 | MAGDALENA |
| 50 | META |
| 52 | NARIÑO |
| 54 | NORTE DE SANTANDER |
| 63 | QUINDIO |
| 66 | RISARALDA |
| 68 | SANTANDER |
| 70 | SUCRE |
| 73 | TOLIMA |
| 76 | VALLE DEL CAUCA |
| 81 | ARAUCA |
| 85 | CASANARE |
| 86 | PUTUMAYO |
| 88 | ARCHIPIÉLAGO DE SAN ANDRÉS, PROVIDENCIA Y SANTA CATALINA |
| 91 | AMAZONAS |
| 94 | GUAINÍA |
| 95 | GUAVIARE |
| 97 | VAUPÉS |
| 99 | VICHADA |

Fuente: DANE
 Nota: En la actualidad el país se compone de 32 departamentos y adicionalmente para fines
 Actualizado al: 30 de Septiembre de 2018.

Fuente. DANE. Listados DIVIPOLA. [Excel]. Colombia: 30 de septiembre de 2018

Figura 12. Pantallazo de la herramienta digital: áreas afectadas PAP, ubicación.

| Código | Área de influencia | Departamento | Municipio | Car |
|--------|--------------------|------------------------------------|-------------------|-----|
| 1 | MUNICIPAL | PUTUMAYO | PUERTO CAICEDO | |
| | NACIONAL | CASANARE | PUERTO CAICEDO | |
| | DEPARTAMENTAL | PUTUMAYO | PUERTO GUZMÁN | |
| | MUNICIPAL | ARCHIPIÉLAGO DE SAN ANDRÉS, PROVIT | PUERTO LEGUIZAMO | |
| | | AMAZONAS | SIBUNDOY | |
| | | GUAINÍA | SAN FRANCISCO | |
| | | GUAVIARE | SAN MIGUEL | |
| | | VAUPÉS | SANTIAGO | |
| | | VICHADA | VALLE DEL GUAMUEZ | |

Fuente. Elaboración propia

Una vez definido el departamento y municipio, se solicita información en cuanto a los residuos, teniendo en cuenta los distintos tipos de residuos presentes, estos han sido expuestos previamente y se encuentran formulados mediante listas de datos, ver **Figura 13**.

Figura 13. Pantallazo de la herramienta digital: áreas afectadas PA, residuos.

| Cantidad de Residuos | | Tipo de Residuos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--|--|--|------------------|--|---------------------------|--|--------------------------|--|---------------------------|--|----------------------------|--|----------------------------|--|----------------------|--|--------------------|--|--------------------------------|--|-------------------|--|-----------|--|-----------|--|
| 1-3 | | TIERRA CON HIDROCARBUROS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3-5 | | TIERRA CON HIDROCARBUROS LODOS CONTAMINADOS CON HC ARENAS CONTAMINADAS CON HC RESIDUOS DE PETRÓLEO CRUDO LODOS DE PERFORACIÓN RESIDUOS METÁLICOS RESIDUOS DE EMULSIONES HC-AGUA CRUDO CONTAMINADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">TIPO DE RESIDUOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SEDIMENTOS DE PERFORACIÓN</td> <td></td> </tr> <tr> <td>TIERRA CON HIDROCARBUROS</td> <td></td> </tr> <tr> <td>LODOS CONTAMINADOS CON HC</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ARENAS CONTAMINADAS CON HC</td> <td></td> </tr> <tr> <td>RESIDUOS DE PETRÓLEO CRUDO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>LODOS DE PERFORACIÓN</td> <td></td> </tr> <tr> <td>RESIDUOS METÁLICOS</td> <td></td> </tr> <tr> <td>RESIDUOS DE EMULSIONES HC-AGUA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CRUDO CONTAMINADO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SALMUERAS</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SOLVENTES</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | | TIPO DE RESIDUOS | | SEDIMENTOS DE PERFORACIÓN | | TIERRA CON HIDROCARBUROS | | LODOS CONTAMINADOS CON HC | | ARENAS CONTAMINADAS CON HC | | RESIDUOS DE PETRÓLEO CRUDO | | LODOS DE PERFORACIÓN | | RESIDUOS METÁLICOS | | RESIDUOS DE EMULSIONES HC-AGUA | | CRUDO CONTAMINADO | | SALMUERAS | | SOLVENTES | |
| TIPO DE RESIDUOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SEDIMENTOS DE PERFORACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TIERRA CON HIDROCARBUROS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LODOS CONTAMINADOS CON HC | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ARENAS CONTAMINADAS CON HC | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RESIDUOS DE PETRÓLEO CRUDO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LODOS DE PERFORACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RESIDUOS METÁLICOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RESIDUOS DE EMULSIONES HC-AGUA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CRUDO CONTAMINADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SALMUERAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SOLVENTES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente. Elaboración propia

Los datos de extensión aproximada, riesgo potencial y existencia de responsabilidad, se programan a partir de la misma metodología realizada en determinación de las áreas afectadas, como se muestra en la **Figura 14**. Una vez completada la información requerida, y a partir de la misma, se define cuál sería el estado del área, si ésta es controlada por la autoridad ambiental, si no requiere acción alguna o si es considerada pasivo ambiental. De esta manera se facilita la selección del área de estudio en la cual se desarrolla la metodología.

Figura 14. Pantallazo de la herramienta digital: áreas afectadas PAP, datos.

| Extensión Aproximada |
|---|
| >10m2 |
| <input type="checkbox"/> <100m2 <input type="checkbox"/> 100m2-500m2 <input type="checkbox"/> 500m2-1000m2 <input checked="" type="checkbox"/> >10m2 |
| Riesgo Potencial |
| SI |
| <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| Responsabilidad Existente |
| NO |
| <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| Estado |
| <input type="checkbox"/> NO HAY ACCIÓN REQUERIDA <input type="checkbox"/> CONTROLA AUTORIDAD AMBIENTAL <input checked="" type="checkbox"/> PASIVO AMBIENTAL |

Fuente: Elaboración propia

Para la identificación del área como tal, es necesario contar con información básica, la cual ha sido establecida en el capítulo 3. Dentro de ésta información se requieren datos como especificación de las actividades realizadas allí y su localización. En este punto se hace necesario recurrir a información territorial y mapas satelitales que permitan ubicar el área mediante coordenadas, otorgando así información exacta de ubicación. Además, se hace necesario definir límites geográficos los cuales han sido establecidos mediante validación de datos teniendo como opciones ríos, arroyos o quebradas, bosque o zonas de vegetación, montañas, montículos, colinas o lomas, lagos o lagunas, embalses, linderos de propiedades, cultivos u otros; además se solicita especificar el código del área seleccionada dado previamente en el inventario para que los datos previamente establecidos, sean registrados en la identificación del área, como se observa en la **Figura 15**

Figura 15. Pantallazo de la herramienta digital: identificación del área.

| Identificación de área | |
|------------------------|-------|
| Nombre del área | |
| Extensión Aproximada | |
| Latitud N | |
| Longitud W | |
| Límites | Norte |
| | Sur |
| | Este |
| | Oeste |
| Código | |
| Departamento | |
| Municipio | |

Fuente. Elaboración propia.

Una vez realizada la identificación base de la zona, se procede a la matriz de criterios para la recolección de información. Como se explica en el capítulo tres, es necesaria cierta información para poder identificar y valorar los pasivos ambientales de la zona. Allí se especifica qué tipo de información es requerida y posibles lugares de búsqueda. Lo que se pretende con esto, es definir al usuario parámetros claves para que identifique fácilmente si la información que tiene es suficiente o no. Lo ideal es que todos los criterios establecidos en la tabla cuenten con la información necesaria, de lo contrario habrá inconsistencias y dificultades para desarrollar la metodología. Esta tabla cuenta con la validación de datos como herramienta de programación, donde como únicas dos opciones se tiene si se cuenta o no se cuenta con la información, asignando a cada ítem el color verde si es un estado favorable o rojo de no serlo, ver **Figura 16**.

Figura 16. Pantallazo de la herramienta digital: evaluación de la información obtenida.

| criterio | Detalle | Estado de la información | |
|--------------------|--|---|---|
| Geografía | Área PAP georreferenciada | Se cuenta con la información | |
| | Delimitación de la zona | Hace falta o no se tiene la información | |
| | Estado actual de la zona | Geología | |
| | | Suelo | |
| | | Agua | Se cuenta con la información Hace falta o no se tiene la información |
| | | Ecosistema | |
| | | Infraestructura | |
| Comunidad | | | |
| Línea Base | Estado de la zona previo a la afectación de la misma | Geología | |
| | | Suelo | |
| | | Aire | |
| | | Agua | |
| | | Ecosistema | |
| | | Infraestructura | |
| | | Comunidad | |
| Información Básica | Detalles sobre el pozo | | |
| | Producción diaria | | |
| | Acciones de contingencia y remediación con su | | |
| | Causas del incidente | | |

Fuente. Elaboración propia.

- Responsabilidad.** Acorde a lo expuesto en el capítulo 4, la financiación no siempre recae sobre el responsable de las acciones que originaron el PA. Es por ello que se hace necesario saber quién fue el generador y a partir de los hechos quién será el responsable de la remediación; por lo que se requiere de cierta información de responsabilidad frente al hecho, **Figura 17**, ésta se programa mediante validación de datos mostrando a través de una lista desplegable las opciones de respuesta.

Figura 17. Pantallazo de la herramienta digital: responsabilidad PA.

| Componente | | Descripción | | |
|--|---|-------------------------------|---|---|
| Generador | | | | |
| Causa de la generación | | | | |
| Fecha de la generación | | | | |
| ¿El generador es responsable? | | | | |
| ¿El generador tiene posibilidad de responder? | | | | |
| ¿Se le ha realizado alguna restauración y/o recuperación? | | | | |
| Generador | Causa de la generación | ¿El generador es responsable? | ¿El generador tiene posibilidad de responder? | ¿Se le ha realizado alguna restauración y/o recuperación? |
| Compañía Operadora Compañía Prestadora de Servicios EPC Comunidades Grupos Ilegales | Error humano Falla operacional Actos ilegales | Si No | Si No | Si No |

Fuente. Elaboración propia.

En algunos casos se hace necesario el uso de información extra dependiendo de la incertidumbre de los hechos, ésta información es de ingreso manual por el usuario, y se diseña con el fin de proporcionar la información de manera organizada y legible para la toma de decisiones **Figura 18**.

Figura 18. Pantallazo de la herramienta digital: contratos del área del PA

| Incidente | Fecha de Ocurrencia | | Responsable |
|---------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| | | | |
| ID de contrato o licencia | Fecha de inicio | Fecha de finalización | Empresa responsable |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Fuente. Elaboración propia

6.2.2. Análisis. Esta etapa consiste en el establecimiento de la línea base. Al ser este parámetro netamente teórico, lo que se establece digitalmente es un cuadro donde se clasifican los componentes a especificar y se solicita la información de cada uno de ellos, la cual debe ser ingresada en la columna “línea base” de manera manual. La información requerida es explicada en la columna “lineamientos”. Ver **Figura 19**.

Figura 19. Pantallazo de la herramienta digital: generación de la línea base.

| Componente | LINEAMIENTOS | LÍNEA BASE |
|------------|--|------------|
| Geología | <i>Se realiza una descripción de la topografía geológica sobre la que se encuentra el campo petrolero donde se llevó a cabo la actividad de explotación, teniendo en cuenta si se generó erosión o desgaste del suelo, alterando la deposición natural que hay en el terreno, haciendo énfasis en la condición física sobre la que se encuentra el pasivo ambiental.</i> | |
| Suelo | <i>Se define qué tipo de suelo se tenía y para qué fines, haciendo una breve caracterización del mismo.</i> | |
| Agua | <i>Se describe cómo era el comportamiento del agua, la calidad, la cantidad y la vida existente en estos cuerpos de agua.</i> | |
| Ecosistema | <i>Reconocimiento de la fauna y la flora que habitaban el territorio y sus condiciones de hábitat.</i> | |
| Comunidad | <i>Se reconoce cómo era la calidad de vida de la comunidad, el patrimonio cultural y las actividades que esta llevaba a cabo en el territorio explotado.</i> | |

Fuente. Elaboración propia

6.2.3. Evaluación. Esta etapa está compuesta por dos fases, la primera de ellas es una evaluación de los efectos ambientales y la segunda es la evaluación del riesgo. El desarrollo digital de cada una de ellas tiene como base las respectivas matrices explicadas en capítulos anteriores y han sido programadas mediante la validación de datos.

En la evaluación de efectos ambientales se encuentran dos opciones posibles a lo largo de su desarrollo, aplica y no aplica para cada factor. Cada uno de estos factores tiene un valor correspondiente que es de utilidad para la etapa de valorización del pasivo ambiental. Básicamente el objetivo de esta tabla es establecer si los factores ambientales descritos allí, se encuentran o no afectados, ver **Figura 20**. Esta información se obtiene a partir de la identificación del pasivo ambiental y el establecimiento de la línea base.

Figura 20. Pantallazo de la herramienta digital: identificación afectaciones ambientales

| Sectores del Desarrollo | Bienes y Servicios | Medio Ambiente | Factores Ambientales | P(0-100) | Estado |
|--|--|------------------------------|--|----------|-----------|
| Ecosistema | Recursos Naturales Renovables | Agua | Alteración de la cantidad de agua superficial | 80 | NO APLICA |
| | | | Alteración de la calidad de agua superficial | 100 | APLICA |
| | | | Alteración de la disponibilidad de agua superficial | 90 | |
| | | Aire | Deterioro de la calidad del aire | 100 | |
| | | | Contaminación auditiva no controlada | 50 | |
| | | Suelo | Erosión y degradación de suelos | 80 | |
| | | | Generación de amenazas por inestabilidad | 70 | |
| | | | Cambios del uso del suelo | 40 | |
| | | | Alteración química de los suelos | 70 | |
| | | Fauna | Cambios en la calidad de vida animal | 90 | |
| | | | Alteración o disminución de la fauna terrestre y aérea | 70 | |
| | | | Alteración de la fauna o disminución acuática | 70 | |
| | | | Introducción de infecciones o enfermedades | 60 | |
| | | Flora | Alteración de la regulación del agua a los ecosistemas | 60 | |
| | | | Alteración de cobertura vegetal y flora | 80 | |
| | | | Alteración de la topografía | 60 | |
| | | | Alteración de hábitats terrestres | 100 | |
| | | | Alteración del paisaje natural | 20 | |
| Sector Económico | Bienes y servicios creados con fines productivos | Infraestructura Productiva | Cambios de la economía local | 50 | |
| | | Infraestructura vial | Cambios en la movilidad | 10 | |
| Sociedad Civil | Recursos Humanos, políticos y simbólicos | Calidad de vida | Cambios en la calidad de vida de las personas | 80 | |
| | | Alteración de la convivencia | Incremento de conflictos y afectaciones a la seguridad ciudadana | 20 | |
| | | Ingresos | Cambio en la generación de empleo e ingresos | 40 | |
| | | Patrimonio | Pérdida de patrimonio | 10 | |
| Unidades de importancia Ambiental (Total Medio Ambiente) | | | | 1500 | |

Fuente. Elaboración propia.

Como segunda fase de la etapa de análisis se encuentra la evaluación del riesgo, la cual depende de cada una de las opciones seleccionadas. En este punto se encuentran los distintos componentes ambientales que pueden verse afectados a causa de los residuos y para cada uno de ellos se especifican los siguientes factores: estado, grado de afectación, probabilidad de propagación, efecto general, distancia a comunidades y finalmente el tipo de residuo. La opción a cada uno de ellos se programó en forma de listas de datos y en la **Figura 21** se observan las opciones establecidas para cada ítem. Dependiendo de cada una de las respuestas se toman ciertos valores que establecen el grado de impacto del pasivo ambiental.

Figura 21. Pantallazo de la herramienta digital: identificación del riesgo

| Componente | Estado | Grado de Afectación | Probabilidad de propagación | Efecto general | Distancia a comunidades | Tipo de residuo |
|----------------|--------|---------------------|-----------------------------|----------------|-------------------------|-----------------|
| Agua | | | | | | |
| Aire | | | | | | |
| Suelo | | | | | | |
| Fauna | | | | | | |
| Flora | | | | | | |
| Economía | | | | | | |
| Sociedad Civil | | | | | | |

| Estado | Grado de Afectación | Probabilidad de propagación | Efecto general | Distancia a comunidades | Tipo de residuo |
|-------------|---------------------|-----------------------------|----------------|-------------------------|-----------------|
| Afectado | No aplica | No aplica | No aplica | No aplica | No aplica |
| No afectado | 0%-25% | Alta | Mortal | <1Km | Inorgánicos |
| | 26%-50% | Media | Tóxico | >1Km | Orgánicos |
| | 51-75% | Baja | Nocivo | | Lodos |
| | 76%-100% | Nula | Leve | | |

Fuente. Elaboración propia.

6.2.4. Valorización. En esta etapa se tienen como base los resultados obtenidos en el análisis, tanto la identificación de afectaciones ambientales como la evaluación del riesgo.

A partir de esta etapa se realizará una valorización cualitativa que dependerá de los componentes afectados, del riesgo que estas afectaciones pueden representar y de la comparación entre el estado original del área y su estado actual. Posterior a ello se llevará a cabo una valorización cuantitativa, como se explica en el capítulo 3, teniendo en cuenta volúmenes de residuos y ciertos indicadores económicos.

La **Figura 22** muestra la primera tabla de este proceso, allí se muestran numéricamente los niveles de afectaciones, los cuales parten del análisis previamente realizado de las mismas. Esta se programa a partir de condicionales SI(), teniendo en cuenta si se encuentra o no afectado cada componente. La matriz en mención, está dividida por sectores de desarrollo, bienes y servicios y medio ambiente, donde cada uno de ellos obtendrá un valor numérico que depende de los valores previamente establecidos en el análisis de cada parámetro.

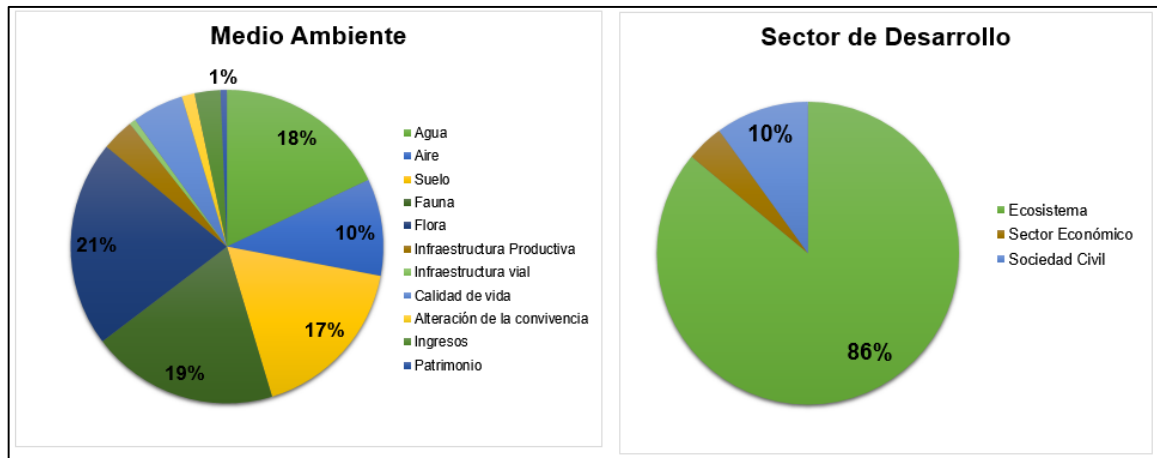
Figura 22. Pantallazo de la herramienta digital: valorización a partir de componentes afectados.

| Sectores del Desarrollo | Bienes y Servicios | Medio Ambiente | Puntos por medio ambiente | Puntos por sectores de desarrollo |
|-------------------------|--|------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|
| Ecosistema | Recursos Naturales Renovables | Agua | | |
| | | Aire | | |
| | | Suelo | | |
| | | Fauna | | |
| | | Flora | | |
| Sector Económico | Bienes y servicios creados con fines productivos | Infraestructura Productiva | | |
| | | Infraestructura vial | | |
| Sociedad Civil | Recursos Humanos, políticos y simbólicos | Calidad de vida | | |
| | | Alteración de la convivencia | | |
| | | Ingresos | | |
| | | Patrimonio | | |

Fuente. Elaboración propia.

Junto con los resultados de la matriz anterior, se generan gráficos de torta que permiten hacer un análisis estadístico de los resultados obtenidos. Se generan dos gráficos, uno por cada división realizada, y cada uno de ellos muestra en que porcentaje han sido afectados los factores que los componen, permitiendo así identificar que componente genera un mayor peligro. Ver **Figura 23**

Figura 23. Pantallazo de la herramienta digital: valorización a partir de componentes afectados, diagramas de torta.



Fuente. Elaboración propia

La **Figura 24**, muestra una segunda tabla que cuenta con la misma estructura que la matriz de evaluación del riesgo, a diferencia que en esta se consignan valores numéricos los cuales dependen de las opciones seleccionadas en la etapa del análisis, estos valores han sido especificados en el capítulo 3. Esta tabla está

Figura 26. Pantallazo de la herramienta digital: costos de remediación

| # | Tipos de Costos | Recursos Utilizados | |
|-------------|-----------------|---------------------|-------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| Costo Total | | | [COP] |

Fuente. Elaboración propia.

A partir de los valores obtenidos del costo de recuperación y el monto de pérdidas, teniendo en cuenta la producción diaria del campo, se programan las fórmulas, para conocer qué porcentaje de pérdidas se tiene frente a los ingresos, y a partir del resultado obtenido, el pasivo se clasifica en el rango definido según el grado de afectación. Ver **Figura 27**

Figura 27. Pantallazo de la herramienta digital: estimación de porcentaje de pérdidas.

| Costo total de reparación | Monto de pérdidas de producción | Egresos totales | Producción diaria | Ingreso por producción diaria | % de pérdidas frente a ganancias | Grado de Afectación |
|---------------------------|---------------------------------|-----------------|-------------------|-------------------------------|----------------------------------|---------------------|
| [COP] | [COP] | [COP] | [Bbls] | [COP] | [%] | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

| Grado de afectación | Rango |
|---------------------|-------------|
| Crítica | >85% |
| Alta | >65% - ≤85% |
| Media | >35% - ≤65% |
| Baja | >5% - ≤35% |
| Mínima | ≤ 5% |

Fuente. Elaboración propia.

Una vez se cuenta con toda la información es posible generar respuestas frente al impacto, ya que se tienen claros los distintos escenarios del impacto ambiental generado por ciertas situaciones.

6.3. APLICACION DE LA METODOLOGIA PROPUESTA, EMPLEANDO UNA HERRAMIENTA DIGITAL

Una vez diseñada la metodología en la plataforma de Excel, se procede a hacer uso de ésta con aplicación al caso de estudio.

6.3.1. Identificación. A partir de la información recopilada, se procede a realizar el inventario a partir de las áreas determinadas, ver **Cuadro 35**. Éstas han sido establecidas previamente mediante el uso de información que sugiere la escogencia de áreas con posibles PAH.

Cuadro 35. Herramienta digital: áreas afectadas.

| Código | Área de Influencia | Departamento | Municipio | Cantidad de Residuos |
|--------|--------------------|--------------|----------------|----------------------|
| 1 | MUNICIPAL | PUTUMAYO | PUERTO CAICEDO | 1-3 |
| 2 | MUNICIPAL | PUTUMAYO | PUERTO ASÍS | 1-3 |
| 3 | MUNICIPAL | CESAR | AGUACHICA | 1-3 |

Cuadro 35. (Continuación)

| Tipo de Residuos | Extensión Aproximada | Riesgo Potencial | Responsabilidad Existente |
|-------------------------------|----------------------|------------------|---------------------------|
| TIERRA CON HIDROCARBUROS | <100m2 | SI | NO |
| RESIDUOS DE PETRÓLEO CRUDO | <100m2 | SI | NO |
| RESIDUOS DE PETRÓLEO CRUDO | <100m2 | SI | SI |

Cuadro 35. (Continuación)

| Estado |
|------------------------------|
| PASIVO AMBIENTAL |
| PASIVO AMBIENTAL |
| CONTROLA AUTORIDAD AMBIENTAL |

Fuente. Elaboración propia.

Una vez se cuenta con la información de al menos dos áreas se elige una de ellas para el desarrollo de la metodología. Ésta elección se hace a criterio de quién vaya a realizar la metodología, recomendándose para esto un área que se encuentre en estado de pasivo ambiental, ya que sobre éstas áreas se basa el desarrollo del proyecto. Teniendo el área ya seleccionada se realiza una identificación más detallada de la misma **Cuadro 36**.

Cuadro 36. Herramienta digital: evaluación de la información obtenida.

| Criterio | Detalle | Estado de la información | |
|--------------------|--|------------------------------|------------------------------|
| Geografía | Área PAP georreferenciada | Se cuenta con la información | |
| | Delimitación de la zona | Se cuenta con la información | |
| | Estado actual de la zona | Geología | Se cuenta con la información |
| | | Suelo | Se cuenta con la información |
| | | Agua | Se cuenta con la información |
| | | Ecosistema | Se cuenta con la información |
| | | Infraestructura | Se cuenta con la información |
| Comunidad | Se cuenta con la información | | |
| Línea Base | Estado de la zona previo a la afectación de la misma | Geología | Se cuenta con la información |
| | | Suelo | Se cuenta con la información |
| | | Aire | Se cuenta con la información |
| | | Agua | Se cuenta con la información |
| | | Ecosistema | Se cuenta con la información |
| | | Infraestructura | Se cuenta con la información |
| Información Básica | Detalles sobre el pozo | Se cuenta con la información | |
| | Producción diaria | Se cuenta con la información | |
| | Acciones de contingencia y remediación con su costo | Se cuenta con la información | |
| | Causas del incidente | Se cuenta con la información | |

Fuente. Elaboración propia.

- **Responsabilidad.** La determinación de la responsabilidad se lleva a cabo con el fin de determinar al o los encargados del financiamiento de la remediación del daño, es por ello que se requiere de información que permita el establecimiento de la misma **Cuadro 37**. Éste cuadro se encuentra bajo parámetros de validación de datos y sus opciones han sido presentadas previamente en éste mismo capítulo.

Cuadro 37. Herramienta digital: responsabilidad PA.

| Componente | Descripción |
|---|-----------------|
| Generador | Grupos Ilegales |
| Causa de la generación | Actos ilegales |
| Fecha de la generación | 5/05/2014 |
| ¿El generador es responsable? | No |
| ¿El generador tiene posibilidad de responder? | No |
| ¿Se le ha realizado alguna restauración y/o recuperación? | Si |

Fuente. Elaboración propia.

6.3.2 Análisis. Esta fase se lleva a cabo con un proceso de entrada manual el cual busca establecer el cómo se encontraba el territorio previo a la presencia del PA. Allí se establecen características propias del ecosistema en general **Cuadro 38**.

Cuadro 38. Herramienta digital: generación de la línea base.

| Componente | LÍNEA BASE |
|------------|---|
| Geología | El área se encuentra constituida por montículos de cimas redondeadas con una inclinación general menor de 7°. Los valles son abiertos en forma de artesa. Los montículos se generan por la meteorización y erosión de las formaciones Orito-Belén, Ospina y Caimán. El área se localiza geológicamente sobre un abanico aluvial originado por crecientes normales del río Guamuez. En cuanto a la estratigrafía la secuencia de la cuenca Caguán-Putumayo, donde se encuentra la zona incluye rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias del Precámbrico hasta el Neógeno, cubiertas por extensos y espesos depósitos sedimentarios del Cuaternario, teniendo presencia de afloramientos de rocas sedimentarias formadas en el Neógeno y el Paleógeno, las cuales son cubiertas parcialmente por depósitos del Cuaternario. |
| Suelo | Los suelos desarrollados son relativamente maduros, con un horizonte A de 15 a 20 cm y un perfil de meteorización que puede alcanzar los 2,5 m de espesor. |
| Agua | Debido a la forma de sus valles por éstos corren caños de caudal bajo que definen un drenaje dendrítico a subparalelo de densidad moderada, que se mueve por ríos de tipo meándrico. |
| Ecosistema | En la zona se puede reconocer un frondoso bosque en el cual habitan generalmente especies animales como: mamíferos, aves, reptiles, anfibios e insectos, de muchas especies diferentes. |
| Comunidad | La población más cercana se encuentra a aproximadamente a 3 kilómetros, el cual corresponde al corregimiento de Teteye, Puerto Asís. Por lo anterior, se determina que es una zona con baja influencia sobre la comunidad ya que se encuentra bastante aislada sumergida en el bosque amazónico. |

Fuente. Elaboración propia.

6.3.3 Evaluación. Lo que se busca en ésta fase es evaluar qué factores ambientales han sido perturbados debido a los hechos generadores del PAP. De esta manera se puede tener a detalle los aspectos medio ambientales que necesitan acciones de intervención y remediación. Ver **Cuadro 39**.

Cuadro 39. Herramienta digital: identificación afectaciones ambientales.

| Sectores del Desarrollo | Bienes y Servicios | Medio Ambiente | Factores Ambientales | P(0-100) | Estado |
|--|--|------------------------------|--|----------|-----------|
| Ecosistema | Recursos Naturales Renovables | Agua | Alteración de la cantidad de agua superficial | 80 | NO APLICA |
| | | | Alteración de la calidad de agua superficial | 100 | APLICA |
| | | | Alteración de la disponibilidad de agua superficial | 90 | APLICA |
| | | Aire | Deterioro de la calidad del aire | 100 | NO APLICA |
| | | | Contaminación auditiva no controlada | 50 | NO APLICA |
| | | Suelo | Erosión y degradación de suelos | 80 | NO APLICA |
| | | | Generación de amenazas por inestabilidad | 70 | NO APLICA |
| | | | Cambios del uso del suelo | 40 | APLICA |
| | | | Alteración química de los suelos | 70 | APLICA |
| | | Fauna | Cambios en la calidad de vida animal | 90 | NO APLICA |
| | | | Alteración o disminución de la fauna terrestre y aérea | 70 | NO APLICA |
| | | | Alteración de la fauna o disminución acuática | 70 | NO APLICA |
| | | | Introducción de infecciones o enfermedades | 60 | NO APLICA |
| | | Flora | Alteración de la regulación del agua a los ecosistemas | 60 | NO APLICA |
| | | | Alteración de cobertura vegetal y flora | 80 | APLICA |
| Alteración de la topografía | 60 | | NO APLICA | | |
| Alteración de hábitats terrestres | 100 | | APLICA | | |
| Alteración del paisaje natural | 20 | | APLICA | | |
| Sector Económico | Bienes y servicios creados con fines productivos | Infraestructura Productiva | Cambios de la economía local | 50 | NO APLICA |
| | | Infraestructura vial | Cambios en la movilidad | 10 | NO APLICA |
| Sociedad Civil | Recursos Humanos, políticos y simbólicos | Calidad de vida | Cambios en la calidad de vida de las personas | 80 | NO APLICA |
| | | Alteración de la convivencia | Incremento de conflictos y afectaciones a la seguridad ciudadana | 20 | NO APLICA |
| | | Ingresos | Cambio en la generación de empleo e ingresos | 40 | NO APLICA |
| | | Patrimonio | Pérdida de patrimonio | 10 | APLICA |
| Unidades de importancia Ambiental (Total Medio Ambiente) | | | | 1500 | 510 |

Fuente. Elaboración propia.

Para la determinación del riesgo se hizo aplicación del **Cuadro 40** el cual busca determinar que probabilidad tienen ciertos componentes ambientales a verse mayormente perjudicados con el paso del tiempo.

Cuadro 40.Herramienta digital: identificación del riesgo.

| Componente | Estado | Grado de Afectación | Probabilidad de propagación | Efecto general | Distancia a comunidades | Tipo de residuo |
|----------------|-------------|---------------------|-----------------------------|----------------|-------------------------|-----------------|
| Agua | AFECTADO | 26%-50% | Alta | Tóxico | >1Km | Orgánicos |
| Aire | NO AFECTADO | No aplica | No aplica | No aplica | No aplica | No aplica |
| Suelo | AFECTADO | 26%-50% | Media | Tóxico | >1Km | Orgánicos |
| Fauna | NO AFECTADO | No aplica | No aplica | No aplica | No aplica | No aplica |
| Flora | AFECTADO | 26%-50% | Alta | Tóxico | >1Km | Orgánicos |
| Economía | NO AFECTADO | No aplica | No aplica | No aplica | No aplica | No aplica |
| Sociedad Civil | AFECTADO | 0%-25% | Nula | Leve | >1Km | Orgánicos |

Fuente. Elaboración propia.

6.3.4 Valorización. Teniendo en cuenta los puntajes establecidos para cada uno de los componentes, la herramienta digital toma en cuenta aquellos que se encuentren afectados, y genera el **Cuadro 41** donde se establecen valores numéricos que representan la medida de afectación de los factores ambientales allí mencionados.

Cuadro 41. Herramienta digital: valorización a partir de componentes afectados.

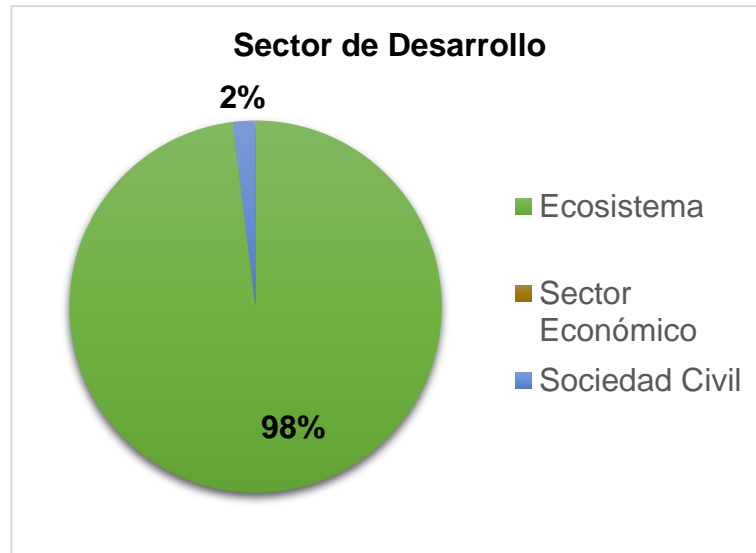
| Sectores del Desarrollo | Bienes y Servicios | Medio Ambiente | Puntos por medio ambiente | Puntos por sectores de desarrollo |
|-------------------------|--|------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|
| Ecosistema | Recursos Naturales Renovables | Agua | 190 | 500 |
| | | Aire | 0 | |
| | | Suelo | 110 | |
| | | Fauna | 0 | |
| | | Flora | 200 | |
| Sector Económico | Bienes y servicios creados con fines productivos | Infraestructura Productiva | 0 | 0 |
| | | Infraestructura vial | 0 | |
| Sociedad Civil | Recursos Humanos, políticos y simbólicos | Calidad de vida | 0 | 10 |
| | | Alteración de la convivencia | 0 | |
| | | Ingresos | 0 | |
| | | Patrimonio | 10 | |

Fuente. Elaboración propia

Una vez se cuenta con la valorización, la plataforma genera gráficos de tortas donde se puede observar de manera sencilla y legible en qué porcentaje se ven afectados los distintos componentes respecto al 100% del entorno. Éstos gráficos se generan a nivel de sector de desarrollo, a nivel de bienes y servicios y a nivel medio ambiental.

En el **Diagrama 14** se observa que el Ecosistema se ve afectado en una mayor proporción seguido por la sociedad civil. Como conclusión de éste diagrama se puede decir que el ecosistema es el sector que mayor atención requiere por parte de las acciones de remediación.

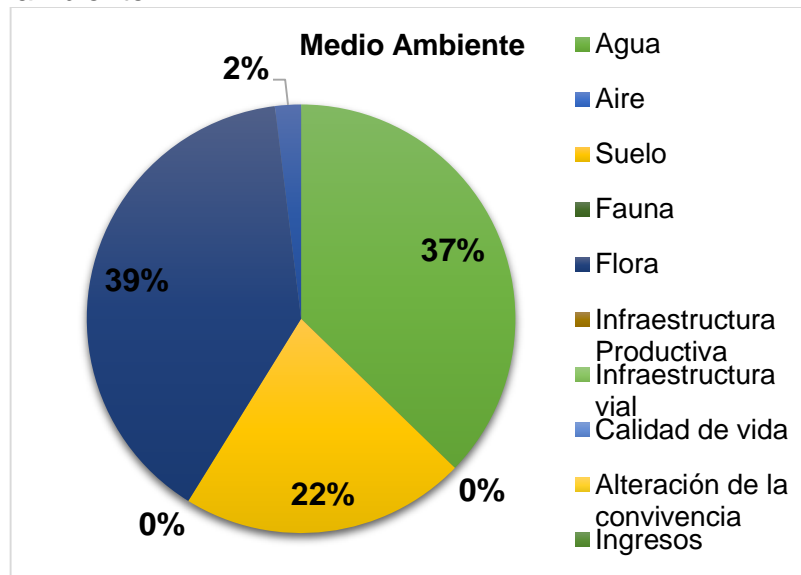
Diagrama 14. Herramienta digital: valorización a partir de componentes afectados, diagramas de torta, sectores de desarrollo.



Fuente. Elaboración propia.

En el **Diagrama 15**, se muestra un acercamiento a los factores ambientales que necesitan de un mayor control por parte de los garantes de su restauración. En el caso de estudio estos factores son en mayor medida el agua y posteriormente la flora y el suelo.

Diagrama 15. Herramienta digital: valorización a partir de componentes afectados, diagramas de torta, medio ambiente.



Fuente. Elaboración propia.

A partir de la valorización en la afectación de los factores ambientales, se genera una calificación del riesgo para cada uno de los componentes. Ver **Cuadro 42**.

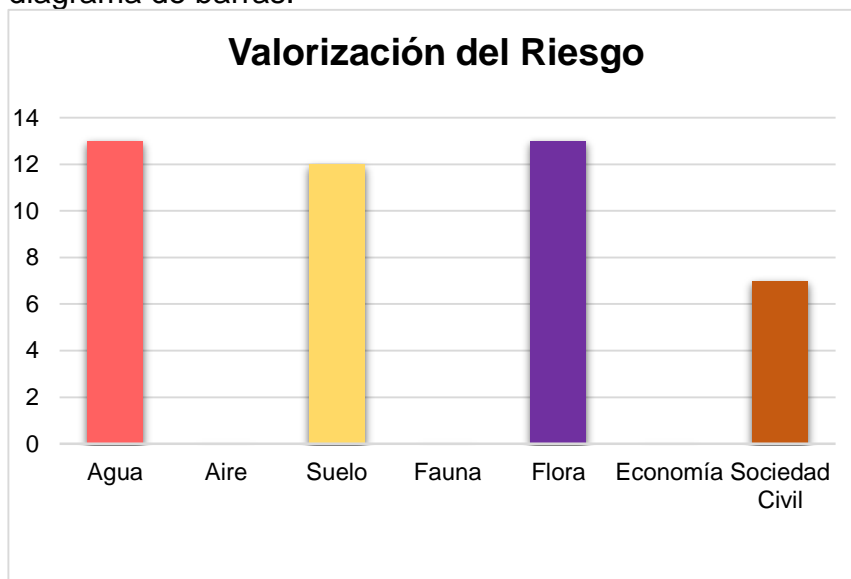
Cuadro 42. Herramienta digital: calificación del riesgo total.

| VALORIZACIÓN A PARTIR DEL RIESGO | | | | | | | |
|----------------------------------|--------|---------------------|-----------------------------|----------------|-------------------------|-----------------|--------------|
| Componente | Estado | Grado de Afectación | Probabilidad de propagación | Efecto general | Distancia a comunidades | Tipo de residuo | Riesgo Total |
| Agua | 1 | 2 | 4 | 3 | 1 | 2 | 13 |
| Aire | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Suelo | 1 | 2 | 3 | 3 | 1 | 2 | 12 |
| Fauna | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Flora | 1 | 2 | 4 | 3 | 1 | 2 | 13 |
| Economía | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sociedad Civil | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 7 |

Fuente. Elaboración propia.

Éste riesgo se representa mediante gráficos de barras **Diagrama 17** que permiten una mejor comprensión de los resultados obtenidos. Para el caso de estudio, la fauna representa el riesgo más alto y el aire y economía el riesgo más bajo.

Diagrama 16. Herramienta digital: valorización a partir del riesgo, diagrama de barras.



Fuente. Elaboración propia.

A nivel cuantitativo, se tienen en cuenta los reportes ambientales, donde se especifican volúmenes de producto derramado, permitiendo así conocer cuánto fue la pérdida económica en cuanto a producción. Ver **Cuadro 43**. Para esto se tomó como referencia el precio del barril y del dólar para el momento del derrame.

identificación y valorización de los pasivos ambientales huérfanos. El formato que se genera a través de la plataforma digital se observa en el **Cuadro 46**.

Cuadro 46. Reporte final.

| REPORTE DEL ÁREA PASIVO AMBIENTAL HUÉRFANO | | |
|--|----------------------|------------------------------|
| Área | Estación Quillacinga | |
| Fecha | 5/05/2014 | |
| UBICACIÓN | | |
| Departamento | PUTUMAYO | |
| Municipio | PUERTO ASIS | |
| Coordenadas | 0°17'14" | |
| | 76°32'46" | |
| Límites | Norte | Bosque o zonas de vegetación |
| | Sur | Bosque o zonas de vegetación |
| | Este | Bosque o zonas de vegetación |
| | Oeste | Bosque o zonas de vegetación |
| Extensión Aproximada | <100m2 | |
| RECURSOS NATURALES AFECTADOS | | |
| Agua | X | |
| Aire | | |
| Suelo | X | |
| Fauna | .. | |
| Flora | X | |
| Economía | | |
| Sociedad Civil | X | |
| ESTADO FINANCIERO | | |
| Monto de pérdida de producción | \$36,709,735 | |
| Costo de Recuperación | \$3,800,000 | |
| <i>Tipos de Costos</i> | | |
| Camión de vacío | Contención | |
| Moto bombas | Disposición Final | |
| Palas | Recolección | |
| Personal contratista | Tratamiento | |
| | Limpieza | |
| % de pérdidas frente a ganancias | 1.31 | |
| Grado de Afectación | Mínima | |
| RESPONSABILIDAD | | |
| Generador | Grupos Ilegales | |
| Causa de la generación | Actos ilegales | |
| Financiamiento | Estado | |

Fuente. Elaboración propia.

Adicional a este reporte, donde es recopilada toda la información del caso, la plataforma está programada para mostrar una posible opción de remediación y mitigación de los hechos, aunque es necesario tener en cuenta que son posibles opciones, las cuales deben ser evaluadas específicamente para cada caso y deben ser planeadas y ejecutadas con la opinión de los entes pertinentes y especializados que aplique para los factores que puedan verse afectados. Las opciones a tener en cuenta, con respecto a la remediación, parten de lo planteado en el capítulo cuatro y dependen de los factores que resultan sido afectados dados en el reporte final, anteriormente expuesto, como se observa en el **Cuadro 47**.

Cuadro 47. Posible remediación

| Componente Afectado | Alternativa de Remediación |
|----------------------------|-----------------------------------|
| Suelo | Biorremediación |
| Agua | Barreras de Contención |
| | Métodos de remoción y recolección |
| Aire | Minimizar el riesgo |
| Flora y Fauna | Labores de limpieza |
| | Desintoxicación |
| Salud y Bienestar humano | Limpieza |
| | Restauración |
| | Descontaminación |
| Infraestructura | Reemplazar propiedades afectadas |
| | Hacer monitoreo de funcionamiento |

Fuente. Elaboración propia.

A partir de las opciones de la posible remediación, en los resultados arrojados por el caso de estudio, se determinó que el suelo, la flora, el agua y la infraestructura, son los factores con afectación por el suceso que afecto al medio ambiente, por esto el reporte de la posible acción de remediación se dan las opciones que se observan en el **Cuadro 48**.

Cuadro 48. Reporte posible remediación

| POSIBLE REMEDIACIÓN | |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| Bioremediación | Suelo |
| Barreras de Contención | Agua |
| Métodos de remoción | |
| - | Aire |
| Labores de limpieza | Flora y Fauna |
| - | |
| - | Salud y Bienestar humano |
| - | |
| - | |
| Reemplazar propiedades afectadas | Infraestructura |
| Hacer monitoreo de funcionamiento | |

Fuente. Elaboración propia.

7. CONCLUSIONES

- A partir de la revisión bibliográfica se determinó que no hay información suficiente respecto a los pasivos ambientales petroleros y que aún no son contemplados en la legislación Colombiana.
- Se identificó que son limitados los estudios realizados en el sector de hidrocarburos para la clasificación de los pasivos ambientales, por lo que los parámetros en los que se desarrolló el proyecto, vienen dados por lineamientos establecidos en el sector minero.
- Se logró el diseño de una metodología capaz de identificar y valorizar los pasivos ambientales petroleros, permitiendo establecer los componentes afectados por el pasivo y determinar el nivel de riesgo, la significancia y el impacto económico que estos generan, a través de 4 etapas: Identificación, análisis, evaluación y valorización.
- Mediante la metodología propuesta, se logra diferenciar entre pasivos ambientales huérfanos y pasivos ambientales, permitiendo su caracterización en la industria petrolera. Sin embargo, se limita al no tener acceso a una amplia gama de información para su ejecución afectando su eficiencia.
- La identificación de los pasivos ambientales huérfanos se planteó a partir de la responsabilidad de los mismos. En esta etapa se establecen algunas medidas que pueden tomarse, dependiendo del componente afectado, para atender el caso, teniendo en cuenta cuáles pasivos tienen o no responsable, y en caso de no tenerlo el Estado es quien vela por su remediación.
- A partir de la metodología propuesta fue posible identificar y valorizar un PAH en el municipio de Puerto Asís, Putumayo, Colombia. Con esta se determinó que la afectación a nivel económico es mínima, comparando los ingresos con los egresos del incidente y costos de reparación, representando una pérdida mínima de 1.31%. En el caso de estudio se determinó que el ecosistema es el más afectado, con efectos en el suelo, el agua y la flora, representando un 22%, 37% y 39% respectivamente, convirtiéndose en los focos principales de vigilancia y control para verificar la eficiencia de las actividades de remediación.
- La herramienta digital diseñada es una manera más accesible para la ejecución de la metodología, por lo que puede ser empleada en cualquier ámbito que sea requerida para la identificación y valorización de pasivos ambientales.
- El incursionar en temáticas donde el país no presenta grandes avances, como lo son los pasivos ambientales huérfanos, permite abrir campos de investigación que ayudan a mejorar la problemática ambiental relacionada con la industria, contribuyendo a la transformación en la que incursionan las compañías

petroleras al querer ser sostenibles ambientalmente, de manera que se remedien los daños ocasionados y se mitigue el riesgo de producir nuevos, mejorando de manera significativa la imagen de la industria petrolera ante la sociedad.

8. RECOMENDACIONES

- Complementar la interpretación de la información recolectada en la metodología, con otras herramientas que potencien su alcance y que den un valor agregado como: el modelamiento del terreno superficial, calculo volumétrico del impacto y la pérdida de hidrocarburos y el planteamiento de mecanismos de acción para atender los daños ambientales de manera oportuna.
- Establecer un proceso de acciones de recuperación sobre las zonas en las que se prueba la existencia de un pasivo ambiental huérfano.
- Validar los rangos establecidos para la valorización de los pasivos ambientales huérfanos, a través de una revisión bibliográfica que los sustente.
- Generación de un trabajo conjunto entre la industria petrolera y las autoridades ambientales para identificar, valorizar y remediar los PAP en Colombia, para de ésta forma crear un lazo de sostenibilidad que vaya en pro de la conservación del medio ambiente.
- Generar una forma de obtener información actualizada del estado de los pasivos ambientales petroleros en Colombia, ésta información debe ser capaz de sustentar datos como ubicación de los pasivos, agentes involucrados y estado del impacto; siendo todo esto asequible a aquellos involucrados en las actividades de la industria que estén en la capacidad de aportar en el diseño de planes de remediación.

BIBLIOGRAFIA

ARANGO ARAMBURO, Marcela y OLAYA, Yris; Problemática de los pasivos ambientales mineros en Colombia En: Revista Gestión y ambiente Volumen 15 –N° 3; [Artículo digital]; Universidad; diciembre de 2012; Medellín.

ANLA. Centralización de Trámites del Sector Ambiental. VITAL ANLA [en línea], octubre de 2018. Disponible en Internet: <http://vital.anla.gov.co/SILPA/TESTSILPA/Security/Login.aspx>

BNAMERICAS; Bloque Suroriente En: Petróleo y gas, Colombia; [Información de conocimiento público]; [Disponible en: <https://www.bnamericas.com/project-profile/es/bloque-suroriente-bloque-suroriente>].

CARLOS DUARTE, Carlos Alberto y PIÑEROS, Héctor Daniel. Implementación de una metodología para la identificación y evaluación de pasivos ambientales mineros. ; [Documento digital]; Universidad de la Salle, Bogotá DC.; 2017.

COLOMBIA, AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS; Departamentos_municipios_170217, En: Mapa de tierras; [Documento de Excel] [Disponible En: <http://www.anh.gov.co/Asignacion-de-areas/Paginas/Mapa-de-tierras.aspx>], Bloque Suroriente-Puerto Asís- Putumayo.

COLOMBIA, AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS; La Cadena del sector de hidrocarburos En: portal digital ANH; [En Línea]; Consultado en agosto de 2018; [Disponible En: <http://www.anh.gov.co/portalregionalizacion/Paginas/LA-CADENA-DEL-SECTOR-HIDROCARBUROS.aspx>]

COLOMBIA, AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES; Sector de hidrocarburos En: portal digital ANLA; [En Línea]; Consultado en Agosto de 2018; [Disponible En: <http://www.anla.gov.co/Sectores-ANLA/hidrocarburos>]

COLOMBIA, AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES; Sector minería En: portal digital ANLA; [En Línea]; Consultado en agosto de 2018; [Disponible En: <http://www.anla.gov.co/Sectores-ANLA/mineria>]

COLOMBIA, CORTE CONSTITUCIONAL. Constitución política de Colombia; [Documento digital]; Edición 2016; Bogotá DC.; septiembre de 2016; [Disponible En:<http://www.corteconstitucional.gov.co/inicio/Constitucion%20politica%20de%20Colombia.pdf>]; artículo 80

COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO SOSTENIBLE; Decreto 4741 de 2005; [Documento digital]; diciembre de 2005.

COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL; Decreto 1505 de 2003; [Documento Digital] junio de 2003, Bogotá D.C.

COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO SOSTENIBLE; “Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales, Decreto 2041 de 2014; [Documento digital]; octubre de 2014, Bogotá DC.

COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE; Proyecto de Ley “por la cual se establecen lineamientos para la gestión de pasivos ambientales en Colombia”; [Documento digital]; Versión 6.1; septiembre de 2017. Artículo 4 y 5.

COLOMBIA, MINISTERIO DEL INTERIOR; Plan Nacional de Contingencia contra derrames de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas en aguas marinas, fluviales y lacustres; Decreto 2190 de 1995; [Documento Digital] diciembre de 1995, Bogotá D.C.

COLOMBIA, MINISTERIO DEL INTERIOR; Plan nacional contra derrames de hidrocarburos, derivados y sustancias nocivas Decreto 321 de 1999;; [Documento Digital] febrero de 1999, Bogotá D.C.

COLOMBIA, MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, Dirección general ambiental sectorial; Taller regional: “DIMENSIONAMIENTO DE LOS PASIVOS AMBIENTALES EN COLOMBIA UNA VISION NACIONAL Y REGIONAL HACIA EL FUTURO”; [Documento digital], 2000

COLOMBIA, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA; Estructura Institucional Minera En: portal digital MINMINAS; [Consultado en Agosto de 2018] [Disponible En: <https://www.minminas.gov.co/estructura-institucional-minera>]

COLOMBIA, UNIDAD DE PLANEACION MINERO ENERGETICA; Estructura del sector En: portal digital UPME; [Consultado en Agosto de 2018] [Disponible En: <http://www1.upme.gov.co/simco/Paginas/Estructura-del-Sector.aspx>]

COLOMBIA, UNIDAD DE RESTITUCION DE TIERRAS y AGENCIA NACIONAL DE MINERIA; Cartilla Minera; [Revista digital]; noviembre de 2015; Bogotá DC.; [Disponible En: https://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/cartilla_de_mineria_final.pdf]

CONGRESO DE COLOMBIA; Ley General Ambiental de Colombia; Ley 99 de 1993; [Documento Digital] diciembre de 1993, Bogotá D.C

DUARTE DURAN, Carlos Alberto y PIÑEROS PIRAZAN, Héctor Daniel; Implementación de una metodología para la identificación y evaluación de pasivos ambientales; [Documento digital]; Universidad de la Salle, Bogotá DC.; 2017

ECOPETROL S.A.; El petróleo y su mundo; [Revista digital]; 10º Edición; Unidad de Comunicaciones Corporativas de Ecopetrol; diciembre de 2014, Bogotá DC

ENERGY HQ. Upstream? Midstream? Downstream? What's the difference? Energy HQ [en línea], junio de 2018. Disponible en Internet: <https://energyhq.com/2017/04/upstream-midstream-downstream-whats-the-difference/>.

FAO, Departamento Forestal de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación; Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010; [Documento digital, consultado en octubre de 2018]; [Disponible en <http://www.fao.org/3/a-am665s.pdf>].

GARZÓN, C. Manejo de Áreas devueltas con Pasivos Ambientales. Bogotá 2009.

GONZALES RAMIREZ, Adriana María; Diseño de metodología para la identificación de pasivos ambientales mineros en Colombia; [Documento digital]; Grupo GEMMA, Universidad Nacional de Colombia, Medellín; 2008.

GARZÓN, Carlos. Hacia una política de gestión integral de pasivos ambientales en Colombia. Tesis de investigación magister en ingeniería ambiental Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 2012.

GUERRERO, Gustavo A. Estrategia regulatoria para la intervención de áreas afectadas por actividades mineras en estado de abandono. Consultoría 016 Chía, Cundinamarca: Unidad de Planeación Minero Energética. 2014.

HBSNOTICIAS; Atentado a petrolera en Puerto Asís deja cuantiosos daños En: Judicial; [Artículo informativo]; [Disponible en: <http://hsbnoticias.com/noticias/judicial/atentado-petrolera-en-puerto-as%C3%ADs-deja-cuantiosos-da%C3%B1os-100870>].

HINESTROSA, Fernando. Escritos varios, Universidad Externado de Colombia. Bogotá, 1983.

IDEAM, Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales; Unidades Geomorfológicas del territorio colombiano; [Documento digital, consultado en octubre de 2018]; Bogotá D.C. [Disponible: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/005192/unidadesgeomorf/unidgeom.pdf>].

IDEAM; Preguntas frecuentes: Hidrogeología En: Participación Ciudadana; [Información de conocimiento público]; [Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/hidrologia>].

INNOVA. Taller 4: Diseño de una estrategia integral para la gestión de los pasivos ambientales en Colombia. En: Desarrollo del concepto y definición de pasivo ambiental. Colombia, [Diapositivas]; Noviembre de 2015

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Compendio de normas para trabajos escritos. NTC-1486-6166. Bogotá D.C. El instituto. 2018. ISBN 9789588585673 153 p.

MACÍAS GÓMEZ, Luis Fernando; Los pasivos ambientales y la contaminación de suelos como problema jurídico En: Ámbito Jurídico; [Artículo periodístico]; febrero 10 de 2016; [Disponible en: <https://www.ambitojuridico.com/noticias/analisis/administrativo-y-contratacion/los-pasivos-ambientales-y-la-contaminacion-de>].

MARTINEZ PAREDES, Gina Paola y CRUZ NEUQUE, Leidy Caterine; Selección e implementación de una metodología para la identificación y valoración de pasivos ambientales mineros, con aplicación a un estudio de caso; [Documento digital]; Universidad de la Salle, Bogotá DC.; 2015

MIPUTUMAYO; VETRA, como operador del Consorcio Colombia Energy, comunica afectación por atentado en el Putumayo; [Artículo informativo]; [Disponible en: <http://miputumayo.com.co/2014/05/05/vetra-como-operador-del-consorcio-colombia-energy-comunica-afectacion-por-atentado-en-el-putumayo/>].

MINAMBIENTE. Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos [En línea]; Edición 2007; Bogotá D.C.; mayo de 2007; [Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosAmbientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_qu%C3%ADmicas_y_residuos_peligrosos/gestion_integral_respel_bas_es_conceptuales.pdf].

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE. Introducción al conocimiento y prevención de los contaminantes orgánicos persistentes. Madrid 2012.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos. Colombia 2007.

PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA; Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible; Decreto 1076 de 2015; [Documento Digital]; mayo de 2015, Bogotá D.C.

PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA; Código de Petróleos; Decreto 1056 de 1953; [Documento Digital]; abril de 1953, Bogotá D.C.

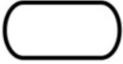

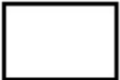
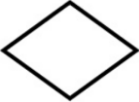

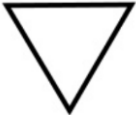
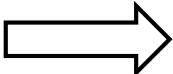
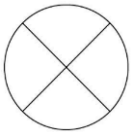


RUSSI, Daniela y MARTINEZ-ALIER, Joan. Los Pasivos Ambientales. En: ¿Qué es el pasivo ambiental? Debates ambientales; [Artículo digital]; Faximil Edicions Digitals, México, 2015. [Disponible En: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/1255830.pdf>]

SENADO Y CÁMARA DE DIPUTADOS DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Ley 14343. Argentina.

SGC, Servicio Geológico Colombiano; MEMORIA EXPLICATIVA DE LAS PLANCHAS 466 – LA HORMIGA Y 481 - TETEYÉ; [Documento digital]; Bogotá DC; junio de 2016; [Disponible en: <https://miig.sgc.gov.co/Paginas/Resultados.aspx?k=plancha%20481>].

ANEXOS

ANEXO A.
CUADRO DE CONVENCIONES PARA LOS DIAGRAMAS DE FLUJO

| SÍMBOLO | FUNCIÓN |
|---|---|
|  | Terminal. Indica el inicio o terminación del flujo. |
|  | Documento. Representa cualquier tipo de documento que entra, se utilice, se genere o salga del procedimiento. |
|  | Operación. Representa la realización de una operación o actividad relativas a un procedimiento. |
|  | Decisión o alternativa. Indica un punto dentro del flujo en que son posibles varios caminos alternativos. |
|  | Conector. Representa una conexión o enlace. |
|  | Archivo. Representa un archivo común y corriente de oficina. |
|  | Transporte. Indica el movimiento de materiales, traslado de un lugar a otro. |
|  | Unión en Y. Para la ejecución de dos o más instrucciones. |
|  | Proceso predefinido. Ejecución de un bloque de instrucciones |
|  | Nota. Información aclaratoria. |

ANEXO B.
**HERRAMIENTAS DE LOS PASIVOS AMBIENTALES: ARTÍCULO 85 DE LA
LEY 99**

El artículo 85 de la Ley 99 establece el siguiente tipo de sanciones y medidas preventivas, las cuales se imponen, dependiendo de la gravedad de la infracción, y siempre mediante resolución motivada:

1. Sanciones:

- a. Multas diarias hasta por una suma equivalente a trescientos (300) salarios mínimos mensuales, liquidados al momento de dictarse la respectiva resolución;
- b. Suspensión del registro o de la licencia, la concesión, permiso o autorización;
- c. Cierre temporal o definitivo del establecimiento, edificación o servicio respectivo y revocatorio o caducidad del permiso o concesión;
- d. Demolición de obra, a costa del infractor, cuando habiéndose adelantado sin permiso o licencia, y no habiendo sido suspendida, cause daño evidente al medio ambiente o a los recursos naturales renovables;
- e. Decomiso definitivo de individuos o especímenes de fauna o flora o de productos o implementos utilizados para cometer la infracción.

2. Medidas preventivas:

- a. Amonestación verbal o escrita;
- b. Decomiso preventivo de individuos o especímenes de fauna o flora o de productos e implementos utilizados para cometer la infracción;
- c. Suspensión de obra o actividad, cuando de su prosecución pueda derivarse daño o peligro para los recursos naturales renovables o la salud humana, o cuando la obra o actividad se haya iniciado sin el respectivo permiso, concesión, licencia o autorización;
- d. Realización dentro de un término perentorio de los estudios y evaluaciones requeridas para establecer la naturaleza y características de los daños, efectos e impactos causados por la infracción, así como las medidas necesarias para mitigarlas o compensarlas.

ANEXO C.
HERRAMIENTAS DE LOS PASIVOS AMBIENTALES: CÓDIGO PENAL
COLOMBIANO

ARTICULO 328. ILICITO APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES. El que con incumplimiento de la normatividad existente introduzca, explote, transporte, trafique, comercie, aproveche o se beneficie de los especímenes, productos o partes de los recursos fáunicos, forestales, florísticos, hidrobiológicos de especie amenazada o en vía de extinción o de los recursos genéticos, incurrirá en prisión de dos (2) a cinco (5) años y multa hasta de diez mil (10.000) salarios mínimos legales mensuales vigentes.

ARTICULO 329. VIOLACION DE FRONTERAS PARA LA EXPLOTACION DE RECURSOS NATURALES. El extranjero que realizare dentro del territorio nacional acto no autorizado de explotación de recursos naturales, incurrirá en prisión de cuatro (4) a ocho (8) años y multa de 100 a 30.000 salarios mínimos legales mensuales vigentes.

ARTICULO 330. MANEJO ILICITO DE MICROORGANISMOS NOCIVOS. El que con incumplimiento de la normatividad existente introduzca, manipule, experimente, inocule o propague especies, microorganismos, moléculas, substancias o elementos que pongan en peligro la salud o la existencia de los recursos fáunicos, florísticos o hidrobiológicos, o alteren perjudicialmente sus poblaciones, incurrirá en prisión de dos (2) a seis (6) años y multa de trescientos (300) a diez mil (10.000) salarios mínimos legales mensuales vigentes.

ARTICULO 331. DAÑOS EN LOS RECURSOS NATURALES.

El que con incumplimiento de la normatividad existente destruya, inutilice, haga desaparecer o de cualquier otro modo dañe los recursos naturales a que se refiere este título, causándoles una grave afectación o a los que estén asociados con éstos o se afecten áreas especialmente protegidas incurrirá en prisión de dos (2) a seis (6) años y multa de cien (100) a diez mil (10.000) salarios mínimos legales mensuales vigentes.

ARTICULO 332. CONTAMINACION AMBIENTAL. El que, con incumplimiento de la normatividad existente, contamine el aire, la atmósfera o demás componentes del espacio aéreo, el suelo, el subsuelo, las aguas o demás recursos naturales en tal forma que ponga en peligro la salud humana o los recursos fáunicos, forestales, florísticos o hidrobiológicos, incurrirá, sin perjuicio de las sanciones administrativas a que hubiere lugar, en prisión de tres (3) a seis (6) años y multa de cien (100) a veinticinco mil (25.000) salarios mínimos legales mensuales vigentes. La pena se aumentará de una tercera parte a la mitad cuando la conducta se realice con fines terroristas, sin que la multa supere el equivalente a cincuenta mil salarios mínimos legales mensuales vigentes.

ARTICULO 333. CONTAMINACION AMBIENTAL CULPOSA POR EXPLOTACION DE YACIMIENTO MINERO O HIDROCARBURO. El que por culpa al explorar, explotar o extraer yacimiento minero o de hidrocarburos, contamine aguas, suelo, subsuelo o

atmósfera, incurrirá en prisión de dos (2) a cinco (5) años, y multa de cien (100) a cincuenta mil (50.000) salarios mínimos legales mensuales vigentes.

ARTICULO 334. EXPERIMENTACION ILEGAL EN ESPECIES ANIMALES O VEGETALES. El que, sin permiso de autoridad competente o con incumplimiento de la normatividad existente, realice experimentos, introduzca o propague especies animales, vegetales, hidrobiológicas o agentes biológicos o bioquímicos que pongan en peligro la salud o la existencia de las especies, o alteren la población animal o vegetal, incurrirá en prisión de dos (2) a seis (6) años y multa de cincuenta (50) a doscientos (200) salarios mínimos legales mensuales vigentes.

ARTICULO 335. PESCA ILEGAL. El que pesque en zona prohibida, o con explosivos, sustancia venenosa, o deseque cuerpos de agua con propósitos pesqueros, incurrirá en prisión de uno (1) a tres (3) años y multa de diez (10) a cincuenta mil (50.000) salarios mínimos legales mensuales vigentes, siempre que la conducta no constituya delito sancionado con pena mayor.

ARTICULO 336. CAZA ILEGAL. El que sin permiso de autoridad competente o infringiendo normas existentes, excediere el número de piezas permitidas, o cazare en época de veda, incurrirá en prisión de uno (1) a tres (3) años y multa de veinte (20) a quinientos (500) salarios mínimos legales mensuales vigentes, siempre que la conducta no constituya delito sancionado con pena mayor.

ARTICULO 337. INVASION DE AREAS DE ESPECIAL IMPORTANCIA ECOLOGICA. El que invada reserva forestal, resguardos o reservas indígenas, terrenos de propiedad colectiva de las comunidades negras, parque regional, área o ecosistema de interés estratégico o área protegida, definidos en la ley o reglamento, incurrirá en prisión de dos (2) a ocho (8) años y multa de cien (100) a cincuenta mil (50.000) salarios mínimos legales mensuales vigentes.

ARTICULO 338. EXPLOTACION ILICITA DE YACIMIENTO MINERO Y OTROS MATERIALES. El que sin permiso de autoridad competente o con incumplimiento de la normatividad existente explote, explore o extraiga yacimiento minero, o explote arena, material pétreo o de arrastre de los cauces y orillas de los ríos por medios capaces de causar graves daños a los recursos naturales o al medio ambiente, incurrirá en prisión de dos (2) a ocho (8) años y multa de cien (100) a cincuenta mil (50.000) salarios mínimos legales mensuales vigentes.

ARTICULO 339. MODALIDAD CULPOSA. Las penas previstas en los artículos 331 y 332 de este Código se disminuirán hasta en la mitad cuando las conductas punibles se realicen culposamente.


**ANEXO D.
 REPORTE FINAL DE LA ANLA SOBRE LA ZONA ESTUDIADA**

| FORMATO ÚNICO REPORTE DE CONTINGENCIAS | | | | | | | |
|---|---|---|--|---|--------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Información de Reporte Parcial Final | | | | | | | |
| DATOS DEL SOLICITANTE | | | | | | | |
| Número VITAL | 7300088035241918028 | | | | | | |
| Nombre Completo | VETRA EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN COLOMBIA S.A.S. – VETRA E&P S.A.S. | | | | | | |
| Tipo Identificación | NIT | | | | | | |
| Número Identificación | 880352419 | | | | | | |
| Origen de documento | | | | | | | |
| Número telefonico | 5934141 | | | | | | |
| Número Celular | 3124328715 | | | | | | |
| Número Fax | 6160081 | | | | | | |
| Correo Electrónico | rubby.vidal@vetragroup.com | | | | | | |
| | Dirección de Contacto | | | | | | |
| País | Colombia | | | | | | |
| Ciudad | BOGOTÁ D. C.-BOGOTÁ | | | | | | |
| Dirección | AV CALLE 82 NO. 10 - 33 P5 7 | | | | | | |
| | Dirección de Correspondencia | | | | | | |
| País | Colombia | | | | | | |
| Ciudad | TODOS- TODOS | | | | | | |
| Dirección | | | | | | | |
| INFORMACIÓN DEL REPORTE | | | | | | | |
| Tipo de Reporte | Final | | | | | | |
| Numero VITAL del Reporte Inicial | | | | | | | |
| Fecha de reporte parcial o de finalización de la contingencia | 2014/05/08 | | | | | | |
| Descripción de la zona afectada y sitios claves | Locaciones y Piñuña 3 y 5. Rad. 4120-E1-22625. | | | | | | |
| Área afectada al momento del reporte | Afectación Recurso Natural | Profundidad afectada al momento del reporte | Reporte del Volumen de producto recuperado | Porcentaje de producto recuperado dependiendo del total de producto derramado | Unidad del Área Afectada | Unidad de Profundidad Afectada | Unidad de volumen reportado |
| 20 | Agua | 0,3 | 11.65521 | 40% | m2 | m | m3 |
| Actividades Ejecutadas: | | | | | | | |
| Descripción de actividades ejecutadas relacionadas con el incidente | | SE DA AVISO DE LO OCURRIDO E INMEDIATAMENTE LLEGA EL EJERCITO ASEGURAN EL ÁREA. EN ESE DÍA NO SE PUDO HACER NADA YA QUE EL EJERCITO VERIFICO QUE NO DEJARAN EXPLOSIVOS EN LA ZONA. SE DESPLIEGA PDC CON EL OPERADOR ENCARGADO. ASEGURAMIENTO DE LA ZONA CON INSTALACIÓN DE BARRERAS DE CONTENCIÓN Y PUNTO DE CONTROL, CONFINAMIENTO DE PRODUCTO DERRAMADO, RETIRO DE CAPA VEGETA, MONITOREOS FISICOQUIMICOS DE CALIDAD DE AGUA Y SUELOS. | | | | | |
| Persona a cargo de la atención de la emergencia y cargo de la misma | | NO REGISTRA | | | | | |
| Recursos utilizados en la atención de la emergencia según fichas de puntos de control del Plan de Contingencias | | Camión de vacío, personal contratista en cargado de la emergencia ambiental, moto bombas y palas. | | | | | |
| Evidencias de ejecución del plan de contingencia: | | | | | | | |
| Adjunte informes y registro fotográfico a color (Archivo .jpg)de la atención del incidente; incluya la localización georeferenciada por cada evidencia fotográfica coordenadas geográficas o planas | | | | 1817765_5_Copia de Copia de Copia de FORMATO_INFORME_INICIAL POZO PIÑUÑA 3 Y 5.xlsx | | | |

| Formato de Evaluación del Plan de Contingencia para el Reporte Final: | | |
|--|--|---|
| Adjunte reporte final de contingencias | 1617796_6_Copia de Copia de Copia de FORMATO_INFORME | |
| Costos Reportados según avance de la atención de la emergencia: | | |
| Costos | 3800000 | |
| Tipos de costos: | | |
| Contención | <input checked="" type="checkbox"/> | R recolección <input checked="" type="checkbox"/> |
| Disposición final | <input checked="" type="checkbox"/> | Tratamiento <input checked="" type="checkbox"/> |
| Limpieza <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| Otros costos? | | |
| DATOS DE AFECTACIÓN | | |
| Afectación a Recursos Naturales: | | |
| Suelo | <input checked="" type="checkbox"/> | Flora <input type="checkbox"/> |
| Fauna | <input type="checkbox"/> | Aire <input type="checkbox"/> |
| Agua <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| Si afectó un Cuerpo de Agua Indicar el Tipo: | | |
| Cuerpo de agua intermitente | <input type="checkbox"/> | Laguna <input type="checkbox"/> |
| Cuerpo de agua principal | <input type="checkbox"/> | Marino Costero <input type="checkbox"/> |
| Cuerpo de agua Secundario | <input type="checkbox"/> | Madre vieja <input type="checkbox"/> |
| Jagüey | <input type="checkbox"/> | Ciénaga <input type="checkbox"/> |
| Canal <input type="checkbox"/> | | |
| Pantano <input type="checkbox"/> | | |
| Mar / Oceano <input type="checkbox"/> | | |
| Otro? QUEBRADA EL DIAMANTE Y EL MOCHILERO | | |
| En el caso de afectación a cuerpos de agua principales identificar el cuerpo de agua | | |
| Si afectó aguas subterráneas, Indicar el Tipo: | | |
| Aljibe | <input type="checkbox"/> | Manantial <input type="checkbox"/> |
| Pozo de agua | <input type="checkbox"/> | Infiltración hasta acuífero <input type="checkbox"/> |
| Piezómetro <input type="checkbox"/> | | |
| Tipo de Acuífero | | |
| Si afectó Flora, Indicar el Tipo: | | |
| En veda | <input type="checkbox"/> | En peligro de extinción <input type="checkbox"/> |
| Reserva Forestal o áreas de conservación <input type="checkbox"/> | | |
| Otro tipo PASTIZALES | | |
| Si afectó Fauna, Indicar el Tipo: | | |
| Amenazada por comercio | <input type="checkbox"/> | Endémicas <input type="checkbox"/> |
| Protegidas | <input type="checkbox"/> | En peligro de extinción <input type="checkbox"/> |
| Otro tipo? | | |
| Afectación a Comunidades: | | |
| Afectación No | | |
| Viviendas | <input type="checkbox"/> | Infraestructura productiva <input type="checkbox"/> |
| Bocatomas, acueductos | <input type="checkbox"/> | Infraestructura social <input type="checkbox"/> |
| Infraestructura Vial <input type="checkbox"/> | | |
| Comunidades Étnicas | | |
| Otro, Cuál? | | |
| Acciones Ejecutadas: | | |
| Acciones de Control | <input checked="" type="checkbox"/> | Acciones de Contención <input checked="" type="checkbox"/> |
| Acciones de Limpieza | <input checked="" type="checkbox"/> | Acciones de Recolección <input checked="" type="checkbox"/> |
| Otras acciones | | |
| Describa las Acciones | SE DA AVISO DE LO OCURRIDO E INMEDIATAMENTE LLEGA EL EJERCITO ASEGURAN EL ÁREA. EN ESE DÍA NO SE PUDO HACER NADA YA QUE EL EJERCITO VERIFICO QUE NO DEJARAN EXPLOSIVOS EN LA ZONA. SE DESPLIEGA PDC CON EL OPERADOR ENCARGADO. ASEGURAMIENTO DE LA ZONA CON INSTALACIÓN DE BARRERAS DE CONTENCIÓN Y PUNTO DE CONTROL, CONFINAMIENTO DE PRODUCTO | |

| | |
|---|---|
| DERRAMADO, RETIRO DE CAPA VEGETA, MONITOREOS FISICOQUIMICOS DE CALIDAD DE AGUA Y SUELOS. | |
| Apoyo Externo Requerido Requerido: | |
| Fuerza pública <input checked="" type="checkbox"/> | Entidades de SNGRD <input type="checkbox"/> |
| Otras, Cuáles? | |
| Listar las Entidades de apoyo del SNGRD y fuerza pública | |
| Reseña del Área Afectada: | |
| Adjunte informes y registro fotográfico a color (Archivo .jpg)de la atención del incidente; incluya la localización georeferenciada por cada evidencia fotográfica coordenadas geográficas o planas | 1617796_7_Copia de Copia de Copia de FORMATO_INFORME 1617812_8_Copia de Copia de Copia de FORMATO_INFORME_INICIAL POZO PIÑUÑA 3 Y 5.xlsx |
| Limitantes para la Atención de la Contingencia: | |
| Incluir la siguiente información: - Distancia en kilómetros del centro poblado más cercano-Vía de acceso principal a la zona-Medio de transporte asequible-Limitantes para la seguridad personal: Presencia de actores armados; -Propiedad sobre el Lugar: Privado - Público- | |
| Locación piñuña 3 y 5, con presencia de guerrilla en el área. | |

**ANEXO E.
FORMATO DE HECHOS OCURRIDOS EN LA ZONA DE ESTUDIO**

| FORMATO INFORME INICIAL/FINAL CONTINGENCIA | | | |
|---|---------------------------------|---|---|
| RESUMEN DE LA CONTINGENCIA | 1. TIPO DE CONTINGENCIA: | 2. FECHA DE OCURRENCIA DE LA CONTINGENCIA | 3. HORA DE OCURRENCIA |
| | LOCAL - INTERNA | 5/05/2014 | 6:30 |
| 4. EVALUACIÓN INICIAL (ORIGEN DEL DERRAME EN EL SITIO EXACTO): (NATURALEZA, AMENAZA, RIESGOS, ÁREA AFECTADA) Voldura cabezales Piñuña 3 y 5, además de placas de pozo impregnadas con hidrocarburo. No HAY inf. Final. Inicial allegado a la ANLA el 5 de mayo 2014 por correo electrónico. Rad. 4120-E1-22625. | | 5. ADJUNTE FOTO GEOREFERENCIADA EN FORMATO *.JPG:  | |
| E 1.059.122,55 y N 523.530,60 | | 7. FICHA DE PUNTO DE CONTROL PARA ATENCIÓN DE LA CONTINGENCIA DEL PLAN QUE APLICA: | 8. TIEMPOS DE DESPLAZAMIENTO EN HORAS: |
|  | | | |

| | |
|---|---|
| 10. DATOS RELEVANTES DE ATENCIÓN DE LA CONTINGENCIA. Volumen de Producto recuperado vs Producto involucrado en la contingencia (m3): | |
| 11. RESUMEN DE LAS ACCIONES A SEGUIR (DETALLE EN RESUMEN DE LAS ACCIONES REALIZADAS PARA ATENDER LA EMERGENCIA) | |
| HORA | |
| 6:40 | SE DA AVISO DE LO OCURRIDO E INMEDIATAMENTE LLEGA EL EJERCITO ASEGURAN EL ÁREA. |
| | EN ESE DÍA NO SE PUDO HACER NADA YA QUE EL EJERCITO VERIFICO QUE NO DEJARAN EXPLOSIVOS EN LA ZONA. |
| 16:00 | SE DESPLIEGA PDC CON EL OPERADOR ENCARGADO. |
| | ASEGURAMIENTO DE LA ZONA CON INSTALACIÓN DE BARRERAS DE CONTENCIÓN Y PUNTO DE CONTROL, CONFINAMIENTO DE PRODUCTO DERRAMADO, RETIRO DE CAPA VEGETA, MONITOREOS FISICOQUIMICOS DE CALIDAD DE AGUA Y SUELOS. |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | OBSERVACIONES |
| | ESTOS REPORTES AMBIENTALES SON DE LA FECHA 05/05/2014, YA QUE TIENE AÑOS DE OCURRIDO. ANLA LOS TIENE CERRADOS POR TANTO ELLOS ESTAN SOLICITANDO DARLE CUMPLIMIENTO CON EL AUTO 2690, DONDE NOS SOLICITA SUBIR LA INFORMACION A LA PLATAFORMA DE VITAL PARA DARLOS POR CONCLUIDOS. |
| | |
| | |
| | SE ENVIA EL MISMO FORMATO DE EXCEL YA QUE NO SE TIENE INFORMACION DE FORMATOS DE LA CONTINGENCIA POR LO TANTO SE ENVIA EL MISMO PARA EL REPORTE. |
| 12. ORGANIZACIÓN PARA RESPUESTA A LA EMERGENCIA | |
| (NOMBRES – CARGOS - TELÉFONOS) | |
| 1, NO DEFINIDO / NO REPORTADO | |