

**ESTUDIO DE PASIVOS AMBIENTALES GENERADOS POR LAS OBRAS Y  
ACTIVIDADES PETROLERAS EN COLOMBIA**

**EDWIN AUGUSTO ARISMENDI HENAO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS  
ESCUELA DE QUÍMICA  
MAESTRÍA EN QUÍMICA AMBIENTAL  
2013**

**ESTUDIO DE PASIVOS AMBIENTALES GENERADOS POR LAS OBRAS Y  
ACTIVIDADES PETROLERAS EN COLOMBIA**

**EDWIN AUGUSTO ARISMENDI HENAO**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Magíster  
en Química Ambiental**

**Director(a):**

**MARIANNY Y. COMBARIZA**

**Ph. D. en Química**

**Codirector:**

**CRISTIAN BLANCO TIRADO**

**Ph. D. en Química**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE QUÍMICA**

**MAESTRÍA EN QUÍMICA AMBIENTAL**

**2013**

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN	17
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
2. MARCO TEÓRICO	21
2.1 DIAGNÓSTICO REGULATORIO INSTITUCIONAL SOBRE PAs EN COLOMBIA	23
2.2 PROPUESTAS COLOMBIANAS PARA LA DEFINICIÓN DE PA	24
2.3 PASIVOS AMBIENTALES GENERADOS POR LAS OPERACIONES PETROLERAS	25
2.3.1 Sísmica	26
2.3.2 Perforación	26
2.3.3 Extracción	27
2.3.4 Transporte (Líneas de flujo y carreteras)	28
2.3.5 Inyección de residuos líquidos industriales al subsuelo	29
2.4 GESTIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES EN OTROS PAISES	29
3. METODOLOGÍA PARA EVALUAR PAs EN EL CAMPO SANTIAGO	32
3.1 REVISIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA SOBRE PAs	33
3.2 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PRIMARIA EN LA ZONA DE ESTUDIO	33
3.3 DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURA PETROLERA	33
3.4 CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA	33
3.5 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE PAs UTILIZANDO DIFERENTES MATRICES DE VALORACIÓN DE IMPORTANCIA AMBIENTAL	34
3.6 EVALUACIÓN ECONÓMICA EN EL PROCESO DE ANÁLISIS DE LOS PAs IDENTIFICADOS EN CAMPO SANTIAGO	35

3.6.1 Métodos de valoración económica	36
3.6.2 Costo Ambiental de los PAs	38
3.7 FORMULACIÓN DE MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL PARA CADA UNO DE LOS PAs ENCONTRADOS	44
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	46
4.1 DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURA PETROLERA DE CAMPO SANTIAGO	46
4.1.1 Extracción	46
4.1.2 Recolección	48
4.1.3 Tratamiento, Almacenamiento y Entrega	50
4.1.4 Transportes	56
4.2 CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA	57
4.2.1 Hidrología	58
4.2.2 Monitoreos Ambientales	61
4.2.3 Flora	70
4.2.4 Fauna	75
4.3 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE PAs UTILIZANDO DIFERENTES MATRICES DE VALORACIÓN	84
4.4 VALORACIÓN ECONÓMICA DE PASIVOS IDENTIFICADOS	106
4.5 FORMULACIÓN DE MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL PARA CADA UNO DE LOS PAS ENCONTRADOS	110
4.5.1 Ficha No. 1 Pozo de agua abandonado y desechos enterrados en las locaciones SAN-06 y SAN-10	112
4.5.2 Ficha No. 2 Pozo de agua abandonado en la Estación Palmar	113
4.5.3 Ficha No. 3 Ineficiencia Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas PTARD	115
4.5.4 Ficha No. 4 Ineficiencia sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales (STARI)	116
4.5.5 Ficha No. 5 Elevada concentración de cloruros en los alrededores de las piscinas y el cultivo de arroz	117

4.5.6 Ficha No. 6 Rebose Canal Aguas Residuales Industriales (ARI)	118
4.5.7 Ficha No. 7 Alteración de Hábitats y especies de fauna.	120
5. CONCLUSIONES	123
6. RECOMENDACIONES	126
BIBLIOGRAFÍA	127
ANEXOS	133

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Localización General Campo Santiago	19
Figura 2. Guía simplificada para la elección de métodos de valoración económica de impactos ambientales	37
Figura 3. Bloques de Campo Santiago	47
Figura 4. Distribución Líneas de flujo Bloque Upía	49
Figura 5. Esquema General Estación Santiago	51
Figura 6. Veredas del Área de Influencia directa	58
Figura 7. Principales cuerpos hídricos del área de influencia de Campo Santiago	60
Figura 8. Localización pozo de agua subterránea	85
Figura 9. Localización caneca enterrada	87
Figura 10. Localización pozo de agua subterránea	88
Figura 11. Localización PTARD	90
Figura 12. Localización Hallazgo	92
Figura 13. Localización Hallazgo	95
Figura 14. Mapa de isoconcentraciones de cloruros	96
Figura 15. Localización Hallazgo	98
Figura 16. Perfil Canal de ARI	100
Figura 17. Localización Hallazgo	101

## LISTA DE FOTOGRAFÍAS

	<b>Pág.</b>
Fotografía 1. Pozo Productor SAN -009	48
Fotografía 2. Pozo Inyector SAN -004	48
Fotografía 3. Manifold Central	52
Fotografía 4. Tanque de Separación	52
Fotografía 5. Separador de producción	53
Fotografía 6. Tanque de Separación	53
Fotografía 7. Separación de gas	54
Fotografía 8. Fiscalización y bombeo de crudo	54
Fotografía 9. Sistema de Tratamiento	55
Fotografía 10. Vertimiento al Caño Dumagua	55
Fotografía 11. Planta de Inyección de agua	56
Fotografía 12. Líneas de flujo	57
Fotografía 13. Río Cusiana de naturaleza lítica Mani/Casanare	58
Fotografía 14. Bajo inundable frente a la entrada de la Estación Santiago	61
Fotografía 15. Sistema de Separación de Grasas y Aceites API Aguas Asociadas	65
Fotografía 16. Sistema de Tratamiento Agua Residual Industrial	65
Fotografía 17. Sistema Tratamiento Aguas Residuales Domésticas	67
Fotografía 18. Cultivo de arroz	74
Fotografía 19. Cultivo de Palma de Aceite	74
Fotografía 20. Bosque de galería río Cusiana	75
Fotografía 21. Ganadería extensiva en sabana natural	75
Fotografía 22. Pozo abandonado utilizado anteriormente para uso doméstico en la locación.	86

Fotografía 23. Detalle de la tubería de succión, nótese las manchas de óxido de hierro	86
Fotografía 24. Caneca enterrada en el costado sur de la locación pozos Santiago 6 y 10	87
Fotografía 25. Pozo profundo en estado de abandono utilizado anteriormente para uso doméstico	89
Fotografía 26. Detalle del pozo abandonado Estación Palmar, nótese el estado de deterioro	89
Fotografía 27. Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas del Campo Santiago	91
Fotografía 28. Entrada Separadores API	93
Fotografía 29. Salida STARI (PC-9) Inicio canal de vertimiento	94
Fotografía 30. Canal ARI	97
Fotografía 31. Canal de ARI rebosado. Salida de ARI hacia los humedales circundantes	99
Fotografía 32. Humedal con grado de iridiscencia.	99
Fotografía 33. Iguana contaminada con hidrocarburos	102
Fotografía 34. Perro contaminado con aguas asociadas a producción de hidrocarburos en el canal ARI	102

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Equipo de profesionales	18
Tabla 2. Definición de PA en otros países de América	22
Tabla 3. Equivalencia cálculo de la importancia de la afectación ambiental	40
Tabla 4. Homologación de los criterios de ponderación de los parámetros y atributos	41
Tabla 5. Calificación de la importancia de la afectación ambiental	43
Tabla 6. Ítems de hallazgo y plan de acción de acción de las fichas de medidas	44
Tabla 7. Identificación y localización de pozos del bloque Upía	46
Tabla 8. Fuentes hídricas superficiales en el Área de Influencia Campo Santiago	59
Tabla 9. Monitoreos de aguas residuales industriales Campo Santiago	63
Tabla 10. Monitoreo Aguas Residuales Domésticas Campo Santiago	67
Tabla 11. Ubicación Estaciones de Muestreo Calidad Aire Campo Santiago	69
Tabla 12. Parámetros Calidad Aire Campo Santiago	69
Tabla 13. Unidades de cobertura vegetal	72
Tabla 14. Registro visual de especies de reptiles realizados en el área	77
Tabla 15. Registro visual de especies de reptiles realizados en el área de Campo Santiago	78
Tabla 16. Registro visual de avifauna realizados en el área influencia	79
Tabla 17. Registro visual de mastofauna realizados en el área del bloque UPIA B	83
Tabla 18. Análisis de los PAs encontrados en el Hallazgo 1	88
Tabla 19. Análisis de los PAs encontrados en el Hallazgo 2	90
Tabla 20. Análisis de los PAs encontrados en el Hallazgo 3	92
Tabla 21. Análisis de los PAs encontrados en el Hallazgo 4	94
Tabla 22. Análisis de los PAs del Hallazgo 5	97

Tabla 23. Análisis de los PAs encontrados en el Hallazgo 6	100
Tabla 24. Análisis de los PAs encontrados en el Hallazgo 7	103
Tabla 25. Pasivos Ambientales	104
Tabla 26. Valores de afectación ambiental (I)	107
Tabla 27. Costos Ambientales de los PAs identificados	109
Tabla 28. Fichas elaboradas por PAs	111
Tabla 29. Gasto defensivo ficha No 1.	113
Tabla 30. Gasto defensivo ficha No 2.	114
Tabla 31. Gasto defensivo ficha No 3.	115
Tabla 32. Gasto defensivo ficha No 4.	117
Tabla 33. Gasto defensivo ficha No 5.	118
Tabla 34. Gasto defensivo ficha No 6.	120
Tabla 35. Gasto defensivo ficha No 7.	121

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
ANEXO A. Marco jurídico para estudios ambientales	133
ANEXO B. Metodologías matrices de valoración	141
ANEXO C. Matrices de valoración	156
ANEXO D. Fichas de manejo	169

## RESUMEN

**TÍTULO:** ESTUDIO DE PASIVOS AMBIENTALES GENERADOS POR LAS OBRAS Y ACTIVIDADES PETROLERAS EN COLOMBIA.\*

**AUTOR:** Edwin Augusto Arismendi Henao\*\*

**PALABRAS CLAVES:** Pasivo Ambiental, Valoración Económica, Ecosistemas

### CONTENIDO:

En Colombia el gobierno nacional ha facilitado a las compañías petroleras, nacionales y extranjeras, la exploración y explotación de petróleo sin fijar una normatividad definida sobre Pasivos Ambientales (PAs) generados por estas actividades. Debido a esto no es posible exigir la remediación oportuna de los daños causados ni las compensaciones debidas a las compañías petroleras. A lo largo de muchos años las actividades de explotación, extracción, transporte y almacenamiento de crudo y gas en el país han generado grandes volúmenes de PAs. Estos PAs eventualmente afectan la calidad de aguas superficiales y subterráneas, aire, suelos, y adicionalmente impactan negativamente los bosques, causan la desecación de humedales y la destrucción completa de ecosistemas base del sustento de poblaciones campesinas e indígenas.

En Colombia se han tratado PAs en la refinería de ECOPETROL en Barrancabermeja y en los bloques del Catatumbo y Tibú en el departamento de Norte de Santander. Teniendo en cuenta los muy pocos estudios sobre PAs en Colombia, es necesaria la identificación de los muchos tipos de PAs generados por la industria petrolera en todo el país para facilitar toma de decisiones relacionadas con su recuperación o mitigación.

Las operaciones petroleras de Campo Santiago han generado reclamos por parte de la comunidad aledaña debido a la afectación de fauna, flora y cuerpos hídricos (superficiales y subterráneas) del área de influencia del Campo. Por esta razón se quiere identificar los PAs que han generado estas afectaciones al medio ambiente y posteriormente proponer acciones para recuperar o mitigar dichos impactos acumulados.

---

\* Proyecto de Grado

\*\* Facultad de Ciencias. Escuela de Química. Director: Ph.D Marianny Combariza. Codirector: Ph.D Cristian Blanco.

## ABSTRACT

**TITLE:** ENVIRONMENTAL LIABILITIES STUDY GENERATED BY OIL WORKS AND ACTIVITIES IN COLOMBIA\*

**AUTHOR:** Edwin Augusto Arismendi Henao\*\*

**KEY WORDS:** Environmental Liabilities, Economic Valuation, Ecosystems

### CONTENT:

In Colombia the government has provided to the oil companies, domestic and foreign, exploration and operation of oil without setting a definite regulations on Environmental Liabilities generated by these activities. Because it is not possible to require the timely remediation of damage or compensation due to the oil companies. Over many years the activities of exploration, extraction, transportation and storage of oil and gas in the country have generated large volumes of Environmental Liabilities. These Environmental Liabilities eventually affect the quality of surface and ground water, air, soils, and forests further negative impact , causing drainage of wetlands and ecosystems complete destruction of the livelihood base of rural and indigenous populations .

In Colombia PAs have been treated in the ECOPETROL refinery in Barrancabermeja and the Catatumbo and Tibú blocks in the department of Norte de Santander. Given the very few studies on Environmental Liabilities in Colombia, it is necessary to identify the many types of Environmental Liabilities generated by the oil industry throughout the country to facilitate decision making related to recovery or mitigation.

Field Oil operations Santiago has generated complaints from the surrounding community due to the involvement of fauna, flora and water bodies (surface and underground ) area of influence of the field. For this reason you want to identify Environmental Liabilities that have generated these effects to the environment and then propose actions to recover or mitigate these cumulative impacts.

---

\* Graduation Proyect

\*\* Faculty of Sciences. School of Chemistry. Director: Ph.D Marianny Combariza. Codirector: Ph.D. Cristian Blanco

## INTRODUCCIÓN

El Campo Santiago se encuentra ubicado en la vereda Belgrado, a 12km del casco urbano del Municipio de Maní (Casanare) cuenca de los Llanos margen occidental del río Cusiana. En la actualidad ECOPETROL S.A. explota el Campo, que fue descubierto en 1984 con la perforación del pozo Santiago 001 y es comercial desde el año 1986.

Las operaciones petroleras en campo Santiago han generado pasivos ambientales **(PAs)** que han afectado el medio ambiente y el entorno social del área de influencia del campo. Por esta razón el objetivo principal de este trabajo de aplicación es identificar y valorar los PAs generados por las obras y actividades petroleras del campo y posteriormente formular medidas de manejo ambiental con recomendaciones a ejecutar para cada pasivo identificado, de manera que se contribuya a prevenir, controlar, minimizar y/o compensar los daños causados a los medios biótico, abiótico y social. Adicionalmente, este trabajo constituye uno de los primeros esfuerzos orientados a la evaluación económica de PAs producidos por actividades de explotación petroleras en el país.

En el sector de hidrocarburos los PAs se definen como los daños ambientales causados durante la construcción y operación de proyectos de exploración, producción, almacenamiento, transporte, transformación y distribución de hidrocarburos que tienden a permanecer no resueltos en el tiempo (URIBE, 2011). La recuperación de PAs es complicada debido a las características fisicoquímicas del hidrocarburo, los elevados costos para aislamiento y control, la falta de identificación de responsables y en otros casos la falta de tecnologías apropiadas para su recuperación.

Para la realización del estudio se contó con la colaboración de un equipo de profesionales con experiencia en estudios ambientales en el sector de hidrocarburos, que se referencia en la Tabla 1.

**Tabla 1. Equipo de profesionales**

COORDINADOR
INGENIERO AMBIENTAL
INGENIERO DE PETRÓLEOS
INGENIERO CIVIL
INGENIERO SIG
INGENIERO FORESTAL
BIÓLOGO
AUXILIAR DE INGENIERIA

Fuente: El autor

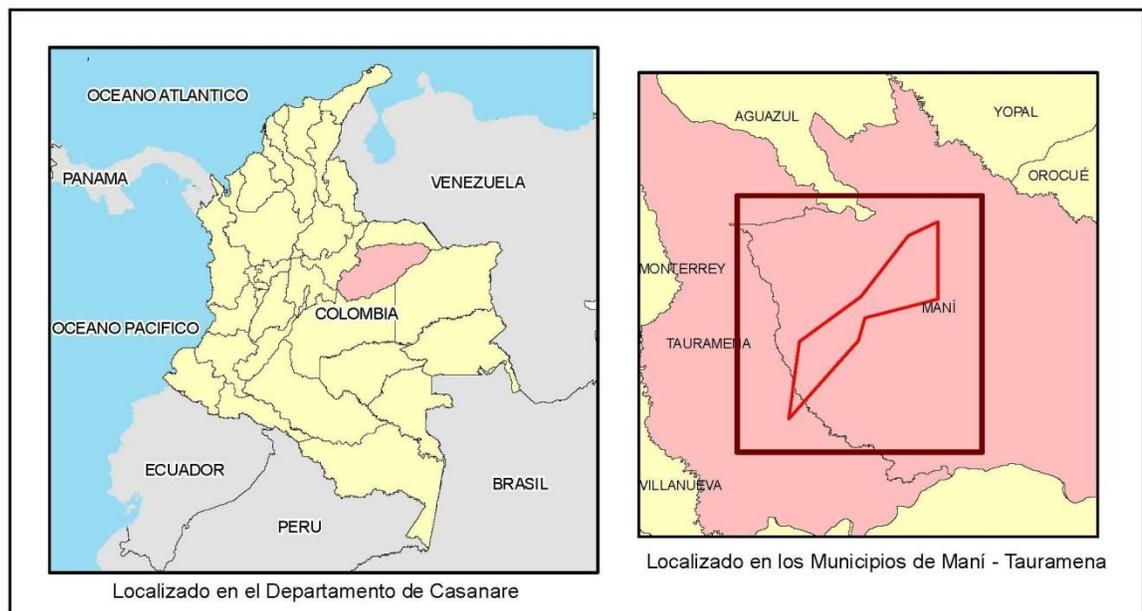
La metodología propuesta para la realización del estudio incluye revisión de información secundaria disponible sobre PAs; trabajo de campo de 15 días para recolección de información primaria; descripción de las instalaciones e infraestructura de campo Santiago; caracterización ambiental del área de influencia (flora, fauna, hidrología y monitoreos de calidad de agua, aire y ruido); identificación y evaluación de los PAs no recuperados presentes en el área utilizando matrices de importancia (Leopold 1971, Conesa 1997 y Metodología ECOPETROL S.A. 2012); adicionalmente se incluyó una evaluación económica en términos cuantitativos que permite asignar valor monetario a los PAs significativos derivados de la operación del Campo; Finalmente se formularon las medidas de manejo ambiental para cada pasivo identificado.

Los impactos esperados de este estudio, se relacionan con prevenir, controlar, minimizar, recuperar y/o compensar los PAs generados por las operaciones de campo Santiago, y con la formulación de medidas de manejo para cada pasivo identificando, con el fin de recuperar y conservar los ecosistemas afectados.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El gobierno nacional ha facilitado a las compañías petroleras, nacionales y extranjeras, la exploración y explotación de petróleo en Colombia sin fijar una normatividad definida sobre PAs generados por estas actividades. Debido a esto no es posible exigir la remediación oportuna de los daños causados ni las compensaciones debidas a las compañías petroleras. A lo largo de muchos años las actividades de explotación, extracción, transporte y almacenamiento de crudo y gas en el país han generado grandes volúmenes de PAs. Estos PAs eventualmente afectan la calidad de aguas superficiales y subterráneas, aire, suelos, y adicionalmente impactan negativamente los bosques, causan la desecación de humedales y la destrucción completa de ecosistemas base del sustento de poblaciones campesinas e indígenas. (ROA, 1990).

**Figura 1. Localización General Campo Santiago**



Fuente: A.C.I. Proyectos S.A., 2012

En Colombia se han tratado PAs en la refinería de ECOPETROL en Barrancabermeja y en los bloques del Catatumbo y Tibú en el departamento de Norte de Santander. Teniendo en cuenta los muy pocos estudios sobre PAs en Colombia, es necesaria la identificación de los muchos tipos de PAs generados por la industria petrolera en todo el país para facilitar toma de decisiones relacionadas con su recuperación o mitigación.

Las operaciones petroleras de Campo Santiago han generado reclamos por parte de la comunidad aledaña debido a la afectación de fauna, flora y cuerpos hídricos (superficiales y subterráneas) del área de influencia del Campo. Por esta razón se quiere identificar los PAs que han generado estas afectaciones al medio ambiente y posteriormente proponer acciones para recuperar o mitigar dichos impactos acumulados.

## 2. MARCO TEÓRICO

El Pasivo Ambiental se define como una situación ambiental causada por el hombre en el pasado, con deterioro progresivo en el tiempo que representa actualmente un riesgo al ambiente y la calidad de vida de las personas, animales y plantas. Un pasivo ambiental afecta negativamente la calidad del agua, el suelo, el aire y los ecosistemas. Los PAs se producen a lo largo del tiempo por las actividades del hombre, ya sea por desconocimiento, negligencia, o por accidentes (Sociedad de Minas, Petróleo y Energía del Perú).

Los PAs en el sector de hidrocarburos en Colombia se definen como “... *daños ambientales causados durante la construcción y operación de proyectos de exploración, producción, almacenamiento, transporte, transformación y distribución de hidrocarburos que tienden a permanecer no resueltos en el tiempo, y que se generan como consecuencia de eventos de contaminación o deterioro ambiental no permitidos por las normas vigentes*”. (URIBE, 2011).

En el sector de hidrocarburos los PAs se dividen en **no-huérfanos** y **huérfanos**. Los primeros son los PAs cuyo causante es identificable y al cual resulta posible exigirle a la empresa petrolera la remediación oportuna de los daños causados y las compensaciones debidas. Los PAs huérfanos son los PAs cuyo causante no es identificable, o por cualquier razón no resulta posible exigirle la remediación oportuna de los daños causados y las compensaciones debidas. (URIBE, 2011).

En la Tabla 2 se presentan las definiciones de PAs utilizadas por diversos países en América.

**Tabla 2. Definición de PA en otros países de América**

PAÍS	ENTIDAD	DEFINICIÓN
Estados Unidos	Environmental Protection Agency (EPA)	“Una <b>obligación</b> de incurrir en un <b>costo</b> futuro, como consecuencia de una actividad, o <b>conducta</b> , realizada en el presente o el pasado que puede <b>afectar el ambiente</b> de manera adversa”
Perú	Sociedad de Minas, Petróleo y Energía del Perú	“Aquella <b>situación ambiental</b> que, generada por el hombre en el pasado y con <b>deterioro progresivo</b> en el tiempo, representa actualmente un <b>riesgo al ambiente</b> y la calidad de vida de las <b>personas</b> . Un PA puede afectar la calidad del agua, el suelo, el aire, y los ecosistemas deteriorándolos. Estos han sido <b>generalmente</b> producidos por las actividades del hombre, ya sea por <b>desconocimiento, negligencia, o por accidentes</b> , a lo largo de su historia”
México	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México – SEMARNAT	“Aquellos <b>sitios contaminados</b> por la liberación de materiales o residuos peligrosos, que no fueron remediados oportunamente para impedir la dispersión de contaminantes, pero que <b>implican una obligación de remediación</b> . En esta definición se incluye la contaminación generada por una emergencia que tenga efectos a largo plazo sobre el ambiente”
Chile	CONAMA (Comisión Nacional de Medio Ambiente)	“Corresponde a los <b>impactos negativos acumulados</b> por largo tiempo y afectan la calidad de vida de las personas”.
Brasil		“ <b>Depósitos antiguos y sitios contaminados</b> que producen <b>riesgos</b> para el bienestar de la colectividad, de acuerdo con evaluaciones técnicas avaladas por la autoridad competente”.

Fuente: Eduardo Uribe GSD, 2011

## 2.1 DIAGNÓSTICO REGULATORIO INSTITUCIONAL SOBRE PAs EN COLOMBIA

Actualmente nuestro país no tiene una política definida para la gestión de PAs del sector de hidrocarburos. Según la Universidad Nacional de Colombia<sup>1</sup> las causas son muy variadas e incluyen entre otras:

- No existe una definición formal de PAs en la regulación Colombiana.
- Jurídicamente no se han definido los conceptos de la remediación, restauración, descontaminación o recuperación ambiental.
- No se han asignado funciones explícitas para la identificación, registro, evaluación, priorización, seguimiento y la gestión de los PAs del sector de hidrocarburos.
- No se han previsto los procesos institucionales, ni los mecanismos de coordinación (Ministerio de Ambiente y Ministerio de Minas y energía) para la gestión de los PAs del sector de hidrocarburos.
- No hay claridad en los requisitos de la devolución de áreas al finalizar contratos a la Agencia Nacional de Hidrocarburos (***Legislación Ambiental Colombiana***).
- El control del MAVDT solo se ejerce durante la vigencia de la Licencia Ambiental.
- La generación del Pasivo Ambiental se puede presentar en la fase de abandono del área.

Sin embargo, para la protección y manejo de los recursos naturales y del medio ambiente en el sector Hidrocarburo, en Colombia se cuenta con un marco normativo que incluye leyes, decretos, resoluciones y directivas ministeriales que se incluyen en el **Anexo A**.

---

<sup>1</sup>Manejo de áreas devueltas con PAs sector hidrocarburos, UNAL. 2009.

## 2.2 PROPUESTAS COLOMBIANAS PARA LA DEFINICIÓN DE PA<sup>2</sup>

A pesar de no haber una definición formal de PA en la regulación nacional, algunas instituciones han propuesto definiciones de PAs desde perspectivas legales, económicas y ambientales.

Según la Universidad Nacional de Colombia: “*Un PA es una **deuda** generada por una **obligación** legal, administrativa, contractual o judicial (o incluso asumida de manera voluntaria y unilateral), dentro del marco de un **contrato** de exploración o producción y que **implica pagar**, compensar, manejar, reparar, prevenir o mitigar los efectos ambientales negativos causados por una persona (natural o jurídica) en el desarrollo de un proyecto, obra o actividad, que ha **superado el límite** establecido entre el impacto (pasado o actual o futuro) permitido y el daño ambiental generado, representando un **riesgo** actual o potencial, conocido o imprevisto ya sea por enterramiento, abandono, almacenamiento inapropiado subterráneo o superficial de residuos peligrosos, manufactura, uso, lanzamiento, o amenazas de lanzar sustancias particulares o actividades que afecten el **ambiente** y los **derechos** de las personas.*”

Según la empresa Econometría S.A, el PA es una “**obligación**, deuda o cuenta por pagar resultante de la obligación de cubrir el costo de reparar un **daño al medio ambiente**, impacto negativo o efecto adverso, resultado de una actividad antrópica” (**Econometría S.A., Valoración de pasivos ambientales en Colombia, énfasis sector eléctrico. 2002, p. 7**)

---

<sup>2</sup>URIBE, Eduardo. Estrategias para la resolución de pasivos ambiental del sector hidrocarburos en Colombia. p.25. 2011.

Según la Universidad de los andes, el PA es “*la **obligación** de asumir el costo de un **deterioro ambiental** del suelo, el aire, el agua o la biodiversidad, que no fue oportuna y/o adecuadamente mitigado, compensado, manejado, corregido o reparado*”. (Universidad de los Andes, 2008)

Igualmente la Universidad de los Andes define **Pasivo huérfano** como “*aquel en el cual no es posible identificar al sujeto responsable de iniciar las acciones de recuperación del PA... Es decir, que el pasivo huérfano es todo aquel pasivo cuyos costos de recuperación deben **ser asumidos por el Estado***.” (Universidad de los Andes, 2008).

Los PAs se definen como “*daños generados a los bienes y servicios ambientales de la sociedad, causados por las operaciones de la industria petrolera, que tienden a permanecer no resueltos en el tiempo*” (Mendieta, 2012).

### **2.3 PASIVOS AMBIENTALES GENERADOS POR LAS OPERACIONES PETROLERAS**

Para la extracción del petróleo del subsuelo existen una serie de procesos operacionales (Sísmica, Perforación, Extracción, Mantenimiento de pozos y Transporte) que generan **contaminación** y **deforestación** del medio ambiente. Igualmente, la disposición de residuos líquidos industriales por medio de pozos inyectoros puede generar contaminación al subsuelo.

Los tipos de contaminación generados por las operaciones petroleras son:

- Químicos, por derrame a cuerpos de agua y al suelo de petróleo crudo, derivados y químicos que se utilizan para facilitar la extracción petrolera.
- Atmosféricos y lumínicos, generados por la quema de gas en las teas.

- Sonoros, debido a las detonaciones que tienen lugar en la sísmica y por el funcionamiento de los equipos y maquinas utilizadas en los diferentes procesos.

La deforestación se produce principalmente durante la construcción de las plataformas de perforación, sísmica, campamentos, helipuertos, construcción de vías y tendidos de líneas de flujo, debido a la extracción de madera de los bosques aledaños a la actividad petrolera.

A continuación se describen los procesos operacionales y los pasivos ambientales que se generan:

**2.3.1 Sísmica.** Proceso geofísico que consiste en crear temblores artificiales de tierra, con el uso de explosivos que causan ondas que permiten hacer una ecografía del subsuelo, donde aparecen las diversas estructuras existentes, incluyendo las que potencialmente pueden almacenar hidrocarburos. Para las explosiones se perforan pozos entre 2 y 10 metros, sobre una línea recta. El diámetro del hueco es de 5 y 10 centímetros. (Rosanía, 1993).

Entre los pasivos identificados en la sísmica se tienen:

- Deforestación debido a la apertura de trochas y a la construcción de campamentos provisionales y helipuertos.
- Las explosiones generan desplazamiento de fauna por efecto del ruido y muerte de peces cuando las detonaciones son en el agua (Patin, 1999). Estas detonaciones afectan también acuíferos produciéndose contaminación de aguas de pozos.
- Contaminación por vertimientos sobre cuerpos de agua o en el suelo.

**2.3.2 Perforación.** Durante la perforación se generan desechos industriales como lo son los cortes de perforación, los cuales pueden incluir en sus lixiviados metales pesados, sustancias radioactivas y otros elementos contaminantes. Entre mayor

es la profundidad de perforación, se generan mayor cantidad de desechos, los cuales contienen niveles más altos de toxicidad (BRAVO, 2007).

Para la perforación se utilizan lodos de perforación, en base agua o aceite. Todos estos desechos son depositados en piscinas abiertas a la intemperie sin ningún tratamiento. En estas piscinas se vierten también los desechos que se generan cuando se reacondicionan los pozos petroleros, se limpian de crudo u otras sustancias que se adhieren a la tubería. Estas piscinas abiertas son un importante foco de contaminación, cuando la lluvia es abundante se producen desbordamientos que generan contaminación de suelos y cuerpos de aguas aledaños.

Otra fuente de contaminación generada en la fase de perforación es el ruido constante procedente de las torres de perforación y el movimiento constante de vehículos. Este ruido produce desplazamiento de fauna y cambios en su comportamiento alimenticio y reproductivo.

La presencia de plataformas altera el comportamiento de la vida silvestre, sobre todo cuando la infraestructura está ubicada en el sitio de apareamiento, desove, alimentación y rutas de migración de algunas especies.

**2.3.3 Extracción.** La primera fase de la extracción es exploratoria, para evaluar el tamaño de las reservas existentes. Una vez perforado el pozo, se extrae una cantidad de crudo diariamente. El crudo extraído (desecho de pruebas) es colocado en la piscina de desecho, contribuyendo aún más a la contaminación presente en estas piscinas. En otros casos se quema. Se calcula que por cada pozo se generan unos 42.000 galones de desechos de pruebas (REYES Y AJAVIL, 2005). Una vez declarada su viabilidad comercial, se incrementa el número de pozos, y con ello los pasivos antes descritos.

Al igual que en la fase de Perforación, en la fase de extracción se utilizan piscinas de desechos, que pueden rebosar y generar migración de contaminantes a las áreas aledañas entre las que pueden ser esteros, ríos, acuíferos, lagunas, zonas boscosas o áreas agrícolas. Cuando el pozo empieza a extraer petróleo de manera regular, se realiza cada año o dos veces al año su reacondicionamiento y los desechos tóxicos se vierten a las piscinas. Después de la fase de extracción se debe retirar las estructuras de estas piscinas con el fin de no alterar el paisaje por introducción de elementos ajenos al paisaje natural. Igualmente se puede ocasionar alteración de la calidad fisicoquímica de fuentes las fuentes hídrica, alteración de hábitat y especies en ecosistemas acuáticos (lenticos y loticos).

**2.3.4 Transporte (Líneas de flujo y carreteras).** El crudo extraído de los pozos petroleros se transporta por oleoductos a una estación central donde se le hace tratamiento (separación de agua y gas del crudo), posteriormente este crudo se transporta a otra estación para su exportación. El agua de formación y el gas separado también son transportados por líneas de flujo para su tratamiento y disposición. Miles de kilómetros están atravesados por oleoductos y líneas de flujo en zonas de explotación petrolera. Los oleoductos y las líneas de flujo pueden estar enterradas o tendidas en la superficie, convirtiéndose en una fuente de contaminación debido a derrames ocasionados por rupturas accidentales, atentados o por goteo rutinario debido al envejecimiento de la tubería. (BRAVO, 2007).

Las consecuencias de los derrames varían de acuerdo con el tipo de crudo transportado, el tamaño del derrame, las condiciones climáticas al momento del derrame y de los ecosistemas cercanos. Cuando el derrame llega a un cuerpo de agua, los componentes más pesados tienden a hundirse en los sedimentos, provocando una contaminación constante del agua que afecta la fauna acuática y fundamentalmente las especies que viven en el fondo de los sistemas lénticos y lóticos. Este tipo de incidentes contribuyen a la desaparición de especies sensibles

a la contaminación. Igualmente el petróleo quemado es una fuente de contaminación que se transporta con el aire y se deposita con las lluvias.

La contaminación en el suelo por petróleo hace que los compuestos solventes se filtren, y los sólidos y grasas permanezcan superficie o sean llevados hacia tierras más bajas. La contaminación del suelo provoca la destrucción de los microorganismos del suelo provocando un desequilibrio ecológico general.

Cuando los derrames se producen en el mar y las condiciones de limpieza son óptimas, se tiene un promedio de recuperación de crudo del 10 al 15%. Debido a esto se tienen efectos a largo plazo ya que el crudo permanece en los sedimentos, constituyendo una fuente continua de contaminación. (BRAVO, 2007).

**2.3.5 Inyección de residuos líquidos industriales al subsuelo.** La inyección profunda en pozos es una tecnología de disposición de residuos que ha sido utilizada durante décadas en el sector petrolero.

El agua que se inyecta en estos pozos representa el residuo de mayor incidencia ambiental de la actividad petrolera, teniendo en cuenta las características químicas y las concentraciones que tiene.

Esta actividad puede ocasionar contaminación a las aguas subterráneas y los acuíferos aledaños a la zona del pozo inyector.

## **2.4 GESTIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES EN OTROS PAISES<sup>3</sup>**

En **Canadá** en la década de los 80 algunas petroleras comenzaron a dejar pozos abandonados debido a su insolvencia económica. A comienzos de los 90 el gobierno inició a desarrollar estrategias para manejar los pasivos ambientales de

---

<sup>3</sup> URIBE, Eduardo. Estrategias para la resolución de pasivos ambiental del sector hidrocarburos en Colombia. p.4 - 7. 2011.

los pozos abandonados y huérfanos (URIBE, 2011). Las estrategias adoptadas fueron:

- **Estrategia regulatoria**

La legislación Canadiense hace una clara definición de responsabilidades privadas y públicas. Igualmente le asigna a la industria petrolera el costo de financiar la remediación de los pasivos (costos fiscales).

- **Estrategia Organizacional**

Se crea la '**Asociación de Pozos Huérfanos**', la cual es la encargada de la evaluación, cierre y seguimientos de los pozos improductivos y huérfanos.

- **Estrategia Financiera**

Se crea un fondo para la remediación de pasivos ambientales (público y privado). Adicionalmente cada empresa petrolera debe pagar una tasa anual, proporcional al número de pozos inactivos. Se remedian 300 casos de pasivos ambientales a un costo de 20 millones de dólares.

En **Estados Unidos**, en el año de 1989 encalló el tanquero Exxon Valdez, derramando 11 millones de galones de crudo. El país no tenía una regulación adecuada, no tenía definición de responsabilidades institucionales ni claridad sobre la financiación de la remediación. Tal como ocurrió en Canadá, en Estados Unidos se formulan estrategias (regulatoria, organizacional y financiera) para la atención de pasivos ambientales. (URIBE, 2011)

- **Estrategia regulatoria**

El congreso de Estados Unidos promulga el "OIL POLLUTION ACT" en 1990 con el ánimo de prevenir y responder a los derrames de petróleo, mediante el establecimiento de disposiciones por parte del gobierno federal para proporcionar los recursos necesarios y responder a los derrames de crudo. El Gobierno Federal

(Guardia Costera) queda encargada del control de la contingencia. Toda la responsabilidad económica (todos los costos) es responsabilidad de la empresa que contamina.

- **Estrategia Organizacional**

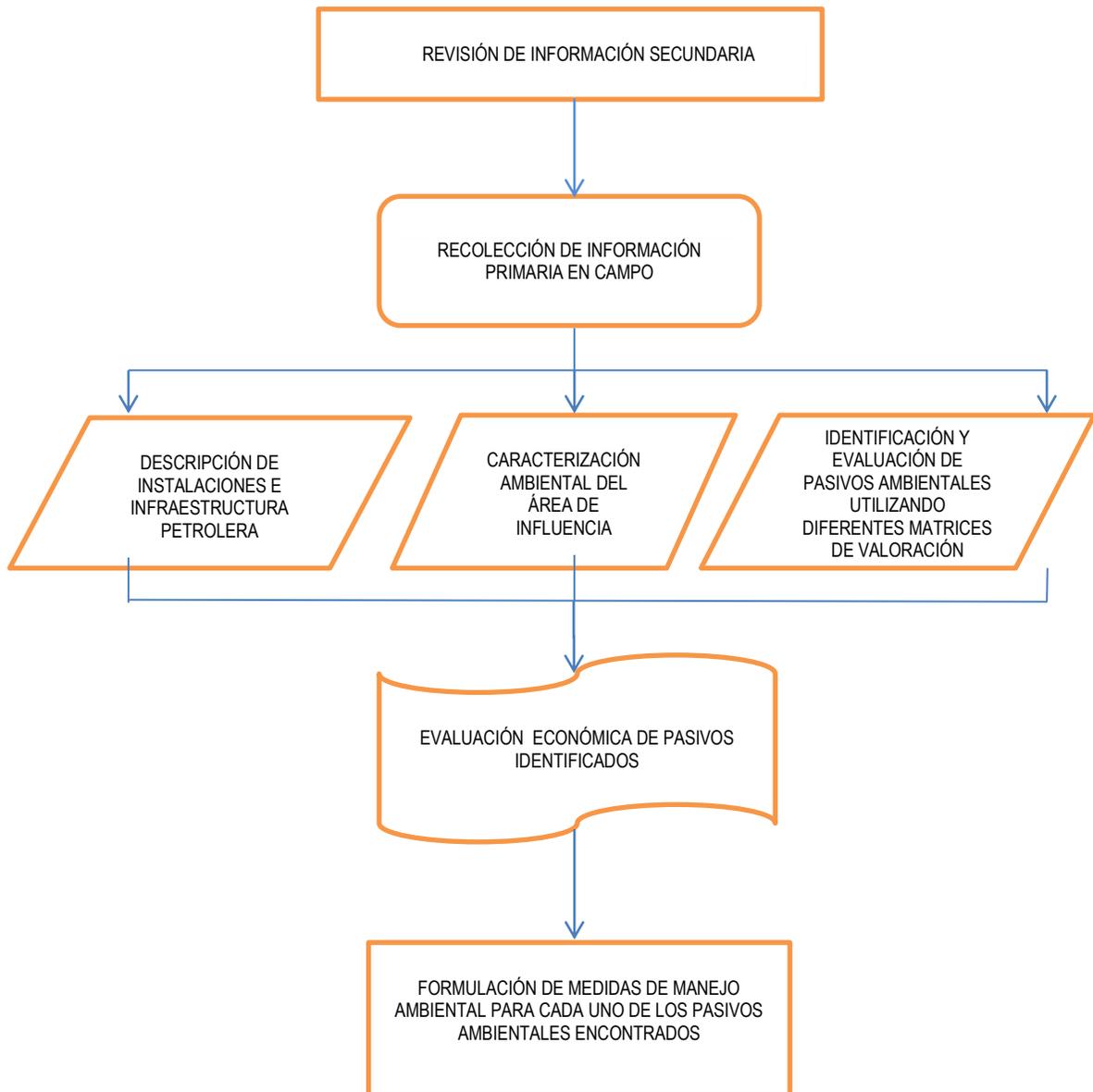
Se crea el Servicio Nacional de Respuesta (NRS) para la limpieza inmediata de derrames de petróleo o de cualquier otra sustancia peligrosa. Se define que el costo de las operaciones de limpieza recaerá totalmente sobre el causante del daño (Exxon 2,5 mil millones de dólares por remediación y 1.1 mil millones de dólares en compensaciones y otros pagos adicionales).

En 1991 en **México**, se clausura la refinería “18 de Marzo” propiedad de PEMEX (Ciudad de México) después de 58 años de vida útil. Esta refinería era fuente importante de gases COV, NOx y SOx, y causó contaminación por hidrocarburos en el suelo y el subsuelo. El estado federal, PEMEX y el distrito federal (DF) comenzaron la remediación de pasivos ambientales y la recuperación del sitio, como resultado de una reestructuración de las políticas ambientales nacionales. El gobierno federal, el DF y PEMEX acometieron la solución de manera coordinada y convirtieron los predios de la refinería en el “Parque Bicentenario” (2010). La financiación de esta solución fue de carácter público, las entidades involucradas aportaron recursos por USD 45 millones. (URIBE, 2011).

Según estas experiencias internacionales se concluye que para la gestión de pasivos ambientales generados por la industria petrolera se requieren de estrategias (regulatoria, organizacional y financiera). Igualmente para el desarrollo de estas estrategias se debe contar con una visión de largo plazo y una coordinación de la autoridad ambiental para el desarrollo de las tareas de evaluación, remediación y seguimiento de PAs.

### 3. METODOLOGÍA PARA EVALUAR PAS EN EL CAMPO SANTIAGO

La metodología utilizada en el presente estudio se explica a continuación:



### **3.1 REVISIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA SOBRE PAs**

Se revisó toda la información disponible sobre PAs (nacional e internacional), haciendo énfasis en estudios realizados en la industria petrolera, artículos y memorias de conferencias sobre el tema.

### **3.2 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PRIMARIA EN LA ZONA DE ESTUDIO**

Se realizó un trabajo de campo de 15 días en toda el área de influencia de Campo Santiago, haciendo recorridos de observación directa teniendo en cuenta las coberturas naturales y antrópicas presentes en el área.

### **3.3 DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURA PETROLERA**

Se hizo una descripción de las instalaciones e infraestructura petrolera de campo Santiago, de acuerdo con los siguientes sectores:

- Extracción
- Recolección
- Tratamiento, almacenamiento y entrega
- Transportes

### **3.4 CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA**

Para la caracterización ambiental del área de influencia se utilizó información secundaria suministrada por PETROBRAS COLOMBIA LIMITED y ECOPETROL S.A. e información primaria recolectada en campo. Los componentes tenidos en cuenta para la caracterización ambiental fueron:

- **Hidrología:** Identificación sistemas lenticos y loticos, Inventario de captaciones de agua subterránea
- **Monitoreos Ambientales<sup>4</sup>:** Aguas Superficiales, Aguas subterráneas, Aguas residuales domésticas e industriales, Calidad de aire y Ruido
- **Flora:** Se describieron las áreas según el tipo de cobertura vegetal y/o usos del suelo.
- **Fauna:** Se identificaron las especies faunísticas y hábitats asociados en el área de estudio.

### **3.5 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE PAS UTILIZANDO DIFERENTES MATRICES DE VALORACIÓN DE IMPORTANCIA AMBIENTAL**

Se propone una metodología **cuali-cuantitativa** para evaluar los PAS de las actividades petroleras de Campo Santiago, utilizando diferentes tipos de Matrices de valoración de importancia ambiental (Leopold 1971, Conesa 1997 y Metodología ECOPETROL S.A. 2012). La metodología si bien es descriptiva, permite un análisis integrado, global y multidisciplinario de los PAS originados, calificando y priorizando la importancia que presenta cada uno de estos sobre los diferentes componentes ambientales. Como resultado de esta metodología, se genera una Matriz General Consolidada de Evaluación de PAS identificados en Campo Santiago, para posteriormente realizar la valoración económica de cada pasivo valorado.

Las Matrices tanto cualitativas como cuantitativas a desarrollar son las siguientes:

- Matriz Cualitativa de Identificación de PAS (Metodología Leopold 1971).
- Matriz Cuantitativa de Identificación y Valoración de PAS (Metodología Conesa 1997).

---

<sup>4</sup>Red de Monitoreos de Campo Santiago 2011-2012

- Matriz General Consolidada de Evaluación de PAs (Metodología para la identificación y evaluación de impactos ambientales ECOPETROL S.A. 2012).

Las metodologías para el desarrollo de las matrices en mención se presentan en el **Anexo B**.

### **3.6 EVALUACIÓN ECONÓMICA EN EL PROCESO DE ANÁLISIS DE LOS PAS IDENTIFICADOS EN CAMPO SANTIAGO**

Para el desarrollo de la evaluación económica se utilizaron los lineamientos y requerimientos establecidos por la “**Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales**” adoptada normativamente a través de la **Resolución 1503 del 4 de agosto de 2010**, expedida por el entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT-, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS-, en lo concerniente al numeral 2.3.2 de **Evaluación Económica** considerado como parte integral del numeral 2.3 correspondiente a la **Evaluación Ambiental**.

Partiendo de los resultados del análisis integrado y holístico de los pasivos derivados del desarrollo de las actividades del Campo, se valoraron en términos económicos los pasivos que resulten clasificados como **críticos y severos**, según la calificación establecida en la “**Metodología para el Cálculo de Multas por Infracción a la Normatividad Ambiental**” acogida con la **Resolución 2086 de 2010 del MAVDT**. Para establecer el valor en términos monetarios de cada uno de los pasivos priorizados, se implementó el método más idóneo, descrito en la “**Guía metodológica para la valoración económica de bienes, servicios ambientales y recursos naturales**” adoptada por el MAVDT (ahora MADS), mediante **Resolución 1478 de 2003**, de tal manera que se obtengan valores monetarios próximos a la realidad, ello con el ánimo de evitar sobre o sub valoraciones de dichos pasivos. (MORENO & USSA, 2012)

**3.6.1 Métodos de valoración económica.** Como se ha mencionado, existen diversos métodos de valoración económica ambiental, que difieren en forma, concepto del valor adoptado, algoritmos de solución usada y/o en requerimientos de información. El entonces MAVDT (2003), mediante la **resolución 1478 de 2003**, adopta la “**Metodología para la valoración económica de bienes, servicios ambientales y recursos naturales**”, la cual clasifica los métodos de valoración económica en los siguientes grupos<sup>5</sup>:

- Metodologías basadas en precios de mercado
- Metodologías directas
- Metodologías indirectas
- Métodos basados en costos

En atención a los PAs priorizados se definieron los métodos de valoración a utilizar en cada uno de ellos, tal definición se basó en la implementación de un proceso de decisión en el que se parte de la determinación de los agentes receptores del pasivo y la existencia o no de precios de mercado para su cuantificación monetaria. El diagrama de flujo presentado a continuación inicia con la identificación del Impacto Ambiental relevante (Pasivo) y pregunta si es un cambio medible en la productividad o un cambio en la calidad ambiental, dependiendo de la respuesta, se trazan diferentes escenarios posibles y se recomienda una técnica para la estimación de su valor.

---

<sup>5</sup> Numerales 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 y 2.5, respectivamente de la “Metodología para la valoración económica de bienes, servicios ambientales y recursos naturales”- adoptada con la resolución 1478 de 2003 del MAVDT.

**Figura 2. Guía simplificada para la elección de métodos de valoración económica de impactos ambientales**



Fuente: Adaptado de Dixon & Pagiola (1998)

Teniendo en cuenta que no se puede determinar un cambio medible en la productividad, pero se puede determinar cambios en la calidad ambiental, se escogió el método de valoración económica basada en costos (Gastos preventivos – defensivos).

**3.6.1.1 Gastos preventivos o defensivos:** Corresponde a un método basado en el comportamiento que desarrollan los individuos para prevenir o mitigar los impactos ambientales a los que son expuestos, de este modo se intenta inferir la disposición a pagar mediante el gasto de bienes de mercado que realizan las personas, para contrarrestar la molestia por la alteración del componente ambiental (Osorio & Correa, 2004).

De acuerdo a lo anterior, indirectamente se estima el valor del daño ambiental a través de los gastos efectivos realizados, para prevenir o mitigar los efectos ambientales indeseables o para revertir daños ocurridos. Dado que los daños ambientales son generalmente difíciles de evaluar (por su magnitud, extensión y

percepción social), la información acerca de los gastos defensivos constituye una buena aproximación al valor del impacto. El método asume que los individuos, firmas o gobiernos, juzgan el beneficio resultante de sus gastos como mejoras a dichos costos; el gasto defensivo por tanto, es considerado como la mínima valoración del beneficio (CCAD-PNUD/GEF 2002). La utilidad del método está supeditada a los impactos que se requieren valorar, ya que estos deben ser efectos físicos identificables por la comunidad, organización o ejecutor del proyecto y para los cuales existe la posibilidad real de prevenirlos y/o mitigarlos (Osorio & Correa, 2004).

En concordancia con Izko & Burne (2003), la premisa base de éste método es que al invertir en medidas defensivas y/o de mitigación (costos preventivos) mejorará la calidad ambiental, lo cual a su vez se verá reflejado en el aumento del bienestar social. Los autores manifiestan también que el principal mérito de la técnica se refiere a su practicidad a la hora de evaluar los efectos positivos de las inversiones en obras de conservación, medidas preventivas, programas para el manejo de recursos y/o problemáticas ambientales.

**3.6.2 Costo Ambiental de los PAs.** Una vez establecidos los gastos preventivos o defensivos en unidades monetarias, se determina el Costo Ambiental de los PAs a partir de la adaptación de la ecuación de Cálculo de Multas por Infracción a la Normatividad Ambiental (Resolución 2086 de 2010 del MAVDT), así:

$$Multa = B + [\alpha \times i \times (1 + A + Ca)] \times Cs$$

(Ecuación original para tasación de multas)

Dónde:

<i>B</i> :	Beneficio ilícito	<i>A</i> :	Circunstancias agravantes y atenuante
$\alpha$ :	Factor de temporalidad	<i>Ca</i> :	Costos asociados
<i>i</i> :	Grado de afectación ambiental y/o	<i>Cs</i> :	Capacidad socioeconómica del infractor

Para los fines del análisis económico ambiental de los pasivos, se despreció la capacidad socioeconómica del infractor ( $C_s$ ) a la cual se le asignó un valor de uno (1), los costos asociados ( $C_a$ ), así como las circunstancias agravantes y atenuantes igualándoles a cero (0), de ésta manera dichas variables no afectan el resultado final de la ecuación, ya que en este caso no se busca establecer el valor de una sanción pecuniaria, por no tratarse de una infracción a la normatividad ambiental, sino que la función se equipara con el Costo Ambiental del Pasivo identificado en el área de estudio.

De la ecuación original se mantuvieron las variables  $i$  (grado de afectación ambiental y/o evaluación del riesgo) y  $\alpha$  (factor de temporalidad). Para efectos del análisis aquí abordado, se reemplazó el Beneficio ilícito ( $B$ ) por el valor del pasivo ( $V_p$ ), porque como ya se aclaró, no se trata de estimar el valor de una multa por infracción, sino el costo ambiental ( $CA$ ) de los PAs. Descrito lo anterior, la ecuación adaptada es:

$$CA = V_p + [\alpha * i \times 1 + 0 + 0] \times 1$$

Entonces:  **$CA = V_p + (\alpha * i)$**

Dónde:

CA: Costo Ambiental

$V_p$ : Valor del pasivo (Costos de reemplazo - reposición o gastos preventivos – defensivos)

$\alpha$ : Factor de temporalidad

$i$ : Grado de afectación ambiental y/o evaluación de riesgo

El Valor del pasivo ( $V_p$ ) se obtiene a partir de los métodos de valoración económica aplicados en la estimación del valor monetario de cada pasivo evaluado (gastos preventivos o defensivos), en tanto que el grado de afectación ambiental y/o evaluación de riesgo ( $i$ ) se calcula en función de la importancia de la afectación ambiental ( $I$ ) establecida en la **resolución 2086 de 2010 del MAVDT (Cálculo de Multas por Infracción a la Normatividad Ambiental)**, reglamentaria de la Ley de multas ambientales (**Ley 1333 de 2009**) y que se define como “*la medida cualitativa del impacto a partir de la valoración de determinados atributos, por medio de una función establecida*”, para lo cual se hizo necesario equiparar los denominados “parámetros de calificación” de la Metodología para la identificación y evaluación de impactos ambientales (Ecopetrol 2012) a los atributos establecidos en la resolución referida.

**Tabla 3. Equivalencia cálculo de la importancia de la afectación ambiental**

PARÁMETROS (ECOPETROL, 2012)	RESOLUCIÓN 2086 (MAVDT, 2010)
Magnitud (MAG)	Intensidad (INT)
Extensión (EXT)	Extensión (EXT)
Exposición (EXP)	Persistencia (PER)
Resiliencia (RES)	Reversibilidad (REV)
Recuperabilidad (REC)	Recuperabilidad (REC)

En virtud de lo anterior y con base en los criterios conceptuales de cada factor considerado, se equipararon las escalas de calificación de los parámetros abordados por la metodología de Ecopetrol (2012), con los rangos de los atributos expuestos por la resolución 2086 del MAVDT (2010). En la siguiente tabla se expresan las equivalencias numéricas según los criterios de calificación empleados en los dos métodos y a partir de los cuales se realiza la homologación de los resultados de la evaluación de impactos ambientales descrita en el numeral 5.1 del presente capítulo, con la metodología para la estimación de la importancia de la afectación ( $I$ ).

**Tabla 4. Homologación de los criterios de ponderación de los parámetros y atributos**

PARÁMETROS (Ecopetrol, 2012)		ATRIBUTOS (MAVDT, 2010)	
SIGNIFICADO	MAGNITUD	INTENSIDAD	CALIFICACIÓN
Modificación mínima sobre el medio o la comunidad	1	1	Afectación de entre el 0 y el 33%
Modificaciones moderadas sobre el entorno analizado	2	4	Afectación de entre el 34 y 66%
Alteración en el ecosistema, puede haber pérdida ambiental o económica intermedia.	3	8	Afectación de entre el 67 y 99%
Alteración significativa o grave.	4	12	Afectación mayor o igual al 100%
SIGNIFICADO	EXTENSIÓN	EXTENSIÓN	CALIFICACIÓN
Puntual (Área menor a 100m <sup>2</sup> )	1	1	Área menor a 1ha
Local (Área entre 100 m <sup>2</sup> y 1000m <sup>2</sup> )	3	1	
Parcial (Área entre 1000m y 10ha)	6	4	Área entre 1 y 5ha
Extenso (Área superior a 10ha)	9	12	Área mayor a 5ha
SIGNIFICADO	EXPOSICIÓN	PERSISTENCIA	CALIFICACIÓN
Exposición momentánea (menos de una vez por año)	1	1	Duración menor a 6 meses
Exposición temporal (menos de una vez por mes)	2	3	Duración entre 6 meses y 5 años
Exposición prolongada (menos de una vez por día)	3	3	
Permanente (ocurrencia continua)	4	5	Duración mayor a 5 años
SIGNIFICADO	RESILIENCIA	REVERSIBILIDAD	CALIFICACIÓN
Los efectos desaparecen con la culminación de la acción	1	1	Afectación asimilada en un periodo menor a un año

PARÁMETROS (Ecopetrol, 2012)		ATRIBUTOS (MAVDT, 2010)	
El efecto es asimilado por un periodo de tiempo mayor, sin que este sea significativo.	2	3	Afectación asimilada en un periodo de entre 1 y 10 años
El ecosistema es asimilado parcialmente (no hay asimilación total).	3	3	
La manifestación del impacto no desaparece.	4	5	Afectación permanente (plazo superior a 10 años)
SIGNIFICADO	RECUPERABILIDAD	RECUPERABILIDAD	CALIFICACIÓN
Manifestación menor a 1 mes	1	1	Recuperable en un plazo inferior a 6 meses
Manifestación entre 1 y 12 meses	2	3	Recuperable en un plazo de entre 6 meses y 5 años
Manifestación entre 1 y 5 años	3	3	
Manifestación mayor a 5 años.	4	10	No se puede recuperar por acción humana (plazo mayor a 5 años)

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental APE CHENCHENA. ECOPETROL S.A. 2012

Una vez homologados los atributos se obtiene el valor de la Afectación Ambiental (*I*) a partir de la siguiente función, en la cual, según los valores de ponderación, los resultados obtenidos estarán acotados entre 8 y 80.

$$I = 3 \times IN + 2 \times EX + PE + RV + MC$$

Dónde:

IN: Intensidad

RV: Reversibilidad

EX: Extensión

MC: Recuperabilidad

PE: Persistencia

El resultado de la ecuación anterior se clasifica de manera cualitativa la importancia de la afectación (*I*), según los siguientes rangos:

**Tabla 5. Calificación de la importancia de la afectación ambiental**

RANGO DEL ( <i>I</i> )	IMPORTANCIA DE LA AFECTACIÓN AMBIENTAL
8	Irrelevante
9 -20	Leve
21 – 40	Moderado
41 – 60	Severo
61 – 80	Critico

De acuerdo con lo anterior, el grado de afectación ambiental *i* se calcula como:

$$i = (22.06 \times SMMLV) \times I$$

El parámetro  $\alpha$  (factor de temporalidad) se evalúa dentro de la metodología de tasación de multas como la duración del hecho ilícito. En este caso, su aplicación se realizará en función de la duración que han tenido los PAs, dado que no existe infracción de ningún tipo, sino que se homologa la formula en razón a la validez de sus variables dentro del análisis económico. Por tanto  $\alpha$  puede tomar valores que oscilan entre 1 y 4, en donde 1 representa una actuación instantánea y 4 una acción sucesiva de 365 días o más establecidos en la “tabla 9. Determinación del parámetro Alfa”, del manual de cálculo de multas, MAVDT (2010). Por tanto como se trata de PAs el valor de  $\alpha$  será 4. (MORENO & USSA, 2012).

El Costo Ambiental (*CA*) de los pasivos valorados se cuantifica como:

$$CA = Vp + (\alpha * i)$$

Al remplazar *i*, entonces *CA* sería igual a:

$$CA = Vp + (\alpha * ( 22,06 * SMMLV * I))$$

Dónde:

CA: Costo Ambiental

Vp: Valor del pasivo (Gastos preventivos – defensivos)

$\alpha$ : Factor de temporalidad

SMMLV: Salario mínimo mensual legales vigentes

I: Valor Afectación Ambiental

### 3.7 FORMULACIÓN DE MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL PARA CADA UNO DE LOS PAs ENCONTRADOS

Mediante la elaboración de fichas se presentarán las recomendaciones para la formulación de las acciones de manejo ambiental requeridas para cada uno de los PAs encontrados durante los trabajos realizados en campo Santiago. Las fichas de medidas de manejo ambiental (Ver **Anexo D Fichas**) tendrán los ítems señalados en la **Tabla 6**, los cuales describirán el hallazgo y su posterior plan de acción para remediar el pasivo ambiental.

**Tabla 6. Ítems de hallazgo y plan de acción de acción de las fichas de medidas**

HALLAZGO	PLAN DE ACCIÓN
□ Campo	□ Objetivo
□ Instalación	□ Antecedentes
□ Proceso	□ Pasivo Ambiental (Causa, Importancia y elemento afectado)
□ Fecha	□ Tipo de Medida (Mitigación, Control, Restauración o Recuperación)
□ Coordenadas	□ Acciones a desarrollar
□ Descripción del hallazgo	□ Tecnología a utilizar
□ Esquema de localización	□ Resultados esperados
□ Elemento afectado	□ Cobertura de Aplicación
□ Registro fotográfico	□ Responsable de ejecución
	□ Personal requerido
	□ Seguimiento y monitoreo

HALLAZGO	PLAN DE ACCIÓN
	☐ Acciones contingentes
	☐ Cuantificación y costos
	☐ Cronograma

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURA PETROLERA DE CAMPO SANTIAGO

El Campo Santiago se encuentra ubicado en el Municipio de Maní en el Departamento del Casanare, 12 kilómetros al sur del Municipio. El campo cuenta con instalaciones de extracción, recolección, tratamiento, almacenamiento, entrega y transporte de crudo. La infraestructura principal del campo está representada por la Estación Central de Tratamiento Santiago, las estaciones auxiliares de Trompillos y Palmar, la Planta de Inyección de Agua - PIA , la línea de transmisión eléctrica, la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas y la red de líneas de flujo.

**4.1.1 Extracción.** La extracción se hace mediante la perforación de un pozo, de acuerdo con las características propias de cada yacimiento. Los pozos del Campo Santiago están organizados por bloques (Bloque Santiago Sur, Centro y Norte; Bloque Santiago Este, Palmar, Juncal y Trompillos), para un total de 30 pozos perforados de los cuales cinco son abandonados, uno temporalmente cerrado, 21 pozos son productores y 3 pozos son inyectores (SAN-004, SAN-015 y SAN-012), distribuidos de la siguiente forma:

**Tabla 7. Identificación y localización de pozos del bloque Upía**

BLOQUES	POZOS
TROMPILLOS	TRO-001,TRO-002,TRO-003
PALMAR	PAL-001,PAL-002,PAL-003
JUNCAL	JUN-001,JUN-002
SANTIAGO ESTE	SAE-001,SAE002,SAE-003

BLOQUES	POZOS
SANTIAGO SUR	SAN-004*, SAN-007, SAN-011, SAN-012*
SANTIAGO CENTRAL	SAN-008, SAN-009, SAN-016
SANTOAGO NORTE	SAN-003, SAN-006, SAN-010, SAN-013, SAN-014, SAN-015*, SAN-017

\*Pozo inyector

Fuente: A.C.I. Proyectos S.A., 2012

**Figura 3. Bloques de Campo Santiago**



Fuente: Google Earth, 2013

**Fotografía 1. Pozo Productor SAN -009**



Fuente: A.C.I. Proyectos S.A., 2012

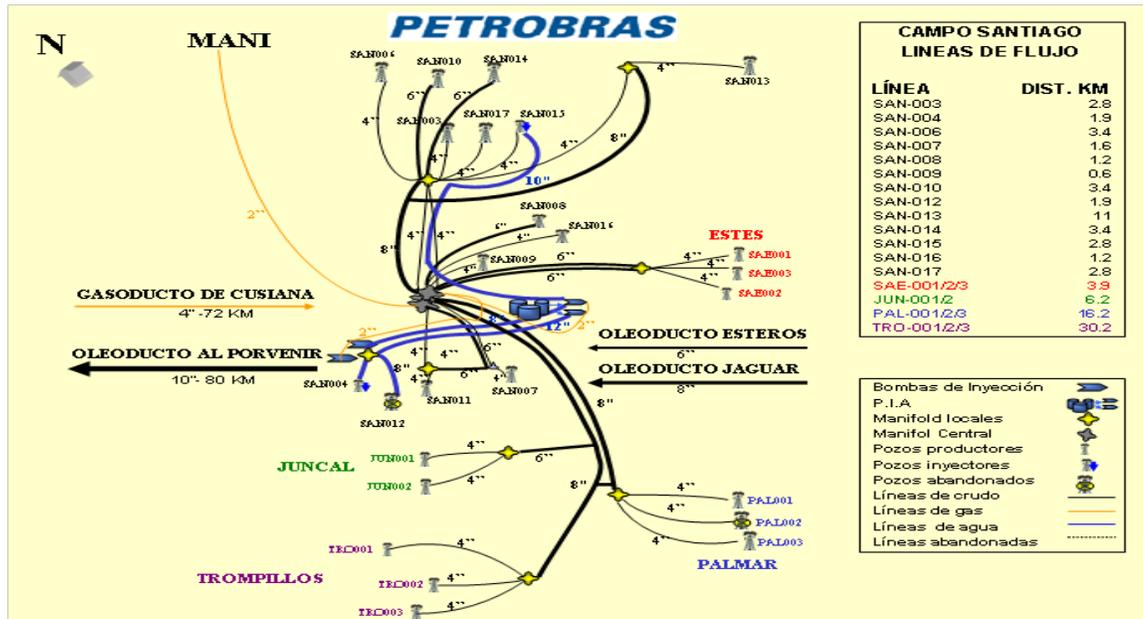
**Fotografía 2. Pozo Inyector SAN -004**



Fuente: A.C.I. Proyectos S.A., 2012

**4.1.2 Recolección.** Campo Santiago cuenta con una red de conducción de crudo en tubería metálica que inicia en los clústers ubicados en los pozos productores y termina su recorrido en el Manifold Central de la Estación Central de Recolección y Tratamiento Santiago. De esta estación el crudo se transporta a través de un oleoducto a la Estación Porvenir, ubicada en el Municipio de Monterrey (Casanare). Ver Figura 4.

Figura 4. Distribución Líneas de flujo Bloque Upía



Fuente: Petrobras Colombia Limited. Manual de Operaciones Estación Santiago, 2007

La Estación Santiago cuenta con una capacidad instalada en el sistema de facilidades de 250,000 BFPD (Barrels of Fluid Per Day). La producción actual es de 206,774 BFPD y 1915 BOPD (Barrels Oil Per Day). Para el tratamiento del agua de formación se utiliza el 100% de la capacidad instalada para fluidos con **alto contenido de cloruros** y el 85.42% del sistema para manejo de fluidos con bajo contenido de cloruros<sup>6</sup>. Aproximadamente se producen 205,000 BWPD (Barrels Water Per Day) de los cuales el 40% se utiliza para inyección y el restante después de un tratamiento se **vierte** al caño Dumagua.

A raíz de la posición estratégica de Campo Santiago y del oleoducto hacia El Porvenir, distintas compañías descargan crudo en el campo, aproximadamente 20700 BOPD, para ser bombeado por oleoducto<sup>7</sup>.

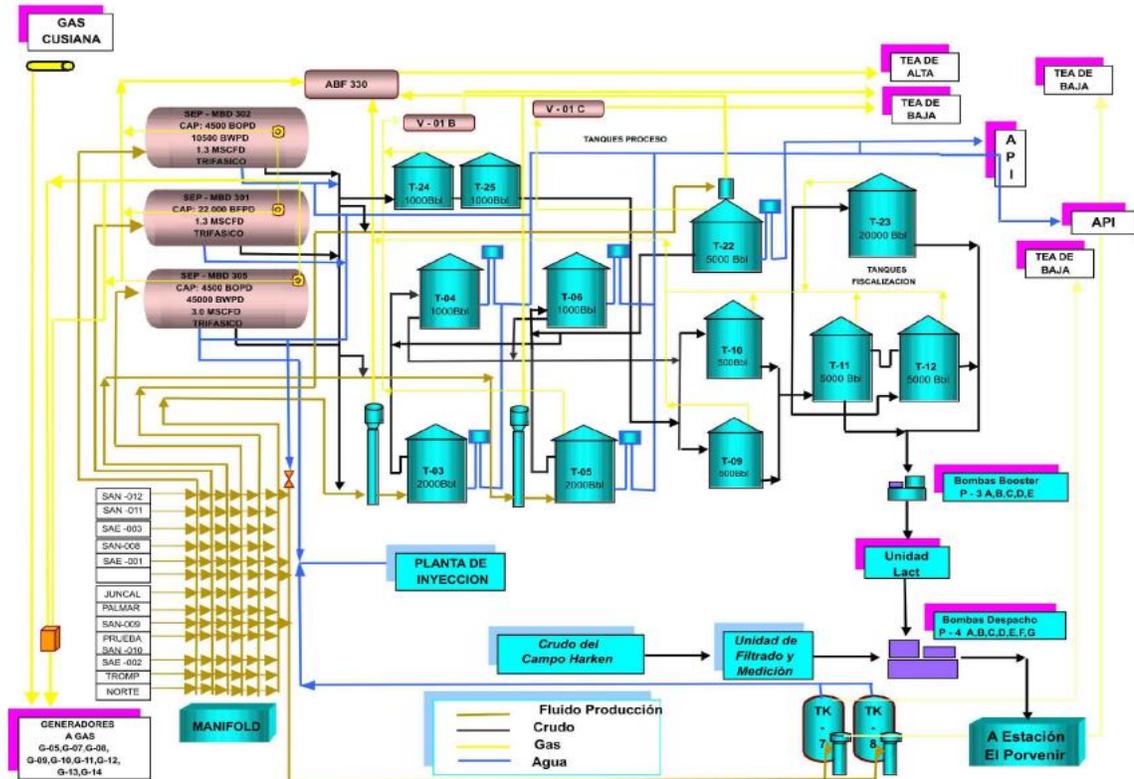
<sup>6</sup>Petrobras, Manual de operaciones Estación Santiago, 2007

<sup>7</sup>Ibid

**4.1.3 Tratamiento, Almacenamiento y Entrega.** La Estación Santiago, es la batería o estación central de tratamiento y recolección donde llega el fluido producido por los pozos para ser separado en sus fases (gas, petróleo y agua), tratado, fiscalizado y luego despachado hacia el oleoducto. Además recibe la producción del campo Esteros de la Compañía Harken por la línea de transferencia de 8" Esteros – Santiago y la de otros campos cercanos por carrotanques para entregarlos al oleoducto.

Todos los pozos productores del campo no llegan directamente a la estación por líneas individuales, sino que existen facilidades en estaciones satélites en las que es posible enviar la producción de más de un pozo por un sola línea de flujo y utilizar una línea de prueba para igual número de pozos, dependiendo de sus características de producción, la proximidad del pozo, etc. Igualmente algunos pozos se concentran en manifold locales como es el caso de los manifold del sector Norte, Este, Juncal, Trompillos y Palmar.

**Figura 5. Esquema General Estación Santiago**



Fuente: Petrobras Colombia Limited. Manual de Operaciones Estación Santiago, 2007

#### 4.1.3.1 Facilidades de producción existentes en la Estación Santiago

- Área de recibo de crudo

El Manifold de producción general y de prueba, cuenta con 6 cabezales de los cuales 3 permiten la distribución de flujo de los pozos hacia los *Gun Barrels* y 3 para separadores, acorde a la operación que se quiera realizar (Separación de gas o crudo – agua, prueba de pozos o Inyección de agua con alto contenido de cloruros) (Ver Fotografía 3).

### Fotografía 3. Manifold Central



Fuente: A.C.I. Proyectos S.A., 2012

- Sistema de separación

El sistema de separación de la Estación Santiago Cuenta con los siguientes elementos:

- 5 Tanques de Separación (T-03, T-05, T-07, T-08 y T-22).
- 2 Separadores de producción (MBD-301 y MBD-305).
- 1 Separador de Prueba (MBD-305).

### Fotografía 4. Tanque de Separación



Fuente: A.C.I. Proyectos S.A., 2012

### Fotografía 5. Separador de producción



Fuente: A.C.I. Proyectos S.A., 2012

- Área de almacenamiento

El área de Almacenamiento de crudo cuenta con 7 tanques verticales con techo fijo de junta débil, de los cuales 2 tanques son de lavado, 2 de transferencia y 3 de Fiscalización, los cuales suman una capacidad de almacenamiento de 28.000 BOPD.

### Fotografía 6. Tanque de Separación



Fuente: A.C.I. Proyectos S.A., 2012

- Área de tratamiento de gas

El gas separado es aprovechado para consumo local y el sobrante es enviado por línea a los depuradores. (Ver fotografía 7).

- Unidad de Fiscalización y bombeo de crudo

La planta cuenta con 6 unidades eléctricas de bombeo de transferencia de 100 BPH (Barriles por hora), y 7 unidades de bombeo mecánicas con capacidad para 200 BPH. (Ver Fotografía 8).

### **Fotografía 7. Separación de gas**



Fuente: A.C.I. Proyectos S.A., 2012

### **Fotografía 8. Fiscalización y bombeo de crudo**



Fuente: A.C.I. Proyectos S.A., 2012

- Sistema tratamiento de aguas industriales y vertimiento en el Caño Dumagua  
Actualmente el Campo produce cerca de 205.000 barriles de agua por día, de los cuales 82.000 barriles aproximadamente están siendo reinyectados y el volumen restante, es decir, un promedio de 123.000 barriles se disponen al caño Dumagua. Para el tratamiento se cuenta con la siguiente estructura:

- Dos desnatadores o separadores API
- Dos piscinas de oxidación y enfriamiento (construidas en concreto) con una capacidad de 30.000 barriles cada una.
- Canal de vertimiento y piscinas en tierra.

#### **Fotografía 9. Sistema de Tratamiento**



Fuente: A.C.I. Proyectos S.A., 2012

#### **Fotografía 10. Vertimiento al Caño Dumagua**



Fuente: A.C.I. Proyectos S.A., 2012

- **Planta de Inyección de Agua**

Se cuenta con una planta de inyección de agua, la cual consta de Un manifold de recibo, dos tanques de recibo, tres tanques desnatadores, seis bombas de transferencias, un tanque de agua Filtrada y dos unidades de inyección de agua, la cual se realiza en los pozos SAN 004 y SAN 015. El agua a inyectar viene de la línea de descarga de agua de los separadores de producción general MBD-301 y MBD-305.

**Fotografía 11. Planta de Inyección de agua**



Fuente: A.C.I. Proyectos S.A., 2012

#### **4.1.4 Transportes**

**4.1.4.1 Oleoducto.** Para el despacho de crudo, se cuenta con un oleoducto en tubería de acero 10" con una longitud total de 80 km entre la Estación Santiago, localizada en el municipio de Maní (Casanare) y la Estación El Porvenir, localizada en el municipio de Monterrey (Casanare).

## Fotografía 12. Líneas de flujo



Fuente: A.C.I. Proyectos S.A., 2012

**4.1.4.2 Gasoducto.** El gasoducto está compuesto de una línea de 4" y 72 kilómetros de longitud, cuyo origen se localiza en el Gasoducto Cusiana - Apiay, a su paso por Monterrey. El objetivo del gasoducto es el de transportar gas hasta las instalaciones de la Estación Santiago, para alimentar los generadores de energía que suministran el fluido eléctrico a las oficinas administrativas, las facilidades de producción así como para la operación de los pozos, la cual se realiza a través de sistemas electro sumergibles.

## 4.2 CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Dentro del Área de Influencia identificada para la caracterización ambiental se destacan: las veredas **Bebea** y **Belgrado**, en las cuales se encuentran los bloques Palmar - Juncal - Trompillos y los bloques Santiago respectivamente, el casco urbano del Municipio de **Maní** y ocho veredas más en las cuales no se encuentra ubicada ninguna obra realizada o por realizar; sin embargo, dada su cercanía al campo Santiago también fueron contempladas. Estas veredas son: Amparo, Brisas, Gaviotas, Macuco, Mararabe, Progreso, Socorro y San Joaquín de Garibay.

**Figura 6. Veredas del Área de Influencia directa**



Fuente: Google Earth, 2013

La población estimada de las 10 veredas del Área de influencia Directa, es de 1424 personas y del casco urbano de 6895 para un total de 8319 personas, las que en conjunto, se pueden determinar cómo beneficiarias de los proyectos de inversión social, además de la generación de empleo para la mano de obra local.

#### **4.2.1 Hidrología**

**Fotografía 13. Río Cusiana de naturaleza lótica Mani/Casanare**



Fuente: A.C.I. Proyectos S.A., 2012

**4.2.1.1 Identificación de sistemas lénticos (Le) y lóticos (Lo).** A continuación se identifican y caracterizan los cuerpos hídricos superficiales existentes en el área de influencia de Campo Santiago.

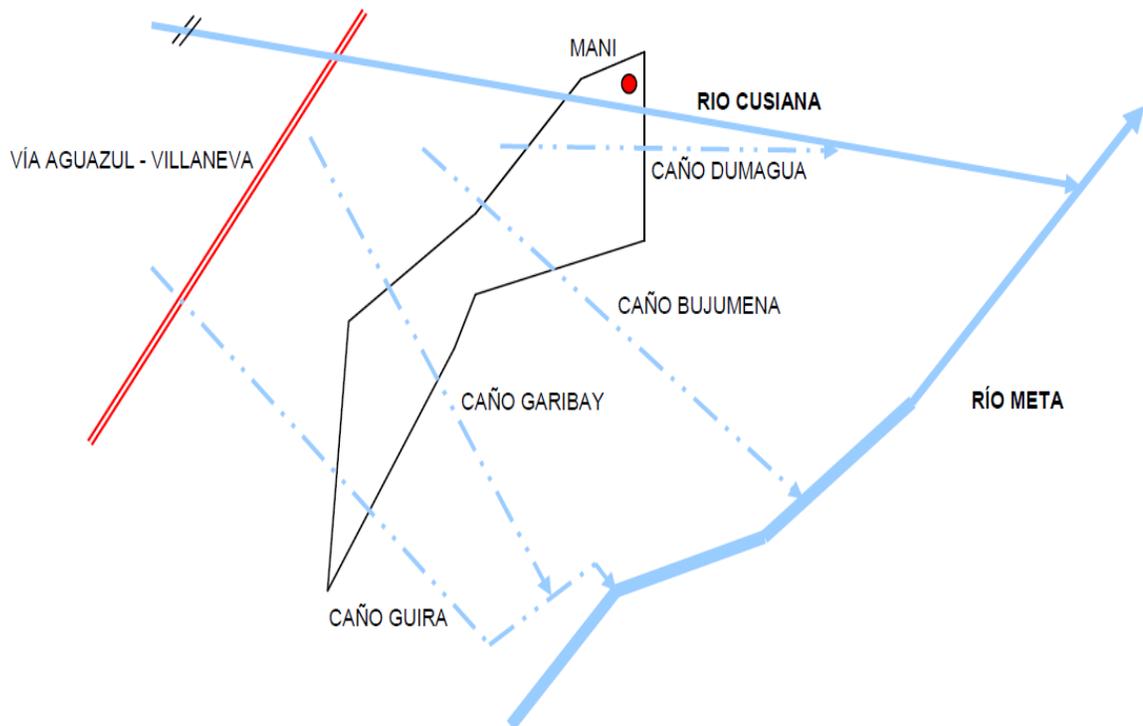
**Tabla 8. Fuentes hídricas superficiales en el Área de Influencia Campo Santiago**

FUENTES HÍDRICAS SUPERFICIALES					
CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCA	CUERPOS HÍDRICOS	TIPO*	
RÍO META	CUSIANA	n/a	Río Cusiana	Lo	
		Unete	Río Unete	Lo	
		La Tigresa	Cañada La Tigresa	Lo	
		Dumagua Norte	Caño Dumagua Norte	Lo	
			Caño El Bracito	Lo	
			Caño Pistola	Lo	
			Estero Bocachica	Le	
			Estero del Infierno**	Le	
		n/a	Caño Bujumena	Estero del Infierno**	Le
			Chupadero	Cañada Chupadero	Lo
	Pozón		Caño Pozón	Lo	
			Estero del Campo	Le	
	La Veranera		Cañada La Veranera	Lo	
			Estero del Juncal	Le	
			Esteros de los que no se tiene información del nombre	Le	
	La Pájara Pinta		Cañada La Pájara Pinta	Lo	
			Estero Pájari Pinto	Le	
			Cañada Honda	Lo	
	Sin Nombre	Estero El Esterón	Le		
		Estero del Carrizal	Le		

FUENTES HÍDRICAS SUPERFICIALES				
CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCA	CUERPOS HÍDRICOS	TIPO*
			Estero Los Moriches	Le
		El Palmar	Cañada El Palmar	Lo
			Cañada El Chigüiro	Lo
			Estero Submarino	Le
			Cañada Los Brazitos	Lo
			Estero El Juncal	Le
		Güira	Caño Güira	Lo
			Cañada Lechemiel	Lo
			Caño Mojaculos	Lo

Fuente, Auditoria Ambiental, "Mapa 297-Hidroclima", PMA Campo Santiago, 2006

**Figura 7. Principales cuerpos hídricos del área de influencia de Campo Santiago**



Fuente: Plan de Manejo Ambiental Campo Santiago, 2011

#### **Fotografía 14. Bajo inundable frente a la entrada de la Estación Santiago**



Fuente: A.C.I. Proyectos S.A., 2012

**4.2.2 Monitoreos Ambientales.** ECOPETROL S.A., con el fin de dar cumplimiento a lo establecido por la autoridad ambiental presenta informes trimestrales de interventoría ambiental con el seguimiento de la gestión ambiental desarrollada en el Campo Santiago. Se reporta el seguimiento a la gestión ambiental evaluada por medio de monitoreos realizados a los diferentes recursos naturales involucrados y su correspondiente análisis, teniendo en cuenta el desempeño en todo lo referente a los diferentes actos administrativos emitidos por las autoridades ambientales (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT, Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía – CORPORINOQUIA) y el Plan de Manejo Ambiental para la operación del Campo Santiago en la explotación y producción de hidrocarburos.

La interventoría ambiental efectúa inspecciones mensuales a las instalaciones del campo Santiago, se utiliza la lista de verificación<sup>8</sup> para la realización de inspecciones a proyectos en producción, la cual incluye revisión de aspectos tales como: documentación ambiental, asuntos con la comunidad, recurso agua, recurso suelo, vegetación, recurso aire, residuos sólidos, residuos líquidos domésticos, materiales peligrosos, plan de contingencia, señalización, pruebas especiales y mantenimiento de infraestructura.

---

<sup>8</sup> Procedimiento de DUVAL LTDA, firma interventora

De cada inspección se diligencia un reporte de visita en el que se incluyen las observaciones efectuadas incluyendo recomendaciones sobre acciones preventivas y/o correctivas encaminadas al cumplimiento del Plan de Manejo, licencia, permisos y otros Actos Administrativos expedidos por las autoridades ambientales; los reportes de inspección son entregados y comunicados al supervisor y al ingeniero ambiental de ECOPETROL S.A. - Campo Santiago quienes evalúan su contenido y programan las acciones de mejoramiento propuestas.

**4.2.2.1 Aguas Superficiales.** El manejo, tratamiento y vertimiento de las aguas asociadas a la producción de Campo Santiago se realiza según lo establecido en el permiso de vertimiento de aguas residuales industriales y vertimiento por reinyección mediante Resolución 200.15.07-1036 de 2005, modificada por las Resoluciones 200.15.06-1180 de 2006, 200.15.07-0325 de 2007, 200.41.08-1270 de 2008 y prorrogada mediante la Resolución 200.41.10-1824 de 2010 (CORPORINOQUIA).

Para la elaboración de los monitoreos se tiene en cuenta lo establecido en la normatividad ambiental vigente, para el caso el Decreto 1594 de 1984 del Ministerio de Salud, en el cual se establecen los límites permisibles y criterios de la calidad para usos potenciales del agua. Aunque este decreto se encuentra derogado por el Decreto 3930 de 2010 expedido por el MAVDT (hoy MADS), a la fecha de elaboración de este estudio no se ha publicado la resolución reglamentaria de los nuevos límites permisibles por lo que los Artículos 37 a 48, Artículos 72 a 79 y Artículos 155, 156, 158, 160, 161 del Decreto 1594 de 1984 siguen transitoriamente vigentes.

En la Tabla 9 se presentan los puntos de monitoreo, parámetros y frecuencia para Campo Santiago.

**Tabla 9. Monitoreos de aguas residuales industriales Campo Santiago**

PUNTO DE MONITOREO	PARÁMETROS A MONITOREAR	FRECUENCIA DE LOS MONITOREOS
Afluente entrada STARI (CAJA API)	Caudal, DBO, Sólidos Suspendidos Totales, pH, Temperatura, Oxígeno Disuelto, Conductividad, Grasas y Aceites, Hidrocarburos Totales, DQO, Fenoles y Cloruros, Metales Pesados (plomo, mercurio, zinc, selenio, cromo, potasio, bario y cadmio).	Mensual
Punto de Control 9	Caudal, DBO <sub>5</sub> , Sólidos Suspendidos Totales, pH, Temperatura, Oxígeno Disuelto, Conductividad, Grasas y Aceites, Hidrocarburos Totales, DQO, Fenoles y Cloruros, Metales Pesados (plomo, mercurio, zinc, selenio, cromo, potasio, bario y cadmio).	Mensual
Punto de vertimiento al caño Dumagua	Caudal, DBO <sub>5</sub> , Sólidos Suspendidos Totales, pH, Temperatura, Oxígeno Disuelto, Conductividad, Grasas y aceites, Hidrocarburos Totales, DQO, Fenoles y Cloruros, Metales Pesados (plomo, mercurios, zinc, selenio, cromo, potasio, bario y cadmio).	Mensual
100m. aguas arriba del descole de aguas de producción en el caño Dumagua	Todos los parámetros incluidos en los artículos 40 y 41 del Decreto 1594 de 1984.	Bimestral
100m. aguas abajo del descole de aguas de producción en el caño Dumagua	Todos los parámetros incluidos en los artículos 40 y 41 del Decreto 1594 de 1984.	Bimestral
Piezómetros 1, 3, 4 y 7	Temperatura, pH, Cloruros, Fenoles, Mercurio, Arsénico, Plomo, Cadmio y Cromo.	Bimestral
Piezómetros 5, 6 y 7	Temperatura, pH, Cloruros, Fenoles, Mercurio, Arsénico, Plomo, Cadmio y Cromo.	Semestral
100m aguas abajo y 100m aguas arriba del descole de aguas de producción en el caño Dumagua	Bentos, Perifiton y Macrófitas.	Tres monitoreos anuales

Fuente: CORPORINOQUIA, Resolución 200.15.07-0194 de 2007

**4.2.2.2 Aguas subterráneas.** Actualmente la Empresa ECOPETROL S.A. hace uso de las aguas subterráneas por medio de dos pozos y un aljibe construidos en sus diferentes estaciones. La Estación Santiago utiliza un pozo de 140 metros de profundidad y 4 pulgadas de diámetro, por medio del cual capta un caudal de 2,3 L/s para uso doméstico e industrial, el agua es almacenada en un tanque de 500 barriles y el sistema tiene medidor de caudal con el cual hacen la respectiva medida de consumo, este pozo se encuentra con concesión de aguas subterráneas mediante resolución 200.15.07.0552 del 14 de Junio de 2007. El caudal promedio captado diariamente por este pozo durante el año 2011 fue de 0,924 l/s, inferior al autorizado por CORPORINOQUIA, lo que implica que solo se usó el 40,17% del caudal autorizado, para el año 2012 el caudal promedio es de 0,53 l/s, valor inferior al autorizado.

Con el fin de monitorear la calidad de las aguas subterráneas en sectores donde se puedan presentar posibles afectaciones, se tienen dos redes de monitoreo, una con el fin de monitorear el cultivo de arroz y otra con el fin de monitorear las piscinas en tierra y parte del canal de conducción de las ARI, estas redes de monitoreo constan de pozos de monitoreo o piezómetros, instalados en la parte más superficial del Acuífero de Llanura Aluvial, el cual tiene un comportamiento libre a semiconfinado, compuesto principalmente por arcillas de color gris a rojizo con intercalaciones de arenas medias a gruesas.

En esta red de monitoreo se miden únicamente los **Cloruros**, teniendo en cuenta que son los elementos que podrían de una u otra forma causar alguna afectación sobre la calidad de las aguas subterráneas de llegarse a presentar afectación por el manejo de las aguas residuales industriales.

**4.2.2.3 Aguas residuales industriales.** El manejo, tratamiento y vertimiento de las aguas asociadas a la producción de Campo Santiago se realiza de acuerdo con lo establecido en el permiso de vertimiento de aguas residuales industriales y

vertimiento por reinyección mediante la Resolución 200.15.07-1036 de diciembre de 2005, modificada por las resoluciones 200.15.06-1180 de diciembre 12 de 2006, 200.15.07-0325 de abril 20 de 2007, 200.41.08-1270 de noviembre 5 de 2008 y prorrogada mediante la Resolución No. 200.41.10-1824 de 2010.

**Fotografía 15. Sistema de Separación de Grasas y Aceites API Aguas Asociadas**



Fuente: A.C.I. Proyectos S.A., 2012

En el sistema de tratamiento de aguas residuales industriales, se realiza mantenimiento periódico a las piscinas de enfriamiento, al sistema de aspersión, al canal de transporte y a los puntos de retención de sólidos y natas.

**Fotografía 16. Sistema de Tratamiento Agua Residual Industrial**



Fuente: A.C.I. Proyectos S.A., 2012

En el canal de transporte de aguas residuales industriales tratadas (desde PC-9 a PC-11) se adelantan actividades de recolección de natas y sedimentos en cada uno de los puntos de retención, el material removido es dispuesto temporalmente en los lechos de secado para efecto de realizar deshidratación. Los lechos de secado en el sistema de tratamiento de aguas residuales industriales son utilizados para deshidratar el material flotante impregnado de aceite retirado de las piscinas y del canal de tratamiento de aguas residuales asociadas a la producción, la operación de los lechos asegura que las grasas retenidas no sean recirculadas en el proceso si no que sea definitivamente retiradas junto con la capa superficial del material de soporte o lecho filtrante. Los lechos de secado se complementan con la construcción de una estación de bombeo en el punto de recolección de aceite al finalizar la piscina No. 1, el cual permite impulsar el aceite retenido hacia los lechos de secado.

**4.2.2.4 Aguas residuales domésticas.** El sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas del campo Santiago está compuesto de una caja ecualizadora o tanque de regulación de 17 m<sup>3</sup> de capacidad, que descarga por bombeo a un biodigestor conformado por un tanque de recibo de 30 m<sup>3</sup> materia orgánica a través de un proceso acción microbiana de carácter anaeróbico, un sedimentador de 15 m<sup>3</sup>, donde se retienen los flóculos (lodos) y un tanque de retención final de la misma capacidad, desde donde se descarga finalmente a un bajo inundable aledaño.

## Fotografía 17. Sistema Tratamiento Aguas Residuales Domésticas



Fuente: PETROBRAS COLOMBIA LIMITED, 2012

Se realizan monitoreos mensuales de las aguas residuales domésticas a la entrada y a la salida de los sistemas de tratamiento de la Estación Santiago y la base militar, con el fin de dar cumplimiento al permiso otorgado mediante la Resolución 200.15-07-0194 de 2007, además como seguimiento y control interno de la calidad ambiental por parte de campo Santiago.

En la Tabla 10 se presenta la relación de los puntos monitoreados y parámetros para cada uno de estos.

**Tabla 10. Monitoreo Aguas Residuales Domésticas Campo Santiago**

VERTIMIENTO	SITIO DE MONITOREO	PUNTO	FRECUENCIA	PARÁMETROS MONITOREADOS
Agua residual doméstica	Estación Santiago	Entrada/salida del sistema tanque homogenizador, salida de sistema vertimiento bajo inundable	Mensual	DBO, Grasas y aceites, sólidos suspendidos totales, coliformes fecales y totales
	Base Militar	Entrada/salida del sistema		DBO, Grasas y aceites, sólidos suspendidos

VERTIMIENTO	SITIO DE MONITOREO	PUNTO	FRECUENCIA	PARÁMETROS MONITOREADOS
		entrada del tanque séptico		totales, coliformes fecales y totales
Área de disposición final	Bajo inundable	Área receptora del vertimiento Estación Santiago: Punto 1 y 2	Cada dos meses	DBO, Grasas y aceites, sólidos suspendidos totales, coliformes fecales y totales, pH, oxígeno disuelto y conductividad

Fuente: CORPORINOQUIA, Resolución 200.15.07-0194 de 2007

En cumplimiento a lo requerido en el permiso de vertimiento de aguas residuales domésticas otorgado mediante la Resolución 200.15.07-0194 de 2007, así como lo establecido en el Auto 500.05-07-0905 de 2007, mediante los cuales CORPORINOQUIA solicita realizar adecuaciones tendientes a optimizar y mantener el sistema de tratamiento, ECOPEPETROL S.A. continua con los trabajos de mantenimiento, operación y seguimiento periódico a los sistemas de tratamiento de las aguas residuales domésticas de campo Santiago y de la base militar.

**4.2.2.5 Calidad de Aire.** Con el fin de dar cumplimiento a lo dispuesto por la Resolución 200.15.07 – 0517/07, permiso de emisiones atmosféricas, para la época de invierno y verano se realizan monitoreos de manera anual en el área de influencia de Campo Santiago.

En estos monitoreos se miden los parámetros: partículas en suspensión, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, compuestos orgánicos volátiles y dióxido de azufre.

Para efectuar los monitoreos se tienen cuatro estaciones en los sitios establecidos por CORPORINOQUIA, distribuidas como se indica en la Tabla 11.

**Tabla 11. Ubicación Estaciones de Muestreo Calidad Aire Campo Santiago**

ESTACIÓN	GEO-REFERENCIACIÓN
BASE MILITAR	1°195.094,11 E 1°015.691,57 N
ESTACIÓN SANTIAGO	1°195.077,58 E 1°015.886,43 N
PLANTA DE INYECCIÓN	1°195.295,13 E 1°015.412,52 N
SANTIAGO 04	1°193.578,22 E 1°014.544,68 E

Fuente: PETROBRAS COLOMBIA LIMITED, 2011

Los parámetros de referencia para la calidad del aire según la Resolución 610 de 2010 del MAVDT y la norma local se muestran en la Tabla 12.

**Tabla 12. Parámetros Calidad Aire Campo Santiago**

PARÁMETRO	RANGO	UNIDADES	RES. 610/10	NORMA LOCAL
Partículas en Suspensión	Diario	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	300	286,92
	Anual	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	100	95,64
Óxidos de Azufre	Anual	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	80	76,51
	Diario	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	250	239,10
	3 horas	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	750	717,30
Óxidos de Nitrógeno	Anual	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	100	95,64
	Diario	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	150	143,46
	1 hora	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	200	191,28
Monóxido de carbono	1 hora	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	40	38,26
	8 horas	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	10	9,56

Fuente: PETROBRAS COLOMBIA LIMITED, 2012

**4.2.2.6 Ruido.** Se realizan mediciones de los niveles de presión sonora diurna y nocturna en 10 puntos: 6 estaciones en Campo Santiago y 4 puntos aledaños al campo en mención; tal como fue requerido por CORPORINOQUIA en el permiso de emisiones atmosféricas con resolución 200.15.07-517 de 2007 y por el MAVDT en el Auto 3219 de octubre de 2008.

Estas mediciones se realizan en las cuatro coordenadas (Norte, Este, Sur y Oeste) durante 15 minutos para completar 60 minutos en el horario diurno y 60 minutos en el horario nocturno. La Resolución 627 de 2006 (norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental) establece que para la actividad desarrollada en Campo Santiago, está permitido un valor máximo de 75 dB para las horas diurnas y 70 dB para las horas nocturnas.

### **4.2.3 Flora**

#### **4.2.3.1 Cobertura Vegetal**

- Zonas de vida

Las zonas de vida son un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural del clima, las cuales tomando en cuenta las condiciones edáficas, la temperatura, precipitación, evapotranspiración y las etapas de sucesión de la vegetación, tienen una fisonomía similar en cualquier parte del mundo.

El área de Campo Santiago se localiza en la zona de vida denominada Bosque húmedo tropical, bh-T y corresponde a la formación vegetal denominada “sabana”, las cuales se localizan por debajo de los 300 metros de altitud, (IGAC 1993, Contraloría Departamental 1998). La temperatura media anual es de 27°C, precipitación promedio anual de 2522 mm y altura promedio de 187 m sobre el nivel del mar.

Esta zona de vida presenta alto nivel de intervención antrópica, aunque subsisten áreas de matorrales dentro de una matriz de cobertura herbácea correspondiente a pastos y áreas en las que la vegetación nativa ha prosperado luego que ha cesado la intervención antrópica.

La cubierta original del suelo ha sido alterada casi en su totalidad, por lo que la mayor parte del territorio está compuesto actualmente por sabanas y pastos, se encuentran algunos relictos de bosque de galería, alterado por años de entresaca y otras perturbaciones antrópicas.

- Unidades de Cobertura vegetal y uso de suelo

La cobertura vegetal y el uso actual del suelo hacen referencia a las diferentes formas de ocupación de la tierra, representadas por actividades productivas, tales como las de tipo agropecuario, industrial y/o urbano, y por las clases de cobertura vegetal, cuya dinámica ha sido una consecuencia de las condiciones climáticas, topográficas, edáficas de usos y manejos y de las características socioeconómicas y culturales propias de las regiones objeto de estudio.

En cuanto al uso del suelo, se entiende como el empleo que el hombre da a los diferentes tipos de cobertura, durante el tiempo y el espacio para adelantar actividades productivas o manejar los recursos presentes sobre la superficie. Entre estos se cuentan, para el área de estudio las actividades pecuarias y agrícolas; de igual forma, se cuentan los usos asociados al desarrollo urbano y la infraestructura petrolera.

Es importante indicar que las características del uso de la tierra son el resultado de la interrelación entre los factores físicos o naturales, y los factores culturales o humanos, así como las condiciones económicas y culturales, entre las que se cuentan el nivel tecnológico, las tradiciones y el mercadeo, del núcleo poblacional,

lo que determina las formas de aprovechamiento de los recursos o factores, agua, vegetación, suelo, etc.

De igual manera, las características de los factores anteriormente mencionados influyen en las condiciones y actividades de los núcleos poblacionales que los aprovechan y como tal de las características y formas de los tipos de usos del suelo.

Para la identificación de las unidades de cobertura vegetal y uso actual del suelo se utilizan las siguientes herramientas:

- Imagen satelital.
- Plan de Manejo Ambiental Campo Santiago.
- Plan de Manejo y Conservación del Caño Dumagua.
- Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Maní.
- Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Tauramena.
- Trabajo de campo.

En la **Tabla 13** se muestra el esquema general de las unidades de cobertura identificadas en Campo Santiago

**Tabla 13. Unidades de cobertura vegetal**

CLASE	SUBCLASE	SISTEMA	USO	SÍMBOLO	ÁREA (Has)	PORCENTAJE
<b>TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS</b>	Zonas urbanizadas	Tejido urbano continuo	Vivienda , comercio	Zu	175,19	0,01
	Zonas industriales	Zonas aéreas	Aeropuertos	Pis	0,00	0,00

CLASE	SUBCLASE	SISTEMA	USO	SÍMBOLO	ÁREA (Has)	PORCENTAJE
	Zonas de explotación minera y escombreras	Zonas de extracción minera	Explotación de hidrocarburos	Eh	0,00	0,00
<b>TERRITORIOS AGRÍCOLAS</b>	Cultivos transitorios	Cereales	Arroz	Ar	73,85	0,00
		Tubérculos	Yuca	Y	0,00	0,00
	Cultivos permanentes	Palma de aceite	Producción	Cp	259,93	0,01
		Plátano	Pan coger	Pl	0,00	0,00
	Pastos	Pastos	Producción	P	1642,49	0,06
<b>BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES</b>	Bosques	Bosque de galería	Conservación, protección	Bg	3116,02	0,12
		Bosque plantado	Conservación, protección	Bp	12,46	0,00
	Vegetación herbácea o arbustiva	Sabanas	Inundables	Sai	1041,89	0,04
			No inundables	Sa	18813,76	0,71
		Arbustos y matorrales	Conservación, protección	Ma	280,38	0,01
<b>ÁREAS HÚMEDAS</b>	Áreas húmedas continentales	Esteros	Conservación, protección	E	903,56	0,03
<b>SUPERFICIES DE AGUA</b>	Aguas continentales	Ríos	Transporte, comercio, navegación.	R	327,65	0,01
		Lagos, lagunas y ciénagas	Conservación, protección	Lag	0,00	0,00
		Canales	Transporte aguas vertimiento	Ca	0,00	0,00

CLASE	SUBCLASE	SISTEMA	USO	SÍMBOLO	ÁREA (Has)	PORCENTAJE
		Cuerpos de agua artificiales	Acuicultura, Conservación y protección	Ac	0,00	0,00
TOTAL					26.647,19	100,00%

Fuente: ACI Proyectos S.A., 2012.

### Fotografía 18. Cultivo de arroz



Fuente: A.C.I. Proyectos S.A., 2012

### Fotografía 19. Cultivo de Palma de Aceite



Fuente: A.C.I. Proyectos S.A., 2012

### **Fotografía 20. Bosque de galería río Cusiana**



Fuente: A.C.I. Proyectos S.A., 2012

### **Fotografía 21. Ganadería extensiva en sabana natural**



Fuente: A.C.I. Proyectos S.A., 2012

**5.2.4 Fauna.** La verificación del estado de conservación de la fauna en el área de influencia de Campo Santiago, se basó en recorridos de observación directa teniendo en cuenta todas las coberturas naturales y antrópicas presentes en el área.

Se monitorearon todas las áreas sensibles (Humedales, bajos inundables, bosques de galería, fuentes hídricas superficiales), con el fin de conocer el estado actual de las poblaciones faunísticas presentes en estos ecosistemas. Así mismo se realizó una revisión de información secundaria, basados en estudios realizados en la microcuenca del caño Dumagua, los esquemas de ordenamiento de los

Municipios de Maní y Tauramena, y la información de línea base entregada por la operadora (ECOPETROL S.A.) referentes a Campo Santiago, con el fin de presentar un paralelo del conocimiento actual de la diversidad del área y diagnosticar la vulnerabilidad de los grupos faunísticos ante la presión antrópica ejercida por las actividades petroleras y la dinámica social que se realizan en el área de estudio.

Para el análisis ecológico de la asociación o preferencia de hábitat y cobertura vegetal de las especies faunísticas se tiene en cuenta la información primaria por observación directa reportada en este diagnóstico, ya que el objetivo de este, es presentar un estado actual del comportamiento de las especies en el área de influencia de Campo Santiago.

Según recorridos de observación y verificación en campo, así como análisis cartográfico se definen como coberturas vegetales de preferencia faunística para este estudio los Bosques de galería asociados a cuerpos de agua, Humedales (esteros y bajos inundables), Matorrales (vegetación arbustiva), Sabanas (sabanas naturales, pastos), y áreas abiertas (fauna que se moviliza por áreas como sabanas y humedales pero que ocupa nichos asociados a otros coberturas). Así mismo se identifican coberturas como territorios agrícolas, zonas urbanas e infraestructura de industria petrolera, sin embargo, pese a que éstas se ubican dentro de una matriz de ecosistemas naturales, no se presentan como hábitats específicos para las especies, ya que sólo algunos individuos presentan cierto grado de adaptación, sin ser estos preferenciales para su especie. Debido a que la dinámica ecológica y energética de la especies faunísticas presentes en el área de influencia transcurre en varias coberturas vegetales, se toma como referencia para este estudio las áreas preferenciales o áreas tipo.

- Identificación de especies faunísticas y hábitats asociados

- Reptiles

Según información primaria recabada en campo durante la visita, se reportan 14 especies de reptiles, distribuidas en 8 familias y cuatro géneros; en donde las familias *Teiidae* y *Colubridae* presentan el mayor número de especies (3 sp. cada una), seguidas por *Alligatoridae* (2 sp.).

**Tabla 14. Registro visual de especies de reptiles realizados en el área**

ORDEN O SUBORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	R.V. P. <sup>1</sup>	R.D. UPIA 2011 <sup>2</sup>
Crocodylia	Alligatoridae	<i>Caiman crocodilus</i>	Babilla	*	*
Sauria	Gekkonidae	<i>Hemidactylus brooki</i>	Salamanqueja	*	*
Sauria	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana	*	*
Sauria	Teiidae	<i>Tupinambis teguixin</i>	Mato	*	*
Serpentes	Boidae	<i>Eunectes murinus</i>	Guio negro	*	*
Serpentes	Colubridae	<i>Liophis lineatus</i>	Pajisa	*	*
Testudinata	Pelomedusidae	<i>Podocnemis unifilis</i>	Terecay	*	*
Testudinata	Pelomedusidae	<i>Podocnemis vogli</i>	Galápaga	*	*
Testudinata	Testudinidae	<i>Chelonoidis carbonaria</i>	Morrocoy	*	*
Sauria	Gekkonidae	<i>Gonatodes albigularis</i>	Lagartija	*	
Serpentes	Colubridae	<i>Clelia clelia</i>	Mapanare	*	
Crocodylia	Alligatoridae	<i>Paleosuchus palpebrosus</i>	Cachirre		*
Sauria	Teiidae	<i>Ameiva ameiva</i>	Lagarto lobo		*
Sauria	Teiidae	<i>Cnemidophorus lemniscatus</i>	Lobito		*
Serpentes	Colubridae	<i>Chironius carinatus</i>	Lomo de machete		*
Serpentes	Colubridae	<i>Chironius fuscus</i>	Lomo de machete		*

<sup>1</sup>.Registro visual reportado por PETROBRAS COLOMBIA LIMITED.

<sup>2</sup>.Registro visual Diagnóstico socio ambiental Bloque UPIA B.

- Anfibios

Según observación directa, basados en la información entregada por funcionarios de PETROBRAS y ECOPETROL S.A., así como en los resultados de este diagnóstico se reportan siete especies de anfibios distribuidos en cuatro familias y un género

**Tabla 15. Registro visual de especies de reptiles realizados en el área de Campo Santiago**

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	R.V.D <sup>1</sup>	R.D. UPIA 2011 <sup>2</sup>
ANURA	Bufonidae	<i>Rhinella granulosa</i>	Sapo tingüingo	*	*
	Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>	Sapo común	*	*
	Hylidae	<i>Hypsiboas crepitans</i>	Rana blanca	*	*
	Hylidae	<i>Scinax wandae</i>		*	*
	Hylidae	<i>Trachycephalus venulosus</i>			*
	Leiuperidae	<i>Physalaemus fischeri</i>	Rana de arbustos, Rana Oe	*	
	Leiuperidae	<i>Pseudopaludicola llanera</i>			*
	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus colombiensis</i>	Sapito de pozo	*	
	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus fuscus</i>	Rana acuática	*	*

Fuente<sup>1</sup>. Registro visual reportado por PETROBRAS COLOMBIA LIMITED.

<sup>2</sup>. Registro visual Diagnóstico socio ambiental Bloque UPIA B.

- Avifauna

Basados en información primaria por observación directa o registro de cantos, según datos entregados por la operadora se presentan 87 especies distribuidas en 37 familias y 13 órdenes. Para este diagnóstico se reportan 89 especies, distribuidas en 32 géneros y 14 ordenes

**Tabla 16. Registro visual de avifauna realizados en el área influencia**

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	R.V.D <sup>1</sup>	R.D. UPIA 2011 <sup>2</sup>
Anseriformes	Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pato güire	*	*
		<i>Dendrocygna viduata</i>	Careto	*	*
		<i>Neochen jubata</i>	Pato carretero	*	
	Anhimidae	<i>Anhima cornuta</i>	Aruco	*	
Caprimulgiformes	Nyctibiidae	<i>Nyctibius grandis</i>	Perezosa	*	
Charadriiformes	Burhinidae	<i>Burhinus bistriatus</i>	Ñengüere	*	*
	Charadriidae	<i>Vanellus cayanus</i>	Alcaravancito o sabio		*
		<i>Vanellus chilensis</i>	Alcaraván	*	*
	Jacaniidae	<i>Jacana jacana</i>	Gallito de agua	*	*
Scolopaciidae	<i>Actitis macularius (+)</i>	Playero colector	*		
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza real	*	*
		<i>Ardea cocoi</i>	Garza morena	*	*
		<i>Botaurus pinnatus</i>	Garza vaca	*	*
		<i>Bubulcus ibis</i>	Garcita del ganado	*	*
		<i>Butorides striata</i>	Chicuaco	*	*
		<i>Egretta caerulea (+)</i>	Chumbita o chusmita	*	*
		<i>Egretta thula</i>	Garza moñuda		*
	<i>Syrigma sibilatrix</i>	Garza Veranera	*	*	
	Ciconiidae	<i>Ciconia maguari</i>	Gabán	*	
		<i>Jabiru mycteria</i>	Garzón soldado		*
		<i>Mycteria americana</i>	Gabán huesito	*	*
	Threskiornithidae	<i>Cercibis oxycerca</i>	Tarotaro	*	*
		<i>Eudocimus albus</i>	Corocora blanca	*	*
		<i>Eudocimus ruber</i>	Corocora	*	*
<i>Phimosus infuscatus</i>		Tara	*	*	

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	R.V.D <sup>1</sup>	R.D. UPIA 2011 <sup>2</sup>
		<i>Platalea ajaja</i>	Garza paleta		*
		<i>Theristicus caudatus</i>	Cocli	*	*
Columbiformes	Columbidae	<i>Columba subvinacea berlepschi</i>	Torcaza colorada		*
		<i>Columbina minuta</i>	Tortolita sabanera	*	*
		<i>Columbina squammata</i>	Matraquera	*	*
		<i>Columbina talpacoti</i>	Tortola rojiza o abuelita	*	*
		<i>Leptotila rufaxilla</i>	Paloma pechiblanca	*	*
		<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma coliblanca	*	
		<i>Zenaida auriculata</i>	Palomita sabanera	*	*
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Chloroceryle amazona</i>	Martín pescador	*	*
		<i>Chloroceryle americana</i>	Martin pescador verde	*	*
		<i>Chloroceryle inda</i>	Martín pescador	*	
		<i>Megaceryle torquata</i>	Martín pescador mayor	*	*
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Cirigüelo	*	*
		<i>Crotophaga major</i>	Corocoro, fritadores	*	*
	Opisthocomidae	<i>Opisthocomus hoazin</i>	Chenchena	*	*
Falconiformes	Accipitridae	<i>Buteo albicaudatus</i>	Gavilán teje-teje	*	*
		<i>Buteo magnirostris</i>	Gavilán primito		*
		<i>Buteogallus meridionalis</i>	Gavilán colorado	*	*
		<i>Gampsonyx swainsonii</i>	Cernícalo	*	
	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Guala	*	*
		<i>Cathartes burrovianus</i>	Guala sabanera		*
		<i>Coragyps atratus</i>	Zamuro o chulo	*	*
	Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	Carraco		*
		<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	*	*
<i>Milvago chimachima</i>		Chiriguare	*	*	

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	R.V.D <sup>1</sup>	R.D. UPIA 2011 <sup>2</sup>
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis guttata</i>	Guacharaca	*	*
	Odontophoridae	<i>Colinus cristatus</i>	Perdiz sabanera		*
Gruiformes	Eurypigidae	<i>Eurypyga helias</i>	Tirana	*	
	Rallidae	<i>Aramides cajanea</i>	Chiricoca o Cotara	*	*
		<i>Porphyrio flavirostris</i>	Gallinula		*
		<i>Porphyrio martinica</i>	Gallito azul o polla de agua		*
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Spiza americana (+)</i>	Arrocerito	*	
	Coerebidae	<i>Coereba flaveola</i>	Reinita mielera	*	
	Corvidae	<i>Cyanocorax violaceus</i>	Cheo	*	*
	Emberizidae	<i>Ammodramus aurifrons</i>	Correcaminos	*	
		<i>Paroaria gularis</i>	Fosforito	*	*
		<i>Sicalis flaveola</i>	Semillero común	*	*
	Furnariidae	<i>Xiphorhynchus picus</i>	Trepatronco sube-sube	*	
	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica (+)</i>	Golondrina tijereta	*	
		<i>Phaeoprogne t. tapera</i>	Golondrina sabanera		*
		<i>Riparia riparia (+)</i>	Golondrina	*	
		<i>Tachycineta albiventer</i>	Golondrina aliblanca	*	
	Icteridae	<i>Cacicus cela</i>	Arrendajo	*	*
		<i>Gymnomystax mexicanus</i>	Pechiamarillo	*	*
		<i>Icterus nigrogularis</i>	Gonzalito	*	*
		<i>Quiscalus lugubris</i>	Toldito	*	*
		<i>Sturnella magna</i>	Chirlobirlo	*	*
		<i>Sturnella militaris</i>	Torito	*	*
	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Mirlo común o paraulata	*	*
Pipridae	<i>Pipra filicauda</i>	Saltarín cola de hilo	*		
Thamnophilidae	<i>Formicivora intermedia</i>	Hormiguerito aliorleado	*		

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	R.V.D <sup>1</sup>	R.D. UPIA 2011 <sup>2</sup>
		<i>Thamnophilus nigrocinereus</i>	Hormiguero	*	
		<i>Thamnophilus punctatus</i>	Hormiguero	*	
	Thraupidae	<i>Ramphocelus carbo</i>	Pico de plata	*	*
		<i>Tachyphonus rufus</i>	Pico de plata	*	
		<i>Tersina viridis</i>	Azulejo golondrina	*	
		<i>Thraupis episcopus</i>	Azulejo común		*
		<i>Thraupis episcopus cana</i>	Verdulejo	*	
		<i>Thraupis episcopus leucoptera</i>	Azulejo	*	
	Tityridae	<i>Pachyramphus polychopterus</i>	Cabezón aliblanco	*	
	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero común	*	*
	Turdidae	<i>Turdus leucomelas</i>	Mirla embarradora		*
	Tyrannidae	<i>Elaenia flavogaster</i>	Elaenia ventriamarilla	*	
		<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Copetón colirrufo	*	
		<i>Myiozetetes cayanensis</i>	Cubiro	*	*
		<i>Myiozetetes similis</i>	Atrapamoscas copetirrojo	*	
		<i>Pitangus lictor</i>	Cubiro		*
		<i>Pitangus sulphuratus</i>	Cristofué	*	*
		<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Cardenal	*	*
		<i>Todirostrum cinereum</i>	Canario		*
		<i>Tyrannulus elatus</i>	Atrapamoscas	*	*
<i>Tyrannus melancholicus</i>		Siriri	*	*	
<i>Tyrannus savana</i> (++)		Tijereto	*	*	
Vireonidae	<i>Hylophilus flavipes</i>	Verdillo matorralero	*		
Pelecaniformes	Anhingidae	<i>Anhinga anhinga</i>		*	

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	R.V.D <sup>1</sup>	R.D. UPIA 2011 <sup>2</sup>
Piciformes	Picidae	<i>Campephilus melanoleucos</i>	Carpintero real		*
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona amazonica</i>	Loro guajivo		*
		<i>Amazona ochrocephala</i>	Loro real		*
		<i>Ara severus</i>	Guacamayo verde		*
		<i>Aratinga pertinax</i>	Carasucia		*
		<i>Forpus conspicillatus</i>	Cascabelito	*	
		<i>Orthopsittaca manilata</i>	Guacamayo ventrirrojo	*	
Strigiformes	Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	Murruco, Guarracuco	*	*

Fuente: <sup>1</sup> Registro visual reportado por PETROBRAS COLOMBIA LIMITED.

<sup>2</sup> Registro visual Diagnóstico socio ambiental Bloque UPIA B.

- Mastofauna

Según información primaria por registros de observación directa reportados por ECOPETROL S.A. en el área del campo Santiago se presentan 12 especies de mamíferos, distribuidas en 10 géneros y cuatro órdenes. Así mismo, según este diagnóstico se reportan nueve especies, distribuidas en ocho géneros y seis familias.

**Tabla 17. Registro visual de mastofauna realizados en el área del bloque UPIA B**

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	R.V. P. <sup>1</sup>	R.D. UPIA 2011 <sup>2</sup>
CARNIVORA	CANIDAE	<i>Cerdocyon thous</i>	Zorro perruno	*	*
CARNIVORA	FELIDAE	<i>Leopardus pardalis</i>	Canaguaro	*	
CARNIVORA	FELIDAE	<i>Puma concolor</i>	León	*	
CARNIVORA	MUSTELIDAE	<i>Pteronura brasiliensis</i>	Perro de agua	*	
CETARTIODACTYLA	CERVIDAE	<i>Mazama americana</i>	Soche	*	

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	R.V. P. <sup>1</sup>	R.D. UPIA 2011 <sup>2</sup>
CETARTIODACTYLA	CERVIDAE	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	*	*
CHIROPTERA	EMBALLONURIDAE	<i>Saccopteryx bilineata</i>	Murcielago rayado	*	
CINGULATA	DASYPODIDAE	<i>Dasybus novemcinctus</i>	Cachicamo	*	
CINGULATA	DASYPODIDAE	<i>Dasybus sabanicola</i>	Armadillo sabanero		*
DIDELPHIMORPHIA	DIDELPHIDAE	<i>Didelphis marsupialis</i>	Chucha o fara	*	
PILOSA	MYRMECOPHAGIDAE	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Palmero	*	*
PILOSA	MYRMECOPHAGIDAE	<i>Tamandua tetradactyla</i>	Melero		*
PRIMATES	CEBIDAE	<i>Alouatta seniculus</i>	Araguato		*
PRIMATES	CEBIDAE	<i>Cebus apella</i>	Mico maicero	*	
RODENTIA	DASYPROCTIDAE	<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	Picure		*
RODENTIA	HYDROCHAERIDAE	<i>Hydrochaeris hydrochaeris</i>	Chigüiro	*	*
RODENTIA	SCIURIDAE	<i>Sciurus granatensis</i>	Ardilla roja		*

<sup>1</sup>Registro visual reportado por PETROBRAS COLOMBIA LIMITED.

<sup>2</sup>Registro visual Diagnóstico socio ambiental Bloque UPIA B.

#### 4.3 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE PAS UTILIZANDO DIFERENTES MATRICES DE VALORACIÓN

Se han identificado y valorado los pasivos ambientales (**impactos ambientales acumulados**) más relevantes que sobre el medio ambiente, los recursos naturales y sobre el entorno social se han generado por los hallazgos encontrados en los siguientes procesos de Campo Santiago:

- Extracción (pozos)
- Tratamiento, almacenamiento y entrega (estación Santiago)

Las valoraciones y priorizaciones generadas para los diferentes pasivos se muestran en el **Anexo C**.



**Fotografía 22. Pozo abandonado utilizado anteriormente para uso doméstico en la locación.**



Fuente: El autor

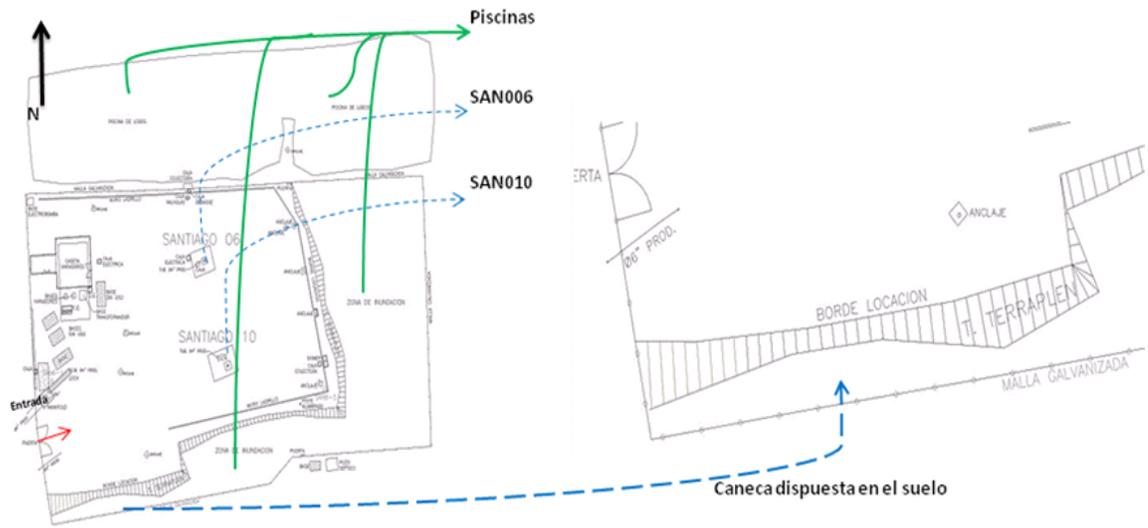
**Fotografía 23. Detalle de la tubería de succión, nótese las manchas de óxido de hierro**



Fuente: El Autor

Igualmente, se evidenció una caneca enterrada (Fotografía 24) en predios de la locación de los pozos Santiago 6 y Santiago 10, costado sur; no se identificó su origen y antiguo contenido, por lo tanto debe ser considerado "Desecho Peligroso".

**Figura 9. Localización caneca enterrada**



Fuente: A.C.I. Proyectos S.A., 2012

**Fotografía 24. Caneca enterrada en el costado sur de la locación pozos Santiago 6 y 10**



Fuente: El autor

En la Tabla 18 se explican las causas, el valor de la significancia y los elementos ambientales afectados por los pasivos ambientales generados por los hallazgos.

**Tabla 18. Análisis de los PAs encontrados en el Hallazgo 1**

PASIVO AMBIENTAL (IMPACTO ACUMULADO)	CAUSA	CATEGORÍA VALORACIÓN IMPORTANCIA DEL PASIVO (CONESA)	VALOR SIGNIFICANCIA DEL PASIVO (ECOPETROL S.A 2012)	ELEMENTO AFECTADO
Alteración de la calidad físico - química del suelo	Suelo contaminado con hidrocarburos, por presencia de residuos enterrados	IMPORTANTE	MEDIO	Suelo, Fauna y Flora
Alteración calidad fisicoquímica de aguas subterráneas	Infiltración de aguas con materiales contaminantes desde la superficie	TOLERABLE	BAJA	Aguas subterráneas

Hallazgo 2. Pozo de agua subterránea abandonado en la Estación Palmar

**Figura 10. Localización pozo de agua subterránea**



Fuente: A.C.I. Proyectos S.A., 2012

Se evidenció un pozo de agua subterránea en la Estación Palmar, con profundidad de 15 metros en estado de abandono, convirtiéndose en una fuente potencial de contaminación para el acuífero.

**Fotografía 25. Pozo profundo en estado de abandono utilizado anteriormente para uso doméstico**



Fuente: El autor

**Fotografía 26. Detalle del pozo abandonado Estación Palmar, nótese el estado de deterioro**



Fuente: El Autor

En la Tabla 19 se explican las causas, el valor de la significancia y los elementos ambientales afectados por los pasivos ambientales generados por el hallazgo.

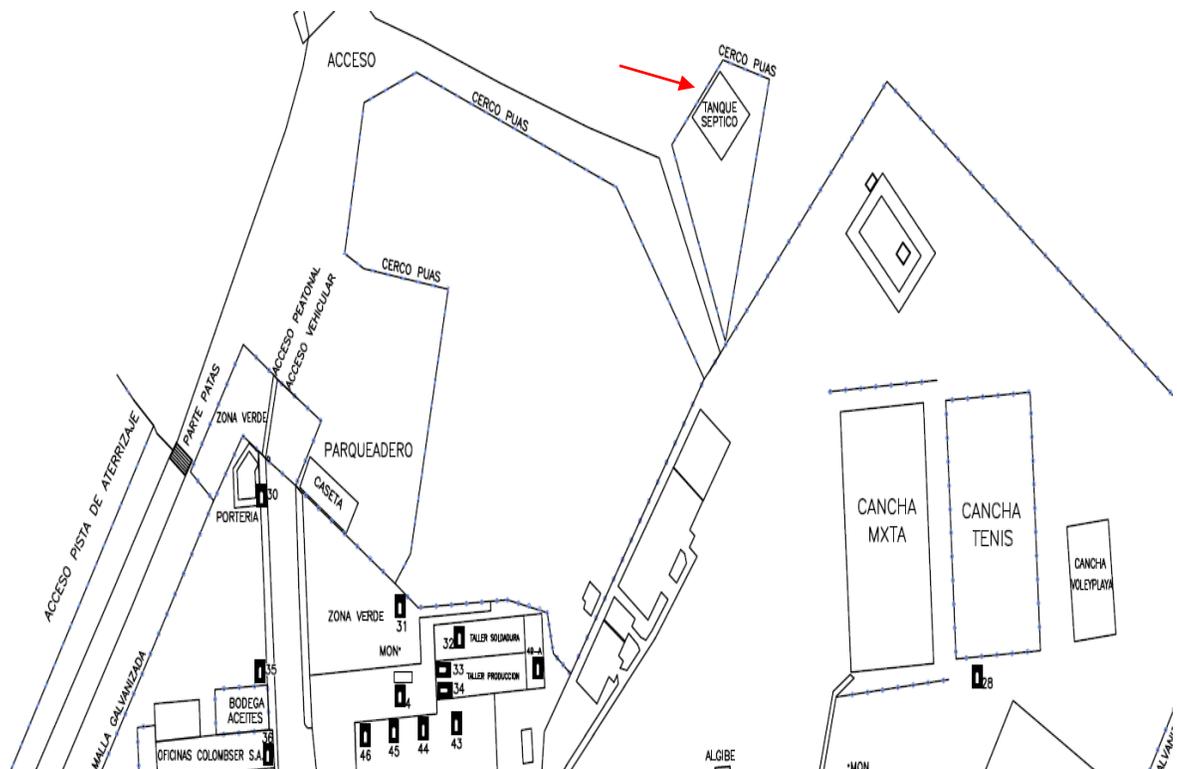
**Tabla 19. Análisis de los PAs encontrados en el Hallazgo 2**

PASIVO AMBIENTAL (IMPACTO ACUMULADO)	CAUSA	CATEGORÍA VALORACIÓN IMPORTANCIA DEL PASIVO (CONESA)	VALOR SIGNIFICANCIA DEL PASIVO (ECOPETROL S.A 2012)	ELEMENTO AFECTADO
Alteración calidad fisicoquímica de aguas subterráneas	Infiltración de aguas con materiales contaminantes desde la superficie	TOLERABLE	BAJA	Aguas subterráneas

- Tratamiento, Almacenamiento y Entrega (Estación Santiago)

Hallazgo 3. Ineficiencia Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas PTARD

**Figura 11. Localización PTARD**



Fuente: A.C.I. Proyectos S.A., 2012

Se evidenció que el sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas presenta inestabilidad considerable en la eficiencia de la remoción de DBO5 (% remoción 51,1), grasas y aceites (% remoción 54,8) y sólidos suspendidos totales (% remoción 60,6), según el monitoreo realizado por la firma Antek S.A. para ECOPETROL S.A., durante el primer trimestre del 2012; incumpliendo con lo establecido en el artículo 72 del Decreto 1594 de 1984 en relación con los porcentajes de remoción exigidos ( $\geq 80\%$ ). Ver **Anexo D**.

**Fotografía 27. Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas del Campo Santiago**



Fuente: El autor

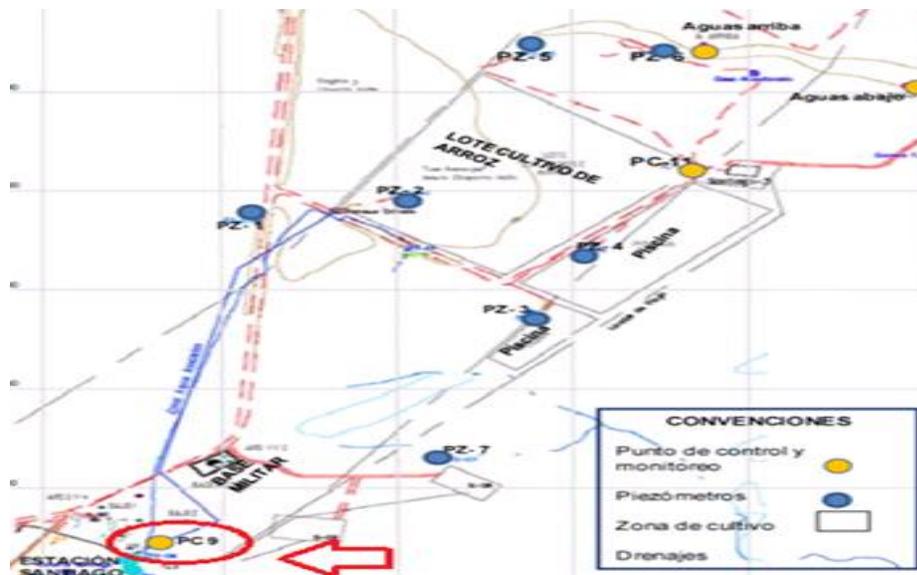
En la Tabla 20 se explican las causas, el valor de la significancia y los elementos ambientales afectados por los pasivos ambientales generados por los hallazgos

**Tabla 20. Análisis de los PAs encontrados en el Hallazgo 3**

PASIVO AMBIENTAL (IMPACTO ACUMULADO)	CAUSA	CATEGORÍA VALORACIÓN IMPORTANCIA DEL PASIVO DEL PASIVO (CONESA)	VALOR SIGNIFICANCIA DEL PASIVO (ECOPETROL S.A 2012)	ELEMENTO AFECTADO
Alteración físico-química de fuentes hídricas (lénticos)	Vertimientos de aguas residuales domésticas que presentan valores no admisibles de DBO5, grasas y aceites y sólidos suspendidos totales, incumpliendo la normatividad ambiental vigente	SEVERO	ALTO	Agua, Fauna y Flora
Alteración de hábitats y especies (composición y estructura) en ecosistemas acuáticos lénticos	Vertimientos de aguas residuales domésticas que presentan valores no admisibles de DBO5, grasas y aceites y sólidos suspendidos totales, incumpliendo la normatividad ambiental vigente	SEVERO	ALTO	Fauna y Flora

Hallazgo 4. Ineficiencia sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales (STARI).

**Figura 12. Localización Hallazgo**



Fuente: A.C.I. Proyectos S.A., 2012

Las aguas asociadas a los pozos que no son inyectadas pasan por el sistema de tratamiento de aguas residuales industriales a través de los separadores API, luego a las piscinas de oxidación y por último a unas piscinas las cuales cumplen con la función de disminuir la temperatura para así poder ser dispuestas en el cultivo de arroz y por último ser vertidas al caño Dumagua.

Se evidenció que en los monitoreos mensuales realizados por la firma Antek S. A. para Petrobras Colombia Limited, durante el año 2011 y el primer trimestre de 2012 en la entrada a los separadores API y en la salida del sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas (PC-9), se registran valores altos de temperatura (> a 40°C), porcentajes de remoción de DBO (20,4%), Grasas y Aceites (60,3%) y Sólidos Suspendidos (71,4%), que no cumplen con el porcentaje de remoción (>= 80%) establecido según el Artículo 72 del Decreto 1594 de 1984. Ver **Anexo D**.

#### **Fotografía 28. Entrada Separadores API**



Fuente: El autor

### Fotografía 29. Salida STARI (PC-9) Inicio canal de vertimiento



Fuente: El Autor

En la Tabla 21 se explican las causas, el valor de la significancia y los elementos ambientales afectados por los pasivos ambientales generados por el hallazgo.

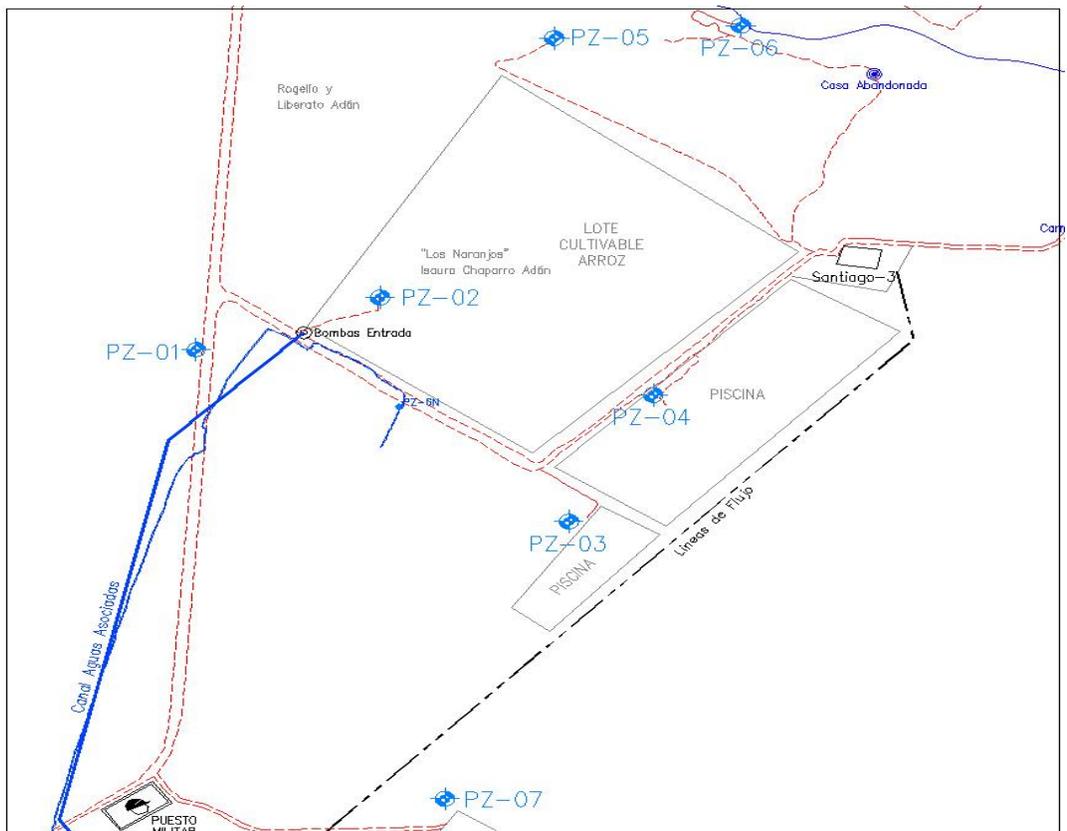
**Tabla 21. Análisis de los PAs encontrados en el Hallazgo 4**

PASIVO AMBIENTAL (IMPACTO ACUMULADO)	CAUSA	CATEGORÍA VALORACIÓN IMPORTANCIA DEL PASIVO (CONESA)	VALOR SIGNIFICANCIA DEL PASIVO (ECOPETROL S.A 2012)	ELEMENTO AFECTADO
Alteración físico-química de fuentes hídricas (lénticos)	Vertimientos de aguas residuales industriales que presentan valores no admisibles de temperatura, DBO, Grasas y aceites y Sólidos suspendidos totales, incumpliendo la normatividad ambiental vigente	<b>SEVERO</b>	<b>ALTO</b>	Agua, Fauna y Flora
Alteración de hábitats y especies (composición y estructura) en ecosistemas acuáticos lénticos y lóticos	Vertimientos de aguas residuales industriales que presentan valores no admisibles de	<b>SEVERO</b>	<b>ALTO</b>	Agua, Fauna y Flora

PASIVO AMBIENTAL (IMPACTO ACUMULADO)	CAUSA	CATEGORÍA VALORACIÓN IMPORTANCIA DEL PASIVO DEL PASIVO (CONESA)	VALOR SIGNIFICANCIA DEL PASIVO DEL PASIVO (ECOPETROL S.A 2012)	ELEMENTO AFECTADO
	temperatura, DBO, Grasas y aceites y Sólidos suspendidos totales, incumpliendo la normatividad ambiental vigente			

Hallazgo 5. Elevada concentración de cloruros en aguas subterráneas.

**Figura 13. Localización Hallazgo**

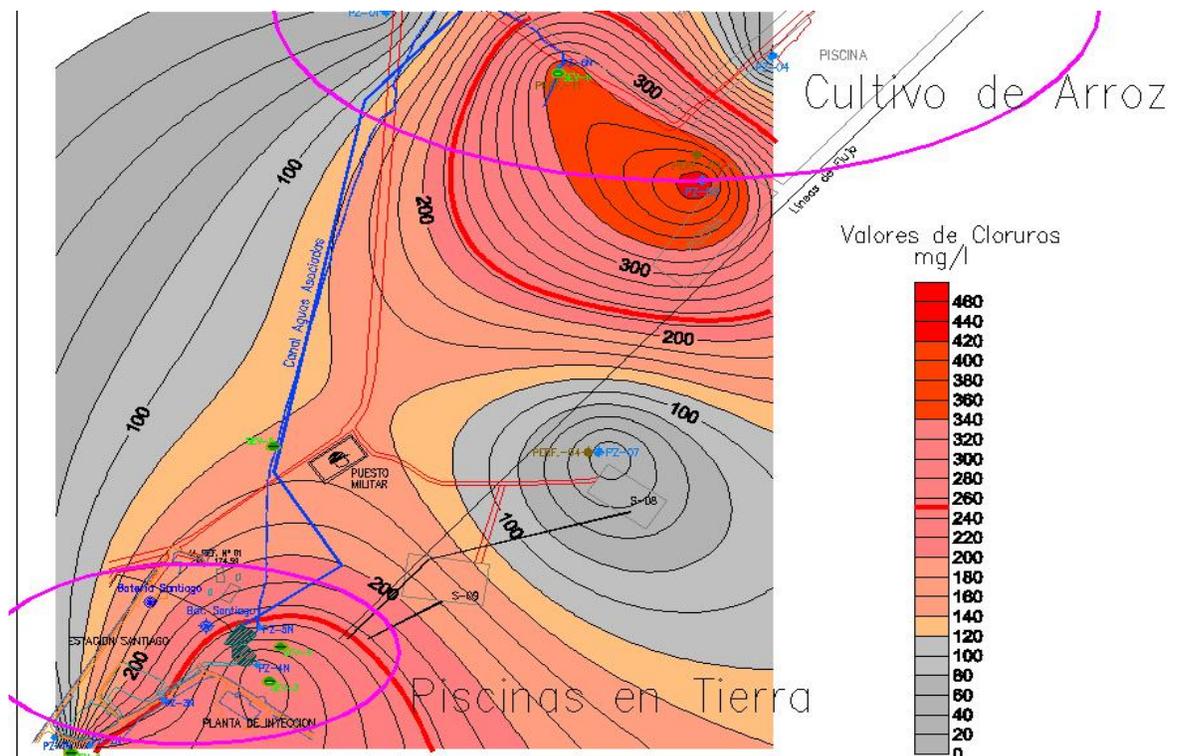


Fuente: A.C.I. Proyectos S.A., 2012

Se evidenció que en los resultados de los monitoreos realizados por la firma Antek S. A., para Petrobras Colombia Limited durante los años 2010, 2011 y primer trimestre de 2012, en la red piezométrica ubicada en los alrededores de las piscinas en tierra y en el cultivo de arroz, se indica que las concentraciones de **CLORUROS** sobrepasan los valores máximos permisibles (**250 mg/l**) estipulados en los Artículos 38, 39 y 41 del Decreto 1594 de 1984. Ver **Anexo D Ficha 5**.

En la **Figura 13** se muestra el Mapa de las concentraciones de Cloruros en el Mapa de isoconcentraciones de cloruros en el agua subterránea medidas en el monitoreo de la primera quincena del mes de enero del 2012. Nótese las altas concentraciones en cercanías a las piscinas en tierra y al cultivo de arroz.

**Figura 14. Mapa de isoconcentraciones de cloruros**



Fuente: A.C.I. Proyectos S.A., 2012

En la Tabla 22 se explican las causas, el valor de la significancia y los elementos ambientales afectados por los pasivos ambientales generados por el hallazgo.

**Tabla 22. Análisis de los PAs del Hallazgo 5**

PASIVO AMBIENTAL (IMPACTO ACUMULADO)	CAUSA	CATEGORÍA VALORACIÓN IMPORTANCIA DEL PASIVO (CONESA)	VALOR SIGNIFICANCIA DEL PASIVO (ECOPETROL S.A 2012)	ELEMENTO AFECTADO
Alteración calidad físicoquímica de aguas subterráneas	Concentraciones de cloruros que sobrepasan los valores máximos permisibles, según la normatividad ambiental vigente	SEVERO	ALTO	Agua subterránea
Alteración calidad físicoquímica del suelo	Concentraciones de cloruros que sobrepasan los valores máximos permisibles, según la normatividad ambiental vigente	IMPORTANTE	MEDIO	Suelo

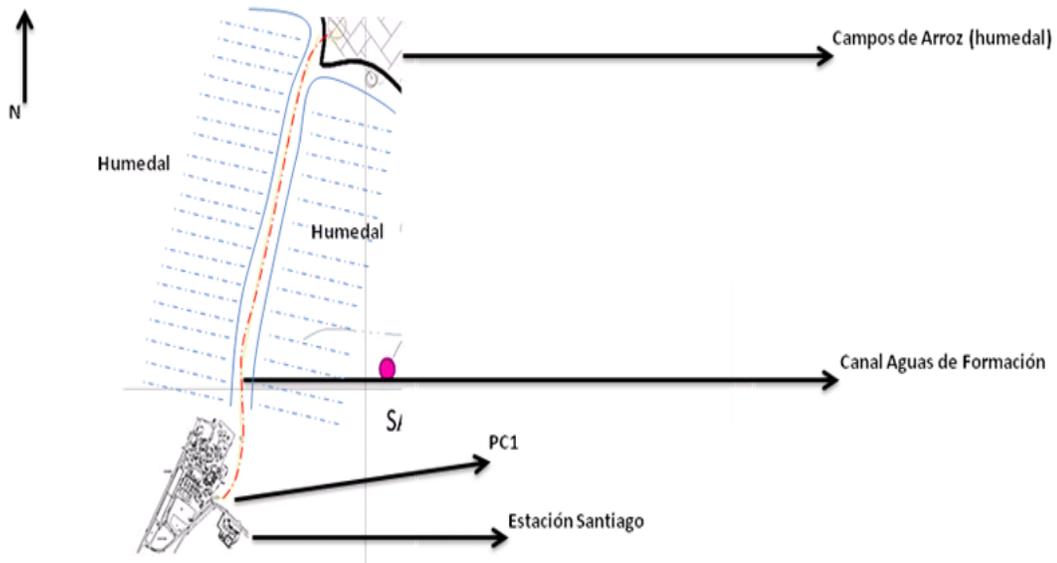
Hallazgo 6. Rebose Canal Aguas Residuales Industriales (ARI).

**Fotografía 30. Canal ARI**



Fuente: El autor

**Figura 15. Localización Hallazgo**



Fuente: A.C.I. Proyectos S.A., 2012

Se evidenció durante la fase de campo que el canal que transporta las aguas residuales industriales (ARI) producto de la producción de hidrocarburos hacia los campos de arroz y posteriormente al Caño Dumagua no cuenta con la capacidad necesaria para el caudal transportado, debido a que se observó que en amplios tramos las ARI se desbordan y causan derrames en los humedales circundantes, evidenciándose iridiscencia y materia orgánica saturada por hidrocarburos.

**Fotografía 31. Canal de ARI rebosado. Salida de ARI hacia los humedales circundantes**

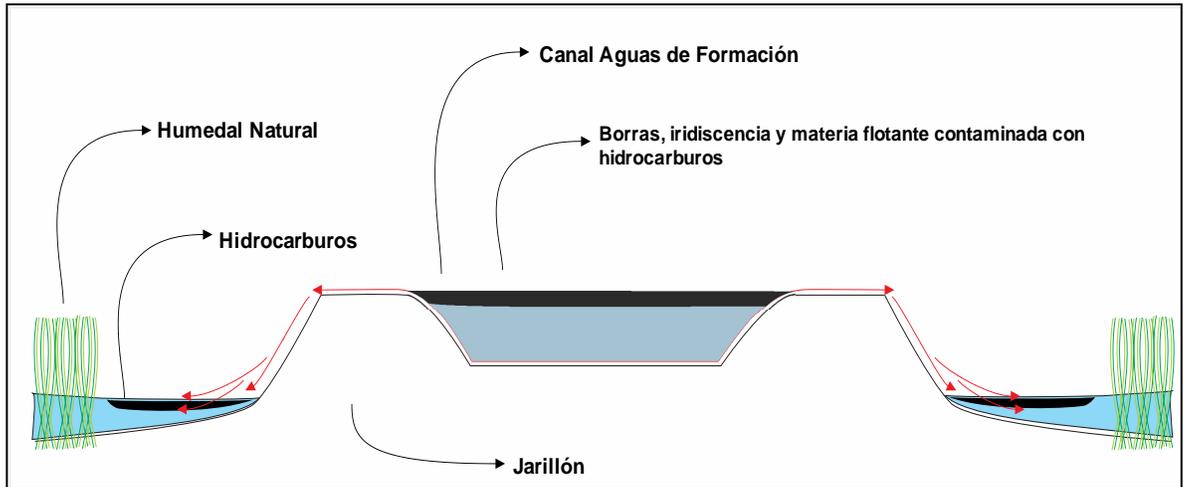


Fuente: El autor

**Fotografía 32. Humedal con grado de iridiscencia.**



**Figura 16. Perfil Canal de ARI**



Fuente: A.C.I. Proyectos S.A., 2012

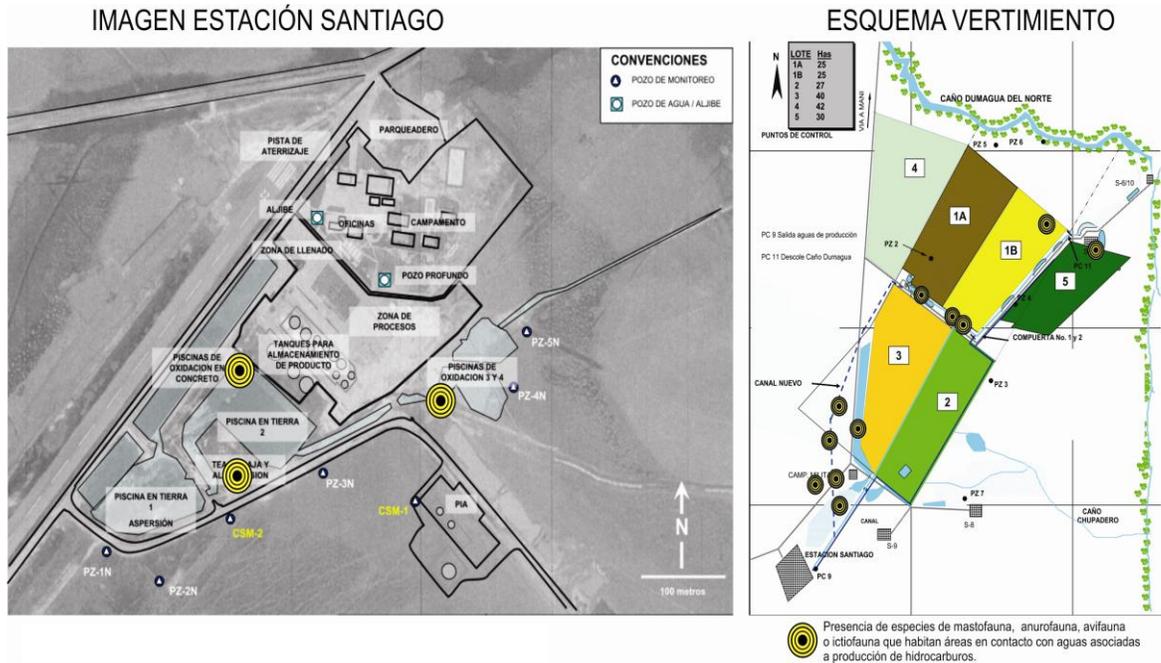
En la Tabla 23 se explican las causas, el valor de la significancia y los elementos ambientales afectados por los pasivos ambientales generados por el hallazgo.

**Tabla 23. Análisis de los PAs encontrados en el Hallazgo 6**

PASIVO AMBIENTAL (IMPACTO ACUMULADO)	CAUSA	CATEGORÍA VALORACIÓN IMPORTANCIA DEL PASIVO (CONESA)	VALOR SIGNIFICANCIA DEL PASIVO (ECOPETROL S.A 2012)	ELEMENTO AFECTADO
Alteración físico-química de las fuentes hídricas (lénticas)	Agua contaminada con hidrocarburos por rebose de las aguas del canal	<b>SEVERO</b>	<b>ALTA</b>	Suelo, Agua, Flora y Fauna
Alteración físico-química de agua lluvia y escorrentía	Agua contaminada con hidrocarburos	<b>IMPORTANTE</b>	<b>MEDIO</b>	Agua, Fauna y Flora
Alteración de la calidad físico-química del suelo	Suelo contaminado por presencia de hidrocarburos	<b>IMPORTANTE</b>	<b>MEDIO</b>	Suelo, Fauna y Flora

Hallazgo 7. Alteración de Hábitats y especies de fauna

**Figura 17. Localización Hallazgo**



Fuente: Evaluación ambiental Fase II y análisis de riesgos (2010)

Se evidenció durante la visita de campo, alteración de hábitats acuáticos y/o especies faunísticas (silvestres y domésticas) por contacto con aguas asociadas a producción de hidrocarburos en la estación Santiago, los canales de aguas de formación, los humedales (contaminados a lo largo del canal) y la arrocera.

Las fotografías 33 y 34 muestran las afectaciones ocasionadas a la fauna del sector.

**Fotografía 33. Iguana contaminada con hidrocarburos**



Fuente: El autor

**Fotografía 34. Perro contaminado con aguas asociadas a producción de hidrocarburos en el canal ARI**



Fuente: El Autor

En la Tabla 24 se explican las causas, el valor de la significancia y los elementos ambientales afectados por los pasivos ambientales generados por el hallazgo.

**Tabla 24. Análisis de los PAs encontrados en el Hallazgo 7**

PASIVO AMBIENTAL (IMPACTO ACUMULADO)	CAUSA	CATEGORÍA VALORACIÓN IMPORTANCIA DEL PASIVO (CONESA)	VALOR SIGNIFICANCIA DEL PASIVO (ECOPETROL S.A 2012)	ELEMENTO AFECTADO
Alteración de hábitats y especies (composición y estructura) en ecosistemas acuáticos Lóticos.	A causa de la inadecuada conducción y manejo de las aguas asociadas a producción de hidrocarburos en la estación Santiago y al indebido aislamiento de las corrientes loticas que entran en contacto con los vertimientos, se evidencia afectación de hábitat y muerte de individuos (como el Bocachico).	SEVERO	ALTA	Fauna, Hidrobiológico
Alteración de hábitats y especies (composición y estructura) en ecosistemas acuáticos lenticos.	Debido a que la instalación de la infraestructura en la estación Santiago se encuentra sobre una matriz de humedal (Bajo inundable) y el cauce estacional de un caño (Caño bújamela), aún persisten puntualmente ecosistemas lenticos (humedales) que albergan especies asociadas.	SEVERO	ALTA	Fauna, Hidrobiológico

La siguiente tabla resume los pasivos identificados en los procesos de la actividad petrolera (extracción y tratamiento, almacenamiento y entrega), En los demás procesos no se encontraron pasivos ambientales.

**Tabla 25. Pasivos Ambientales**

PROCESO / COMPONENTE	HALLAZGO	PASIVOS AMBIENTALES (Impacto Ambiental Acumulados)	CATEGORÍA VALORACIÓN DE IMPORTANCIA DEL PASIVO (CONESA)	EVALUACIÓN DE LA SIGNIFICANCIA DEL PASIVO (ECOPETROL S.A. 2012)
EXTRACCIÓN	POZO DE AGUA ABANDONADO Y DESECHOS ENTERRADOS EN LOCACIÓN SAN 6 - SAN 10	Alteración de la calidad fisicoquímica del suelo	IMPORTANTE	MEDIA
		Alteración calidad fisicoquímica de aguas subterráneas	TOLERABLE	BAJA
	POZO DE AGUA ABANDONADO EN LA ESTACIÓN PALMAR	Alteración calidad fisicoquímica de aguas subterráneas	TOLERABLE	BAJA
TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y ENTREGA	INEFICIENCIA PTARD	Alteración fisicoquímica de fuentes hídricas (lénticos)	SEVERO	ALTA
		Alteración calidad fisicoquímica de aguas subterráneas	SEVERO	ALTA
	INEFICIENCIA STARI	Alteración fisicoquímica de fuentes hídricas (lénticos)	SEVERO	ALTA
		Alteración de hábitats y especies (composición y estructura) en ecosistemas acuáticos	SEVERO	ALTA

PROCESO / COMPONENTE	HALLAZGO	PASIVOS AMBIENTALES (Impacto Ambiental Acumulados)	CATEGORÍA VALORACIÓN DE IMPORTANCIA DEL PASIVO (CONESA)	EVALUACIÓN DE LA SIGNIFICANCIA DEL PASIVO (ECOPETROL S.A. 2012)
		lénticos y lóticos		
	<b>CONCENTRACIÓN ALTA CLORUROS EN AGUAS SUBTERRANEAS</b>	Alteración calidad fisicoquímica de aguas subterráneas	SEVERO	ALTA
		Alteración de la calidad fisicoquímica del suelo	IMPORTANTE	MEDIA
	<b>REBOSE CANAL ARI</b>	Alteración fisico-química de las fuentes hídricas (lénticas)	SEVERO	ALTA
		Alteración de la calidad fisicoquímica del agua lluvia y esorrentía	IMPORTANTE	MEDIA
		Alteración de la calidad físico -química del suelo	IMPORTANTE	MEDIA
	<b>ALTERACIÓN DE HÁBITATS Y ESPECIES DE FAUNA</b>	Alteración de hábitats y especies (composición y estructura) en ecosistemas acuáticos Lóticos.	SEVERO	ALTA
		Alteración de hábitats y especies (composición y estructura) en ecosistemas acuáticos lenticos.	SEVERO	ALTA

La Significancia de los PAs está representada en un 58% Alta, un 29% Media y tan solo un 13% Baja. De igual forma, la valoración de importancia del pasivo está representada en un 58% Severo, un 29% Importante y un 13% Tolerable.

#### 4.4 VALORACIÓN ECONÓMICA DE PASIVOS IDENTIFICADOS

Establecidos los **gastos preventivos o defensivos** en unidades monetarias para el tratamiento de los PAs identificados en las fichas de medidas de manejo ambiental (**Ver Anexo D. Fichas**), se determina el **Costo Ambiental de los PAs** a partir de la adaptación de la ecuación de Cálculo de Multas por Infracción a la Normatividad Ambiental (Resolución 2086 de 2010 del MAVDT):

$$CA = Vp + (\alpha * ( 22,06 * SMMLV * I))$$

##### Dónde:

CA:	Costo Ambiental
Vp:	Valor del pasivo (Costos de reemplazo - reposición o gastos preventivos – defensivos)
$\alpha$ :	Factor de temporalidad
SMMLV:	Salario mínimo mensual legales vigentes
I:	Valor Afectación Ambiental

En la Tabla 26 se calcula los valores de Afectación Ambiental (**I**) de los PAs, según los rangos de clasificación de la metodología para el Cálculo de multas (Ver Numeral 5.6.2).

**Tabla 26. Valores de afectación ambiental (I)**

PROCESO / COMPONENTE	HALLAZGO	PASIVOS AMBIENTALES (Impacto Ambiental Acumulados)	HOMOLOGACIÓN DE CRITERIOS DE PONDERACIÓN						
			ATRIBUTOS (MAVDT, 2010)						Importancia de la Afectación Ambiental
			Int	Ext	Per	Rev	Rec	Rango del (I)	
EXTRACCIÓN	POZO DE AGUA ABANDONADO Y DESECHOS ENTERRADOS EN LOCACIÓN SAN 6 - SAN 10	Alteración de la calidad fisicoquímica del suelo	8	2	4	3	3	40	MODERADO
		Alteración calidad fisicoquímica de aguas subterráneas	6	1	4	3	3	25	MODERADO
	POZO DE AGUA ABANDONADO EN LA ESTACIÓN PALMAR	Alteración calidad fisicoquímica de aguas subterráneas	6	1	4	3	3	26	MODERADO
TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y ENTREGA	INEFICIENCIA PTARD	Alteración físico-química de fuentes hídricas (lénticos)	8	3	4	3	3	41	SEVERO
		Alteración calidad fisicoquímica de aguas subterráneas	8	5	4	3	3	43	SEVERO
	INEFICIENCIA STARI	Alteración físico-química de fuentes hídricas (lénticos)	12	5	1	5	10	58	SEVERO
		Alteración de hábitats y especies (composición y estructura) en ecosistemas acuáticos lénticos y lóticos	4	1	12	5	10	52	SEVERO
	CONCENTRACIÓN ALTA CLORUROS EN AGUAS	Alteración calidad fisicoquímica de aguas	4	1	12	5	10	52	SEVERO

PROCESO / COMPONENTE	HALLAZGO	PASIVOS AMBIENTALES (Impacto Ambiental Acumulados)	HOMOLOGACIÓN DE CRITERIOS DE PONDERACIÓN						Importancia de la Afectación Ambiental
			ATRIBUTOS (MAVDT, 2010)						
			Int	Ext	Per	Rev	Rec	Rango del (I)	
	SUBTERRANEAS	subterráneas							
		Alteración de la calidad fisicoquímica del suelo	6	2	4	3	3	35	MODERADO
	REBOSE CANAL ARI	Alteración fisicoquímica de las fuentes hídricas (lénticas)	8	3	4	3	3	41	SEVERO
		Alteración de la calidad fisicoquímica del agua lluvia y escorrentía	6	2	4	3	3	35	MODERADO
		Alteración de la calidad físico-química del suelo	4	2	4	3	3	30	MODERADO
	ALTERACIÓN DE HÁBITATS Y ESPECIES DE FAUNA	Alteración de hábitats y especies (composición y estructura) en ecosistemas acuáticos Lóticos.	4	1	12	5	10	52	SEVERO
		Alteración de hábitats y especies (composición y estructura) en ecosistemas acuáticos lenticos.	8	3	4	3	3	41	SEVERO

Una vez determinados los valores de Afectación Ambiental (I), se halla el costo ambiental de cada PAs. (Ver Tabla 27)

**Tabla 27. Costos Ambientales de los PAs identificados**

PROCESO / COMPONENTE	HALLAZGO	PASIVOS AMBIENTALES (Impacto Ambiental Acumulados)	VARIABLES COSTO AMBIENTAL DE Pas				
			Vp (gasto defensivo)	α	SMMLV \$	/	CA
EXTRACCIÓN	POZO DE AGUA ABANDONADO Y DESECHOS ENTERRADOS EN LOCACIÓN SAN 6 - SAN 10	Alteración de la calidad fisicoquímica del suelo	\$ 214.981.000	4	589500	40	\$2.295.680.200
		Alteración calidad fisicoquímica de aguas subterráneas					
	POZO DE AGUA ABANDONADO EN LA ESTACIÓN PALMAR	Alteración calidad fisicoquímica de aguas subterráneas	\$ 192.010.000	4	589500	41	\$2.324.726.680
TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y ENTREGA	INEFICIENCIA PTARD	Alteración físico-química de fuentes hídricas (lénticos)	\$ 292.500.000	4	589500	58	\$3.309.513.840
		Alteración calidad fisicoquímica de aguas subterráneas					
	INEFICIENCIA STARI	Alteración físico-química de fuentes hídricas (lénticos)	\$ 479.284.000	4	589500	52	\$3.184.192.960
		Alteración de hábitats y especies (composición y estructura) en ecosistemas acuáticos lénticos y lóxicos					
	CONCENTRACIÓN ALTA CLORUROS EN AGUAS SUBTERRANEAS	Alteración calidad fisicoquímica de aguas subterráneas	\$ 13.045.500.000	4	589500	52	\$15.750.408.960
		Alteración de la calidad fisicoquímica del suelo					
	REBOSE CANAL ARI	Alteración físico-química de las fuentes hídricas (lénticas)	\$ 1.264.900.000	4	589500	41	\$ 3.397.616.680
		Alteración de la calidad fisicoquímica del agua lluvia y escorrentía					
		Alteración de la calidad físico-química del suelo					
	ALTERACIÓN DE HÁBITATS Y ESPECIES DE FAUNA	Alteración de hábitats y especies (composición y estructura) en ecosistemas	\$ 87.457.500	4	589500	52	\$2.792.366.460

PROCESO / COMPONENTE	HALLAZGO	PASIVOS AMBIENTALES (Impacto Ambiental Acumulados)	VARIABLES COSTO AMBIENTAL DE Pas				
			Vp (gasto defensivo)	α	SMMLV \$	/	CA
		acuáticos Lóticos.					
		Alteración de hábitats y especies (composición y estructura) en ecosistemas acuáticos lenticos.					

El Costo Ambiental Total generado por los PAs generados por las operaciones petroleras de Campo Santiago es de aproximadamente \$33.054'505.780 pesos colombianos.

#### 4.5 FORMULACIÓN DE MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL PARA CADA UNO DE LOS PAS ENCONTRADOS

A continuación se presentan las recomendaciones para la formulación de las acciones de manejo ambiental requeridas para cada una de las fichas de los hallazgos encontrados durante la operación de Campo Santiago, con la finalidad de que contribuya a prevenir, controlar, minimizar y/o compensar los pasivos ambientales causados al medio biótico, físico natural y al componente socioeconómico. Para una mayor información ver **Anexo D Fichas**.

Las medidas están compuestas por las acciones a ejecutar en cada uno de los hallazgos encontrados durante el trabajo realizado en Campo Santiago. Igualmente incluyen cuantificación y costos (**gastos preventivos o defensivos**) de las actividades y obras a realizar para tratar estos hallazgos que ocasionan PAs. Estos gastos defensivos son necesarios para determinar el costo ambiental de cada PA encontrado.

Las fichas de manejo ambiental elaboradas para el manejo de los PAs encontrados en los diferentes procesos se especifican en la Tabla 28.

**Tabla 28. Fichas elaboradas por PAs**

PROCESO / COMPONENTE	HALLAZGO	PASIVOS AMBIENTALES (Impacto Ambiental Acumulado)	FICHA
EXTRACCIÓN	POZO DE AGUA ABANDONADO Y DESECHOS ENTERRADOS EN LOCACIÓN SAN 6 - SAN 10	Alteración de la calidad fisicoquímica del suelo	FICHA No. 1
		Alteración calidad fisicoquímica de aguas subterráneas	
	POZO DE AGUA ABANDONADO EN LA ESTACIÓN PALMAR	Alteración calidad fisicoquímica de aguas subterráneas	FICHA No. 2
TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y ENTREGA	INEFICIENCIA PTARD	Alteración físico-química de fuentes hídricas (lénticas)	FICHA No. 3
		Alteración calidad fisicoquímica de aguas subterráneas	
	INEFICIENCIA STARI	Alteración físico-química de fuentes hídricas (lénticas)	FICHA No. 4
		Alteración de hábitats y especies (composición y estructura) en ecosistemas acuáticos lénticos y lóticos	
	CONCENTRACIÓN ALTA DE CLORUROS EN AGUAS SUBTERRÁNEAS	Alteración calidad fisicoquímica de aguas subterráneas	FICHA No. 5
Alteración de la calidad fisicoquímica del suelo			
TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y ENTREGA	REBOSE CANAL ARI	Alteración físico-química de las fuentes hídricas (lénticas)	FICHA No. 6
		Alteración de la calidad fisicoquímica del agua lluvia y escorrentía	
		Alteración de la calidad físico-química del suelo	
	ALTERACIÓN DE HÁBITATS Y ESPECIES DE FAUNA	Alteración de hábitats y especies (composición y estructura) en ecosistemas acuáticos Lóticos.	FICHA No. 7

PROCESO / COMPONENTE	HALLAZGO	PASIVOS AMBIENTALES (Impacto Ambiental Acumulado)	FICHA
		Alteración de hábitats y especies (composición y estructura) en ecosistemas acuáticos lenticos.	

**4.5.1 Ficha No. 1 Pozo de agua abandonado y desechos enterrados en las locaciones SAN-06 y SAN-10.** (Para mayor detalle ver **Anexo D Ficha No 1**).

Para el tratamiento de los PAs encontrados en estos Hallazgos del proceso de extracción, se proponen las siguientes actividades:

**4.5.1.1 Plan de acción:** Los objetivos del plan de acción contemplan el sellamiento total del pozo de agua abandonado y retiro de estructuras de concreto y disposición adecuada de los escombros. Igualmente se requiere determinar el tipo de residuo contenido en la caneca enterrada y posterior disposición correcta de esta.

- Acciones a desarrollar. Para los desechos enterrados:
  - ✓ Determinar el carácter del residuo presente en la caneca enterrada de acuerdo al Anexo I, II y III del Dec. 4741 de 2005.
  - ✓ Monitorear en inmediaciones a la caneca encontrada, buscando residuos similares.
  - ✓ Disponer correctamente los residuos de la caneca de acuerdo al Dec. 4741 de 2005.

Para el pozo de agua abandonado:

- ✓ Adecuar el terreno a condiciones geomorfológicas naturales.
- ✓ Ejecutar las acciones mencionadas en la Ficha de desmantelamiento, recuperación y abandono del Plan de Manejo Ambiental (PMA) del Campo.
- ✓ Sellamiento físico del pozo abandonado, retirando toda su estructura.

- ✓ Disposición adecuada de los elementos en concreto o no útiles y ubicarlos de acuerdo con los sitios de disposición mencionados en el PMA del Campo.
- Cuantificación y costos (GASTO DEFENSIVO). El valor económico para el tratamiento de los PAs encontrados en los hallazgos explicados anteriormente, se detalla a continuación:

**Tabla 29. Gasto defensivo ficha No 1.**

DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>Para sellar el pozo</b>				
Personal	Global	9	3.800.000,00	\$ 34.200.000
Materiales	Global	1	23.500.000,00	\$ 23.500.000
<b>Para solicitud licencia</b>				
Realización solicitud trámite del permiso *	Global	1	90.000.000,00	\$ 90.000.000
<b>Para residuo enterrado</b>				
Relleno y adecuación del terreno	Global	1	9.600.000	\$ 9.600.000
Vibrocompactador	Días	3	650.000	\$ 1.950.000
Volqueta	Días	3	400.000	\$ 1.200.000
Retroexcavadora	Horas	24	130.000	\$ 3.120.000
Operario	Días	3	400.000	\$ 1.200.000
Auxiliares	Días	3	200.000	\$ 600.000
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>\$ 165.370.000</b>
<b>ADMINISTRACIÓN-IMPREVISTOS-UTILIDAD</b>	<b>30%</b>			<b>\$ 49.611.000</b>
<b>TOTAL COSTO OBRA CIVIL (GASTO DEFENSIVO)</b>				<b>\$ 214.981.000</b>
* El trámite incluye: Formulario con sus anexos, visita de la Corporación, prueba de bombeo, registro geoelectrico y publicación del acto administrativo				

**4.5.2 Ficha No. 2 Pozo de agua abandonado en la Estación Palmar.** (Para mayor detalle ver **Anexo D Ficha No 2**). Para el tratamiento de los PAs encontrados en este Hallazgo del proceso de extracción, se proponen las siguientes actividades:

**4.5.2.1 Plan de acción:** El objetivo del plan de acción contempla el sellamiento total del pozo de agua abandonado y retiro de estructuras de concreto y disposición adecuada de los escombros.

- Acciones a desarrollar
- ✓ Adecuar el terreno a condiciones geomorfológicas naturales.
- ✓ Ejecutar las acciones mencionadas en la Ficha de desmantelamiento, recuperación y abandono del Plan de Manejo Ambiental (PMA) de Campo Santiago.
- ✓ Sellamiento físico del pozo abandonado, retirando toda su estructura.
- ✓ Disposición adecuada de los elementos en concreto o no útiles y ubicarlos de acuerdo con los sitios de disposición mencionados en el PMA del Campo.
- Cuantificación y costos (GASTO DEFENSIVO). El valor económico para el tratamiento de los PAs encontrados en el hallazgo explicado anteriormente, se detalla a continuación:

**Tabla 30. Gasto defensivo ficha No 2.**

DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>Para sellar el pozo</b>				
Personal	Global	9	3.800.000,00	\$ 34.200.000
Materiales	Global	1	23.500.000,00	\$ 23.500.000
<b>Para solicitud licencia</b>				
Realización solicitud trámite del permiso *	Global	1	90.000.000,00	\$ 90.000.000
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>\$ 147.700.000</b>
<b>ADMINISTRACIÓN-IMPREVISTOS-UTILIDAD</b>	<b>30%</b>			<b>\$ 44.310.000</b>
<b>TOTAL COSTO OBRA CIVIL (GASTO DEFENSIVO)</b>				<b>\$ 192.010.000</b>
* El trámite incluye: Formulario con sus anexos, visita de la Corporación, prueba de bombeo, registro geoeléctrico y publicación del acto administrativo				

**4.5.3 Ficha No. 3 Ineficiencia Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas PTARD.** (Para mayor detalle ver **Anexo D Ficha No 3**). Para el tratamiento de los PAs encontrados en este Hallazgo del proceso de extracción, se proponen las siguientes actividades:

**4.5.3.1 Plan de acción:** El objetivo principal es garantizar el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente en materia de vertimientos de aguas (Decreto 1594 de 1984).

- Acciones a desarrollar:
  - ✓ Instalar una nueva Planta de Tratamiento de Aguas Residuales - PTARD eficiente.
  - ✓ Garantizar la calidad del agua vertida de acuerdo a lo estipulado en el Art. 45 y 72 del Dec. 1594/84.
  - ✓ Realizar mantenimiento periódicos al nuevo sistema de tratamiento de las aguas residuales domésticas, garantizando la calidad del agua vertida.
  - ✓ Tomar y analizar muestras de calidad del agua a la salida del sistema de tratamiento de las ARD.
  
- Cuantificación y costos (GASTO DEFENSIVO). El valor económico para el tratamiento de los PAs encontrados en el hallazgo explicado anteriormente, se detalla a continuación:

**Tabla 31. Gasto defensivo ficha No 3.**

DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Diseño Planta de concreto	UN	1	\$ 10,000,000	\$ 10.000.000,00
Elaboración planos	UN	1	\$ 3,000,000	\$ 3.000.000,00
Prueba funcionamiento	UN	1	\$ 7,000,000	\$ 7.000.000,00
Construcción planta de concreto, lechos de secado, caja manejo lixiviados, sistema de conexión ,	UN	1	\$ 135.000.000,00	\$ 135.000.000,00

DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
cableado, instalación PTARD, otros				
Otros (acompañamiento, capacitación, dossier, pruebas, impuestos)	UN	1	\$ 70,000,000	\$ 70.000.000,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				\$ 225.000.000
<b>ADMINISTRACIÓN-IMPREVISTOS-UTILIDAD</b>	<b>30%</b>			\$ 67.500.000
<b>TOTAL COSTO OBRA CIVIL (GASTO DEFENSIVO)</b>				<b>\$ 292.500.000</b>
(*) Presupuesto basado en Propuesta presentada a ECOPETROL S.A.				

**4.5.4 Ficha No. 4 Ineficiencia sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales (STARI).** (Para mayor detalle ver **Anexo D.**). Para el tratamiento de los PAs encontrados en este Hallazgo del proceso de tratamiento, almacenamiento y entrega, se proponen las siguientes actividades:

**4.5.4.1. Plan de acción:** El objetivo principal es garantizar el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente en materia de vertimientos de aguas (Decreto 1594 de 1984).

- Acciones a desarrollar:

- ✓ Contratar una firma especializada que contemple el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales industriales acorde con lo establecido en la normatividad ambiental vigente.
- ✓ Asegurar el sistema óptimo que garantice la calidad del agua vertida de acuerdo a lo estipulado en el Art. 45 y 72 del Dec. 1594/84.
- ✓ Realizar monitoreos mensuales al sistema de tratamiento de aguas residuales industriales (ARI) en la entrada del API, PC-09 y punto de vertimiento sobre el caño Dumagua PC-11.
- ✓ Realizar los ensayos de clarificación (pruebas de jarras) para determinar la dosis óptima del coagulante antes del proceso de flotación.

- Cuantificación y costos. El valor económico (GASTO DEFENSIVO) para el tratamiento de los PAs encontrados en el hallazgo explicado anteriormente, se detalla a continuación:

**Tabla 32. Gasto defensivo ficha No 4.**

DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Análisis de agua entrada API, PC-09 y PC-11, mensual	Parámetro	54	\$ 70,000	\$ 3.780.000
Ensayos de clarificación (prueba de jarras), mensual	UN	3	\$300,000	\$ 900.000
Toma de muestras, mensual	UN	1	\$2,000,000	\$ 2.000.000
Diseño de planta tratamiento ARI	UN	1,00	\$12,000,000	\$ 12.000.000
Construcción obras rediseño ( unidad de flotación con aire disuelto)	UN	1,00	\$ 350.000.000	\$ 350.000.000
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>\$ 368.680.000</b>
<b>ADMINISTRACIÓN-IMPREVISTOS-UTILIDAD</b>	<b>30%</b>			<b>\$ 110.604.000</b>
<b>TOTAL COSTO OBRA CIVIL</b>				<b>\$ 479.284.000</b>
(*) Los costos incluidos en el presupuesto son estimados, basados en otros proyectos del área de hidrocarburos.				

#### **4.5.5 Ficha No. 5 Elevada concentración de cloruros en los alrededores de las piscinas y el cultivo de arroz. (Para mayor detalle ver Anexo D Ficha No 5).**

Para el tratamiento de los PAs encontrados en este hallazgo del proceso de tratamiento, almacenamiento y entrega, se proponen las siguientes actividades:

**Plan de acción:** Garantizar el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente en materia de calidad de aguas subterráneas (Resolución 2115 de 2007 y Decreto 1594 de 1984).

- Acciones a desarrollar:
  - ✓ Impermeabilizar las piscinas de tratamiento que actualmente se encuentran en tierra y el canal de conducción de aguas residuales industriales de manera definitiva.

- ✓ Continuar los monitoreos periódicos para determinar cualquier alteración de las aguas subterráneas debido al manejo, tratamiento y transporte de las aguas de producción de campo Santiago.
- ✓ Realizar un modelo numérico de dispersión de contaminantes con el fin de evaluar la migración de las aguas residuales infiltradas al subsuelo por medio de las piscinas en tierra y del cultivo de arroz.
- Cuantificación y costos (GASTO DEFENSIVO). El valor económico para el tratamiento de los PAs encontrados en el hallazgo explicado anteriormente, se detalla a continuación:

**Tabla 33. Gasto defensivo ficha No 5.**

DESCRIPCIÓN	UN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Análisis de agua en cada uno de los piezómetros instalados, quincenal para piezómetros nuevos y mensual para piezómetros viejos	UN	13	\$ 720,000,00	\$ 9,360,000,00
Impermeabilización de las piscinas de tratamiento que actualmente se encuentran en tierra	M <sup>2</sup>	48.971	\$ 20.202.487,19	\$ 10.000.000.000,00
Modelación numérica de aguas subterráneas	UN	1	\$ 35.000.000,00	\$ 35.000.000,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>\$ 10.035.000.000</b>
<b>ADMINISTRACIÓN-IMPREVISTOS-UTILIDAD</b>	<b>30%</b>			<b>\$ 3.010.500.000</b>
<b>TOTAL COSTO OBRA CIVIL</b>				<b>\$ 13.045.500.000</b>

**4.5.6 Ficha No. 6 Rebose Canal Aguas Residuales Industriales (ARI).** (Para mayor detalle ver **Anexo D Ficha No 6**). Para el tratamiento de los PAs encontrados en este Hallazgo del proceso de tratamiento, almacenamiento y entrega, se proponen las siguientes actividades:

**4.5.6.1 Plan de acción:** Activación inmediata del Plan de Contingencia del Campo (Decreto 321 de 1999) y posterior clausura de los canales de aguas residuales industriales.

- Acciones a desarrollar:
  - ✓ Restaurar los diques y/o sus realces para asegurar que el agua se encauce por el canal.
  - ✓ Eliminar el derrame al humedal del 100% de las aguas residuales industriales de acuerdo al Decreto 1594 de 1984 o las leyes que lo complementen y/o suplanten.
  - ✓ Como medida complementaria trasportar el agua mediante tubo
  - ✓ Iridiscencia en el agua: Activación inmediata del Plan de Contingencia según Decreto 321 de 1999.
  - ✓ Implementación de programas eficaces de mantenimiento preventivo
  - ✓ Aplicación de procedimientos normalizados (ambientalmente) de operación y mantenimiento.
  - ✓ Verificar por observación directa existencia de fauna silvestre contaminada por hidrocarburos. Es necesario crear la ficha de manejo ambiental de la fauna silvestre en el Plan de Manejo Ambiental.
  - ✓ Estudio RBCA a los humedales circundantes.
  - ✓ Identificación de más áreas donde se aplique.
- Cuantificación y costos (GASTO DEFENSIVO). El valor económico para el tratamiento de los PAs encontrados en el hallazgo explicado anteriormente, se detalla a continuación:

**Tabla 34. Gasto defensivo ficha No 6.**

DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Restauración dique en tierra	ml	1200,00	690.000	828.000.000
Disposición de material	Global	1,00	145.000.000	145.000.000
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>\$ 973.000.000</b>
<b>ADMINISTRACIÓN-IMPREVISTOS-UTILIDAD</b>	30%			<b>\$ 291.900.000</b>
<b>TOTAL COSTO OBRA CIVIL (GASTO DEFENSIVO)</b>				<b>\$ 1.264.900.000</b>

**4.5.7 Ficha No. 7 Alteración de Hábitats y especies de fauna.** (Para mayor detalle ver **Anexo D Ficha No 7**). Para el tratamiento de los PAs encontrados en este Hallazgo del proceso de tratamiento, almacenamiento y entrega, se proponen las siguientes actividades:

**4.5.7.1 Plan de acción:** Activación inmediata del Plan de Contingencia del Campo (Decreto 321 de 1999) y posterior clausura de los canales de aguas residuales industriales.

- Acciones a desarrollar:
  - ✓ Realizar una evaluación del estado de conservación de los hábitats naturales que entren en contacto con los procesos de tratamiento, almacenamiento y entrega de hidrocarburos y aguas asociadas en el campo Santiago, teniendo en cuenta hábitats ubicados en las instalaciones de la estación Santiago, las piscinas en tierra, los canales de vertimiento, y los lotes inundables dispuestos como arrozal.
  - ✓ En los humedales que se encuentren dentro de las instalaciones de la estación Santiago y que presenten especies faunísticas silvestres, o que se presenten como hábitats potenciales para especies, es necesario realizar un proceso de llenado y nivelación con material similar al de la matriz edáfica de la estación,

ya que estos humedales podrían convertirse en trampas para la fauna en caso de una contingencia.

- ✓ Es necesario Identificar, ubicar y asistir especializadamente (médica veterinaria, manejo biológico) a la fauna silvestre contaminada con aguas asociadas a producción de hidrocarburos o material vegetal contaminado con hidrocarburos
- ✓ Verificar en base a información primaria, la contaminación de los ecosistemas lóticos y lenticos que entran en contacto con los canales de vertimiento (Nuevo y viejo-compuestas 1 y 2), teniendo en cuenta el flujo del agua hacia el caño Dumagua y los humedales adyacentes al cultivo de arroz
- ✓ Evaluar la opción socioambiental más viable para la eliminación de los vertimientos de aguas industriales y domesticas residuales asociados a la producción del campo Santiago en los ecosistemas loticos y lenticos, teniendo en cuenta las variables ambientales y socioeconómicas de los procesos de reinyección de la totalidad del agua de formación, o los procesos de mitigación de impactos como la instalación de tubería de transporte de aguas residuales, la instalación de barreras o el encerramiento en malla fina de los canales de vertimiento, con el fin de evitar la contaminación de la fauna silvestre y doméstica, que habita o se desplaza por el área de estos canales.
- Cuantificación y costos (GASTO DEFENSIVO). El valor económico para el tratamiento de los PAs encontrados en el hallazgo explicado anteriormente, se detalla a continuación:

**Tabla 35. Gasto defensivo ficha No 7.**

DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Biólogo	Meses	3	\$ 3.500.000	\$ 10.500.000
Alquiler equipo de estudio y asistencia especializada de fauna silvestre	Meses	3	\$ 4.000.000	\$ 12.000.000
Alquiler de vehículo	Días	30	\$ 300.000	\$ 9.000.000
Alquiler de minicargador bobcat	Días	8	\$ 450.000	\$ 3.600.000
Material de relleno aproximado	m3	45	\$ 45.000	\$ 2.025.000
Obreros	Días	15	\$ 60.000	\$ 900.000

DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
TOTAL COSTOS DIRECTOS				\$ 38.025.000
ADMINISTRACIÓN - IMPREVISTOS - UTILIDAD	30%			\$ 11.407.500
TOTAL GASTO DEFENSIVO				\$ 87.457.500

La cuantificación y costo (gasto defensivo) total para el tratamiento de los PAs generados por las operación de Campo Santiago es de aproximadamente \$15.576'632.500 pesos Colombianos.

## 5. CONCLUSIONES

En las actividades petroleras de Campo Santiago se encontraron catorce (14) pasivos ambientales generados por siete (7) hallazgos ubicados en los procesos de extracción y tratamiento, almacenamiento y entrega. Estos pasivos ambientales están ocasionando alteración de la calidad fisicoquímicas en los sistemas lénticos y lóticos (Caño Dumagua), aguas subterráneas y suelo del área de influencia del Campo. Igualmente están ocasionando alteración de hábitats y especies de fauna del sector.

En el proceso de Tratamiento, Almacenamiento y Entrega de Campo Santiago, se encontraron cinco (5) hallazgos que son los que generan pasivos ambientales con **mayor valoración de importancia y significancia**. Estos hallazgos son en su orden: la elevada concentración de cloruros en las aguas subterráneas, el desborde del canal de vertimiento de aguas residuales industriales que desemboca al Caño Dumagua y la ineficiencia de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales.

En los procesos de Recolección y Transporte no se encontraron pasivos ambientales.

La ineficiencia de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales y el canal de vertimiento de aguas residuales industriales que conduce al Caño Dumagua está generando una grave problemática ambiental sobre este cuerpo hídrico. Dicha descarga contaminante está ocasionando cambios en la calidad fisicoquímica, bacteriológica e hidrobiológica del caño.

La principal problemática ambiental del caño Dumagua es la dificultad en la relación entre ECOPETROL S.A. y la comunidad aledaña quien manifiesta que la empresa ha afectado el caño durante el tiempo que lleva operando. Los problemas son mayores con las comunidades Rio Abajo, Macuco y El Amparo, las cuales se ven afectadas por el cambio negativo en el caño y culpan totalmente a la empresa por su actual estado. ECOPETROL S.A. realizó un diagnóstico ambiental en el caño, en convenio con CORPORINOQUIA, en donde se identifican varias causas del deterioro ambiental del caño Dumagua, según el cual los PAs generados por el proyecto petrolero son solo uno más de varios factores que influyen en el deterioro del caño.

El día 12 de Julio de 2011 la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía CORPORINOQUIA, ordenó como medida preventiva la suspensión de los vertimientos sobre el canal que conduce las aguas al caño Dumagua, a fin de evitar las afectaciones ambientales que esta actividad pueda causar a los recursos del entorno”. Dicha suspensión duró hasta que se mejoraron los porcentajes de remoción de carga contaminante. Sin embargo hoy en día continúa la ineficiencia de los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales del Campo.

Además de los PAs generados por la operación de campo Santiago, la cuenca del caño Dumagua está siendo afectada por la ampliación de la frontera ganadera y la deforestación.

Mediante las fichas, se hace evidente la afectación de calidad físico química de suelos, agua superficial (Caño Dumagua y humedales aledaños al campo), agua subterránea, fauna, flora y comunidad debido al contacto con agua contaminada con hidrocarburos, debido a que el vertimiento no cumple con lo establecido en el Decreto 1594 de 1984; así mismo, se hizo evidente de acuerdo con las fichas, la tardía ejecución del Plan de contingencia del operador; la deficiencia que

presentan estructuras con un papel tan importante como la producción misma de hidrocarburos, las estructuras asociadas a la contención de derrames por fallas operativas, tales como: Diques de Contención, Skimmers, Trampagrasas, Contrapozos y Cunetas Perimetrales; de igual forma, la deficiencia de los canales para aguas asociadas a la producción de hidrocarburos y las piscinas.

Las antiguas piscinas y zonas de préstamo lateral que confluyen en las diferentes locaciones han tenido un proceso de revegetalización, lo cual ha permitido la incorporación efectiva de éstas con el entorno, generando así microhábitats que se han integrado de manera gradual al ecosistema.

La cuantificación y costo (gastos defensivos) total para el tratamiento de los PAs generados por las operación de Campo Santiago es de aproximadamente \$15.576'632.500 pesos Colombianos. Los pasivos ambientales generados por la concentración de cloruros en las aguas subterráneas tienen el gasto defensivo más costoso (\$ 13.045.500.000 pesos colombianos).

El Costo Ambiental Total generado por los PAs generados por las operaciones petroleras de Campo Santiago es de aproximadamente \$33.054'505.780 pesos colombianos. Los pasivos ambientales generados por la concentración de cloruros en las aguas subterráneas, son los que generan el mayor Costo Ambiental (\$ 15.750.408.960 pesos colombianos).

La evaluación económica de pasivos ambientales surge de la necesidad de cuantificar los costos ambientales de la interacción hombre – naturaleza, con el fin de diseñar los mecanismos de gestión ambiental (medidas de manejo) lo más apropiados posible para armonizar las actividades del sector petrolero frente a las capacidades de soporte de los ecosistemas.

## 6. RECOMENDACIONES

Se debería exigir la suspensión inmediata de vertimientos en todas las locaciones, hasta tanto no se mejore los sistemas de tratamiento de aguas, – ARI al Caño Dumagua, debido al incumplimiento de las concentraciones permisibles por el Decreto 1594 de 1984 en cuanto a Cloruros y el no cumplimiento de los porcentajes de remoción de carga contaminante ( $\geq 80\%$ ).

Se sugiere la construcción de una nueva Planta de Tratamiento de aguas Residuales Domésticas (PTARD), acorde con los procesos industriales del campo. Igualmente se recomienda el rediseño o construcción de un nuevo Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas (STARI).

Se recomienda el manejo de la fauna en el área circundante a Campo Santiago; así como en las piscinas de origen antrópico (Material de préstamo) ubicadas en los pozos.

Es de vital importancia continuar con la identificación de pasivos ambientales en los campo petroleros de Colombia, determinando el costo ambiental generado y posteriormente formular medidas de manejo, compensación, mitigación o remediación de estos, buscando la recuperación y protección de los ecosistemas afectados por la industria petrolera.

Es necesaria la definición de una política de gestión de PAs del sector de hidrocarburos por parte del Gobierno de Colombia, con el fin de exigir la remediación oportuna de los daños causados y las compensaciones debidas a las compañías petroleras que han ocasionado PAs debido a sus operaciones en el País.

## BIBLIOGRAFÍA

ALVARADO, Liliana. Valoración económica de pasivos ambientales en Colombia, énfasis sector eléctrico. Bogotá, 2010.p. 1-76.

ARRELLANO, María Cristina. Fiscalización, prevención y manejo de pasivos ambientales en campos camatindi – Bolivia. 2008.p. 1-37.

AVELLANEDA, Alfonso. Petróleo, ambiente y conflicto en Colombia. 2006.

BOJAN, Schianetz. Passivos ambientais. Associacao Brasileira de Engenharia Sanitaria e Ambiental, Capitulo Nacional de AIDIS, Secao Parana. Curitiba 1999.

BRAVO, Elizabeth. Los impactos de la explotación petrolera en ecosistemas tropicales y la biodiversidad. Ecuador, 2007.

CANTER, LARRY W. “Manual de Evaluación de Impacto Ambiental: Técnicas para la Elaboración de los Estudios de Impacto”. Segunda edición, Madrid: Mc Graw Hill, 1998.

CASTRO, Edison Camino. Pasivos ambientales. Visión general sobre diagnóstico, caracterización y evaluación de sitios contaminados en campos petroleros de la selva tropical. Ecuador, 2005.p. 1-5

CGR-CDMA. Auditoría ambiental a la zona de influencia del campo petrolero cicuco-boquete (Departamento de Bolívar). Colombia, 2001.

CONSEJO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE - CONAMA, "Una Política Ambiental para el Desarrollo Sustentable - Hacerse cargo del pasivo ambiental - Documento de Discusión", Chile. Noviembre de 1998.

CONESA FERNANDEZ-VITORA, Vicente. Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental. 1999.

DOMUS-HUNT. EIA prospección sísmica 2D y 3D en el lote 143. Perú, 2005.

DOMUS-CEPSA. EIA prospección sísmica 2D en el lote 131. Perú, 2009

DP WORLD. EIA para el diseño, construcción, operación y cierre del nuevo terminal de contenedores adyacentes al rompeolas sur del terminal portuario del Callao. Perú, 2008.

EISA. Corredor vial interoceánico sur, Perú – Brasil tramo 3. Perú, 2007

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - EPA. Valuing Potential Environmental Liabilities for Managerial Decision Making: A review of Available Techniques. December 1996, pg. 8.

ENVIRONMENTAL AGENCY UK. Brussels Briefing on Environmental Liability in Europe. Junio 20 del 2001.

FALCONÍ, Fander. Los pasivos de la industria petrolera A propósito del caso Texaco. Ecuador, 2007.p. 1-30

GAITAN, Carlos Alberto. Manejo de Áreas devueltas con pasivos ambientales en el sector hidrocarburos. Colombia, 2009

GUEDEZ MOZUR, Carolina, DE ARMAS HERNANDEZ, Desirée, REYES GIL, Rosa et al. Los sistemas de gestión ambiental en la industria petrolera internacional. INCI, set. 2003, vol.28, no.9, p.528-533. ISSN 0378-1844.

LATINOAMERICANO IMPUNIDAD AMBIENTAL: DEFENDAMOS LO NUESTRO, Guatemala, 1999. p. 1-6.

LAMBERTI, Alicia. Gestión y remediación de pasivos ambientales. Políticas y atribución de responsabilidad, 2008.

LLAMAS, S. Auditoria de las tareas de remediación de pasivos ambientales de residuos petroleros. II Simposio iberoamericano de ingeniería de residuos. Barranquilla, 2009.p. 1-23.

LUQUE-BUONO. Gestión ambiental de pasivos en Cañadón León, Meseta Espinosa y Cañadón León (Provincia de Santa Cruz). Argentina, 2004.

MARTINEZ, Marti Orta. Etnocartografía de impactos de la actividad petrolera en el río corrientes. Perú, 2007.

MARTINEZ, Joan. Cuantificación de la deuda ecológica. Colombia, 2007.p. 1-12

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS DE PERÚ. Pasivos ambientales mineros. Perú, Noviembre de 2003.p. 1-32.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Dimensionamiento de los pasivos ambientales en Colombia. Colombia, 2000.p. 1-37.

MORENO, Jaime Alberto. Valoración económica de pasivos ambientales estudio de caso: Pasivos generados por el campo petrolero cicuco-boquete, Mompós. Colombia, 2008.p. 1-19.

MINISTERIO DE AMBIENTE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, Avances en la formulación de una regulación de sitios contaminados, 2010.

OBSERVATORIO PETROLERO SUR, La otra deuda de la industria petrolera: el pasivo ambiental. Argentina, 2010.

ODG. El pasivo ambiental, colectivo para la difusión de la deuda Ecológica. 2002. p.1-5

ORTEGA, Fernando Arturo. Más allá de los costos, activos y pasivos ambientales. Colombia, 2007.p. 1-36

OMAÑA, Mariana Párraga. VEN-49: 1 Millón en pasivos ambientales. Venezuela, 2005.

PERALES, Carlos de Miguel. La responsabilidad civil por daños al medio ambiente, Editorial Civitas, Madrid, 1997, pag.88

QUINTANA-QUINTERO. La metodología multicriterial y los métodos de valoración de impactos ambientales. Colombia, 2006.p. 1-14.

QUIQUINTA, Walter Mamani. Estudio socioambiental de la contaminación del agua por actividad hidrocarburífera en la serranía aguaraje de Tarija. Bolivia, 2003.p. 1-27

RAMIREZ, Adriana María. Diseño de metodología para la identificación de pasivos ambientales mineros en Colombia. Colombia, 2008.

RISOPATRON, Carlos. Método de evaluación rápida de pasivos ambientales: el caso de la República Bolivariana de Venezuela. 2010.p. 1-30

ROA, Tatiana, Las empresas petroleras en los llanos orientales colombianos (Casanare y Arauca) los casos de britishpetroleum y la occidental, SEMINARIO

ROA, Tatiana, En Mompox reina la impunidad ambiental petrolera. El lamento de las gaitas. Colombia, 2003. p. 1-8.

RODRIGUEZ, Nohra. Taller: pasivos ambientales en el sector de hidrocarburos. Bogotá, 2011.p. 1-18.

RUSSI, Daniela. Los pasivos ambientales. Ecuador, 2002.p. 1-10

SOLARTE, Hugo Ibsen. Interventoría ambiental en proyectos de perforación de pozos petroleros. Colombia, 2003.p. 1-15

TAPIA, Carolina. Comparación de bioprocesos para remediación de pasivos ambientales. México, 2010.p. 1-19

TAYLOR y FRANCIS. Environmental site assesment phase 1. 2007.

URIBE, Eduardo. Estrategias para la resolución de PAs del sector petrolero en Colombia, Bogotá, 2011.p.1-71

UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA. Metodología para la valoración de pasivos ambientales en el sector eléctrico. Colombia, 2002.

UNIVERSIDAD EXTERNADO DE COLOMBIA. Responsabilidad del Estado Colombiano por daño ambiental. Bogotá, 2000.

YUPARI, Anida. Pasivos ambientales mineros en Suramérica. 2009.p. 1-23.

## ANEXOS

### ANEXO A. Marco jurídico para estudios ambientales

**Tabla 1.** Leyes

LEY	TÍTULO
Decreto Ley 2811 de 1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y no renovables. Protección al Medio Ambiente.
Ley 09 de 1979	Por la cual se dictan Medidas Sanitarias.
Ley 55 de 1993	Por medio de la cual se aprueba el “Convenio No. 170 y la Recomendación número 177 sobre la Seguridad en la Utilización de los Productos Químicos en el trabajo”, adoptados por la 77a. Reunión de la Conferencia General de la O.I.T., Ginebra, 1990.
Ley 99 de 1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones.
Ley 165 de 1994	Por la cual se aprobó el convenio sobre diversidad biológica.
Ley 143 de 1994	Ley Eléctrica: Establece el régimen de actividades de generación, interconexión, transmisión y comercialización de energía. Exige además la incorporación de la variable ambiental en las decisiones que se adopten en materia energética.
Ley 253 de 1996	Se aprueba el Convenio de Basilea (1989) sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación.
Ley 299 de 1996	Por el cual se protege la flora colombiana, se reglamentan los jardines botánicos y se dictan otras disposiciones.
Ley 373 de 1997	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.
Ley 430 de 1998	Formas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos.
Ley 685 del 2001	Por la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones.
Política Ambiental para la gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos (16 de Dic.	Presenta los principios, objetivos, estrategias en el marco de la gestión integrada en el ciclo de vida del RESPEL. Igualmente establece en materia de residuos y desechos peligrosos competencias para las Autoridades Ambientales y para la Autoridad Sanitaria.

LEY	TÍTULO
2005):	
Ley 1252 de 2008 (27 de Noviembre):	Deroga parcialmente la Ley 430 de 1998. Regula dentro del marco de la gestión integral aspectos relacionados con la importación y exportación de residuos peligrosos en el territorio nacional, según lo establecido en el Convenio de Basilea.
Ley 1259 del 19 Diciembre de 2008	Establece el Comparendo Ambiental.
Ley 1450 del 16 de junio 2011	Por la cual se aprueba el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 Prosperidad para todos

Fuente: Ecopetrol S.A., 2013

**Tabla 2.** Decretos reglamentarios

DECRETO	TÍTULO
Decreto 2811 de 1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Artículo 83.
Decreto 877 de 1976	Se señalan prioridades referentes a los diversos usos del recurso forestal, a su aprovechamiento y al otorgamiento de permisos y concesiones.
Decreto 1449 de 1977	Artículo 3 que reglamentan las zonas forestales protectoras.
Decreto 1608 de 1978	Por el cual se reglamenta el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente y la Ley 23 de 1973 en materia de fauna silvestre.
Decreto 1541 de 1978	Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto - Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973.
Decreto 1715 de 1978	Por el cual se reglamenta parcialmente el Decreto - Ley 2811 de 1974, la Ley 23 de 1973 y el Decreto - Ley 154 de 1976, en cuanto a protección del paisaje.
Decreto 02 de 1982	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979 y el Decreto Ley 2811 de 1974, en cuanto a emisiones atmosféricas.
Decreto 1594 de 1984	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III -Libro I- del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.
Decreto 2309 de 1986 Min Salud	Para Manejo de Residuos Especiales.
Decreto 948 de 1995.	Por el cual se reglamentan, parcialmente la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 76 del Decreto-ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9ª de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.

DECRETO	TITULO
Decreto 2107 de 1995	Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 948 de 1995 que contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire.
Decreto 1791 de 1996 MMA	Establece el régimen de aprovechamiento forestal.
Decreto 1697 de 1997	Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 948 de 1995, que contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire.
Decreto 321 de 1999	Relacionado con el Plan Nacional de Contingencias contra derrames accidentales de hidrocarburos o cualquier otra sustancia nociva para la salud, en el sentido de que en cada actividad a realizar se debe realizar una evaluación de las posibles contingencias que puedan presentarse y tomar las acciones correctivas o preventivas según sea del caso.
Decreto 1996 de 1999 MMA	Se reglamentan los artículos 109 y 110 de la Ley 99/93. Art. 3: Usos y actividades de las reservas. Art. 4: Zonificación de las Reservas Naturales.
Decreto 1552 de 2000	Mediante el cual se modifica el art. 38 del Decreto 948 de 1995, modificado por el artículo 3 del Decreto 2107 de 1995, relacionado con las emisiones de vehículos Diesel.
Decreto 309 del 25 de Febrero de 2000	Por el cual se reglamenta la investigación científica sobre diversidad biológica. Aplicará a todas las investigaciones científicas sobre diversidad biológica que se realicen en el territorio nacional; en este caso aplica para los componentes de ecosistemas terrestres (flora y fauna) y ecosistemas acuáticos. Las personas naturales o jurídicas que pretendan adelantar un proyecto de investigación científica en diversidad biológica que involucre alguna o todas las actividades de colecta, recolecta, captura, caza, pesca, manipulación del recurso biológico y su movilización en el territorio nacional, deberán obtener el permiso de estudio el cual incluirá todas las actividades solicitadas.
Decreto 2763 de 2001 (20 de Diciembre)	Modifica parcialmente el Decreto 2676 de 2000. Mantiene la estructura de las competencias establecidas para las autoridades Ambientales y Sanitarias.
Decreto 1713 de 2002	Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos.
Decreto 1609 de 2002 del Ministerio de Transporte	Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera
Decreto 3100 de 2003 MAVDT	Reglamenta tasas retributivas por utilización directa o indirecta del agua como receptor de vertimientos puntuales y establece las tarifas de éstas.
Decreto 3100 de 2003	Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones.

DECRETO	TITULO
Decreto 1200 de 2004	Establece los PGAR como mecanismos de planificación para el corto, mediano y largo plazo, para facilitar y reglamentar esta función de las Corporaciones Autónomas Regionales.
Decreto 155 de 2004	Por el cual se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas y se adoptan otras disposiciones
Decreto 3440 de 2004	Modifica parcialmente el Decreto 3100 de 2003.
Decreto 838 de 2005	Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones
Decreto 4741 de 2005	Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.
Decreto 4742 de 2005	Por el cual se modifica el artículo 12 del decreto 155 de 2004 y se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de agua
Decreto 1900 del 25 de Septiembre de 2006	Por el cual se reglamenta el párrafo del artículo 43 (el propietario del proyecto deberá invertir este 1% en las obras y acciones de recuperación, preservación y conservación de la cuenca que se determinen en la licencia ambiental del proyecto), de la Ley 99 de 1993 y se dictan otras disposiciones.
Decreto 330 de 2007	Por el cual se reglamentan las audiencias públicas ambientales y se deroga el Decreto 2762 de 2005.
Decreto 1575 de 2007	Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano
Decreto 2820 de 2010	El cual reglamenta el título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales y que deroga a los Decretos 1220 de 2005 y 500 de 2006.
Decreto 2372 de 2010	Por el cual se reglamenta el Decreto ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones.
Decreto 3930 de 2010	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.

Fuente: Ecopetrol S.A., 2013

**Tabla 3. Resoluciones**

RESOLUCIONES	TÍTULO
Resolución 541 de 1994 Ministerio del Medio Ambiente.	Por medio del cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos de construcción de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.
Resolución 273 de 1997 Ministerio del Medio Ambiente	Por la cual se establecen las tarifas mínimas de las tasas retributivas por vertimientos líquidos para los parámetros, demandas bioquímicas de oxígeno (DBO) y sólidos suspendidos totales (SST).
Resolución 372 de 1998 Ministerio del Medio Ambiente.	Por la cual se actualizan las tarifas mínimas de las tasas retributivas por vertimientos líquidos y se dictan disposiciones.
Resolución 415 de 1998 Ministerio del Medio Ambiente	Por la cual se prohíbe la quema de llantas, baterías, plásticos y otros materiales que puedan generar emisiones tóxicas al aire. Se establecen los casos en los cuales se permite la combustión de aceite de desecho. Art. 6: Toda persona que genere aceite usado o los maneje, estará obligado a conocer la destinación última se le esté dando a los volúmenes generados.
Resolución 0584 del 26 Junio de 2002 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se declaran las especies silvestres que se encuentran amenazadas en el territorio Nacional.
Resolución 1218 de 2003 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se reglamenta la conformación y el funcionamiento del Comité Coordinador de Categorización de las Especies Silvestres Amenazadas en el territorio nacional.
Resolución 1045 de 2003 MAVDT	Se adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
Resolución 1172 de 2004 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Estableció el Sistema Nacional de Identificación y Registro de los Especímenes de Fauna Silvestre en condiciones Ex Situ
Resolución 240 de 2004 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Define las bases para el cálculo de la depreciación y se establece la tarifa mínima de la tasa por utilización de aguas.

RESOLUCIONES	TÍTULO
Resolución 1110 de 2004 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se fijan las tarifas para el cobro de los servicios de evaluación y seguimiento de licencias, autorizaciones y demás instrumentos de control y manejo ambiental, y se dictan otras disposiciones.
Resolución 886 de 2004 MAVDT	Normas y límites máximos permisibles de emisión para incineradores y hornos crematorios.
Resolución 1565 de 2004. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se modifica parcialmente la resolución 898 de 1995, que regulan los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y calderas de uso comercial e industrial y en motores de combustión interna de vehículos automotores.
Resolución 1023 de 2005. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se adoptan las guías ambientales como instrumento de autocontrol y autorregulación.
Resolución 0572 del 4 Mayo de 2005. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se modifica la Resolución 0584 del 26 Junio de 2002 y se adoptan otras determinaciones. ART. 1:- Modificar el artículo 3 de la Resolución No. 0584 del 26 de junio de 2002, "Por la cual se declaran las especies silvestres que se encuentran amenazadas en el territorio nacional y se adoptan otras disposiciones", en el sentido de adicionar al listado de especies silvestres allí señalados, los que se anexan a la presente resolución y que hacen parte integral de ella.
Resolución 1446 de 2005 MAVDT	Modifica parcialmente la Resolución 415 del 13 de marzo de 1998, que establece los casos en los cuales se permite la combustión de aceites de desecho o usados y las condiciones técnicas para realizar las mismas.
Resolución 1402 de 2006. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se desarrolla parcialmente el decreto 4711 del 30 de Diciembre de 2005, en materia de residuos o desechos peligrosos.
Resolución 349 de 2006 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se establece el porcentaje de gastos de administración que cobrarán las autoridades ambientales en relación con los servicios de evaluación y seguimiento ambiental.
Resolución 627 de 2006 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo	Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.

RESOLUCIONES	TÍTULO
Territorial	
Resolución 653 de 2006 MAVDT	Se adopta el procedimiento para la expedición de la certificación en materia de revisión de gases, a que hace referencia el literal e) del artículo 6 de la Resolución 3500 de 2005.
Resolución 872 de 2006 MAVDT	Se establece la metodología para el cálculo del índice de escasez para agua subterránea.
Resolución 0062 de 2007 (30 de Marzo).MAVDT.	Establece el Protocolo para el muestreo y análisis de características de peligrosidad de los residuos o desechos peligrosos.
Resolución 1362 de 2007 (2 de Agosto).MAVDT	Establece los requisitos y procedimientos para el Registro de Generadores de RESPEL.
Resolución 2115 de 2007. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano
Resolución 910 de 2008 (5 de Junio).MAVDT	Reglamenta los niveles permisibles de emisión de contaminantes que deberán cumplir las fuentes móviles terrestres, reglamenta el artículo 91 del Decreto 948 de 1995.
Resolución 371 DE 2009 MAVDT	Por la cual se establecen los elementos que deben ser considerados en los Planes de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo de Fármacos o Medicamentos Vencidos.
Resolución 372 de 2009 MAVDT	Por la cual se establecen los elementos que deben contener los Planes de Gestión de Devolución de Productos Post consumo de Baterías Usadas Plomo Acido, y se adoptan otras disposiciones.
Resolución 383 del 23 de Febrero de 2010	Por la cual se declaran las especies silvestres que se encuentran amenazadas en el territorio nacional y se toman otras determinaciones.
Resolución 610 del 24 de Marzo de 2010	Por la cual se modifica la Resolución 601 del 4 de abril de 2006. - Por la cual se establece la norma de calidad de aire o nivel de inmisión para todo el territorio nacional en condiciones de referencia.
Resolución 650 del 29 de Marzo de 2010	Por la cual se adopta el "Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire.
Resolución 2154 del 02 de Noviembre de 2010)	Por la cual se ajusta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire adoptado a través de la Resolución 650 de 2010 y se adoptan otras disposiciones.
Resolución 1309 del 13 de Julio de 2010	"Por la cual se modifica la Resolución 909 del 5 de junio de 2008" – Emisión por fuentes fijas.
Resolución 1543 del 5 de Agosto del 2010	Por lo cual se acogen los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para los proyectos de explotación de Hidrocarburos y se toman otras

RESOLUCIONES	TÍTULO
	determinaciones
Resolución 1503 del 4 de Agosto de 2010	Por lo cual se adopta la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales y se toman otras determinaciones
Resolución 1544 del 6 de Agosto de 2010	En el aparte 3.1.4.2 se plantea que “durante el proceso de elaboración de los PMA específicos se informará y comunicará directamente a las comunidades potencialmente impactadas.”
Resolución 760 del 20 de abril de 2010	El MAVDT adoptó el protocolo de control y vigilancia de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas.
Resolución 2153 de 2010	El MAVDT ajustó el protocolo de control y vigilancia de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas.
Resolución 1514 del 31 de Agosto de 2012	Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos
Resolución 1415 del 17 de Agosto de 2012	Por la cual se modifica y actualiza el modelo de almacenamiento geográfico geodatabase contenido en la metodología general para la presentación de estudios ambientales adoptada mediante la resolución 1503 del 4 de Agosto de 2010.
Resolución 1401 del 16 de agosto de 2012	Por la cual se señala el criterio para definir la autoridad competente para aprobar el PDC de transporte de hidrocarburos.
Resolución 1632 del 21 de septiembre de 2012	El MADS adiciona el numeral 4.5 al capítulo 4 del protocolo de control y vigilancia de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas.

Fuente: Ecopetrol S.A., 2013

## **ANEXO B. Metodologías matrices de valoración**

### **1. Matriz cualitativa de Identificación de pasivos ambientales.**

El procedimiento para la identificación de los pasivos ambientales en Campo Santiago y su área de influencia, se basa en la utilización de una matriz de doble entrada de Leopold<sup>9</sup>, que relaciona los elementos del medio natural (biótico, abiótico y socioeconómico), con respecto a las actividades petroleras en Campo Santiago. Esta matriz permite identificar las actividades y su potencial afectación sobre los elementos ambientales en la zona de estudio.

### **2. Matriz cuantitativa de identificación y valoración de pasivos ambientales.**

Con base en los resultados de la matriz de identificación se evalúan las actividades que presenten afectación al medio natural por medio de la matriz de cuantitativa de pasivos ambientales (Conesa, 1997).

La matriz cuantitativa de pasivos ambientales tiene en cuenta la evaluación ambiental de las actividades petroleras en Campo Santiago, ya identificadas en la matriz cualitativa y otras actividades presentadas en el área de estudio. Esta evaluación se realiza para las actividades que generan afectaciones de tipo negativo (-). La correspondiente evaluación se realiza con el objeto de determinar la gravedad de la afectación ambiental, por cada actividad del campo y con base en esta evaluación identificar la gravedad de la afectación, para posteriormente formular acciones enfocadas en la prevención, mitigación, corrección, compensación y control, que forman parte del plan de acciones de manejo. Los parámetros utilizados en la elaboración de la Matriz son los siguientes:

---

<sup>9</sup> La matriz de Leopold (ML) fue desarrollada en 1971 para el Servicio Geológico del ministerio del Interior de los Estados Unidos de América, en respuesta a la Ley de Política Ambiental de 1969. Su utilidad principal es como lista de chequeo que incorpora información cualitativa sobre relaciones causa y efecto, pero también es de gran utilidad para la presentación ordenada de los resultados de la evaluación.

- **Tipo de impacto (Ti):** Se refiere a la relación causa - impacto, o la manifestación del impacto sobre una variable ambiental como consecuencia de una actividad.

CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
Directo	1	Cuando el impacto que se está evaluando es consecuencia de la actividad o acción que se está desarrollando (Ej.: pérdida de la cobertura vegetal en la construcción de locaciones).
Indirecto	2	Cuando el impacto que se genera sobre una variable socio -ambiental es consecuencia de la alteración de otra variable, a su vez afectada por la actividad que se está desarrollando.

- **Área de influencia o Extensión (Ext.):** Corresponde al área de incidencia del impacto, es decir al área hasta donde tienen manifestación las consecuencias del suceso.

CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
Puntual	1	El impacto se localiza en un espacio reducido, dentro de las instalaciones (Ej.: derrames accidentales de combustible)
Parcial	2	El impacto se manifiesta dentro de las instalaciones, sin salir del mismo, pero en un área más pequeña. (Ej.: Generación de ruido ambiental).
Extenso	4	El impacto tiene manifestaciones fuera de las instalaciones. (Ej. Emisiones de fuentes atmosféricas fijas).

- **Intensidad (Int):** Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor ambiental.

CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
Baja	1	Cuando la alteración del factor ambiental es inexpresiva
Media	2	Cuando la acción sobre el factor ambiental es verificable
Alta	4	Cuando la acción sobre el factor ambiental es verificable (Considerando pérdidas o ganancias en la calidad ambiental)

- **Probabilidad de ocurrencia (Poc):** Se refiere a la probabilidad de que un impacto se presente o no.

CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
Baja	1	Si el impacto puede presentarse, pero es la combinación de muchos factores.
Media	2	Si el impacto se presenta por la interrelación con otro factor ambiental que es afectado.
Alta	4	Si el impacto definitivamente se va a presentar.

- **Duración (Dur):** Corresponde al tiempo de permanencia del impacto en el medio.

CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
Fugaz	1	Las manifestaciones tienen duración inferior a un mes. (Ej.: Contaminación del aire con material particulado resultado del tráfico vehicular).
Temporal	2	Duración entre 1 y 12 meses. (Ej.: Contaminación de cuerpos de agua por vertimiento de aguas lluvias contaminadas durante las precipitaciones).
Prolongado	3	El impacto dura entre 1 y 5 años. (Ej.: Disposición de residuos sólidos domésticos).
Permanente	4	Las consecuencias permanecen por más de 5 años. (Ej.: Ocupación del suelo).

- **Magnitud (Mag):** Se refiere al grado de incidencia del impacto sobre el medio ambiente, a la gravedad de las consecuencias.

CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
Baja	1	Efectos ambientales mínimos y su magnitud no es cualitativa o cuantitativamente medible por su muy baja magnitud. (Ej.: Emisiones atmosféricas de los motores de combustión interna).
Media	2	El efecto no afecta gravemente los recursos naturales o las condiciones sociales; pérdida ambiental o económica mínima. (Ej.: Vertimiento de aguas residuales domésticas).
Alta	4	El impacto afecta los recursos o las condiciones sociales y causa pérdidas económicas significativas (Ej.: Vertimiento de aguas residuales industriales).

- **Reversibilidad (Rev):** Es una medida del retorno a las condiciones originales sin el uso de la tecnología.

CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
Corto plazo	1	El retorno a las condiciones toma menos de un año. (Ej.: Dispersión de contaminantes atmosféricos, VOC's, en las áreas de almacenamiento de combustible).
Mediano Plazo	2	Se requieren entre 1 y 5 años. (Ej.: Restablecimiento de la calidad del agua luego de un vertimiento de aguas residuales domésticas).
Largo Plazo	4	El retorno a las condiciones originales toma más de 5 años. (Ej.: Restablecimiento de vegetación arbustiva).

- **Mitigabilidad o Recuperabilidad (Rec):** Trata sobre el retorno a las condiciones originales, inducido por el uso de tecnología.

CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
Mitigable en forma inmediata	1	La recuperación se da en un plazo inferior a un año. (Ej.: Biorremediación de suelos contaminados en derrames puntuales de combustibles).
Mitigable a mediano plazo	2	La recuperación toma entre 1 y 5 años. (Ej.: Descontaminación de corrientes de aguas).
Mitigable a largo plazo	3	La recuperación toma más de 5 años. (Ej.: Reforestación de áreas intervenidas).
Irrecuperable	4	No hay posibilidad de una recuperación aceptable. (Ej.: Descontaminación de acuíferos contaminados).

- **Compensabilidad (Com):** Hace referencia a las medidas compensatorias que se tendrán en cuenta cuando se presente afectación ambiental.

CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
Compensable corto plazo	1	La compensación ambiental se realiza antes de un (1) año.
Compensable mediano plazo	2	La compensación ambiental se realiza entre uno (1) y cinco (5) años.
Compensable largo plazo	4	La compensación ambiental toma más de cinco (5) años.

- **Acumulación (Acm):** Trata sobre el incremento progresivo del efecto o la inclusión de efectos sinérgicos.

CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
Simple	1	El efecto actúa por sí solo (Ej.: Generación de ruido).
Acumulativo	2	El efecto se suma a otros para incrementar el daño (Ej.: Contaminación de corrientes de agua que origina afectación de comunidades acuáticas, infiltración a los acuíferos, afectación a la salud pública).

**Valoración de importancia de los pasivos.** La valoración de importancia de los pasivos causados al medio natural (VIMP), corresponde a la sumatoria de los valores de las calificaciones asignadas a cada una de las variables referenciadas en la valoración de pasivos ambientales, cuya expresión es:

$$\text{VIMP} = +/- (\text{Ti} + \text{Ext} + \text{Int} + \text{Poc} + \text{Dur} + \text{Mag} + \text{Rev} + \text{Mig} + \text{Com} + \text{Acu})$$

La importancia del pasivo determina si las afectaciones son significativas o no; esta calificación permite establecer las categorías de significancia. Los valores correspondientes a los criterios se relacionan en el cuadro de estimación de la importancia de los pasivos.

VALORACIÓN	CALIFICACIÓN	IMPORTANCIA	CATEGORÍA
10	1	Leve	Irrelevante
11-16	2	Menor	Tolerable
17-23	3	Localizado	Importante
24-29	4	Mayor	Severo
30-36	5	Masivo	Critico

**Categoría del pasivo.** La categoría de los pasivos se basa en los puntajes y los tipos de importancia y corresponden a:

- **Pasivo leve:** Afectación irrelevante.
- **Pasivo menor:** Afectación tolerable.
- **Pasivo localizado:** Afectación importante.
- **Pasivo mayor:** Afectación severa.
- **Pasivo masivo:** Afectación crítica.

### **3. Matriz General Consolidada de Evaluación de PAs (Metodología para la identificación y evaluación de impactos ambientales ECOPETROL S.A. 2012).**

La metodología utilizada se fundamenta en la metodología propuesta por Conesa (1997), para efectos de establecer lo que se ha denominado como Importancia Ambiental del Impacto, la cual se interrelaciona con la matriz RAM (*Risk Assessment Matrix*), para efectos de hallar la Significancia Ambiental, con base en la probabilidad de la ocurrencia<sup>10</sup>.

#### **➤ Determinación de la Significancia de los Aspectos e Impactos Ambientales**

Para determinar la significancia de los aspectos e impactos ambientales se desarrollaron los siguientes pasos:

- **Evaluación de la Importancia Ambiental del Impacto (IAI).**

La evaluación de la importancia ambiental se determina utilizando los parámetros de Carácter, Magnitud, Resiliencia, Tendencia del Impacto, Extensión, Duración, Recuperabilidad y Acumulación, que se evalúan conforme a los criterios a continuación:

#### **Carácter.**

Es una condición cualitativa que determina el sentido del cambio producido por una acción del proyecto sobre el ambiente. Puede ser positivo (+) cuando el

---

<sup>10</sup> ECOPETROL S.A. Metodología para la Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales. 2012.

impacto produce un efecto benéfico o negativo (-) cuando el impacto produce un efecto perjudicial para el componente.

### **Magnitud del impacto (M).**

Se refiere al grado de incidencia del impacto sobre el medio ambiente. Evalúa la gravedad de las consecuencias de la alteración producida en los componentes ambientales o sociales del área. En el caso de los impactos clasificados con carácter positivo, la magnitud del impacto tiene una relación inversamente proporcional a la descrita, ver siguiente tabla.

<b>RANGOS DE MAGNITUD (Gravedad)</b>		
<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>ESCALA</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
BAJA	1	Efectos ambientales no significativos, es decir cuando las consecuencias del impacto generan modificaciones mínimas sobre el medio o la comunidad.
MEDIA	2	El efecto no es suficiente para poner en grave riesgo los recursos naturales o la comunidad, pues solo se generan afectaciones o alteraciones moderadas en el entorno analizado; pérdida ambiental o económica mínima (menos de 100 SMLMV).
ALTA	3	El efecto altera o genera un deterioro o alteración del ecosistema y/o la comunidad, puede haber pérdida ambiental o económica intermedia (entre 100 y 200 SMLMV).
MUY ALTA	4	El impacto afecta de manera significativa o grave los ecosistemas o el entorno sociocultural o causa pérdidas económicas significativas. (Más de 200 SMLMV).

### **Resiliencia (Rs).**

Capacidad intrínseca del ecosistema y/o comunidad receptora para absorber las perturbaciones generadas por el impacto, sin alterar significativamente sus características de estructura y funcionalidad, permitiéndole regresar a su estado original una vez que la perturbación ha terminado, se clasifica de acuerdo a la siguiente tabla.

RANGOS DE RESILIENCIA (Tolerancia – Asimilación)		
CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
MUY TOLERANTE	1	Los efectos ambientales y/o sociales son asimilados rápidamente y en su totalidad por el ecosistema y/o la comunidad, durante la ejecución de la actividad, desapareciendo las manifestaciones del impacto tan pronto ésta termina.
TOLERANTE	2	El efecto es asimilado en un periodo mayor de tiempo por el ecosistema y/o la comunidad, sin que éste tiempo adicional sea significativo.
SENSIBLE	3	El efecto es asimilado parcialmente, el ecosistema y/o la comunidad no se recupera fácilmente quedando pequeñas secuelas o consecuencias del impacto.
INTOLERANTE (MUY SENSIBLE)	4	La manifestación del impacto no desaparece ni es asimilada por el ecosistema y/o la comunidad, los efectos se mantienen latentes sin permitir la recuperación total del ecosistema o dejando secuelas significativas en la comunidad.

### Tendencia del Impacto (T).

Es el comportamiento o cambio que manifiesta un impacto en la medida que transcurre el tiempo, ver siguiente tabla.

RANGOS DE TENDENCIA		
CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
DECRECIENTE	1	Las manifestaciones del impacto tienden a desaparecer en la medida que transcurre el tiempo.
ESTABLE	2	El efecto del impacto se mantiene constante ya sea en los ecosistemas o en la comunidad.
CRECIENTE	3	El efecto tiende a incrementar la alteración sobre el medio y/o la comunidad, ya sea en extensión, intensidad o cualquiera de sus manifestaciones de manera progresiva.
EXPONENCIAL	4	Los efectos generados por el impacto tienden a aumentar sus manifestaciones de una forma rápida y severa.

### Extensión (E).

Corresponde al área de influencia del impacto, es decir, al área, zona o sector donde tienen manifestación las consecuencias del suceso. Para efectos de la calificación de este parámetro se ha de considerar una escala de Rangos de

Extensión para proyectos realizados en el área continental, de acuerdo a la siguiente tabla.

<b>RANGOS DE EXTENSIÓN (ON SHORE)</b> (Área)		
<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>ESCALA</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
PUNTUAL	1	Desde el punto de vista biofísico, el impacto se localiza en un espacio reducido, dentro de la instalación en un área o superficie menor a 100 m <sup>2</sup> . Desde el punto de vista socioeconómico y/o cultural, el impacto se manifiesta a nivel de unidades familiares.
LOCAL	3	El impacto desde el punto de vista biofísico se manifiesta dentro de la instalación, sin salir de ella, en un área inferior a 1000 m <sup>2</sup> . Desde el punto de vista socioeconómico y/o cultural el impacto puede repercutir a nivel de la unidad territorial (vereda, resguardo o territorio colectivo).
PARCIAL	6	Biofísicamente, el impacto se manifiesta dentro o fuera de la instalación, en un área inferior a 10 Ha y superior a 1000 m <sup>2</sup> , socioeconómica y/o culturalmente, el impacto podría repercutir a nivel territorial (regional).
EXTENSO	9	Desde el punto de vista biofísico, el impacto tiene manifestaciones dentro o fuera de la instalación en un área superior a 10 Ha. Las repercusiones a nivel socioeconómico y/o cultural pueden ser de orden nacional o internacional.

### **Exposición (Exp).**

Corresponde al tiempo de permanencia del efecto o alteración producida por el impacto como se establece en la siguiente tabla.

<b>RANGOS DE DURACIÓN</b> (Permanencia)		
<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>ESCALA</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
FUGAZ- EPORÁDICO	1	Presenta una exposición momentánea y/o es de ocurrencia excepcional (menos de una vez por año).
TEMPORAL	2	Presenta una exposición inferior o igual a un (1) día y/o es de ocurrencia temporal (menos de una vez por mes).
PROLONGADO	3	Presenta una exposición inferior o igual a un (1) mes y/o es de ocurrencia frecuente (menos de una vez por día).

RANGOS DE DURACIÓN (Permanencia)		
CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
PERMANENTE	4	Presenta una exposición inferior o igual a un (1) día y/o es de ocurrencia continua.

### Recuperabilidad (REC).

Lapso de tiempo que requiere el ecosistema frente a las alteraciones producidas por un impacto para retornar a sus condiciones originales, (con el uso de tecnología), ver siguiente tabla.

RANGOS DE RECUPERABILIDAD DEL IMPACTO		
CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
RAPIDA	1	Las manifestaciones tienen duración inferior a un (1) mes.
MODERADA	2	Las manifestaciones tienen duración entre uno (1) y doce (12) meses.
LENTA	3	Las manifestaciones tienen duración entre uno (1) y cinco (5) años.
IRRECUPERABLE	4	Las consecuencias permanecen por más de cinco (5) años.

### Acumulación (A).

En la siguiente tabla, se encuentra la escala de Acumulación, que trata sobre el incremento progresivo del efecto, o la inclusión de efectos sinérgicos ante el hecho que dos o más impactos juntos pueden producir una alteración o cambio mayor que la suma de las unidades por separado.

RANGOS DE ACUMULACIÓN DEL IMPACTO		
CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
SIMPLE	2	El impacto actúa por sí sólo. El efecto o consecuencia no se combina o se modifica con la interacción con otros impactos.
ACUMULATIVO	4	El efecto o alteración generada por el impacto se incrementa de manera significativa ante la interacción con otros impactos o efectos.

- **Importancia Ambiental Del Impacto (IAI).**

Para determinar la IMPORTANCIA AMBIENTAL DEL IMPACTO, se realiza la sumatoria de las calificaciones otorgadas por cada uno de los profesionales, en los parámetros de **Magnitud, Resiliencia, Tendencia, Extensión, Duración, Recuperabilidad y Acumulación**. El resultado se consigna en la columna de la matriz titulada **IMPORTANCIA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**, en donde se podrán jerarquizar, con base en valores que van desde 8 hasta 33.

El resultado de la Importancia Ambiental de Impacto está dado por la siguiente ecuación:

$$IAI = (M + E + TI + Exp + Rs + Rec + A)$$

Dónde:

**IAI:** Importancia Ambiental del Impacto

**M:** Magnitud

**E:** Extensión

**TI:** Tendencia del Impacto

**Exp:** Exposición

**Rs:** Resiliencia

**Rec:** Recuperabilidad

**A:** Acumulación

- **Calificación del impacto (jerarquización de impactos).**

El resultado final de la evaluación es la clasificación de los impactos con base en los valores de importancia establecidos, como se presenta en la Matriz de calificación RAM para evaluar la clasificación del riesgo ambiental y calificar la importancia del Aspecto Real.

En la siguiente tabla, se muestran los rangos de calificación de la importancia, donde el mínimo valor de importancia es 8 y el máximo es 33, por lo tanto se utilizará la siguiente tabla de equivalencia para evaluar en la matriz de significancia:

IAI	ESCALA DE CONSECUENCIAS	NIVEL DE IMPORTANCIA	CARACTERÍSTICAS
8 - 9	1	Leve	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Daño ambiental leve. Dentro de la compañía y de los sistemas.</li> <li>- Consecuencias económicas insignificantes.</li> </ul>
10 - 15	2	Menor	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contaminación o descarga suficientemente importante para dañar el Medio Ambiente, pero no con efectos duraderos.</li> <li>- Una única violación a los límites legales o prescritos ó una única queja.</li> </ul>
16 - 21	3	Localizado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Descarga limitada afectando el vecindario y dañando el Medio Ambiente</li> <li>- Repetidas violaciones de los límites legales o prescritos o varias quejas.</li> </ul>
22 - 27	4	Mayor	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Daños ambientales graves. Se exige a la compañía que tome medidas importantes para llevar el medio ambiente contaminado a su estado original.</li> <li>- Violaciones prolongadas a los límites legales o prescritos, molestia expandida.</li> </ul>
28 - 33	5	Masivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Persistentes daños ambientales graves o serias molestias que afectan un área extensa.</li> <li>- Pérdida económica importante para la compañía en términos comerciales, áreas de uso recreativo o de preservación de la naturaleza.</li> <li>- Constante y elevada violación de los límites legales o prescritos.</li> </ul>

Con el valor obtenido de calificación para cada impacto ambiental se determina la Escala de Consecuencias y con ello el Nivel de Importancia del Impacto, por medio del cual se ingresa a la Matriz de Evaluación, correlacionando cada nivel o consecuencia con la Probabilidad de Ocurrencia de dicho impacto.

- **Frecuencia o Probabilidad de Ocurrencia.**

Este parámetro define la importancia o significancia ambiental de un impacto, al determinar la probabilidad con la cual se puede presentar un impacto. Las probabilidades de ocurrencia estarían dadas de la siguiente manera, ver siguiente tabla.

PROBABILIDAD	ESCALA	DEFINICIÓN
A	1	Prácticamente imposible que ocurra
B	2	Poco probable que ocurra
C	3	Es posible que ocurra
D	4	Bastante probable que ocurra
E	5	Ocurrirá con alto nivel de certeza

- **Estimación de la Significancia Ambiental del Impacto.**

El resultado de la Importancia Ambiental de cada impacto, cruzado con la probabilidad de Ocurrencia, dará la evaluación final de cada impacto ambiental, es decir la **SIGNIFICANCIA AMBIENTAL DEL IMPACTO**, la cual varía desde significancias **NULAS, BAJAS, MODERADAS, ALTAS y MUY ALTA**. De acuerdo con las siguientes tablas.

$$SAI = IAI \cdot P$$

$$SAI = (M + E + TI + Exp + Rs + Rec + A) \cdot P$$

**Dónde:**

**SAI:** Significancia Ambiental del Impacto.

**IAI :** Importancia Ambiental del Impacto.

**IAI:** (M + E + TI + Exp + Rs + Rec + A)

**P:** Probabilidad de que ocurra en el proyecto.

**SIG = (IAI)\* PRO**

CONSECUENCIA		PROBABILIDAD DE QUE OCURRA EN EL PROYECTO				
		1	2	3	4	5
Nivel Importancia Ambiental		Prácticamente imposible	Poco Probable	Es Posible	Bastante probable	Ocurrirá con certeza
Masivo	5	Media	Media	Alta	Alta	Muy Alta
Mayor	4	Media	Media	Media	Alta	Alta
Localizado	3	Baja	Media	Media	Media	Alta
Menor	2	Baja	Baja	Media	Media	Media
Leve	1	Baja	Baja	Baja	Media	Media
Ningún efecto	0	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo

CONSECUENCIA		PROBABILIDAD DE QUE OCURRA EN EL PROYECTO				
		1	2	3	4	5
Nivel Importancia Ambiental		Prácticamente imposible	Poco Probable	Es Posible	Bastante probable	Ocurrirá con certeza
Masivo	5	5	10	15	20	25
Mayor	4	4	8	12	16	20
Localizado	3	3	6	9	12	15
Menor	2	2	4	6	8	10
Leve	1	1	2	3	4	5
Ningún efecto	0	0				

Finalmente con base en el valor de la significancia ambiental se describen las categorías de significancia según la escala de valores, como se observa en la siguiente tabla.

ESCALA DE SIGNIFICANCIA	SIGNIFICANCIA	DESCRIPCIÓN
21 - 25	Muy Alta	El aspecto ambiental es muy significativo. Exige atención prioritaria, inmediata
15 - 20	Alta	El aspecto ambiental se considera significativo. Exige la implementación de medidas de manejo específicas de carácter preventivo y correctivo
6 - 14	Media	El aspecto ambiental se considera medianamente significativo, por lo cual debe mantenerse en observación y seguimiento mediante la aplicación de medidas de mitigación y control
1 - 5	Baja	El aspecto ambiental no se considera significativo, ya que no representa una amenaza notable para el medio. No obstante, deben tenerse en cuenta las medidas básicas de manejo ambiental

### ANEXO C. Matrices de valoración

Matriz Cualitativa de Impactos Ambientales - Campo Santiago													
Recursos Ambientales	Actividades	Vertimiento aguas industriales	Producción (Separación crudo / agua)	Transporte de Crudo	Mantenimiento de la infraestructura (estaciones, áreas de locaciones, vías). Mantenimiento de pozos (Workover)	Manejo de residuos sólidos	Manejo de residuos líquidos domésticos	Cierre de piscinas	Relaciones con la comunidad	Movilización de personal, maquinaria y equipos por la malla vial	TOTAL AFECTACIONES POR ELEMENTOS AMBIENTALES		
	Efectos Ambientales										[+0]	[-5]	
Suelo	Activación de procesos erosivos				[-]	[-]	[-]		[-]		[-]	[+0]	[-5]
	Alteración de la cobertura natural	[-]	[-]	[-]	[-]		[-]	[-]	[-]			[+0]	[-7]
	Compactación y mineralización del suelo por acumulación de sales	[-]	[-]			[-]				[-]		[+0]	[-3]
	Cambios en las características físico químicas					[-]	[-]		[-]			[+0]	[-3]
Geoformas	Cambios en las formas del terreno				[-]					[-]		[+0]	[-2]
	Alteración de áreas para emplazamientos de infraestructuras			[-]	[-]					[-]		[+0]	[-3]
	Hundimientos puntuales del terreno			[-]					[-]	[-]		[+0]	[-3]
	Generación de zonas inestables por procesos inadecuados de rellenos o restricción de áreas						[-]					[+0]	[-1]

Matriz Cualitativa de Impactos Ambientales - Campo Santiago

Recursos Ambientales	Actividades Efectos Ambientales	Vertimiento aguas industriales	Producción (Separación crudo / agua)	Transporte de Crudo	Mantenimiento de la infraestructura (estaciones, áreas de locaciones, vías). Mantenimiento de pozos (Workover)	Manejo de residuos sólidos	Manejo de residuos líquidos domésticos	Cierre de piscinas	Relaciones con la comunidad	Movilización de personal, maquinaria y equipos por la malla vial	TOTAL AFECTACIONES POR ELEMENTOS AMBIENTALES	
Agua	Alteración de la calidad fisicoquímica de fuentes hídricas superficiales	[-]	[-]			[-]		[-]	[-]		[+0]	[-5]
	Alteración de cantidad y calidad de aguas subterráneas		[-]					[-]			[+0]	[-2]
	Alteración de los caudales naturales de la fuentes hídricas	[-]						[-]	[-]		[+0]	[-2]
	Posible afectación de acuíferos por filtración	[-]	[-]			[-]	[-]				[+0]	[-3]
	Cambios en la dinámica fluvial	[-]						[-]			[+0]	[-1]
	Alteración características microbiológicas de fuentes hídricas	[-]	[-]					[-]	[-]		[+0]	[-3]
	Alteración de la calidad fisicoquímica del agua lluvia y la escorrentía					[-]					[+0]	[-1]

Matriz Cualitativa de Impactos Ambientales - Campo Santiago

Recursos Ambientales	Actividades Efectos Ambientales	Vertimiento aguas industriales	Producción (Separación crudo / agua)	Transporte de Crudo	Mantenimiento de la infraestructura (estaciones, áreas de locaciones, vías). Mantenimiento de pozos (Workover)	Manejo de residuos sólidos	Manejo de residuos líquidos domésticos	Cierre de piscinas	Relaciones con la comunidad	Movilización de personal, maquinaria y equipos por la malla vial	TOTAL AFECTACIONES POR ELEMENTOS AMBIENTALES		
Aire	Aumento en la concentración de material particulado				-	-					-	[+0]	[-3]
	Alteración de la calidad del aire		-	-	-	-					-	[+0]	[-6]
	Incrementos de presión sonora		-		-	-					-	[+0]	[-4]
Biológicos	Cambio en la composición y estructura de las comunidades faunísticas terrestres	-	-	-	-	-					-	[+0]	[-6]
	Alteración de hábitat y especies en ecosistemas acuáticos (lóticos y lénticos)	-	-	-	-	-	-	-				[+0]	[-7]
	Interrupción de corredores de movilidad biológica de las especies terrestres y	-	-	-	-	-					-	[+0]	[-6]

Matriz Cualitativa de Impactos Ambientales - Campo Santiago

Recursos Ambientales	Actividades Efectos Ambientales	Vertimiento aguas industriales	Producción (Separación crudo / agua)	Transporte de Crudo	Mantenimiento de la infraestructura (estaciones, áreas de locaciones, vías).	Mantenimiento de pozos (Workover)	Manejo de residuos sólidos	Manejo de residuos líquidos domésticos	Cierre de piscinas	Relaciones con la comunidad	Movilización de personal, maquinaria y equipos por la malla vial	TOTAL AFECTACIONES POR ELEMENTOS AMBIENTALES	
Socio-económicos y culturales	Afectación salud humana	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[+0]	[-9]
	Abandono de las actividades tradicionales de la población ocupada				[-]					[-]		[+0]	[-2]
	Generación de empleo entre la población desocupada o subempleada		[+]		[+]	[+]				[+]	[+]	[+5]	[-0]
	Intranquilidad de los pobladores	[-]		[-]			[-]	[-]				[+0]	[-3]
	Pérdidas económicas por sanciones de las autoridades mineras y ambientales	[-]	[-]				[-]	[-]	[-]	[-]		[+0]	[-6]
	Aumento del nivel de consumo									[-]	[-]	[+0]	[-2]
	Aumento del nivel de expectativas										[+]	[+1]	[-0]
	Creación de conciencia ecológica						[+]			[+]		[+2]	[-0]
	Deterioro de carreteras y caminos		[-]		[-]						[-]	[+0]	[-3]
	Mejoramiento de las condiciones de la			[+]	[+]	[+]				[+]		[+4]	[-0]
Mejoramiento de la calidad de vida									[+]		[+1]	[-0]	
Paisaje	Alteración del paisaje	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]		[-]	[+0]	[-8]
<b>TOTAL AFECTACIONES POR ACTIVIDADES</b>		[+0]	[+1]	[+1]	[+2]	[+2]	[+1]	[+0]	[+0]	[+3]	[+2]		
		[-14]	[-15]	[-10]	[-15]	[-14]	[-13]	[-11]	[-8]	[-10]	[-13]		
<b>Suma afectaciones [+ ] y [- ]</b>		[-14]	[-14]	[-9]	[-13]	[-12]	[-12]	[-11]	[-8]	[-7]	[-11]		

MATRIZ GENERAL CONSOLIDADA DE EVALUACIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES CAMPO SANTIAGO - METODOLOGÍA CONESA 1997																
PROCESO / COMPONENTE	HALLAZGO	PASIVOS AMBIENTALES (Impacto Ambiental Acumulados)	VARIABLES DE VALORACIÓN DE IMPORTANCIA DE PASIVOS AMBIENTALES													
			Ti	Ext	Int	Poc	Dur	Mag	Rev	Rec	Com	Acum	SUMA Valoración de Importancia de PAS	Rango Valoración de Importancia de PAS	Valoración de Importancia de PAS	Categoría Valoración de Importancia de PAS
EXTRACCIÓN	POZO DE AGUA ABANDONADO Y DESECHOS ENTERRADOS EN LOCACIÓN SAN 6 - SAN 10	Alteración de la calidad fisicoquímica del suelo	2	4	2	2	3	1	1	2	2	2	21	3	Localizado	Importante
		Alteración calidad fisicoquímica de aguas subterráneas	2	2	1	1	2	1	1	1	2	2	15	2	Menor	Tolerable
	POZO DE AGUA ABANDONADO EN LA ESTACIÓN PALMAR	Alteración calidad fisicoquímica de aguas subterráneas	1	2	2	2	1	2	1	1	1	1	14	2	Menor	Tolerable

MATRIZ GENERAL CONSOLIDADA DE EVALUACIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES CAMPO SANTIAGO - METODOLOGÍA CONESA 1997																
PROCESO / COMPONENTE	HALLAZGO	PASIVOS AMBIENTALES (Impacto Ambiental Acumulados)	VARIABLES DE VALORACIÓN DE IMPORTANCIA DE PASIVOS AMBIENTALES													
			Ti	Ext	Int	Poc	Dur	Mag	Rev	Rec	Com	Acum	SUMA Valoración de Importancia de PAs	Rango Valoración de Importancia de PAs	Valoración de Importancia de PAs	Categoría Valoración de Importancia de PAs
TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y ENTREGA	INEFICIENCIA PTARD	Alteración físico-química de fuentes hídricas (lénticos)	2	4	2	4	3	2	2	3	1	4	27	4	Mayor	Severo
		Alteración calidad físicoquímica de aguas subterráneas	2	4	2	2	3	2	4	2	2	4	27	4	Mayor	Severo
	INEFICIENCIA STARI	Alteración físico-química de fuentes hídricas (lénticos)	1	4	4	4	3	4	2	3	2	2	29	4	Mayor	Severo
		Alteración de hábitats y especies (composición y estructura) en ecosistemas acuáticos lénticos y lóticos	2	4	2	2	3	2	4	2	2	4	27	4	Mayor	Severo
	CONCENTRACIÓN ALTA CLORUROS PISCINAS CULTIVOS ARROZ	Alteración calidad físicoquímica de aguas subterráneas	1	4	4	4	3	4	2	3	2	2	29	4	Mayor	Severo
		Alteración de la calidad físicoquímica del suelo	1	1	1	1	4	1	2	1	2	4	18	3	Localizado	Importante

MATRIZ GENERAL CONSOLIDADA DE EVALUACIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES CAMPO SANTIAGO - METODOLOGÍA CONESA 1997																
PROCESO / COMPONENTE	HALLAZGO	PASIVOS AMBIENTALES (Impacto Ambiental Acumulados)	VARIABLES DE VALORACIÓN DE IMPORTANCIA DE PASIVOS AMBIENTALES													
			Ti	Ext	Int	Poc	Dur	Mag	Rev	Rec	Com	Acum	SUMA Valoración de Importancia de PAs	Rango Valoración de Importancia de PAs	Valoración de Importancia de PAs	Categoría Valoración de Importancia de PAs
TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y ENTREGA	REBOSE CANAL ARI	Alteración físico-química de las fuentes hídricas (lénticas)	2	4	4	4	3	4	2	3	2	2	30	4	Mayor	Severo
		Alteración de la calidad físicoquímica del agua lluvia y escorrentía	1	1	2	4	2	2	2	2	2	2	20	3	Localizado	Importante
		Alteración de la calidad físico-química del suelo	1	1	1	1	4	1	2	1	2	4	18	3	Localizado	Importante
	ALTERACIÓN DE HÁBITATS Y ESPECIES DE FAUNA	Alteración de hábitats y especies (composición y estructura) en ecosistemas acuáticos Lóticos.	2	4	4	4	3	4	2	3	2	2	30	4	Mayor	Severo
		Alteración de hábitats y especies (composición y estructura) en ecosistemas acuáticos lenticos.	2	4	2	2	3	2	4	2	2	4	27	4	Mayor	Severo

MATRIZ GENERAL CONSOLIDADA DE EVALUACIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES CAMPO SANTIAGO - METODOLOGÍA ECOPETROL S.A. 2013

PROCESO / COMPONENTE	HALLAZGO	PASIVOS AMBIENTALES (Impacto Ambiental Acumulados)	VARIABLES DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL												
			MG	EXT	TEN	DU	RE	REC	ACU	IMPORTANCIA DEL PASIVO (IA= (M + E + T + D + Rs + R' + A))	JERARQUIZACIÓN DE PASIVOS	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	EVALUACIÓN DE LA SIGNIFICANCIA DEL PASIVO	FICHA	OBSERVACIONES
EXTRACCIÓN	POZO DE AGUA ABANDONADO Y DESECHOS ENTERRADOS EN LOCACIÓN SAN 6 - SAN 10	Alteración de la calidad fisicoquímica del suelo	3	1	2	3	2	1	4	16	LOCALIZADO	D	MEDIA	1	Se especifica en la Ficha 1 para el proceso de Extracción, siendo el impacto más generalizado en el proceso
		Alteración calidad fisicoquímica de aguas subterráneas	2	1	2	3	3	2	2	15	MENOR	B	BAJA		
	POZO DE AGUA ABANDONADO EN LA ESTACIÓN PALMAR	Alteración calidad fisicoquímica de aguas subterráneas	2	1	2	3	3	2	2	15	MENOR	B	BAJA	2	Se especifica en la Ficha 2 para el proceso de Extracción

MATRIZ GENERAL CONSOLIDADA DE EVALUACIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES CAMPO SANTIAGO - METODOLOGÍA ECOPETROL S.A. 2013

PROCESO / COMPONENTE	HALLAZGO	PASIVOS AMBIENTALES (Impacto Ambiental Acumulados)	VARIABLES DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL												
			MG	EXT	TEN	DU	RE	REC	ACU	IMPORTANCIA DEL PASIVO (IAI= (M + E + T + D + Rs + R' + A))	JERARQUIZACIÓN DE PASIVOS	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	EVALUACIÓN DE LA SIGNIFICANCIA DEL PASIVO	FICHA	OBSERVACIONES
TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y ENTREGA	INEFICIENCIA PTARD	Alteración fisicoquímica de fuentes hídricas (lénticos)	4	6	2	4	3	2	4	25	MAYOR	E	ALTA	3	Se especifica en la Ficha 3 para el proceso de Tratamiento, Almacenamiento y entrega
		Alteración calidad fisicoquímica de aguas subterráneas	3	3	2	3	2	2	2	17	LOCALIZADO	E	ALTA		
	INEFICIENCIA STARI	Alteración fisicoquímica de fuentes hídricas (lénticos)	4	6	2	4	3	2	4	25	MAYOR	E	ALTA	4	Se especifica en la Ficha 4 para el proceso de Tratamiento, Almacenamiento y entrega
		Alteración de hábitats y especies (composición y estructura) en ecosistemas acuáticos lénticos y lóticos	4	6	2	4	3	2	4	25	MAYOR	E	ALTA		
	CONCENTRACIÓN ALTA CLORUROS PISCINAS CULTIVOS ARROZ	Alteración calidad fisicoquímica de aguas subterráneas	4	5	2	3	3	2	4	23	MAYOR	E	ALTA	5	Se especifica en la Ficha 5 para el proceso de Tratamiento, Almacenamiento y entrega
		Alteración de la calidad fisicoquímica del suelo	3	1	2	3	2	1	4	16	LOCALIZADO	D	MEDIA		

MATRIZ GENERAL CONSOLIDADA DE EVALUACIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES CAMPO SANTIAGO - METODOLOGÍA ECOPETROL S.A. 2013

PROCESO / COMPONENTE	HALLAZGO	PASIVOS AMBIENTALES (Impacto Ambiental Acumulados)	VARIABLES DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL												
			MG	EXT	TEN	DU	RE	REC	ACU	IMPORTANCIA DEL PASIVO (IAI = (M + E + T + D + Rs + R' + A))	JERARQUIZACIÓN DE PASIVOS	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	EVALUACIÓN DE LA SIGNIFICANCIA DEL PASIVO	FICHA	OBSERVACIONES
TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y ENTREGA	REBOSE CANAL ARI	Alteración fisico-química de las fuentes hídricas (lénticas)	4	5	2	3	3	2	4	23	MAYOR	D	ALTA	6	Se especifica en la Ficha 6 para el proceso de Tratamiento, Almacenamiento y entrega
		Alteración de la calidad fisicoquímica del agua lluvia y escorrentía	3	3	2	1	3	3	4	19	LOCALIZADO	D	MEDIA		
		Alteración de la calidad físico-química del suelo	3	3	2	1	2	1	2	14	LOCALIZADO	D	MEDIA		
	ALTERACIÓN DE HÁBITATS Y ESPECIES DE FAUNA	Alteración de hábitats y especies (composición y estructura) en ecosistemas acuáticos Lóticos.	4	6	2	4	3	2	4	25	LOCALIZADO	D	ALTA	7	Se especifica en la Ficha 7 para el proceso de Tratamiento, Almacenamiento y entrega
		Alteración de hábitats y especies (composición y estructura) en ecosistemas acuáticos lenticos.	4	6	2	4	3	2	4	25	LOCALIZADO	D	ALTA		

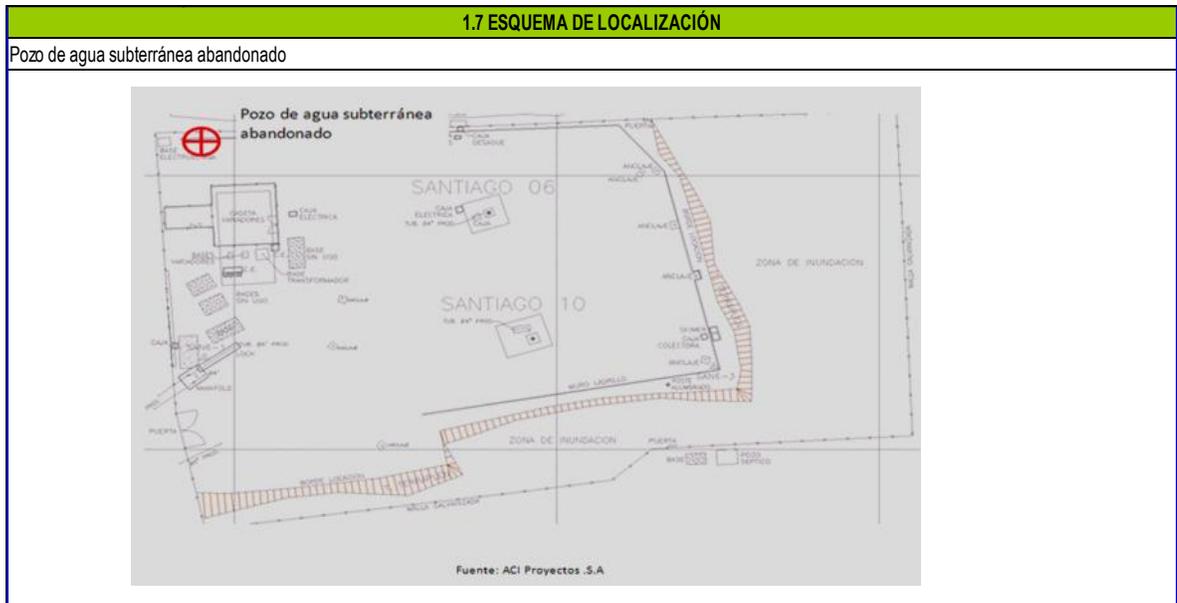
PROCESO / COMPONENTE	HALLAZGO	PASIVOS AMBIENTALES (Impacto Ambiental Acumulados)	HOMOLOGACIÓN DE CRITERIOS DE PONDERACIÓN							
			ATRIBUTOS (MAVDT, 2010)						RANGO DEL (I)	IMPORTANCIA DE LA AFECTACIÓN AMBIENTAL
			INT	EXT	PER	REV	REC			
EXTRACCIÓN	POZO DE AGUA ABANDONADO Y DESECHOS ENTERRADOS EN LOCACIÓN SAN 6 - SAN 10	Alteración de la calidad fisicoquímica del suelo	8	2	4	3	3	40	MODERADO	
		Alteración calidad fisicoquímica de aguas subterráneas	6	1	4	3	3	25	MODERADO	
	POZO DE AGUA ABANDONADO EN LA ESTACIÓN PALMAR	Alteración calidad fisicoquímica de aguas subterráneas	6	1	4	3	3	26	MODERADO	
TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y ENTREGA	INEFICIENCIA PTARD	Alteración físico-química de fuentes hídricas (lénticos)	8	3	4	3	3	41	SEVERO	
		Alteración calidad fisicoquímica de aguas subterráneas	8	5	4	3	3	43	SEVERO	

PROCESO / COMPONENTE	HALLAZGO	PASIVOS AMBIENTALES (Impacto Ambiental Acumulados)	HOMOLOGACIÓN DE CRITERIOS DE PONDERACIÓN							
			ATRIBUTOS (MAVDT, 2010)						RANGO DEL (I)	IMPORTANCIA DE LA AFECTACIÓN AMBIENTAL
			INT	EXT	PER	REV	REC			
TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y ENTREGA	INEFICIENCIA STARI	Alteración físico-química de fuentes hídricas (lénticos)	12	5	1	5	10	58	SEVERO	
		Alteración de hábitats y especies (composición y estructura) en ecosistemas acuáticos lénticos y lóticos	4	1	12	5	10	52	SEVERO	
	CONCENTRACIÓN ALTA CLORUROS PISCINAS CULTIVOS ARROZ	Alteración calidad físicoquímica de aguas subterráneas	4	1	12	5	10	52	SEVERO	
		Alteración de la calidad físicoquímica del suelo							MODERADO	

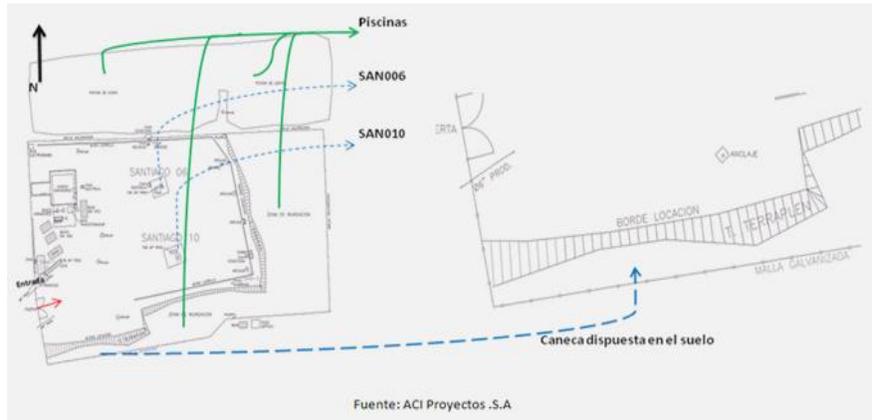
PROCESO / COMPONENTE	HALLAZGO	PASIVOS AMBIENTALES (Impacto Ambiental Acumulados)	HOMOLOGACIÓN DE CRITERIOS DE PONDERACIÓN						
			ATRIBUTOS (MAVDT, 2010)						IMPORTANCIA DE LA AFECTACIÓN AMBIENTAL
			INT	EXT	PER	REV	REC	RANGO DEL (I)	
TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y ENTREGA	REBOSE CANAL ARI	Alteración físico-química de las fuentes hídricas (lénticas)	8	3	4	3	3	41	SEVERO
		Alteración de la calidad fisicoquímica del agua lluvia y escorrentía	6	2	4	3	3	35	MODERADO
		Alteración de la calidad físico-química del suelo	4	2	4	3	3	30	MODERADO
	ALTERACIÓN DE HÁBITATS Y ESPECIES DE FAUNA	Alteración de hábitats y especies (composición y estructura) en ecosistemas acuáticos Lóticos.	4	1	12	5	10	52	SEVERO
		Alteración de hábitats y especies (composición y estructura) en ecosistemas acuáticos lenticos.	8	3	4	3	3	41	SEVERO

## ANEXO D. Fichas de manejo

ESTUDIO DE PASIVOS AMBIENTALES GENERADOS POR LAS OBRAS Y ACTIVIDADES PETROLERAS EN COLOMBIA		FICHA No. 1	
		POZO ABANDONADO Y DESECHOS ENTERRADOS EN LOCALIZACIÓN SAN 6 - SAN 10	
1. HALLAZGO			
1.1 CAMPO	SANTIAGO	1.2 INSTALACIÓN	LOCALIZACIÓN SAN 6-SAN10
1.3 PROCESO		1.4 FECHA	
EXTRACCIÓN	X	20-may-12	
RECOLECCIÓN		1.5 COORDENADAS	
TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y ENTREGA		ESTE	1°19'0.910
TRANSPORTE		NORTE	1°12'0.45
1.6 DESCRIPCIÓN DEL HALLAZGO	<p>Se evidenció un pozo inactivo de agua subterránea en la locación de los pozos Santiago 6 y Santiago 10, con profundidad de 12 metros, incumpliendo con la Ley 09 de 1979 Artículo 60 y el Decreto 1541 de 1978 Artículo 146, así como la ficha de dismantelamiento, recuperación y abandono del PMA de Campo Santiago, convirtiéndose en una fuente potencial de contaminación para el acuífero.</p> <p>Igualmente, se evidenció una caneca enterrada en predios de la locación de los pozos SAN006 y 010, costado sur; no se identificó su origen y antiguo contenido, por lo tanto debe ser considerado "Desecho Peligroso" hasta no determinar lo contrario; en consecuencia, se incumple con los Artículos 3, 5, 7, 8, 10, 11, 12, 19, 32 y 37 del Decreto 4741 de 2005, así como con la ejecución del Plan de Contingencia, Decreto 321 de 1999 y los Artículos 8, 31, 145 y 182 del Dec. 2811 de 1974.</p>		



Caneca enterrada



1.8 ELEMENTO AFECTADO

Aguas Subterráneas, Suelo y Agua

1.9 REGISTRO FOTOGRÁFICO



Fotografía No 1. Pozo de 3 " de diámetro y 12 metros de profundidad en estado de abandono, utilizado anteriormente para uso doméstico en la locación.



Fotografía No 2. Detalle de la tubería de succión, nótese las manchas de óxido de hierro.



Fotografía No 3. Caneca enterrada en el costado sur de la locación SAN 006 y010

2. PLAN DE ACCIÓN

2.1 OBJETIVO

- \* Sellamiento total del pozo.
- \* Disponer correctamente la caneca enterrada y su residuo conforme el Dec. 4741 de 2005
- \* Retiro de estructuras de concreto y su disposición correcta de los escombros.

## 2.2 ANTECEDENTES

Decreto 4741 de 2005 Artículo 10. a) Garantizar la gestión y manejo integral de los residuos o desechos peligrosos que genera;

b) Elaborar un plan de gestión integral de los residuos o desechos peligrosos que genere tendencia a prevenir la generación y reducción en la fuente, así como, minimizar la cantidad y peligrosidad de los mismos. En este plan deberá igualmente documentarse el origen, cantidad, características de peligrosidad y manejo que se dé a los residuos o desechos peligrosos. Este plan no requiere ser presentado a la autoridad ambiental, no obstante lo anterior, deberá estar disponible para cuando esta realice actividades propias de control y seguimiento ambiental;

c) Identificar las características de peligrosidad de cada uno de los residuos o desechos peligrosos que genere, para lo cual podrá tomar como referencia el procedimiento establecido en el artículo 7° del presente decreto, sin perjuicio de lo cual la autoridad ambiental podrá exigir en determinados casos la caracterización físico-química de los residuos o desechos si así lo estima conveniente o necesario;

d) Garantizar que el envasado o empaçado, embalado y etiquetado de sus residuos o desechos peligrosos se realice conforme a la normatividad vigente;

e) Dar cumplimiento a lo establecido en el Decreto 1609 de 2002 o aquella norma que la modifique o sustituya, cuando remita residuos o desechos peligrosos para ser transportados. Igualmente, suministrar al transportista de los residuos o desechos peligrosos las respectivas Hojas de Seguridad;

f) Registrarse ante la autoridad ambiental competente por una sola vez y mantener actualizada la información de su registro anualmente, de acuerdo con lo establecido en el artículo 27 del presente decreto;

g) Capacitar al personal encargado de la gestión y el manejo de los residuos o desechos peligrosos en sus instalaciones, con el fin de divulgar el riesgo que estos residuos representan para la salud y el ambiente, además, brindar el equipo para el manejo de estos y la protección personal necesaria para ello; h) Contar con un plan de contingencia actualizado para atender cualquier accidente o eventualidad que se presente y contar con personal preparado para su implementación. En caso de tratarse de un derrame de estos residuos el plan de contingencia debe seguir los lineamientos del Decreto 321 de 1999 por el cual se adopta el Plan Nacional de Contingencia contra Derrames de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas en aguas Marinas, Fluviales y Lacustres o aquel que lo modifique o sustituya y para otros tipos de contingencias el plan deberá estar articulado con el plan local de emergencias del municipio; i) Conservar las certificaciones de almacenamiento, aprovechamiento, tratamiento o disposición final que emitan los respectivos receptores, hasta por un tiempo de cinco (5) años; j) Tomar todas las medidas de carácter preventivo o de control previas al cese, cierre, clausura o desmantelamiento de su actividad con el fin de evitar cualquier episodio de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, relacionado con sus residuos o desechos peligrosos; k) Contratar los servicios de almacenamiento, aprovechamiento, recuperación, tratamiento y/o disposición final, con instalaciones que cuenten con las licencias, permisos, autorizaciones o demás instrumentos de manejo y control ambiental a que haya lugar, de conformidad con la normatividad ambiental vigente.

Artículo 11. Responsabilidad del generador. El generador es responsable de los residuos o desechos peligrosos que él genere. La responsabilidad se extiende a sus afluentes, emisiones, productos y subproductos, por todos los efectos ocasionados a la salud y al ambiente

Artículo 12. Subsistencia de la responsabilidad. La responsabilidad integral del generador subsiste hasta que el residuo o desecho peligroso sea aprovechado como insumo o dispuesto con carácter definitivo.

Artículo 19. De la responsabilidad acerca de la contaminación y remediación de sitios. Aquellas personas que resulten responsables de la contaminación de un sitio por efecto de un manejo o una gestión inadecuada de residuos o desechos peligrosos, estarán obligados entre otros, a diagnosticar, remediar y reparar el daño causado a la salud y el ambiente, conforme a las disposiciones legales vigentes.

Artículo 32. Prohibiciones. Se prohíbe:

- a) Introducir al territorio nacional residuos nucleares y desechos tóxicos;
- b) Importar residuos o desechos que contengan o estén constituidos por Contaminantes Orgánicos Persistentes (Aldrin, Clordano, Dieldrin, Endrin, Heptacloro, Hexaclorobenceno, Mirex, Toxafeno, Bifenilos Policlorados, DDT);
- c) Importar equipos o sustancias que contengan Bifenilos Policlorados (PCB), en una concentración igual o superior a 50 mg/kg;
- d) Quemar residuos o desechos peligrosos a cielo abierto;
- e) Ingresar residuos o desechos peligrosos en rellenos sanitarios, sino existen celdas de seguridad dentro de este, autorizadas para la disposición final de este tipo de residuos;
- f) Transferir transformadores o equipos eléctricos en desuso con aceite y aceites dieléctricos usados mediante remates, bolsas de residuos, subastas o donaciones públicas o privadas sin informar previamente a la autoridad ambiental competente los resultados de las caracterizaciones físico-químicas efectuadas para determinar el contenido o no de bifenilos policlorados;
- g) La disposición o enterramiento de residuos o desechos peligrosos en sitios no autorizados para esta finalidad por la autoridad ambiental competente;
- h) El abandono de residuos o desechos peligrosos en vías, suelos, humedales, parques, cuerpos de agua o en cualquier otro sitio.

Artículo 37. Régimen Sancionatorio. En caso de violación a las disposiciones ambientales contempladas en el presente decreto, las autoridades ambientales competentes impondrán las medidas preventivas y sancionatorias a que haya lugar, de conformidad con lo consagrado en el artículo 85 de la Ley 99 de 1993, o las que las modifiquen o sustituyan, sin perjuicio de las demás acciones a que haya lugar.

2.3 PASIVO AMBIENTAL				
PASIVO AMBIENTAL (IMPACTO ACUMULADO)	CAUSA	VALORACIÓN	SIGNIFICANCIA	ELEMENTO AFECTADO
Alteración de la calidad físico-química del suelo	Suelo contaminado con hidrocarburos, por presencia de residuos enterrados	IMPORTANTE	MEDIO	Suelo, Fauna y Flora
Alteración calidad físicoquímica de aguas subterráneas	Infiltración de aguas con materiales contaminantes desde la superficie	TOLERABLE	BAJA	Aguas subterráneas
2.4 TIPO DE MEDIDA				
MITIGACIÓN	X	CONTROL		X
RESTAURACIÓN	X	RECUPERACIÓN		

2.5 ACCIONES A DESARROLLAR
<p>a) Determinar el carácter del residuo presente en la caneca enterrada de acuerdo al Anexo I, II y III del Dec. 4741 de 2005</p> <p>b) Monitorear en inmediaciones a la caneca encontrada, buscando residuos similares</p> <p>c) Disponer correctamente los residuos de la caneca de acuerdo al Dec. 4741 de 2005</p> <p>d) Adecuar el terreno a condiciones geomorfológicas naturales.</p> <p>e) Ejecutar las acciones mencionadas en la ficha de desmantelamiento, recuperación y abandono del Plan de Manejo Ambiental del campo.</p> <p>f) En caso de presentarse demolición, estas deben tener una disposición adecuada de los elementos en concreto o no útiles y ubicarlos de acuerdo con los sitios de disposición mencionados en el PMA o en su defecto nuevos sitios que presenten licencia ambiental para su funcionamiento.</p> <p>* Se retirará el sistema de explotación y la tubería de producción, si existen, se debe realizar excavación del terreno alrededor de la boca del pozo de 1 X 1 m y 50 cm de profundidad. El sellamiento físico definitivo para el pozo deberá tener las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar la profundidad habilitada del pozo profundo medida a partir de la boca del mismo, para calcular los volúmenes de material a emplear.</li> <li>- Desde la base del pozo y hacia la superficie se deberá llenar la tubería de revestimiento con grava 8-12 dejando 2/3 partes libres desde el tope de la grava hasta la superficie. La capa de grava deberá quedar dispuesta en su totalidad dentro del espacio anular sin dejar espacios vacíos.</li> <li>- Desde las 2/3 partes y hasta la superficie dentro de la tubería de revestimiento del pozo, se deberá depositar bentonita en polvo, mezclada con cemento gris para que actúe como tapón impermeable e impida el ingreso de sustancias hacia las secciones de filtros del pozo profundo.</li> <li>- Dispuestos los elementos indicados anteriormente, al final de la tubería de revestimiento se deberá adecuar un tapón en la boca del pozo, el cual debe ir soldado y/o roscado en la tubería de revestimiento impidiendo de esta forma el posible ingreso de sustancias contaminantes hacia el interior del pozo. Con estas obras se sella el espacio anular de la tubería de producción.</li> <li>- Para sellar el empaque de grava se deberá excavar una cavidad alrededor del pozo con un radio no menor y hasta una profundidad no menor a 1 metro rellenarla con tres capas de bentonita de 10cm cada una y humedecidas.</li> <li>- Si se observa en la superficie empaque de grava, se adicionará una lechada de cemento gris. La lechada debe ser lo suficientemente delgada para alcanzar la mayor profundidad posible dentro del empaque, esta se adicionará hasta alcanzar la saturación del mismo.</li> <li>- Realizada la actividad anterior, se deberá fundir un sello sanitario en concreto impermeable de 1 X 1 X 1 m., de espesor dentro del cual deberá quedar una sección de 20 cm de la tubería de revestimiento. Los 10 cm., superiores de este sello deben ser reforzados con una malla de hierro de 3/8 como mínimo.</li> <li>- El sello definitivo debe quedar al mismo nivel del piso evitando la presencia de fisuras a través de las cuales ingresen sustancias impregnadas de grasas, aceites, detergentes o cualquier agente contaminante que altere negativamente la calidad del agua subterránea.</li> <li>- Sobre la superficie del sello en concreto se debe instalar la placa de aluminio de identificación y el número de la resolución de sellamiento.</li> </ul> <p>g) Si aplica, se deberá realizar la revegetalización de suelo.</p> <p>Se puede pensar en volverlo a utilizar, para este caso es necesario gestionar el trámite ante la Corporación de la actualización de concesión de aguas subterráneas.</p> <p>* Tener en cuenta la ficha de abandono de instalaciones del Plan de Manejo Ambiental o en su defecto generar la ficha correspondiente.</p>

2.6 TECNOLOGÍAS UTILIZADAS	
Retroexcavadora	
2.7 RESULTADOS ESPERADOS	
<p>a) Sellamiento definitivo del pozo.</p> <p>b) Residuos clasificados de acuerdo al Dec. 4741 de 2005</p> <p>c) Realizar un informe en donde se certifique la existencia o ausencia de otras canecas y su respectiva disposición final</p> <p>d) Demolición correcta de las placas de concreto y su disposición</p>	
2.8 COBERTURA DE APLICACIÓN	
Pozo de aguas subterráneas en estado de abandono, localizado detrás de las instalaciones de generación eléctrica de la locación SAN006 y SAN010.	
2.9 RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	ECOPETROL S.A
2.10 PERSONAL REQUERIDO	<p>(1) Ingeniero civil</p> <p>(1) Maestro en construcción</p> <p>(4) Obreros</p> <p>(2) Operarios</p>

2.11 SEGUIMIENTO Y MONITOREO		
META	INDICADOR	VALOR
Sellar de manera permanente y de forma adecuada el pozo profundo	Acciones tomadas mediante el sellamiento / Acciones recomendadas por la normatividad	100%
Obtener de inmediato la proroga de la concesión de aguas subterráneas de este pozo de Santiago	Acciones tomadas mediante el sellamiento / Acciones recomendadas por la normatividad	100%
Eliminar de manera inmediata, los residuos sólidos enterrados	(Canecas dispuestas conforme el Dec. 4741 de 2005/No. Total de Canecas encontradas)*100	100%
<b>MONITOREOS</b>	En el caso de la caneca enterrada, es necesario una única inspección en donde se determine la existencia o ausencia de canecas en el área. Observación de la correcta disposición de toda clase de residuos generados en todas las actividades.	
2.12 ACCIONES CONTINGENTES		
Activación inmediata del Plan de Contingencia del Operador de acuerdo al Dec. 321 de 1999.		

2.13 CUANTIFICACIÓN Y COSTOS (GASTO DEFENSIVO)				
DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>Para sellar el pozo</b>				
Personal	Global	9	3.800.000,00	\$ 34.200.000
Materiales	Global	1	23.500.000,00	\$ 23.500.000
<b>Para solicitud licencia</b>				
Realización solicitud trámite del permiso *	Global	1	90.000.000,00	\$ 90.000.000
<b>Para residuo enterrado</b>				
Relleno y adecuación del terreno	Global	1	9.600.000	\$ 9.600.000
Vibrocompactador	Días	3	650.000	\$ 1.950.000
Volqueta	Días	3	400.000	\$ 1.200.000
Retroexcavadora	Horas	24	130.000	\$ 3.120.000
Operario	Días	3	400.000	\$ 1.200.000
Auxiliares	Días	3	200.000	\$ 600.000
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>\$ 165.370.000</b>
<b>ADMINISTRACIÓN-IMPREVISTOS-UTILIDAD</b>	30%			<b>\$ 49.611.000</b>
<b>TOTAL COSTO OBRA CIVIL</b>				<b>\$ 214.981.000</b>
* El trámite incluye: Formulario con sus anexos, visita de la Corporación, prueba de bombeo, registro geoelectrico y publicación del acto administrativo La solicitud de este trámite puede incluir por parte de la Corporación una compensación.				

2.14 CRONOGRAMA									
Descripción	Tiempo	Día 1	Día 2	Día 3	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
		<b>Para sellar el pozo</b>							
Evaluación del pozo									
Extracción de la tubería de succión									
Relleno con gravilla y bentonita									
Acabados, instalación de platina con identificación.									
Radicación ante CORPORINOQUIA y proceso de adjudicación licencia									
<b>Descripción</b>	<b>Tiempo</b>	<b>MES 1</b>		<b>MES 2</b>		<b>MES 3</b>		<b>MES 4</b>	
<b>Para residuo enterrado</b>									
Búsqueda del residuo sólido									
Extracción									
Informe sobre residuo enterrado									
Adecuación del terreno									
Instalación cespedenos									

ESTUDIO DE PASIVOS AMBIENTALES GENERADOS POR LAS OBRAS Y ACTIVIDADES PETROLERAS DE EN COLOMBIA			FICHA No. 2	
			POZO ABANDONADO EN LA ESTACIÓN PALMAR	
<b>1. HALLAZGO</b>				
<b>1.1 CAMPO</b>	SANTIAGO	<b>1.2. INSTALACIÓN</b>	ESTACION PALMAR	
<b>1.3 PROCESO</b>			<b>1.4 FECHA</b>	
EXTRACCIÓN	X	20/05/2012		
RECOLECCIÓN			<b>1.5 COORDENADAS</b>	
TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y ENTREGA		ESTE	1°182.425	
TRANSPORTE		NORTE	1°005.381	
<b>1.6 DESCRIPCIÓN DEL HALLAZGO</b>	Se evidenció un pozo de agua subterránea en la Estación Palmar, con profundidad de 15 metros en estado de abandono; incumpliendo con la Ley 09 de 1979, Artículo 60 y el Decreto 1541 de 1978, Artículo 146, así como la ficha de desmantelamiento, recuperación y abandono, del PMA de Campo Santiago, convirtiéndose en una fuente potencial de contaminación para el acuífero.			
<b>1.7 ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN</b>				
<p style="text-align: center;">Fuente: ACI Proyectos .S.A</p>				
<b>1.8 ELEMENTO AFECTADO</b>	Aguas Subterráneas			
<b>1.9 REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>				
Fotografía No 1. Pozo de 4 " de diámetro y 15 metros de profundidad en estado de abandono, utilizado anteriormente para uso domestico en la estación. Fuente: ACI Proyectos .S.A		Fotografía No 2. Detalle del pozo abandonado Estación Palmar, nótese el estado de deterioro. Fuente: ACI Proyectos .S.A		

2. PLAN DE ACCIÓN				
<b>2.1 OBJETIVO</b>		Sellamiento total del pozo.		
2.2 ANTECEDENTES				
<p>En el expediente 97-0382 se encontró el Auto 500.57.07-08.0314 del 17 de Abril de 2008 el cual señala "la existencia de un pozo subterráneo ubicado en el interior de la locación de la estación palmar, el cual no cuenta con la respectiva concesión de aguas" en virtud del incumplimiento al requerimiento de tramitar concesión de aguas subterráneas para dicha estación mediante el auto 500.05.07-0712 del 01 de Junio de 2007, el subdirector de control y calidad ambiental recomienda a la oficina legal y ambiental de Corporinoquia iniciar proceso investigativo en contra de Petrobras Colombia Limited por realizar aprovechamiento del recurso hídrico sin el permiso ambiental respectivo de conformidad con los decretos 2811/74 y 1541/78.</p>				
2.3 PASIVO AMBIENTAL				
PASIVO AMBIENTAL (IMPACTO ACUMULADO)	CAUSA	VALORACIÓN	SIGNIFIC	ELEMENTO AFECTADO
Alteración calidad fisicoquímica de aguas subterráneas	Infiltración de aguas con materiales contaminantes desde la superficie	TOLERABLE	BAJA	Aguas subterráneas
2.4 TIPO DE MEDIDA				
MITIGACIÓN		CONTROL		x
RESTAURACIÓN		RECUPERACIÓN		
2.5 ACCIONES A DESARROLLAR				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejecutar las acciones mencionadas en la ficha de desmantelamiento, recuperación y abandono del PMA.</li> <li>• En caso de presentarse demolición, estas deben tener una disposición adecuada de los elementos en concreto o no útiles y ubicarlos de acuerdo con los sitios de disposición mencionados en el PMA o en su defecto nuevos sitios que presenten licencia ambiental para su funcionamiento.</li> <li>• Se retirará el sistema de explotación y la tubería de producción, si existen, se debe realizar excavación del terreno alrededor de la boca del pozo de 1 X 1 m y 50 cm de profundidad. El sellamiento físico definitivo para el pozo deberá tener las siguientes características: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Determinar la profundidad habilitada del pozo profundo medida a partir de la boca del mismo, para calcular los volúmenes de material a emplear.</li> <li>2. Desde la base del pozo y hacia la superficie se deberá llenar la tubería de revestimiento con grava 8-12 dejando 2/3 partes libres desde el tope de la grava hasta la superficie. La capa de grava deberá quedar dispuesta en su totalidad dentro del espacio anular sin dejar espacios vacíos.</li> <li>3. Desde las 2/3 partes y hasta la superficie dentro de la tubería de revestimiento del pozo, se deberá depositar bentonita en polvo, mezclada con cemento gris para que actúe como tapón impermeable e impida el ingreso de sustancias hacia las secciones de filtros del pozo profundo.</li> <li>4. Dispuestos los elementos indicados anteriormente, al final de la tubería de revestimiento se deberá adecuar un tapón en la boca del pozo, el cual debe ir soldado y/o roscado en la tubería de revestimiento impidiendo de esta forma el posible ingreso de sustancias contaminantes hacia el interior del pozo. Con estas obras se sella el espacio anular de la tubería de producción.</li> <li>5. Para sellar el empaque de grava se deberá excavar una cavidad alrededor del pozo con un radio no menor y hasta una profundidad no menor a 1 metro rellenarla con tres capas de bentonita de 10cm cada una y humedecidas.</li> <li>6. Si se observa en la superficie empaque de grava, se adicionará una lechada de cemento gris. La lechada debe ser lo suficientemente delgada para alcanzar la mayor profundidad posible dentro del empaque, esta se adicionará hasta alcanzar la saturación del mismo.</li> <li>7. Realizada la actividad anterior, se deberá fundir un sello sanitario en concreto impermeable de 1 X 1 X 1 m., de espesor dentro del cual deberá quedar una sección de 20 cm de la tubería de revestimiento. Los 10 cm., superiores de este sello deben ser reforzados con una malla de hierro de 3/8 como mínimo.</li> <li>8. El sello definitivo debe quedar al mismo nivel del piso evitando la presencia de fisuras a través de las cuales ingresen sustancias impregnadas de grasas, aceites, detergentes o cualquier agente contaminante que altere negativamente la calidad del agua subterránea.</li> <li>9. Sobre la superficie del sello en concreto se debe instalar la placa de aluminio de identificación y el número de la resolución de sellamiento.</li> </ol> </li> <li>• Si aplica, se deberá realizar la revegetalización de suelo.</li> </ul> <p>Se puede pensar en volverlo a utilizar, para este caso es necesario gestionar el trámite ante la Corporación de la actualización de concesión de aguas subterráneas.</p> <p>* Tener en cuenta la ficha de abandono de instalaciones del Plan de Manejo Ambiental o en su defecto generar la ficha correspondiente.</p>				

2.6 TECNOLOGÍAS UTILIZADAS		
N/A		
2.7 RESULTADOS ESPERADOS		
Sellamiento definitivo del pozo		
2.8 COBERTURA DE APLICACIÓN		
Pozo de aguas subterráneas en estado de abandono, localizado cerca de la torre que tiene el tanque elevado y las bandejas para el tratamiento de agua.		
2.9 RESPONSABLE DE EJECUCIÓN		ECOPETROL S.A.
2.10 PERSONAL REQUERIDO		Hidrólogo, maestro en construcción, obreros
2.11 SEGUIMIENTO Y MONITOREO		
META	INDICADOR	VALOR
Sellar de madera permanente y de forma adecuada el pozo profundo	Acciones tomadas mediante el sellamiento / Acciones recomendadas por la normatividad	100%
Obtener de inmediato la prórroga de la concesión de aguas subterráneas de este pozo de Santiago	Acciones tomadas mediante el sellamiento / Acciones recomendadas por la normatividad	100%
MONITOREOS		N/A
2.12 ACCIONES CONTINGENTES		
N/A		

DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>Para sellar el pozo</b>				
Personal	Global	9	3.800.000,00	\$ 34.200.000
Materiales	Global	1	23.500.000,00	\$ 23.500.000
<b>Para solicitud licencia</b>				
Realización solicitud trámite del permiso *	Global	1	90.000.000,00	\$ 90.000.000
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>\$ 147.700.000</b>
<b>ADMINISTRACIÓN-IMPREVISTOS-UTILIDAD</b>	30%			<b>\$ 44.310.000</b>
<b>TOTAL COSTO OBRA CIVIL</b>				<b>\$ 192.010.000</b>

2.14 CRONOGRAMA							
Descripción	Tiempo	Día 1	Día 2	Día 3	Mes 1	Mes 2	Mes 3
Evaluación del pozo							
Extracción de la tubería de succión							
Relleno con gravilla y bentonita							
Acabados, instalación de platina con identificación.							
Radicación ante CORPORINOQUIA y proceso de adjudicación licencia							

\* El trámite incluye: Formulario con sus anexos, visita de la Corporación, prueba de bombeo, registro geoelectrico y publicación del acta administrativo  
La solicitud de este trámite puede incluir por parte de la Corporación una compensación.

ESTUDIO DE PASIVOS AMBIENTALES GENERADOS POR LAS OBRAS Y ACTIVIDADES PETROLERAS EN COLOMBIA				FICHA No. 3	
				INEFICIENCIA PTARD	
1. HALLAZGO					
1.1 CAMPO	Santiago	1.2. INSTALACIÓN	ARD Estación Santiago		
1.3 PROCESO			1.4 FECHA		
EXTRACCIÓN			23-may-12		
RECOLECCIÓN			1.5 COORDENADAS		
TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y ENTREGA		x	ESTE	1195 616,28	
TRANSPORTE			NORTE	1016 172,25	
1.6 DESCRIPCIÓN DEL HALLAZGO	Se evidenció que el sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas presenta inestabilidad considerable en la eficiencia de la remoción de DBO5, grasas y aceites y sólidos suspendidos totales, según el monitoreo realizado por la firma Antek S.A. para Petrobras Colombia Limited, durante el primer trimestre del 2012; incumpliendo con lo establecido en el artículo 72 del Decreto 1594 de 1984 en relación con los parámetros de vertimientos, la ficha del PMA AR-1 "Manejo de aguas residuales domésticas" y el numeral 13 del Artículo primero del Auto 750 del 18 de abril de 2006.				

1.7 ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN	
Fuente: PRESENTACIÓN CAMPO SANTIAGO 2012	
1.8 ELEMENTO AFECTADO	Agua, Fauna y flora

1.9 REGISTRO FOTOGRÁFICO	
Fotografía 1. Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas del Campo Santiago.	
Fuente: Petrobras Colombia Limited, 2012	

El sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas del campo Santiago está compuesto de una caja equalizadora o tanque de regulación de 17 m<sup>3</sup> de capacidad, que descarga por bombeo a un biodigestor conformado por un tanque de recibo de 30 m<sup>3</sup> materia orgánica a través de un proceso acción microbiana de carácter anaeróbico, un sedimentador de 15 m<sup>3</sup>, donde se retienen los flocos (lodos) y un tanque de retención final de la misma capacidad, desde donde se descarga finalmente a un bajo inundable aledaño.

## 2. PLAN DE ACCIÓN

### 2.1 OBJETIVO

Garantizar el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente en materia de vertimientos de aguas.

## 2.2 ANTECEDENTES

El sistema de tratamiento de ARD presenta inestabilidad considerable en la eficiencia de la remoción de DBO<sub>5</sub>, grasas y aceites y SST. Se realizan mantenimientos periódicos al sistema de tratamiento, pero los parámetros monitoreados durante el primer trimestre de 2012 siguen incumpliendo la normatividad ambiental.

El análisis de laboratorio realizado por Antek S.A., el 15 de marzo de 2012, reporta los siguientes resultados:

Resultados Antek S.A	
% DE REMOCION	CUMPLIMIENTO LEGAL
% Remoción SST: 60,6	Limite Decreto 1594/84 Ministerio de Salud: >=80%
% Remoción DBO <sub>5</sub> : 51,1	
% Remoción grasas y aceites: 54,8	

Fuente: Antek S.A. para Petrobras Colombia Limited, 2012

Mediante Auto No. 2218 del 28 de julio de 2009 el MAVDT hace unos requerimientos a PETROBRAS COLOMBIA LIMITED, de acuerdo con el Concepto Técnico No. 989 del 26 de junio de 2009. Se solicita evaluación de los resultados de los monitoreos de aguas residuales domésticas y las acciones para el mejoramiento del sistema de tratamiento en el Campo Santiago y en el campamento militar, fija un plazo máximo de cuatro (4) meses.

El MAVDT en el Concepto Técnico de Seguimiento 425 del 21 de diciembre de 2010 recomienda al grupo jurídico tomar las acciones que considere pertinente en virtud de los siguientes hechos:

"...Los parámetros analizados (DBO, grasas y aceites) de las aguas residuales domésticas en la Base militar y en el Campo Santiago, no cumplen con lo establecido en el Decreto 1594 de 1984..."

## 2.3 PASIVO AMBIENTAL

PASIVO AMBIENTAL (IMPACTO ACUMULADO)	CAUSA	VALORACIÓN	SIGNIFICANCIA	ELEMENTO AFECTADO
Alteración físico-química de fuentes hídricas (lénticos)	Vertimientos de aguas residuales domésticas que presentan valores no admisibles de DBO <sub>5</sub> , grasas y aceites y sólidos suspendidos totales, incumpliendo la normatividad ambiental vigente	SEVERO	ALTO	Agua, Fauna y Flora
Alteración de hábitats y especies (composición y estructura) en ecosistemas acuáticos lénticos	Vertimientos de aguas residuales domésticas que presentan valores no admisibles de DBO <sub>5</sub> , grasas y aceites y sólidos suspendidos totales, incumpliendo la normatividad ambiental vigente	SEVERO	ALTO	Fauna y Flora

2.4 TIPO DE MEDIDA				
MITIGACIÓN	x	CONTROL	x	
RESTAURACIÓN		RECUPERACIÓN		
2.5 ACCIONES A DESARROLLAR				
<p>Instalar una nueva Planta de Tratamiento de Aguas Residuales - PTARD eficiente.</p> <p>Garantizar la calidad del agua vertida de acuerdo a lo estipulado en el Art. 45 y 72 del Dec. 1594/84 "Art. 45 Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para preservación de flora y fauna, en aguas dulces, frías o cálidas y en aguas marinas o estuarinas..." "Art. 72 Todo vertimiento a un cuerpo de agua deberá cumplir, por lo menos, con las siguientes normas..."</p> <p>Realizar mantenimientos periódicos al nuevo sistema de tratamiento de las aguas residuales domésticas, garantizando la calidad del vertimiento.</p> <p>Tomar y analizar muestras de calidad del agua a la salida del sistema de tratamiento de las ARD.</p>				
2.6 TECNOLOGÍAS UTILIZADAS				
Planta de Tratamiento para Aguas Residuales Domésticas				
2.7 RESULTADOS ESPERADOS				
Cumplimiento de los parámetros establecidos para vertimiento de aguas residuales domésticas (DBO, grasas y aceites, sólidos suspendidos totales, coliformes fecales y totales), según lo estipulado en el Decreto 1594 de 1984 o en la norma que lo sustituya.				
Cumplimiento de los parámetros establecidos para la calidad de aguas vertidas de acuerdo a lo pronunciado en los Art. 45 y 72 del Decreto 1594 de 1984 o en la norma que lo sustituya.				
2.8 COBERTURA DE APLICACIÓN				
Todo vertimiento de aguas residuales domésticas en el área de influencia del Bloque Upiá B asociados a las actividades del campo Santiago.				
2.9 RESPONSABLE DE EJECUCIÓN		ECOPETROL S.A.		
2.10 PERSONAL REQUERIDO		(1) Supervisor de obras (1) Ingeniero o tecnólogo para pruebas de laboratorio (1) Auxiliar laboratorio		
2.11 SEGUIMIENTO Y MONITOREO				
META	INDICADOR	VALOR		
Cumplimiento inmediato de los parámetros de vertimiento de aguas residuales domésticas de acuerdo con la normatividad ambiental vigente	% Parámetros de vertimiento de aguas residuales domésticas que cumplen con la normatividad ambiental vigente	100%		
MONITOREOS	Agua: criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para preservación de flora y fauna, en aguas dulces...dicho esto en el Art. 45 del Decreto 1594 del 1984. Los parámetros a monitorear mensualmente son los siguientes: - DBO - Grasas y aceites - Sólidos Suspendidos Totales - Coliformes totales, NMP - Coliformes fecales, NMP			
2.12 ACCIONES CONTINGENTES				
Instalación una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas eficiente				
2.13 CUANTIFICACIÓN Y COSTOS (GASTO DEFENSIVO)				
DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Diseño Planta de concreto	UN	1	\$ 10,000,000	\$ 10.000.000,00
Elaboración planos	UN	1	\$ 3,000,000	\$ 3.000.000,00
Prueba funcionamiento	UN	1	\$ 7,000,000	\$ 7.000.000,00
Construcción planta de concreto, lechos de secado, caja manejo lixiviados, sistema de conexión , cableado, instalación PTARD,	UN	1	\$ 135.000.000,00	\$ 135.000.000,00
Otros (acompañamiento, capacitación, dossier, pruebas, impuestos)	UN	1	\$ 70,000,000	\$ 70.000.000,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>\$ 225.000.000</b>
<b>ADMINISTRACIÓN-IMPREVISTOS-UTILIDAD</b>	30%			<b>\$ 67.500.000</b>
<b>TOTAL COSTO OBRA CIVIL</b>				<b>\$ 292.500.000</b>

(\*) Presupuesto basado en Propuesta presentada a Petrobras Colombia Limited

2.14 CRONOGRAMA					
DESCRIPCIÓN	TIEMPO	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4
Diseño de Planta de concreto					
Construcción					
Instalación PTARD, pruebas					
Capacitación, implementación					

ESTUDIO DE PASIVOS AMBIENTALES GENERADOS POR LAS OBRAS Y ACTIVIDADES PETROLERAS EN COLOMBIA				FICHA No. 4
				INEFICIENCIA STARI
<b>1. HALLAZGO</b>				
<b>1.1 CAMPO</b>	Santiago	<b>1.2. INSTALACIÓN</b>	Estación Santiago	
<b>1.3 PROCESO</b>		<b>1.4 FECHA</b>		
EXTRACCIÓN		23-may-12		
RECOLECCIÓN		<b>1.5 COORDENADAS</b>		
TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y ENTREGA	x	ESTE	1195 198,50	
TRANSPORTE		NORTE	1015 405,15	
<b>1.6 DESCRIPCIÓN DEL HALLAZGO</b>	Se evidenció que en los monitoreos mensuales realizados por la firma Antek S. A. para Petrobras Colombia Limited, durante el año 2011 y el primer trimestre de 2012 en la entrada API - salida PC-9, se registran valores de temperatura, DBO, Grasas y Aceites y Sólidos Suspendidos, que superan los valores límites establecidos según el Artículo 72 del Decreto 1594 de 1984 en relación con los parámetros de vertimientos, incumpliendo la ficha del PMA AR-2. "Manejo de aguas residuales industriales"			
<b>1.7 ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN</b>				
Fuente PRESENTACION CAMPO SANTIAGO 2012				

<b>1.8 ELEMENTO AFECTADO</b>	Suelo, Agua, Fauna y flora																
<b>1.9 REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>																	
																	
Fotografía 1. Entrada API Fuente ACI PROYECTOS 2012	Fotografía 2. Punto de Control PC-9 Fuente ACI PROYECTOS 2012																
<p>Las aguas asociadas a los pozos que no son inyectadas pasan por el sistema de tratamiento de aguas residuales industriales a través de los separadores API, luego a las piscinas de oxidación y por último a unas piscinas las cuales cumplen con la función de disminuir la temperatura para así poder ser dispuestas en el cultivo de arroz y por último ser vertidas al caño Dumagua.</p>																	
<b>2. PLAN DE ACCIÓN</b>																	
<b>2.1 OBJETIVO</b>	Garantizar el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente en materia de vertimientos																
<b>2.2 ANTECEDENTES</b>																	
<p>Se realizan monitoreos mensuales a las aguas residuales industriales en los puntos de control: entrada API, PC-09 y punto de vertimiento sobre el caño Dumagua PC-11.</p>																	
<p>Los resultados de laboratorio obtenidos en los monitoreos realizados durante el año 2011 y primer trimestre de 2012, registran valores de DBO5, Sólidos Suspendedos y grasas y aceites en la entrada API y punto de control PC-09 que superan los valores límites establecidos en el Decreto 1594/84.</p>																	
<p>A continuación se presentan los valores registrados en los informes de laboratorio de los monitoreos realizados a las ARI durante el primer trimestre de 2012, que no cumplen con el Decreto 1594:</p>																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">ENTRADA AL API - SALIDA PC-09</th> </tr> <tr> <th>FECHA</th> <th>% DE REMOCIÓN</th> <th>CUMPLIMIENTO LEGAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Enero 9 de 2012</td> <td>DBO: 78,7%</td> <td rowspan="6" style="text-align: center;">Límite Decreto 1594/84: &gt;=80%</td> </tr> <tr> <td>Febrero 4 de 2012</td> <td>DBO: 18,2%</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">Marzo 3 de 2012</td> <td>SST: 53,8%</td> </tr> <tr> <td>DBO: 20,4%</td> </tr> <tr> <td>SST: 71,4%</td> </tr> <tr> <td>Grasas y aceite: 60,3%</td> </tr> </tbody> </table>		ENTRADA AL API - SALIDA PC-09			FECHA	% DE REMOCIÓN	CUMPLIMIENTO LEGAL	Enero 9 de 2012	DBO: 78,7%	Límite Decreto 1594/84: >=80%	Febrero 4 de 2012	DBO: 18,2%	Marzo 3 de 2012	SST: 53,8%	DBO: 20,4%	SST: 71,4%	Grasas y aceite: 60,3%
ENTRADA AL API - SALIDA PC-09																	
FECHA	% DE REMOCIÓN	CUMPLIMIENTO LEGAL															
Enero 9 de 2012	DBO: 78,7%	Límite Decreto 1594/84: >=80%															
Febrero 4 de 2012	DBO: 18,2%																
Marzo 3 de 2012	SST: 53,8%																
	DBO: 20,4%																
	SST: 71,4%																
	Grasas y aceite: 60,3%																
Fuente: Antek S.A. para Petrobras Colombia Limited, 2012																	
<p>El MAVDT en el Concepto Técnico de Seguimiento 425 del 21 de diciembre de 2010 recomienda al grupo jurídico tomar las acciones que considere pertinente en virtud de los siguientes hechos: "Los valores de DBO5, Sólidos Suspendedos y Grasas y Aceites para las aguas residuales industriales presentes en el API no cumplen con lo establecido en el Decreto 1594/84"</p>																	

2.3 PASIVO AMBIENTAL				
PASIVO AMBIENTAL (IMPACTO ACUMULADO)	CAUSA	VALORACIÓN	SIGNIFICANCIA	ELEMENTO AFECTADO
Alteración físico-química de fuentes hídricas (lénticos)	Vertimientos de aguas residuales industriales que presentan valores no admisibles de temperatura, DBO, Grasas y aceites y Sólidos suspendidos totales, incumpliendo la normatividad ambiental vigente	SEVERO	ALTO	Agua, Fauna y Flora
Alteración de hábitats y especies (composición y estructura) en ecosistemas acuáticos lénticos y lóticos	Vertimientos de aguas residuales industriales que presentan valores no admisibles de temperatura, DBO, Grasas y aceites y Sólidos suspendidos totales, incumpliendo la normatividad ambiental vigente	SEVERO	ALTO	Agua, Fauna y Flora
2.4 TIPO DE MEDIDA				
MITIGACIÓN		CONTROL		x
RESTAURACIÓN		RECUPERACIÓN		
2.5 ACCIONES A DESARROLLAR				
<p>Contratar una firma especializada que contemple el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales industriales acorde con lo establecido en la normatividad ambiental vigente.</p> <p>Asegurar el sistema óptimo que garantice la calidad del agua vertida de acuerdo a lo estipulado en el Art. 45 y 72 del Dec. 1594/84 "Art. 45 Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para preservación de flora y fauna, en aguas dulces, frías o cálidas y en aguas marinas o estuarinas..." "Art. 72 Todo vertimiento a un cuerpo de agua deberá cumplir, por lo menos, con las siguientes normas..."</p> <p>Realizar monitoreos mensuales al sistema de tratamiento de aguas residuales industriales (ARI) en la entrada del API, PC-09 y punto de vertimiento sobre el caño Dumagua PC-11, de acuerdo con lo establecido en la Resolución 200.15.07-1036 de diciembre de 2005, modificada por las resoluciones 200.15.06-1180 de diciembre 12 de 2006, 200.15.07-0325 de abril 20 de 2007, 200.41.08-1270 de noviembre 5 de 2008 y prorrogada mediante la Resolución No. 200.41.10-1824 de 2010, o norma que las sustituya.</p> <p>Realizar los ensayos de clarificación (pruebas de jarras) para determinar la dosis óptima del coagulante antes del proceso de flotación.</p>				

2.6 TECNOLOGÍAS UTILIZADAS
Sistema de separadores API optimizado (empleo de productos coagulantes antes del proceso de flotación)
Otras alternativas: unidad de flotación con aire disuelto
2.7 RESULTADOS ESPERADOS
Cumplimiento de los parámetros establecidos en el artículo 72 del Decreto 1594/84 y en el artículo 74 del Decreto 3930 de 2010 o norma que lo sustituya.
Cumplimiento de los parámetros establecidos para la calidad físicoquímica de aguas vertidas de acuerdo a lo pronunciado en los Art. 45 y 72 del Decreto 1594/84 y en el artículo 74 del Decreto 3930 o norma que los sustituya.
2.8 COBERTURA DE APLICACIÓN
Todo vertimiento en el área de influencia del Bloque Upía B asociados a las actividades de Campo Santiago.

2.9 RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	PETROBRAS COLOMBIA LIMITED
2.10 PERSONAL REQUERIDO	(1) Ingeniero o tecnólogo para pruebas de laboratorio (1) Auxiliar

2.11 SEGUIMIENTO Y MONITOREO		
META	INDICADOR	VALOR
Cumplimiento inmediato de los parámetros de vertimiento de aguas residuales industriales de acuerdo con la normatividad ambiental vigente.	% Parámetros de vertimiento de aguas residuales industriales que cumplen con la normatividad ambiental vigente	100%
<b>MONITOREOS</b>	Los parámetros a monitorear mensualmente son los siguientes: - DBO5 - Grasas y aceites - Sólidos Suspendidos Totales - Cloruros - pH - Temperatura - Oxígeno Disuelto, - Conductividad, - Hidrocarburos Totales, - Fenoles - Metales Pesados (plomo, mercurio, zinc, selenio, cromo, potasio, bario y cadmio). Los parámetros monitoreados deberán cumplir con lo establecido en el artículo 74 del Decreto 3930 de 2010 o norma que lo sustituya. Los porcentajes de remoción deberán cumplir lo exigido en el artículo 72 del Decreto 1594 de 1984 (vigentes de conformidad con el artículo 76 del Decreto 3930 de 2010) o norma que lo sustituya.	
2.12 ACCIONES CONTINGENTES		
Monitoreos mensuales de parámetros de vertimiento de aguas residuales industriales		

2.13 CUANTIFICACIÓN Y COSTOS (GASTO DEFENSIVO)				
DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Análisis de agua entrada API, PC-09 y PC-11, mensual	Parámetro	54	\$ 70,000	\$ 3.780.000
Ensayos de clarificación (prueba de jarras), mensual	UN	3	\$300,000	\$ 900.000
Toma de muestras, mensual	UN	1	\$2,000,000	\$ 2.000.000
Diseño de planta tratamiento ARI	UN	1,00	\$12,000,000	\$ 12.000.000
Construcción obras rediseño ( unidad de flotación con aire disuelto)	UN	1,00	\$ 350.000.000,00	\$ 350.000.000
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>\$ 368.680.000</b>
<b>ADMINISTRACIÓN-IMPREVISTOS-UTILIDAD</b>	30%			<b>\$ 110.604.000</b>
<b>TOTAL COSTO OBRA CIVIL (GASTO DEFENSIVO)</b>				<b>\$ 479.284.000</b>
(*) Los costos incluidos en el presupuesto son estimados, basados en otros proyectos del área de hidrocarburos.				
2.14 CRONOGRAMA				

ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
Monitoreo aguas residuales industriales												
Ensayos de clarificación (Prueba de jarras)												
Ajustes al proceso. Verificación del cumplimiento de normatividad ambiental												
Diseño planta de tratamiento de aguas residuales eficiente.												

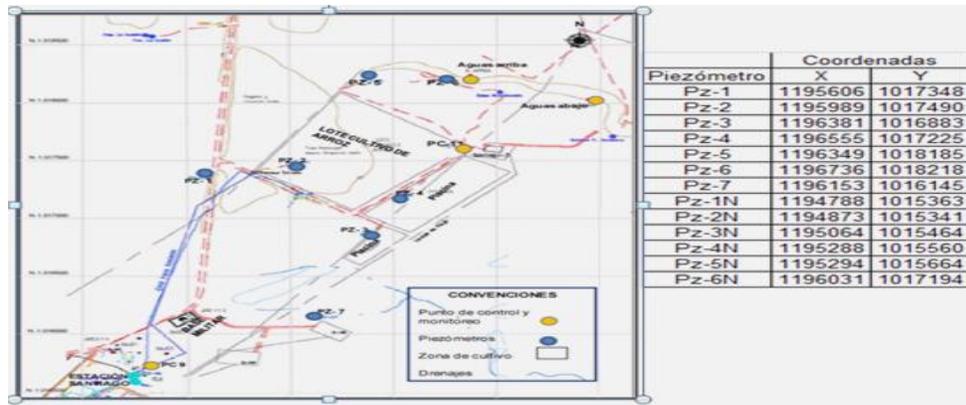
ESTUDIO DE PASIVOS AMBIENTALES GENERADOS POR LAS OBRAS Y ACTIVIDADES PETROLERAS EN COLOMBIA		FICHA No. 5	
		CONCENTRACIÓN ALTA DE CLORUROS AGUAS SUBTERRANEAS	

**1. HALLAZGO**

<b>1.1 CAMPO</b>	Santiago	<b>1.2. INSTALACION</b>	Estación Santiago
<b>1.3 PROCESO</b>			<b>1.4 FECHA</b>
EXTRACCIÓN			25-may-12
RECOLECCIÓN			<b>1.5 COORDENADAS</b>
TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y ENTREGA	X	ESTE	Descritas en esta ficha
TRANSPORTE		NORTE	Descritas en esta ficha

**1.6 DESCRIPCIÓN DEL HALLAZGO**  
 Se evidenció que en los resultados de los monitoreos realizados por la firma Antek S. A., para Petrobras Colombia Limited durante los años 2009, 2010 y primer trimestre de 2011, en la red piezométrica ubicada en los alrededores de las piscinas en tierra y en el cultivo de arroz, se indica que las concentraciones de cloruros sobrepasan los valores máximos permisibles (250 mg/l) estipulados en los Artículos 38, 39 y 41 del Decreto 1594 de 1984.

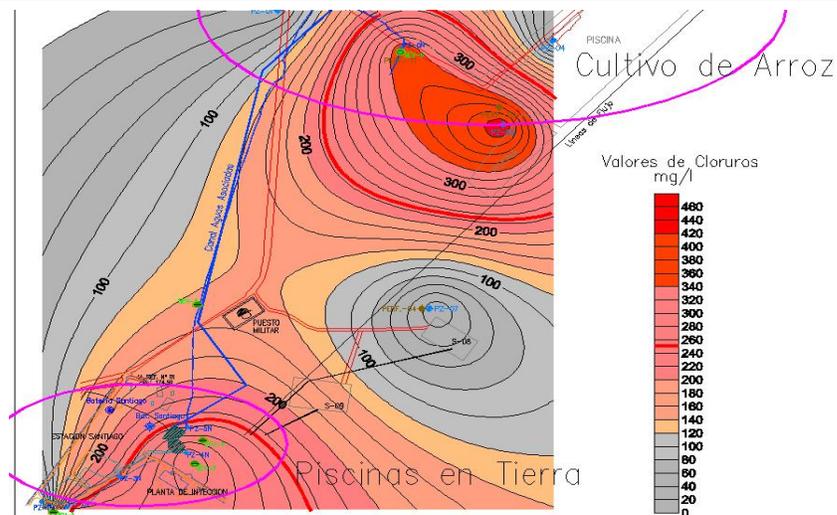
**1.7 ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN**



Fuente: PRESENTACION CAMPO SANTIAGO 2012

**1.8 ELEMENTO AFECTADO** Agua subterránea, suelo

**1.9 REGISTRO FOTOGRÁFICO**



Fuente PETROBRAS 2011-ACI PROYECTOS 2012

Figura 1 Mapa de isoconcentraciones de cloruros en el agua subterránea medidas en el monitoreo de la primera quincena del mes de enero del 2012. Nótese las altas concentraciones en cercanías a las piscinas en tierra y al cultivo de arroz.

2. PLAN DE ACCIÓN	
<b>2.1 OBJETIVO</b>	Garantizar el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente en materia de calidad de aguas subterráneas (Resolución 2115 de 2007 y Decreto 1594 de 1984)
2.2 ANTECEDENTES	
<p>Se realiza monitoreo mensual a la red de piezómetros instalados en el área norte del campo de acuerdo con lo establecido en el permiso de vertimiento prorrogado mediante la Resolución 200.41.10-1824 de 2010.</p> <p>Una vez revisados los análisis que se presentan en los ICA de 2010 y 2011 sobre los piezómetros ubicados dentro del campo Santiago, se concluye que las concentraciones de cloruros registradas sobrepasan los valores máximos admisibles en los artículos 38 y 39 del Decreto 1594/84, así:</p> <p>Valor máximo permisible en Decreto 1594/84 Ministerio de Salud: 250 mg/L</p> <p><b>Concentración de cloruros Piezómetros viejos, año 2010</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Monitoreo realizado el 14 de enero de 2009: los piezómetros 3 y 5 presentan valores de 373 y 347 mg/L respectivamente.</li> <li>- Monitoreo realizado el 7 de febrero de 2009: los piezómetros 2, 3 y 5 presentan valores de 293, 428 y 289 respectivamente.</li> <li>- Monitoreo realizado el 6 de marzo de 2009: los piezómetros 2, 3 y 6 presentan valores de 285, 373 y 298 mg/L respectivamente.</li> <li>- Monitoreo del 7 de mayo de 2009: el piezómetro 3 presenta un valor de 335 mg/L.</li> <li>- Monitoreo del 4 de junio de 2009: los piezómetros 2 y 3 presentan valores de 445 y 448 mg/L respectivamente.</li> <li>- Monitoreo del 5 de agosto de 2009: los piezómetros 5 y 6 presentan valores de 359 y 368 mg/L respectivamente.</li> <li>- Monitoreo del 10 de octubre de 2009: los piezómetros 2 y 3 presentan valores de 287 y 360 mg/L respectivamente.</li> <li>- Monitoreo del 11 de noviembre de 2009: los piezómetros 2 y 3 presentan valores de 569 y 620 mg/L respectivamente.</li> <li>- Monitoreo del 12 de Diciembre 12 de 2009: los piezómetros 2,3,5 y 6 presentan valores de 289,418,249 y 309 mg/L respectivamente.</li> </ul> <p><b>Concentración de cloruros Piezómetros viejos, año 2011</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Monitoreo de julio de 2010: los piezómetros 3, 4, 5 y 6 presentan valores de 266, 350, 277 y 453 mg/L respectivamente.</li> <li>- Monitoreo de agosto de 2010: los piezómetros 3,4,5 y 6 presentan valores de 279, 266,322 y 401 mg/L respectivamente.</li> <li>- Monitoreo de septiembre de 2010: los piezómetros 3,4,5 y 6 presentan valores de 266, 320, 255 y 353 mg/L respectivamente.</li> </ul> <p><b>Concentración de cloruros Piezómetros nuevos, años 2011 y 2012</b></p> <p>El piezómetro 2 nuevo registra valores de: 326, 321, 271, 257, 254 y 281 mg/L para los meses de agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre de 2010 y enero de 2011, respectivamente.</p> <p>El piezómetro 3 nuevo registra valores de:266, 279, 260, 271 y 251 mg/L para los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre de 2010 y enero de 2011, respectivamente.</p> <p>El piezómetro 4 nuevo registra valores de: 350, 266, 320, 323, 320, 300 y 337 mg/L para los meses de julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre de 2010 y enero de 2011, respectivamente.</p> <p>El piezómetro 6 nuevo registra valores de 277, 322, 255, 291, 285 y 260 mg/L para los meses de julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre de 2010 y enero de 2011, respectivamente.</p> <p>Sin embargo, es de aclarar que PETROBRAS manifiesta que la concentración de cloruros se debe al aporte de iones en disolución por parte del suelo donde se encuentran los piezómetros y no como consecuencias de actividades humanas.</p>	

2.3 PASIVO AMBIENTAL				
PASIVO AMBIENTAL (IMPACTO ACUMULADO)	CAUSA	VALORACIÓN	SIGNIFICANCIA	ELEMENTO AFECTADO
Alteración calidad fisicoquímica de aguas subterráneas	Concentraciones de cloruros que sobrepasan los valores máximos permisibles, según la normatividad ambiental vigente	SEVERO	ALTO	Agua subterránea
Alteración calidad fisicoquímica del suelo	Concentraciones de cloruros que sobrepasan los valores máximos permisibles, según la normatividad ambiental vigente	IMPORTANTE	MEDIO	Suelo
2.4 TIPO DE MEDIDA				
MITIGACIÓN	X	CONTROL		X
RESTAURACIÓN	X	RECUPERACIÓN		
2.5 ACCIONES A DESARROLLAR				

Cumplir con lo establecido en la Resolución 200.41.10-1824 de 2010 de EXPEDIENTE CORPORINOQUIA y Auto del MAVDT

Impermeabilizar las piscinas de tratamiento que actualmente se encuentran en tierra y el canal de conducción de aguas residuales industriales de manera definitiva.

Continuar los monitoreos periódicos para determinar cualquier alteración de las aguas subterráneas debido al manejo, tratamiento y transporte de las aguas de producción de campo Santiago, así como para dar cumplimiento con lo expuesto en la Resolución 200.41.10-1824 de 2010 de CORPORINOQUIA y Auto del MAVDT

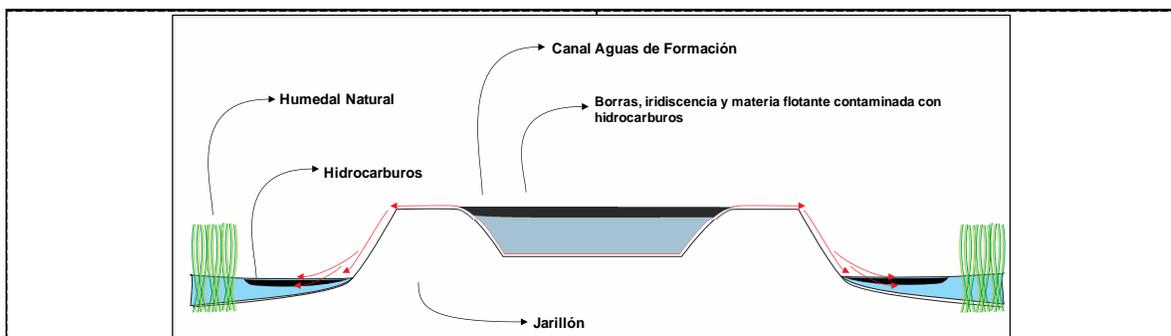
Realizar un modelo numérico de dispersión de contaminantes con el fin de evaluar la migración de las aguas residuales infiltradas al subsuelo por medio de las piscinas en tierra y del cultivo de arroz.

<b>2.6 TECNOLOGÍAS UTILIZADAS</b>		
Modelación numérica de aguas subterráneas		
<b>2.7 RESULTADOS ESPERADOS</b>		
Cumplimiento de los criterios de calidad admisibles para aguas subterráneas establecidos en los artículos 38, 39 y 41 del Decreto 1594/84 o norma que lo sustituya		
Cumplimiento de los parámetros establecidos para la calidad de aguas subterráneas de acuerdo a lo pronunciado en los Art. 38, 39 y 41 del Decreto 1594/84		
<b>2.8 COBERTURA DE APLICACIÓN</b>		
Piscinas en tierra y canal de conducción de las aguas residuales industriales al cultivo de arroz y el cultivo de arroz.		
<b>2.9 RESPONSABLE DE EJECUCIÓN</b>		ECOPETROL S.A.
<b>2.10 PERSONAL REQUERIDO</b>	1) Supervisor obras (1) Profesional o tecnólogo para pruebas en laboratorio (1) Auxiliar de laboratorio	
<b>2.11 SEGUIMIENTO Y MONITOREO</b>		
<b>META</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>VALOR</b>
Cumplimiento inmediato de los criterios de calidad admisibles para destinación del recurso establecidos en los artículos 38, 39 y 41 del Decreto 1594 de 1984 o norma que lo sustituya.	% Criterios de calidad para destinación del recurso que cumplen con la normatividad ambiental vigente	100%
<b>MONITOREOS</b>	Los parámetros a monitorear son los siguientes: - Cloruros - Hidrocarburos totales - Grasas y aceites - Fenoles totales - Temperatura - Metales pesados Piezómetros nuevos: quincenalmente. Piezómetros viejos: mensualmente, antes y después de tomadas las medidas Los parámetros monitoreados deberán cumplir con lo establecido en el artículo 74 del Decreto 3930 de 2010 o norma que lo sustituya; y las concentraciones establecidas en los artículos 38, 39 y 41 del Decreto 1594 de 1984 (vigentes de conformidad con el artículo 76 del Decreto 3930 de	
<b>2.12 ACCIONES CONTINGENTES</b>		
Impermeabilización de piscinas de tratamiento que actualmente se encuentran en tierra. Monitoreos mensuales y/o quincenales a la red piezométrica, dando cumplimiento a la Resolución 200.41.10-1824 de 2010		

2.13 CUANTIFICACIÓN Y COSTOS (GASTO DEFENSIVO)				
DESCRIPCIÓN	UN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Análisis de agua en cada uno de los piezómetros instalados, quincenal para piezómetros nuevos y mensual para piezómetros viejos	UN	13	\$ 720,000,00	\$ 9,360,000,00
Impermeabilización de las piscinas de tratamiento que actualmente se encuentran en tierra (*)	M <sup>2</sup>	48.971	\$ 20.202.487,19	\$ 10.000.000.000,00
Modelación numérica de aguas subterráneas	UN	1	\$ 35.000.000,00	\$ 35.000.000,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>\$ 10.035.000.000</b>
<b>ADMINISTRACIÓN-IMPREVISTOS-UTILIDAD</b>	30%			<b>\$ 3.010.500.000</b>
<b>TOTAL COSTO OBRA CIVIL (GASTO DEFENSIVO)</b>				<b>\$ 13.045.500.000</b>

2.14 CRONOGRAMA												
Actividad	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Monitoreo aguas subterráneas, red piezométrica												
Impermeabilización de las piscinas de tratamiento que actualmente se encuentran en tierra												
Modelación numérica de aguas subterráneas												

ESTUDIO DE PASIVOS AMBIENTALES GENERADOS POR LAS OBRAS Y ACTIVIDADES PETROLERAS EN COLOMBIA				FICHA No. 6
				CANAL ARTIFICIAL
<b>1. HALLAZGO</b>				
<b>1.1 CAMPO</b>	SANTIAGO	<b>1.2. INSTALACIÓN</b>	Estación Santiago	
<b>1.3 PROCESO</b>		<b>1.4 FECHA</b>		
EXTRACCIÓN		19/05/2012		
RECOLECCIÓN		<b>1.5 COORDENADAS</b>		
TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y ENTREGA	X	ESTE	1.198.318	
TRANSPORTE		NORTE	1.014.594	
<b>1.6 DESCRIPCIÓN DEL HALLAZGO</b>	Se evidencio durante la fase de campo que el canal que transporta las aguas residuales industriales (ARI) producto de la producción de hidrocarburos hacia los campos de arroz y posteriormente al Caño Dumagua no cuenta con la capacidad necesaria para el caudal transportado, pues se observó que en amplios tramos las ARI se desbordan y causan derrames en los humedales circundantes, evidenciándose iridiscencia y materia orgánica saturada por hidrocarburos. En los humedales contiguos se observó especies silvestres de fauna endémica y amenazada y de flora, esta situación infringe los Art. 8, 31, 145 y 182 del Dec. 2811 de 1974, Art. 3, 11, 24 y 31 del Decreto 3930, Art. 3 del Decreto 4728 de 2010, Art. 45, 72 y 120 del Decreto 1594 de 1984 y el Dec. 321 de 1999 del Plan de Contingencia.			
<b>1.7 ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN</b>				
<b>1.8 ELEMENTO AFECTADO</b>	Suelo y Agua			
<b>1.9 REGISTRO FOTOGRÁFICO</b>				
<p>Fotografía No. 1</p> <p>Se observa un tramo del canal de aguas rebosado, saliendo aguas residuales industriales hacia los humedales circundantes. Fuente: ACI Proyectos S.A</p>		<p>Fotografía No. 2</p> <p>Al final de uno de los tramos del canal se observa como el humedal presenta un grado de iridiscencia. Fuente: ACI Proyectos S.A</p>		



## 2. PLAN DE ACCIÓN

### 2.1 OBJETIVO

- \* Activar de inmediato el Plan de Contingencia del Operador, Dec. 321 de 1999
- \* Clausurar los canales para Aguas Residuales Industriales

### 2.2 ANTECEDENTES

\* DECRETO 2811 DE 1974

Artículo 8º.- Se consideran factores que deterioran el ambiente, entre otros:

a.- La contaminación del aire, de las aguas, del suelo y de los demás recursos naturales renovables.

Se entiende por contaminación la alteración del ambiente con sustancias o formas de energía puestas en él, por actividad humana o de la naturaleza, en cantidades, concentraciones o niveles capaces de interferir el bienestar y la salud de las personas, atentar contra la flora y la fauna, degradar la calidad del ambiente o de los recursos de la nación o de los particulares.

Se entiende por contaminante cualquier elemento, combinación de elementos, o forma de energía que actual o potencialmente puede producir alteración ambiental de las precedentemente escritas. La contaminación puede ser física, química, o biológica.

Artículo 31º.- En accidentes acaecidos o que previsiblemente puedan sobrevenir, que causen deterioro ambiental, o de otros hechos ambientales que constituyan peligro colectivo, se tomarán las medidas de emergencia para contrarrestar el peligro.

Artículo 145º.- Cuando las aguas servidas no puedan llevarse a sistema de alcantarillado, su tratamiento deberá hacerse de modo que no perjudique las fuentes receptoras, los suelos, la flora o la fauna. Las obras deberán ser previamente aprobadas.

Artículo 182º.- Estarán sujetos a adecuación y restauración los suelos que se encuentren en alguna de las siguientes circunstancias:

- a.- Inexplotación si, en especiales condiciones de manejo, se pueden poner en utilización económica;
- b.- Aplicación inadecuada que interfiera la estabilidad del ambiente;
- c.- Sujeción a limitaciones físico-químicas o biológicas que afecten la productividad del suelo;
- d.- Explotación inadecuada.

\* DECRETO 3930 DE 2010

Artículo 3º. Definiciones. Para todos los efectos de aplicación e interpretación del presente decreto, se tendrán en cuenta las siguientes definiciones:

35. Vertimiento. Descarga final a un cuerpo de agua, a un alcantarillado o al suelo, de elementos, sustancias o compuestos contenidos en un medio líquido.

37. Vertimiento no puntual. Aquel en el cual no se puede precisar el punto exacto de descarga al cuerpo de agua o al suelo, tal es el caso de vertimientos provenientes de escorrentía, aplicación de agroquímicos u otros similares.

Artículo 11. Uso para la preservación de flora y fauna. Se entiende por uso del agua para preservación de flora y fauna, su utilización en actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas acuáticos y terrestres y de sus ecosistemas asociados, sin causar alteraciones sensibles en ellos.

Artículo 24. Prohibiciones. No se admite vertimientos:

10. Que ocasionen altos riesgos para la salud o para los recursos hidrobiológicos.

Artículo 31. Soluciones individuales de saneamiento. Toda edificación, concentración de edificaciones o desarrollo urbanístico, turístico o industrial, localizado fuera del área de cobertura del sistema de alcantarillado público, deberá dotarse de sistemas de recolección y tratamiento de residuos líquidos y deberá contar con el respectivo permiso de vertimiento.

\* DECRETO 4728 DE 2010

Artículo 3º. El artículo 35 del Decreto 3930 de 2010, quedará así:

Artículo 35. Plan de Contingencia para el Manejo de Derrames de Hidrocarburos o Sustancias Nocivas. Los usuarios que exploren, exploten, manufacturen, refinen, transformen, procesen, transporten o almacenen hidrocarburos o sustancias nocivas para la salud y para los recursos hidrobiológicos, deberán estar provistos de un plan de contingencia y control de derrames, el cual deberá contar con la aprobación de la autoridad ambiental competente.

Cuando el transporte comprenda la jurisdicción de más de una autoridad ambiental, le compete el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial definir la autoridad que debe aprobar el Plan de Contingencia".

\* DECRETO 1594 DE 1984

Artículo 45. Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para preservación de flora y fauna, en aguas dulces, frías o cálidas y en aguas marinas o estuarinas son los siguientes...

Artículo 72. Todo vertimiento a un cuerpo de agua deberá cumplir, por lo menos, con las siguientes normas...

Artículo 120. Los siguientes usuarios, entre otros, también deberán obtener los permisos de vertimiento y autorizaciones sanitarias correspondientes:

- b) Los responsables de vertimientos líquidos no puntuales

2.4 PASIVO AMBIENTAL				
PASIVO AMBIENTAL (IMPACTO ACUMULADO)	CAUSA	VALORACIÓN	SIGNIFICANCIA	ELEMENTO AFECTADO
Alteración físico-química de las fuentes hídricas (lénticas)	Agua contaminada con hidrocarburos por rebose de las aguas del canal	SEVERO	ALTA	Suelo, Agua, Flora y Fauna
Alteración físico-química de agua lluvia y escorrentía	Agua contaminada con hidrocarburos	IMPORTANTE	MEDIO	Agua, Fauna y Flora
Alteración de la calidad físico -química del suelo	Suelo contaminado por presencia de hidrocarburos	IMPORTANTE	MEDIO	Suelo, Fauna y Flora

2.3 TIPO DE MEDIDA			
MITIGACIÓN	X	CONTROL	X
RESTAURACIÓN	N/A	RECUPERACIÓN	

#### 2.4 ACCIONES A DESARROLLAR

- a) Restaurar los diques y/o sus realces para asegurar que el agua se encauce por el canal
- b) Eliminar el derrame al humedal del 100% de las aguas residuales industriales de acuerdo al Dec. 1594 de 1984 o las leyes que lo complementen y/o suplanten.
- c) Como medida complementaria trasportar el agua mediante tubo
- d) Iridiscencia en el agua:  
Activación inmediata del Plan de Contingencia según Dec. 321 de 1999
- e) Implementación de programas eficaces de mantenimiento preventivo
- f) Aplicación de procedimientos normalizados (ambientalmente) de operación y mantenimiento
- g) Verificar por observación directa existencia de fauna silvestre contaminada por hidrocarburos. Es necesario crear la ficha de manejo ambiental de la fauna silvestre en el Plan de Manejo Ambiental.
- h) Estudio RBCA a los humedales circundantes.
- g) Identificación de más áreas donde se aplique.

#### 2.5 TECNOLOGÍAS UTILIZADAS

Skymmers o desnatadores tipo cepillo que certifiquen de 95 - 98% de remoción de hidrocarburos flotantes

Barreras de contención

Productos absorbentes 100% Biodegradables HTP

#### 2.6 RESULTADOS ESPERADOS

- a) Arreglo del canal de aguas residuales industriales (aguas de formación/aguas asociadas a la producción de hidrocarburos) o en su defecto entubar el agua residual industrial
- b) Reinyección del 100% de las aguas residuales industriales producto de la extracción de hidrocarburos
- c) La integridad de sistemas hídricos circundantes
- d) Mantener en <1 la generación de suelos contaminados con Hidrocarburos

#### 2.7 COBERTURA DE APLICACION

Cuerpos hídricos circundantes al canal para transporte de aguas residuales industriales

#### 2.8 RESPONSABLE DE EJECUCIÓN

ECOPETROL S.A.

<b>2.11 PERSONAL REQUERIDO</b>	Todo el personal disponible para lograr una eficaz recolección de los hidrocarburos presentes actualmente en los humedales circundantes.
--------------------------------	--

#### 2.9 SEGUIMIENTO Y MONITOREO

META	INDICADOR	VALOR
Valores admisibles de calidad de suelos de acuerdo a la Norma Louisiana 29B	Parámetros analizados con concentraciones de acuerdo a la Norma Louisiana 29B	100%
Eliminar los derrames y escapes de hidrocarburos durante la operación del canal para transporte de ARI	No. De Incidentes	<1
Inspecciones periódicas a la integridad del canal de ARI durante su operación	(No. De monitoreos realizados/Monitoreos programados)*100	100%
Realizar monitoreos mensuales al agua subterránea en los piezómetros viejos y nuevos	(No. De monitoreos realizados/Monitoreos programados)*100	100%
<b>MONITOREOS</b>	Integridad del Canal de ARI: Realizar inspecciones visuales diarias durante la fase de operación a la integridad de este canal y los humedales que lo circundan Agua: Realizar monitoreo mensual a los piezómetros nuevos y viejos Suelos: Realizar monitoreo semestral de Suelos	

2.10 ACCIONES CONTINGENTES					
Activación inmediata del Plan de Contingencia del Operador, de acuerdo al Decreto 321 de 1999					
2.11 CUANTIFICACIÓN Y COSTOS (GASTO DEFENSIVO)					
DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	
Restauración dique en tierra	ml	1200,00	690.000	828.000.000	
Disposición de material	Global	1,00	145.000.000	145.000.000	
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>\$ 973.000.000</b>	
ADMINISTRACIÓN-IMPREVISTOS-UTILIDAD	30%			\$ 291.900.000	
<b>TOTAL COSTO OBRA CIVIL (GASTO DEFENSIVO)</b>				<b>\$ 1.264.900.000</b>	
2.12 CRONOGRAMA					
Descripción	Tiempo	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4
Restauración dique en tierra					
Disposición de material					
Inspecciones canal para transporte de ARI					

ESTUDIO DE PASIVOS AMBIENTALES GENERADOS POR LAS OBRAS Y ACTIVIDADES PETROLERAS EN COLOMBIA		FICHA No. 7	
		ALTERACIÓN DE HÁBITATS Y ESPECIES DE FAUNA	
1. HALLAZGO			
1.1 CAMPO	SANTIAGO	1.2. INSTALACIÓN	Estación Santiago, Canal de aguas de formación, arrocera
1.3 PROCESO		1.4 FECHA	
EXTRACCIÓN		16 A 29 DE MAYO DE 2012	
RECOLECCIÓN		1.5 COORDENADAS	
TRATAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y ENTREGA		x	ESTE
TRANSPORTE			NORTE
1.6 DESCRIPCIÓN DEL HALLAZGO		Se evidenció durante la visita de campo, alteración de hábitats acuáticos y/o especies faunísticas (silvestres y domésticas) por contacto con aguas asociadas a producción de hidrocarburos en la estación Santiago, los canales de aguas de formación, los humedales (contaminados a lo largo del canal) y la arrocera, incumpliendo el enunciado A del Artículo 8, el enunciado D del Artículo 133 y el enunciado B del Artículo 137 del Decreto 2811 de 1974.	
1.7 ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN			
<p>Fuente: Evaluación ambiental Fase II y análisis de riesgos (2010)</p>		<p>Fuente: Adaptado de PETROBRAS, 2012</p>	

1.8 ELEMENTO	Fauna terrestre, Ictiofauna.	
1.9 REGISTRO FOTOGRÁFICO		
		
<p>Fotografía No 1: Iguana (<i>Iguana iguana</i>) contaminada con hidrocarburos en piscina de tierra dentro de las instalaciones de la estación Santiago. Fuente: ACI Proyectos S.A.</p>	<p>Fotografía No 2. Gallitos de agua (<i>Jacana jacana</i>) en humedales, adyacentes a las piscinas de tierra. Fuente: ACI Proyectos S.A.</p>	
		
<p>Fotografía No 3. Perro contaminado con aguas asociadas a producción de hidrocarburos en el canal de aguas de formación (canal nuevo). Fuente: ACI Proyectos S.A.</p>	<p>Fotografía No 4. Rana <i>Leptodactylus fuscus</i> sobre material vegetal contaminado por hidrocarburos en canal de aguas de formación. Fuente: ACI Proyectos S.A.</p>	
		
<p>Fotografía No. 5 Bocachico muerto sobre material vegetal contaminado por hidrocarburos en la compuerta 1 del canal de aguas asociadas a producción de hidrocarburos (canal de separación de los lotes 2 y 3 con lotes 1A, 1B, 4 y 5. Fuente: ACI Proyectos S.A.</p>	<p>Fotografía No. 6 Fauna silvestre (Babilla) en el lote 1B del área de humedal adaptada como arrozal Fuente: ACI Proyectos S.A.</p>	
		
<p>Fotografía No. 7 Evidencia de contaminación de Humedal (Bajo inundable) ubicado dentro de las instalaciones de la estación Santiago. Fuente: ACI Proyectos S.A.</p>	<p>Fotografía No. 8 Humedal ubicado dentro de las instalaciones de la estación Santiago. En este, se evidenció la presencia de un individuo juvenil de la especie <i>Podocnemis vogli</i> (Tortuga galápagua). Fuente: ACI Proyectos S.A.</p>	

## 2. PLAN DE ACCIÓN

<b>2.1 OBJETIVO</b>	1. Identificar, asistir y manejar las especies y hábitat acuáticos (lenticos y loticos) vulnerables a contaminación con aguas asociadas a producción de hidrocarburos en la estación Santiago, sus canales de vertimientos de agua industrial, los humedales adyacentes y el cultivo de arroz.
---------------------	--

## 2.3 ANTECEDENTES

Según el Art.145. Dec 2811-1974. Cuando las aguas servidas no puedan llevarse a sistemas de alcantarillado, su tratamiento deberá hacerse de modo que no perjudique las fuentes receptoras, los suelos, la fauna o la flora. Las obras deberán ser previamente aprobadas. En el artículo 8 del decreto 2811 de 1974 se consideran factores que deterioran el ambiente, entre otros:

a.- La contaminación del aire, de las aguas, del suelo y de los demás recursos naturales renovables. Según el artículo 133 enunciado d, del decreto 2811 de 1974, los usuarios están obligados a evitar que las aguas que deriven de una corriente o depósito se derramen o salgan de las obras que las deben contener. En el año de 1995 la empresa LASMO OIL LIMITED inicia el manejo de las aguas asociadas a la producción de hidrocarburos a través de cultivos de arroz, para lo cual presenta el " EIA para el uso de las aguas asociadas a través de cultivos de arroz" para un volumen de 60.000 Bls/día, a disponer en un área de 150 Ha. Actualmente se vierten aproximadamente 136.120 Bls/día de aguas asociadas a producción de hidrocarburos en un área aproximada de 189 Ha. Según concepto técnico No. 117 (Expediente 97-0350) del 21 de Abril de 1999, CORPORINOQUIA aclara que el riego de cultivo de arroz con aguas asociadas de Campo Santiago, no es un sistema de tratamiento complementario, como tampoco apropiado para las aguas asociadas; así mismo aclara que las aguas vertidas en las parcelas donde se cultiva el arroz están causando afectación al caño Dumagua, a las aguas subsuperficiales y al recurso suelo del área de las parcelas.

## 2.4 PASIVO AMBIENTAL

PASIVO AMBIENTAL (IMPACTO ACUMULADO)	CAUSA	VALORACIÓN	SIGNIFICANCIA	ELEMENTO AFECTADO
Alteración de hábitats y especies (composición y estructura) en ecosistemas acuáticos Loticos.	A causa de la inadecuada conducción y manejo de las aguas asociadas a producción de hidrocarburos en la estación Santiago y al indebido aislamiento de las corrientes loticas que entran en contacto con los vertimientos, se evidencia afectación de hábitat y muerte de individuos ( como el Bocachico).	SEVERO	ALTA	Fauna, Hidrobiológico
Alteración de hábitats y especies (composición y estructura) en ecosistemas acuáticos lenticos.	Debido a que la instalación de la infraestructura en la estación Santiago se encuentra sobre una matriz de humedal (Bajo inundable) y el cauce estacional de un caño (Caño bújamela), aún persisten puntualmente ecosistemas lenticos (humedales) que albergan especies asociadas.	SEVERO	ALTA	Fauna, Hidrobiológico
2.5 TIPO DE MEDIDA				
MITIGACIÓN	x	CONTROL		x
RESTAURACIÓN		RECUPERACIÓN		x

### 2.6 ACCIONES A DESARROLLAR

Realizar una evaluación del estado de conservación de los hábitats naturales que entren en contacto con los procesos de tratamiento, almacenamiento y entrega de hidrocarburos y aguas asociadas en el campo Santiago, teniendo en cuenta hábitats ubicados en las instalaciones de la estación Santiago, las piscinas en tierra, los canales de vertimiento, y los lotes inundables dispuestos como arrozal. En los humedales que se encuentren dentro de las instalaciones de la estación Santiago y que presenten especies faunísticas silvestres, o que se presenten como hábitats potenciales para especies, es necesario realizar un proceso de llenado y nivelación con material similar al de la matriz edáfica de la estación, ya que estos humedales podrían convertirse en trampas para la fauna en caso de una contingencia. Es necesario identificar, ubicar y asistir especializadamente (médica veterinaria, manejo biológico) a la fauna silvestre contaminada con aguas asociadas a producción de hidrocarburos o material vegetal contaminado con hidrocarburos. Verificar en base a información primaria, la contaminación de los ecosistemas lóticos y lenticos que entran en contacto con los canales de vertimiento (Nuevo y viejo-compuertas 1 y 2), teniendo en cuenta el flujo del agua hacia el caño Dumagua y los humedales adyacentes al cultivo de arroz. Evaluar la opción socioambiental mas viable para la eliminación de los vertimientos de aguas industriales y domesticas residuales asociados a la producción del campo Santiago en los ecosistemas loticos y lenticos, teniendo en cuenta las variables ambientales y socioeconómicas de los procesos de reinyección de la totalidad del agua de formación, o los procesos de mitigación de impactos como la instalación de tubería de transporte de aguas residuales, la instalación de barreras o el encerramiento en malla fina de los canales de vertimiento, con el fin de evitar la contaminación de la fauna silvestre y domestica, que habita o se desplaza por el área de estos canales.

### 2.7 TECNOLOGÍAS UTILIZADAS

Equipos para el estudio, traslado y asistencia de individuos pertenecientes a los grupos de aves, reptiles, anfibios y mamíferos. Minicargador Bobcat, volqueta.

### 2.8 RESULTADOS ESPERADOS

Identificación de hábitats y especies faunísticas vulnerables a contaminación con aguas asociadas a producción de hidrocarburos (aguas de formación). Llenado y nivelado (relleno edáfico) de humedales ubicados dentro de la estación Santiago que presenten especies faunísticas y riesgo de contingencia por contacto con aguas de formación. Asistencia y reubicación de especies faunísticas que presenten contacto directo con aguas asociadas a producción de hidrocarburos.

### 2.9 COBERTURA DE APLICACIÓN

Estación Santiago, canales de vertimiento, humedales afectados, arrozal.

### 2.10 RESPONSABLE DE EJECUCION

IECOPETROL S.A.

### 2.11 PERSONAL REQUERIDO

Equipo de especialistas ambientales (Biólogo, Ecológico), auxiliares de campo.

### 2.12 SEGUIMIENTO Y MONITOREO

META	INDICADOR	VALOR
Identificación inmediata de especies y hábitats vulnerables de contaminación	Identificación de especies y hábitats afectados/ Totalidad de especies y hábitats vulnerables reportadas como afectadas para el área*100	0
Llenado y nivelado de los humedales presentes en las instalaciones de la estación Santiago	Registro de llenado y nivelado de humedales / Totalidad de humedales presentes en las instalaciones de la estación Santiago*100	100%
Evaluación y puesta en marcha de la opción socioambiental mas viable para la desaparición de los vertimientos de agua asociada a producción de hidrocarburos en el campo Santiago.	Elección y puesta en marcha de la opción socioambiental mas viable para la desaparición de los vertimientos de agua asociada a producción de hidrocarburos en el campo Santiago.	N/A
<b>MONITOREOS</b>	Los monitoreos de las especies deben realizarse dos veces por semana con el objetivo de capturar y trasladar las especies faunísticas que entren en contacto con las aguas asociadas a la producción de hidrocarburos, mientras se realiza el aislamiento faunístico de las piscinas y los canales de vertimiento.	

**2.13 ACCIONES CONTINGENTES**

Actividades contempladas en la ficha del Plan de Manejo ambiental para manejo de especies de fauna.

**2.14 CUANTIFICACIÓN Y COSTOS (GASTO DEFENSIVO)**

DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Biólogo	Meses	3	\$ 3.500.000	\$ 10.500.000
Alquiler equipo de estudio y asistencia especializada de fauna silvestre	Meses	3	\$ 4.000.000	\$ 12.000.000
Alquiler de vehículo	Días	30	\$ 300.000	\$ 9.000.000
Alquiler de minicargador bobcat	Días	8	\$ 450.000	\$ 3.600.000
Material de relleno aproximado	m3	45	\$ 45.000	\$ 2.025.000
Obreros	Días	15	\$ 60.000	\$ 900.000
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>\$ 38.025.000</b>
<b>ADMINISTRACIÓN - IMPREVISTOS - UTILIDAD</b>	30%			<b>\$ 11.407.500</b>
<b>TOTAL GASTO DEFENSIVO</b>				<b>\$ 87.457.500</b>

**2.15 CRONOGRAMA**

Descripción	Tiempo	Mes 1		Mes 2		Mes 3		Mes 4	
<b>ACTIVIDADES</b>									
Identificación de especies y hábitats vulnerables									
Llenado y nivelado de los humedales presentes en las instalaciones de la estación Santiago									
Monitoreos de fauna									