

MANEJO AMBIENTAL PARA CAMPOS PETROLEROS EN LOS PROCESOS DE
EXPLORACION, PERFORACION Y PRODUCCION DE HIDROCARBUROS

JAVIER EMILIO ROZO CORREA

JOHN JAIRO MENESES ROMERO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA DE PETROLEOS

BUCARAMANGA

2005

MANEJO AMBIENTAL PARA CAMPOS PETROLEROS EN LOS
PROCESOS DE EXPLORACION, PERFORACION Y PRODUCCION DE
HIDROCARBUROS

JAVIER EMILIO ROZO CORREA

Cód. 1973278

JOHN JAIRO MENESES ROMERO

Cód. 1983290

Directora

Ing. OLGA PATRICIA ORTIZ

PROFESORA DE LA ESCUELA DE INGENIERIA DE PETROLEOS

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

BUCARAMANGA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUIMICAS

ESCUELA DE INGENIERIA DE PETROLEOS

BUCARAMANGA

2005

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	13
1. NORMATIVIDAD AMBIENTAL	15
1.1. NORMAS ISO	16
1.1.1. Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001	16
1.2. NORMAS CONSTITUCIONALES	20
1.2.1. Constitución Política de Colombia de 1991	22
1.2.2. Ley 23 de 1973	24
1.2.3. Decreto 2811 de 1974	24
1.2.4. Ley 09 de 1979 (Código Nacional Sanitario)	24
1.2.5. Decreto 002 de 1982 (Control Sanitario Sobre el Aire)	25
1.2.6. Decreto 2104 de 1983 (Control Sobre Residuos Sólidos)	25
1.2.7. Decreto 2105 de 1983	25
1.2.8. Decreto 1594 de 1984 (Control Sanitario, Uso del Agua)	25
1.2.9. Decreto 2309 de 1986	26
1.2.10. Ley 99 de 1993	26
1.2.11. Decreto 1753 de 1994	30
2. ACTIVIDADES QUE SE REALIZAN EN LA INDUSTRIA DE LOS HIDROCARBUROS	42
2.1. EXPLORACIÓN DE HIDROCARBUROS	42
2.1.1. Sismología	43
2.1.1.1. Etapas del Proyecto	44
2.1.2. Sismología no Explosiva	47
2.1.3. Perforación Exploratoria	47

2.1.3.1.	Etapas del Proyecto	48
2.2.	PERFORACIÓN DE POZOS DE DESARROLLO	53
2.2.1.	Etapas del Proyecto	53
2.3.	PRODUCCIÓN	61
3.	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	67
3.1.	IMPACTO AMBIENTAL	67
3.2.	EVALUACIÓN DE IMPACTO	70
3.2.1.	Metodología	70
3.2.1.1.	Criterios Cualitativos	71
3.2.1.2.	Criterios Cuantitativos	73
3.3.	SISTEMATIZACIÓN DEL MÉTODO	86
3.4.	EJEMPLO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	88
4.	PLAN DE CONTINGENCIA Y ANALISIS DE RIESGO	104
4.1.	ORGANIZACIÓN DEL PLAN	104
4.1.1.	Objetivos del Plan	104
4.1.2.	Descripción Geográfica	105
4.1.3.	Alcance	105
4.1.4.	Organización del Personal	106
4.1.5.	Inventario y Disponibilidad del Equipo de Respuesta	109
4.1.6.	Procedimiento en Caso de Emergencia	109
4.1.7.	Entrenamiento del Personal	110
4.1.8.	Respuestas Operacionales	110
4.1.9.	Relaciones Públicas y Comunicación con la Prensa	111
4.2.	MEDIDAS DE CONTINGENCIA POR TIPO DE ACCIDENTE	111
4.2.1.	Derrames de Crudo	112
4.2.1.1.	Medidas Preventivas y de Control	112
4.2.1.2.	Procedimiento de Limpieza y Restauración	113
4.2.1.3.	Informe Final del Derrame	114

4.2.2.	Derrames de Insumos	115
4.2.2.1.	Medidas Preventivas y Correctivas	115
4.2.2.2.	Procedimiento de Limpieza y Restauración	116
4.2.3.	Contingencia por Incendio	116
4.2.3.1.	Medidas Preventivas	117
4.2.3.2.	Medidas de Control	117
4.2.3.3.	Notificaciones a Personal Involucrado	118
4.3.	SERVICIO MÉDICO	118
4.4.	RIESGOS ASOCIADOS CON LAS COMUNIDADES DEL ÁREA/INFRAESTRUCTURA	119
5.	PROGRAMAS DE MONITOREO Y CONTROL	120
6.	PLAN DE GERENCIAMIENTO AMBIENTAL	127
6.1.	PLAN DE GERENCIAMIENTO AMBIENTAL – EXPLORACIÓN	128
6.1.1.	Política Ambiental	128
6.1.2.	Descripción del Proyecto	128
6.1.3.	Marco Institucional y Legal	130
6.1.4.	Condiciones ambientales	131
6.1.5.	Evaluación de impacto ambiental	132
6.1.6.	Gestión de Impactos	132
6.1.6.1.	Control de aspectos Ambientales	132
6.1.6.2.	Control de Residuos	136
6.1.6.3.	Control Ambiental de Actividades	138
6.1.7.	Programas de Monitoreo y Control	141
6.2.	PLAN DE GERENCIAMIENTO AMBIENTAL – PERFORACIÓN	141
6.2.1.	Política Ambiental	141
6.2.2.	Descripción del Proyecto	142

6.2.3.	Marco Institucional y Legal	144
6.2.4.	Condiciones ambientales	145
6.2.5.	Evaluación de impacto ambiental	145
6.2.6.	Gestión de Impactos	146
6.2.6.1.	Control de aspectos Ambientales	146
6.2.6.2.	Control de residuos	152
6.2.6.3.	Control Ambiental de Actividades	159
6.2.7.	Programas de Monitoreo y Control	164
6.3.	PLAN DE GERENCIAMIENTO AMBIENTAL – PRODUCCIÓN	164
6.3.1.	Política Ambiental	164
6.3.2.	Descripción del Proyecto	165
6.3.3.	Marco Institucional y Legal	167
6.3.4.	Condiciones ambientales	168
6.3.5.	Evaluación de impacto ambiental	168
6.3.6.	Gestión de Impactos	169
6.3.6.	Control de aspectos Ambientales	169
6.3.6.2.	Control de residuos	174
6.3.6.3.	Control Ambiental de Actividades	182
6.3.7.	Programas de Monitoreo y Control	185
	CONCLUSIONES	186
	RECOMENDACIONES	188
	BIBLIOGRAFIA	189
	ANEXO 1	191
	ANEXO 2	222

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1.	Modelo de mejoramiento continuo	18
Fig. 2.	Normatividad Ambiental	21
Fig. 3.	Organización del Comité Operativo Regional	106
Fig. 4.	Residuos líquidos – Sísmica	137
Fig. 5.	Almacenamiento de productos químicos.	149
Fig. 6.	Residuos líquidos – Perforación	155
Fig. 7.	Manejo de lodos de perforación	158
Fig. 8.	Residuos líquidos – Producción	180
Fig. 9.	Manejo de residuos líquidos – Producción	181

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Rangos de severidad	72
Tabla 2.	Rangos de reversibilidad	72
Tabla 3.	Rangos de probabilidad de ocurrencia	73
Tabla 4.	Rangos de probabilidad de ocurrencia	73
Tabla 5.	Valores típicos de turbiedad para varios líquidos	74
Tabla 6.	Valores de conductividad de algunas muestras típicas	75
Tabla 7.	Niveles de los sonidos.	78
Tabla 8.	Cambios culturales	80
Tabla 9.	Cambios en la actividad económica.	80
Tabla 10.	Rangos de Presencia.	82
Tabla 11.	Rangos de desarrollo.	82
Tabla 12.	Rangos de duración.	83
Tabla 13.	Rangos de la Magnitud.	84
Tabla 14.	Rangos de calificación ecológica.	86
Tabla 15.	Formato de entrada de datos.	87
Tabla 16.	Matriz de evaluación de impacto ambiental recurso aire	102
Tabla 17.	Organización, Funciones y Atribuciones del Comité Regional. Operativo	107
Tabla 18.	Formato de ficha de seguimiento y control recurso suelo.	122
Tabla 19.	Formato de ficha de seguimiento y control recurso agua.	123
Tabla 20.	Formato de ficha de seguimiento y control recurso aire.	124

RESUMEN

TITULO: MANEJO AMBIENTAL PARA CAMPOS PETROLEROS EN LOS PROCESOS DE EXPLORACION, PERFORACION Y PRODUCCION DE HIDROCARBUROS.*

AUTORES:

JOHN JAIRO MENESES ROMERO

JAVIER EMILIO ROZO CORREA.**

PALABRAS CLAVES: AMBIENTAL, IMPACTO, GERENCIAMIENTO, CONTINGENCIA, EVALUACIÓN, NORMATIVIDAD.

El objetivo de este trabajo es aportar algunos lineamientos básicos necesarios para hacer planificación ambiental que sirva de plataforma para lograr la certificación ambiental bajo las normas mas recientes en el medio, dadas por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO).

En este trabajo se definen los procesos que se llevan acabo en cada una de las etapas de exploración, perforación y producción de hidrocarburos, con el fin de analizar y evaluar el impacto ambiental que se presenta en los campos petroleros producidos en cada una de estas etapas. Para esto se plantea una metodología que combina el análisis cualitativo y cuantitativo por medio de un nuevo formato de matrices de evaluación que consideran de forma individual cada uno de los recursos agua, suelo, aire, fauna, flora, y la parte social del medio.

Además, se desarrollan planes de contingencia para las actividades que presentan un mayor riesgo de generar impactos negativos al ambiente o la salud. También se diseñan fichas de seguimiento y control que facilitan la supervisión de aquellas actividades que continúan causando impacto a lo largo de un proyecto determinado.

Finalmente se plantean planes de gerenciamiento ambiental para las áreas de exploración, perforación y producción que contienen los lineamientos anteriormente descritos para garantizar un buen manejo ambiental en campos petroleros.

* Tesis.

** Facultad de Ingenierías Físico-Químicas. Escuela de Ingeniería de Petróleos.
Director: Ing. Olga Patricia Ortiz Cancino.

ABSTRACT

TITLE: ENVIRONMENTAL HANDLING FOR OIL FIELDS IN THE EXPLORATION, PERFORATION AND PRODUCTION PROCESSES OF HYDROCARBONS. *

AUTHORS:

JOHN JAIRO MENESES ROMERO
JAVIER EMILIO ROZO CORREA. **

KEY WORDS: ENVIRONMENTAL, IMPACT, MANAGEMENT, CONTINGENCY, EVALUATION, STANDARDIZATION

The objective of this work is to contribute with some basic parameters necessary to make environmental planning that serves as platform to obtain the environmental certification under the recent norms, given by the International Organization for Standardization (ISO).

In this work the processes that take place in each one of the exploration, perforation and production stages of hydrocarbon are defined, with the purpose of analyzing and evaluating the environmental impact that appears in the oil fields produced by each one of these stages. For this is used a methodology that combines the qualitative and quantitative analysis with a new format of evaluation matrix that considers of individual form each one of the resources water, ground, air, fauna, flora, and the social part.

In addition, plans of contingency for the activities that present a greater risk of generating negative impacts to the atmosphere or the health are developed. Also cards of following and control are designed to facilitate the supervision of those activities that continue causing impact throughout a certain project.

Finally plans of environmental management for the exploration, perforation, and production areas that contain the previously parameters described to guarantee a good environmental handling in oil fields.

* Thesis.

** School of Physical-Chemical Engineering. School of Petroleum Engineering.
Director: Ing. Olga Patricia Ortiz Cancino.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la protección de la salud de los seres humanos y la responsabilidad ambiental han sido preocupaciones prioritarias para las naciones industrializadas en el mundo. Es así, como la puesta en marcha de acciones que protejan el medio ambiente, ha dejado de ser una utopía o un ideal refrendado en el lema de un movimiento verde, como muchos lo creen.

La industria ha tenido que sufrir cambios, ha tenido que adaptarse a este nuevo mundo que lucha por el mantenimiento de un medio apto para la sobrevivencia.

Lo que ha motivado este inusitado interés en el tema ha sido sin duda la creciente degradación, pérdida y contaminación de la fuente de recursos naturales. Se ha entendido, de alguna manera, que el progreso y crecimiento de las naciones ha tenido un costo y que es nuestra propia vida la que se encuentra amenazada.

Se ha llegado a un punto en el que surge la disyuntiva entre el crecimiento económico a costa del entorno ambiental. De aquí que se plantee la necesidad de generar los medios necesarios para restablecer el equilibrio entre el hombre y su medio, y establecer una sana relación entre el progreso económico, naturaleza y equidad social.

Uno de estos medios es la implementación de nuevas normas ambientales que desarrollen los lineamientos necesarios para cumplir con los objetivos de un desarrollo sostenible. En el capítulo I del presente trabajo se hará una breve reseña informativa, donde se explicarán cuáles son estas normas y algunos de los elementos y consecuencias de su implementación.

Se describirán las actividades que se realizan en las áreas de exploración, perforación y producción (capítulo II), siendo estas las áreas de interés que se tendrán en cuenta en este trabajo para el desarrollo y aplicación del sistema de gerenciamiento ambiental.

En el capítulo III se desarrollará una metodología de evaluación de impacto ambiental por medio de matrices que integran el criterio cualitativo del calificador y la magnitud cuantificable de los impactos ambientales para los principales aspectos que se ven afectados en cada uno de los recursos del medio ambiente.

Se describirán y plantearán de forma general sistemas de contingencia para los desastres más probables en la industria de los hidrocarburos y para las actividades que representan un mayor riesgo ambiental (capítulo IV).

En el capítulo V se mostrará un diseño de fichas de seguimiento y control que sintetiza y facilita la regulación de los parámetros que sufren alteraciones a lo largo de un proyecto y de aquellos en los que su recuperación se da a lo largo del mismo.

Finalmente los lineamientos descritos a lo largo de este trabajo se relacionarán por medio del planteamiento de un sistema de gerenciamiento ambiental (capítulo VI), que satisfaga la normatividad existente en el país y garantice un manejo ambiental adecuado y un desarrollo sostenible de la industria de los hidrocarburos.

1. NORMATIVIDAD AMBIENTAL

La Gestión Ambiental se refiere al conjunto de estrategias para alcanzar el desarrollo a través de procesos de planificación ambiental, los cuales definen la política ambiental, los objetivos y responsabilidades, la medición de los resultados y el control de los efectos ambientales con la finalidad de fortalecer la competitividad de la empresa.

A medida que el fenómeno de la globalización crece e influye en el desempeño económico de las empresas e instituciones, en el mundo también aumenta la demanda de productos de empresas que no afecten el ambiente; al tiempo que crece la preocupación por mantener y mejorar la calidad ambiental y proteger la salud humana.

Bajo este escenario, las organizaciones deben ser más competitivas y deben poner más énfasis en la integración de sus actividades operativas con la protección ambiental como aporte al desarrollo sostenible del país. Cada vez se hacen evidentes las ventajas que obtienen las empresas por la implementación de herramientas de Gestión Ambiental en términos financieros, de regulación, marketing, seguridad y otras áreas de operación.

Debido a la importancia que ha tomado el factor ambiental en la industria y a la estandarización de las normas ambientales ha nacido la necesidad de implementar la norma ISO 14001 en sus operaciones.

1.1. NORMAS ISO

Las normas ISO son normas o estándares desarrollados por la International Organization for Standardization (ISO), organismo internacional no gubernamental con sede en Ginebra, con más de 100 agrupaciones o países miembros, y que no está afiliada a las Naciones Unidas ni a ninguna organización europea.

Aún cuando las normas son elaboradas para el sector privado y tienen un carácter voluntario, muchos organismos gubernamentales pueden decidir convertir una norma ISO en una disposición obligatoria o legal. Tales normas pueden convertirse en condiciones para cerrar un negocio en transacciones comerciales, haciendo así que las partes ya no puedan considerarlas como voluntarias.

Las Normas ISO-14000 son una familia de normas que persiguen establecer herramientas y sistemas para la administración de numerosas obligaciones ambientales de una organización sin prescribir que metas debe alcanzar.^[1]

Esta serie, como un todo, busca la estandarización de algunas herramientas de análisis clave, tales como la auditoría ambiental y el avalúo del ciclo de vida.

La norma base o núcleo de esta familia de normas, es la ISO 14001, la cual entrega los requisitos que debe tener un sistema de gestión ambiental (SGA).

1.1.1. Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001

Esta norma busca conducir a la organización dentro de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) certificable, estructurado e integrado a la actividad general de gestión, especificando los requisitos que debe poseer y que sea aplicable a cualquier tipo y tamaño de organización.

De manera muy concisa, un SGA debe cumplir:

1. Declaración de una Política Ambiental definida por la alta gerencia, con compromiso por un mejoramiento continuo y prevención de la contaminación, cumplimiento de la reglamentación ambiental, debidamente documentada y comunicada a los empleados y que se encuentre a disposición del público.

2. Planificación de procedimientos para:

- Identificar los Aspectos Ambientales de sus actividades y determinar aquellos que tienen Impactos significativos sobre el medio ambiente.
- Identificar los Requisitos Legales y otros, que se apliquen a sus aspectos ambientales.
- Establecer Objetivos y Metas Ambientales en cada función y nivel de la organización.
- A través de estos últimos, generar un Plan de Gestión Ambiental.

3. Implementación y Operación de:

- Una Estructura que defina las funciones, responsabilidades y autoridades para llevar a cabo una gestión ambiental efectiva.
- Programas de Capacitación Ambiental para los miembros de la organización.
- Procedimientos de Comunicación interna y externa con respecto a sus aspectos ambientales y al SGA.
- Un sistema de Documentación y Control de documentos del SGA.
- Procedimientos de Control de operaciones y de Preparación y respuesta ante situaciones de emergencia.

4. Verificación y acción correctiva del SGA, considerando:

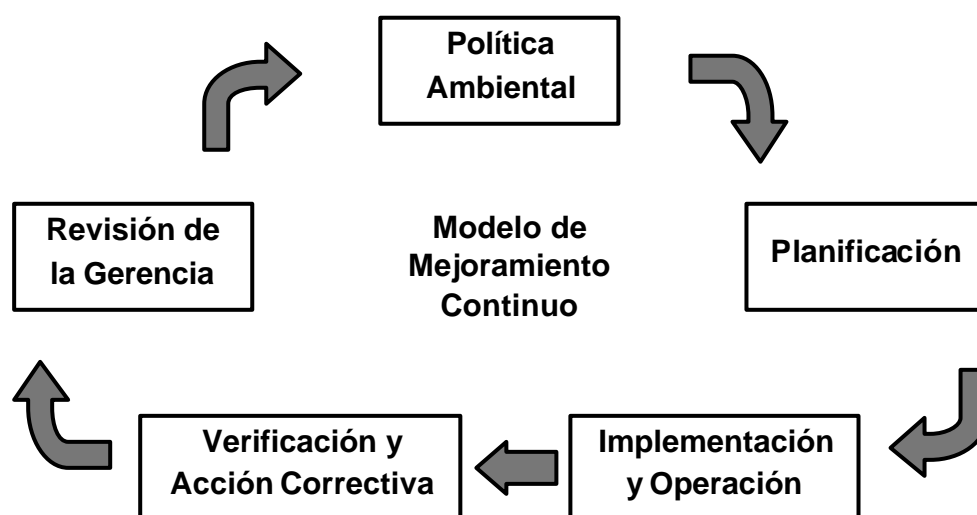
- Procedimientos para el Monitoreo y Medición regular, de las características ambientales claves de sus actividades y el cumplimiento de la legislación ambiental.
- Procedimientos para manejar una No conformidad y las Acciones Correctivas y Preventivas a tomar.
- Manutención y disposición de Registros ambientales.
- Programas y procedimientos de Auditoría del SGA, como principal herramienta de control.

5. Revisión de la Gerencia

La alta gerencia de la organización debe revisar en forma periódica la efectividad del SGA, considerando la necesidad de cambios a la política, objetivos y otros elementos, de acuerdo a los resultados de las auditorías, de los cambios de circunstancia y del compromiso por el mejoramiento continuo.

Los requisitos anteriores conforman el ciclo de gestión mostrado en la figura 1.

Fig. 1. Modelo de mejoramiento continuo



Fuente: Seminario ISO 14000, Fundación Sicuará, Bucaramanga 2004

Entre las principales razones para implementar ISO14001, se tienen:

- Estándar internacionalmente reconocido y aceptado.
- Existe experiencia internacional en su implementación.
- Existencia de organizaciones auditoras y certificadoras de aceptación internacional.
- Flexibilidad de adaptación a la realidad de la empresa y su gestión general.
- Mecanismo eficaz para lograr los compromisos legales.
- Consistente con la política de Desarrollo Sustentable.

Ventajas de contar con un SGA:

- Conformidad con las regulaciones.
- Conformidad con las exigencias de los consumidores.
- La compañía será más vendible (mejor imagen de Marketing).
- Mejor utilización de recursos.
- Reducción del costo de explotación.
- Niveles de seguridad superiores.
- Mejora la imagen ante la comunidad.
- Acceso creciente al capital (Ventajas Financieras).
- Limitación del riesgo.
- Mejor acceso a seguros, permisos y otras autorizaciones.

Elementos que se deben implementar para calificar ISO 14.001

- Política ambiental
- Planeamiento
- Aspectos ambientales
- Aspectos legales y administrativos

- Objetivos y propósitos
- Organización de los programas de manejo ambiental
- Implementación y operación
- Estructura y responsabilidad
- Entrenamiento, conocimiento y competencia
- Comunicación
- Documentación del sistema de gerenciamiento ambiental
- Documentos y operaciones de control
- Preparación para la contingencia y respuesta
- Acciones de control y correctivas
- Monitoreo y mediciones
- Revisión continua de las acciones correctivas y preventivas
- Registros
- Sistema de auditoria de gerenciamiento ambiental
- Examen del gerenciamiento

1.2. NORMAS CONSTITUCIONALES

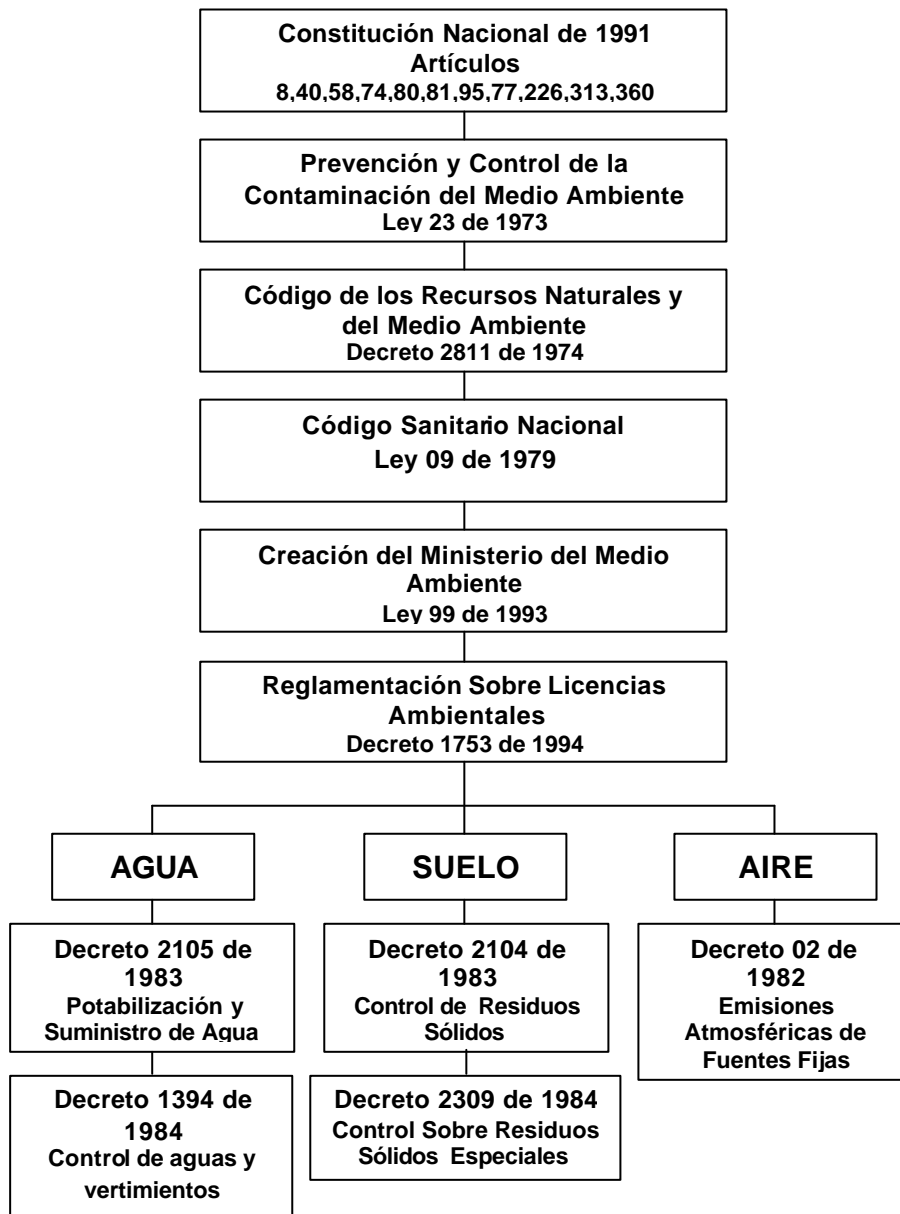
Debido a los cambios producidos por políticas e ideas sobre un buen control del medio ambiente a nivel mundial, para todos los trabajos que se realicen en cualquier área, se ha introducido una nueva variable de gran interés la cual es el parámetro ambiental.

COLOMBIA no ajeno a estos cambios en su nueva CONSTITUCIÓN consagra principios de vital importancia para la defensa y conservación del medio ambiente para una calidad de vida adecuada.

En la figura 2 se observa una idea global sobre LEGISLACIÓN AMBIENTAL EN COLOMBIA, la cual será enunciada de una manera muy breve en este capítulo.

Para profundizar el tema, se recomienda consultarla en su totalidad de acuerdo a la necesidad que se tenga. [2]

Fig. 2. Normatividad Ambiental



Fuente: Tesis, Términos de referencia básicos en la protección y conservación del medio ambiente en las actividades de producción de petróleo en Colombia, UIS, 1995.

1.2.1. Constitución Política de Colombia de 1991

Con la expedición de la Constitución Política de 1991, se da prioridad a los principios relacionados con los deberes y derechos del estado y los particulares en relación con la conservación ambiental, además, se implementaron los mecanismos para hacerlos efectivos y se establecieron otras disposiciones que suministran las bases para lograr un desarrollo sostenible.

Se entiende por desarrollo sostenible la utilización y aprovechamiento del medio ambiente físico y biótico de la nación para satisfacer las necesidades de la población, sin comprometer su existencia o sobrevivencia, ni el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades. Nuestra constitución política ha consagrado principios de vital importancia para la defensa del ambiente y de una calidad de vida adecuada. Enuncia de una manera muy clara los siguientes artículos:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Artículo 360: “Los departamentos y municipios en cuyos territorios se adelanten explotaciones de recursos no renovables, así como los puertos marítimos y

fluviales por donde se transporten dichos recursos o productos derivados de los mismos, tendrán derecho a participar en las regalías y compensaciones”.

1.2.2. Ley 23 de 1973

Esta ley tiene por objeto la prevención y control de la contaminación del medio ambiente y la búsqueda del mejoramiento, conservación y restauración de los recursos naturales renovables para defender la salud y el bienestar de todos los habitantes del territorio nacional. ^[2]

1.2.3. Decreto 2811 de 1974

Mediante el cual se dicta el Código Nacional de los Recursos Renovables y de Protección al Medio Ambiente.

1.2.4. Ley 09 de 1979 (Código Nacional Sanitario)

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

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

Para los efectos de aplicación de esta ley hay que entender los requerimientos mínimos sanitarios del ambiente para asegurar el bienestar y la salud humana.

1.2.5. Decreto 002 de 1982 (Control Sanitario Sobre el Aire)

Este decreto ofrece normas de calidad del aire, sus métodos de medición, normas generales a límites permisibles de emisión para fuentes fijas de contaminación, determinación de velocidad de las emisiones, gasto volumétrico en chimeneas y ductos, en general, da una idea acerca de las características técnicas que deberán reunir los procesos e instalaciones industriales que afecten el recurso aire. Además establece niveles de vigilancia, control y sanciones con sus respectivas tasas retributivas.

1.2.6. Decreto 2104 de 1983 (Control Sobre Residuos Sólidos)

Define el concepto de residuo sólido, reglamentando su almacenamiento, recolección, transporte y disposición sanitaria y además aspectos con las basuras fijando parámetros para el manejo y disposición de residuos de características especiales.^[2]

1.2.7. Decreto 2105 de 1983

Este decreto, reglamenta la ley 09 de 1979 en cuanto a la potabilización del agua y al suministro de la misma para consumo humano.

1.2.8. Decreto 1594 de 1984 (Control Sanitario, Uso del Agua)

El presente decreto es importante para el control sanitario de los usos del agua teniendo en cuenta las siguientes opciones sin que su enumeración indique el orden de prioridad:

- Consumo humano.
- Consumo doméstico.
- Preservación de flora y fauna.
- Actividades agrícolas y pecuarias.
- Actividades recreativas.
- Actividades industriales.
- Actividades de transporte.

Cabe anotar que, el MINISTERIO DE SALUD establece cuales usos que produzcan o puedan producir contaminación de las aguas, requerirán su autorización previo a la consecución o permiso que otorgue la autoridad competente para el uso del recurso.

1.2.9. Decreto 2309 de 1986

Este decreto proporciona la reglamentación sobre residuos sólidos especiales (patógenos, tóxicos, combustibles, inflamables, explosivos, radioactivos o volátiles).

1.2.10. Ley 99 de 1993

La presente ley es de gran importancia, debido a que crea el Ministerio del Medio Ambiente, reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables. Además se organiza el Sistema Nacional Ambiental SINA, y se dictan otras disposiciones. ^[2]

A continuación se enuncian y describen brevemente los títulos y artículos de esta ley, que tienen que ver directa ó indirectamente con la industria del petróleo:

Titulo I En este título se contemplan los fundamentos de la Política Ambiental Colombiana (los principios generales ambientales).

Titulo II: Este título contempla la creación y los objetivos del Ministerio del Medio Ambiente (Artículo 2), el concepto de desarrollo sostenible (Artículo 3), definición del Sistema Nacional Ambiental, SINA (Artículo 4), funciones del medio ambiente y cláusula general de competencia (Artículo 6), el cual hace referencia a que todas las funciones que no hayan sido asignadas por la ley a otra autoridad serán ejercidas por el Ministerio del Medio Ambiente. Además, es conveniente mencionar las funciones del Ministerio del Medio Ambiente, que afecten de manera directa el tema central de este proyecto.

Corresponde al Ministerio del Medio Ambiente:

- Establecer los límites máximos permisibles de emisión, descarga, transporte o depósito de sustancias, productos, compuestos o cualquier otra materia que pueda afectar el medio ambiente o los recursos naturales renovables; del mismo modo, prohibir, restringir o regular la fabricación, distribución, uso, disposición o vertimiento de sustancias causantes de degradación ambiental. Los límites máximos se establecerán con base en estudios técnicos, sin perjuicio del principio de precaución.
- Fijar el monto tarifario mínimo de las tasas por el uso y el aprovechamiento de los recursos naturales renovables a las que se refiere el código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente Decreto-Ley 2811 de 1974, la presente ley y las normas que los modifiquen o adicionen.
- Promover en coordinación con las entidades competentes y afines, la realización de programas de sustitución de los recursos naturales no

renovables, para el desarrollo de tecnologías de generación de energía no contaminantes ni degradantes.

- Hacer evaluación, seguimiento y control de los factores de riesgo ecológico y de los que puedan incidir en la ocurrencia de desastres naturales y coordinar con las demás autoridades las acciones tendientes a prevenir la emergencia o a impedir la extensión de sus efectos.
- Vigilar que el estudio, exploración e investigación de nacionales o extranjeros con respecto a nuestros recursos naturales renovables respete la soberanía nacional y los derechos de la Nación Colombiana sobre sus recursos genéticos.
- Establecer técnicamente las metodologías de valoración de los costos económicos del deterioro y de la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales renovables.
- Realizar investigaciones y estudios económicos conducentes a la identificación de prioridades de inversión para la gestión ambiental como base para orientar el gasto público del sector.

Título III: Este título habla de la estructura del Ministerio del Medio Ambiente. El cual describe la organización del Ministerio de Medio Ambiente como un ente gubernamental, su estructura administrativa, conformación y funciones del consejo del gabinete y funciones de las dependencias del Ministerio.

Título IV: Este título contempla la conformación y funciones del Consejo Nacional Ambiental, cuya función primordial es la de asegurar la coordinación de las políticas, planes y programas en materia ambiental y de recursos naturales renovables entre todos los sectores a nivel público.

Título V: Dicho título habla del apoyo científico y técnico del Ministerio. Establece las entidades adscritas y vinculadas al Ministerio de Medio Ambiente para apoyo científico y técnico del mismo.

Título VI: El presente título contiene toda la información sobre las Corporaciones Autónomas Regionales CAR.

Título VII: Dicho título se refiere a la estipulación de las tasas, gravámenes e impuestos a todos los infractores de dicha ley por parte de las Corporaciones Autónomas Regionales.

Título VIII: En este título se encuentra toda la información sobre las licencias ambientales, es bueno aclarar que el mencionado título fue modificado mediante el decreto 1754 de 1994 el cual es proporcionado posteriormente de una manera amplia considerando la importancia de su contenido.

Título IX: El presente título menciona y describe las funciones de las entidades territoriales y de planificación ambiental.

Título X: Este título habla de los modos y procedimientos de participación ciudadana.

Título XI: Establece la acción de cumplimiento en asuntos ambientales.

Título XII: Contempla las acciones y mediadas de la policía.

Título XIII: Crea y establece el Fondo Nacional Ambiental, FONAM y el Fondo Ambiental de la Amazonía, con sus respectivas funciones.

Título IV: Crea la procuraduría delegada para asuntos ambientales, la cual forma parte de la Procuraduría General de la Nación. Además establece sus funciones.

Título XV: Da información sobre la liquidación del INDERENA y las garantías laborales de su personal.

Titulo XVI: Contempla disposiciones finales tales como la prestación del servicio ambiental (20% del servicio militar obligatorio).

1.2.11. Decreto 1753 de 1994

El presente decreto, reglamenta parcialmente los títulos VIII y XII de la Ley 99 de 1993. Se considera de gran importancia puesto que suministra valiosa información en todo lo referente a Licencias Ambientales, requisito indispensable para la ejecución de todo proyecto, obra o actividad, según exigencias de la autoridad competente. ^[2]

Tal decreto, contempla en su primera parte, definiciones en materia ambiental primordiales para la correcta interpretación de las normas. En la parte siguiente brinda información sobre los tipos de Licencias Ambientales existentes. A continuación habla sobre el estudio de Impacto Ambiental, de su contenido, objetivos y alcances, también menciona el procedimiento a seguir para la obtención de la licencia ambiental.

A continuación se transcribe el contenido de cada una de estas partes, extractando los apartes considerados de mayor importancia por encontrarse relacionados de manera directa con el tema de este proyecto. Cabe anotar, que por esta misma razón la sección IV no fue tomada en cuenta.

Sección I: Esta sección presenta el significado de una manera clara y exacta, de los términos utilizados con frecuencia tanto en el presente decreto como a lo largo del proyecto, logrando así, un mejor entendimiento del consultor.

- **Artículo 1:** En este artículo se presentan definiciones indispensables para la correcta interpretación de las normas contenidas en el presente decreto.

- Ecosistema Ambientalmente Sensible: Es aquel que es altamente susceptible al deterioro por la introducción de factores ajenos o exógenos.
- Ecosistemas de Importancia Ambiental: Es aquel que presta servicios y funciones ambientales.
- Ecosistema de Importancia Social: Es aquel que presta servicios y funciones sociales.
- Proyecto, obra o actividad: Un proyecto, obra o actividad incluye la planeación, ejecución, emplazamiento, instalación, construcción, montaje, ensamble, mantenimiento, operación, funcionamiento, modificación, desmantelamiento, abandono y terminación del conjunto de todas las acciones, usos del espacio, actividades e infraestructura relacionados y asociados con su desarrollo.
- Plan de Manejo Ambiental: Es el plan que de manera detallada, establece las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir los posibles efectos o impactos ambientales negativos causados en el desarrollo de un proyecto, obra o actividad. Además, incluye también los planes de seguimiento, evaluación, monitoreo y de contingencia.
- Análisis de Riesgo: Es el estudio o evaluación de las circunstancias, eventualidades o contingencias que en el desarrollo de un proyecto, obra o actividad pueden generar peligro de daño a la salud humana, al medio ambiente y a los recursos naturales.
- Restauración o Sustitución Ambiental: Es la recuperación y adecuación morfológica y ecológica de un área afectada por actividades que hayan introducido modificaciones considerables al paisaje y efectos graves a los recursos naturales.
- Términos de Referencia: Es el documento que contiene los lineamientos generales que la autoridad ambiental señala para la elaboración y ejecución de los estudios ambientales.

- Medidas de Prevención: Son obras o actividades encaminadas a prevenir y controlar los posibles impactos y efectos negativos que pueden generar un proyecto, obra o actividad sobre el entorno humano y natural.
- Medidas de Corrección: son obras o actividades dirigidas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del medio ambiente afectado.
- Medidas de Mitigación: Son obras o actividades dirigidas a atenuar y minimizar los impactos y efectos negativos de un proyecto, obra o actividad sobre el entorno humano y natural.
- Medidas de Compensación: Son obras o actividades dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones y localidades por los impactos o efectos negativos que no pueden ser evitados, corregidos o mitigados.

Sección II: Esta sección ofrece una información bastante clara acerca del significado y contenido de las licencias ambientales y de cada una de sus diferentes modalidades.

- **Artículo 2:** “La licencia ambiental es la autorización que otorga la autoridad competente, mediante acto administrativo, a una persona, para la ejecución de un proyecto, obra o actividad que conforme a la ley y a los reglamentos, puede producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje, y en la que se establecen los requisitos, obligaciones y condiciones que el beneficiario de la Licencia Ambiental debe cumplir para prevenir, mitigar, corregir, compensar y manejar los efectos ambientales del proyecto, obra o actividad autorizada”.

- **Artículo 3** La identificación de la persona natural o jurídica, pública o privada a quien se autoriza el proyecto, obra o actividad, indicando el nombre, razón social, documento de identidad y domicilio.
 - Localización y descripción del proyecto, obra o actividad.
 - Consideraciones y motivaciones que han sido tenidas en cuenta para el otorgamiento de la licencia ambiental.
 - Término de la Licencia Ambiental.
 - Señalamiento de todos y cada uno de los requisitos, condiciones y obligaciones que debe satisfacer y cumplir el beneficiario de la Licencia Ambiental.
 - Las consecuencias del incumplimiento de los requisitos, condiciones y obligaciones impuestas al beneficiario de la Licencia Ambiental, conforme a la ley y los reglamentos.

Cuando el beneficiario de una licencia ambiental deba presentar una póliza de cumplimiento o una garantía bancaria, a favor de la autoridad ambiental competente, según ésta lo determine, teniendo en cuenta los riesgos inherentes del proyecto, obra, actividad y otras garantías ya constituidas, con el fin de asegurar el cumplimiento de los términos, requisitos, condiciones, exigencias u obligaciones de la licencia ambiental, tales garantías serán prestadas hasta por un monto máximo del 30% del valor anual del plan de manejo.

La póliza deberá ser renovada anualmente y tendrá vigencia durante la vida útil del proyecto, y hasta por dos años más a juicio de la autoridad ambiental.

Los recursos provenientes de la ejecución de la póliza de cumplimiento o de la garantía bancaria se destinarán a una subcuenta de Fondo Nacional Ambiental, con el objeto de utilizarla en la compensación, corrección, mitigación y manejo de los impactos y efectos causados.

Existen tres modalidades de Licencia Ambiental las Cuales son:

- 1. Licencia Ambiental Ordinaria:** Es la otorgada por la autoridad ambiental competente y en la cual se establecen los requisitos, condiciones y obligaciones que el beneficiario de la Licencia Ambiental debe cumplir para prevenir, mitigar, corregir, compensar y manejar los efectos ambientales del proyecto, obra o actividad autorizada, sin disponer sobre el otorgamiento de los permisos, autorizaciones o concesiones para el uso, aprovechamiento o movilización de los recurso naturales renovables.
- 2. Licencia Ambiental Única:** Es la otorgada por la autoridad ambiental competente y que, a solicitud del peticionario, incluye los permisos, autorizaciones o concesiones, necesarios para el desarrollo del proyecto, obra o actividad. La vigencia de estos permisos, concesiones y autorizaciones, de acuerdo con su naturaleza, podrá ser la misma de la Licencia Ambiental.

Para el otorgamiento de la Licencia Ambiental Única se observarán las siguientes reglas:

La autoridad ambiental competente ante la cual se solicita la Licencia Ambiental Única, asumirá la competencia para el otorgamiento de los permisos, autorizaciones y concesiones a que haya lugar; para ello observará las normas que en cada región sean aplicables.

El otorgamiento de los permisos, autorizaciones y concesiones solicitadas se hará en el mismo acto de otorgamiento de la Licencia Ambiental.

El otorgamiento de los permisos, autorizaciones y concesiones solicitadas se hará en el mismo acto de otorgamiento de la Licencia Ambiental.

- 3. Licencia Ambiental Global:** La licencia Ambiental Global puede ser Ordinaria o Única. Es de competencia exclusiva del Ministerio del Medio Ambiente, y en virtud de ella se autorizan todas las obras o actividades relacionadas con la explotación de campos petroleros y de gas. Cuando la Licencia Ambiental Global sea Ordinaria, el otorgamiento de ésta no releva

al beneficiario de la obligación legal o reglamentaria de obtener los permisos, autorizaciones o concesiones que sean dentro del campo de producción autorizado, ni del cumplimiento de sus obligaciones específicas. Para el desarrollo de cada una de las obras o actividades definidas en la etapa de explotación será necesario presentar un plan de manejo ambiental conforme a los términos, condiciones y obligaciones establecidas en la Licencia Ambiental Global Ordinaria.

La obtención de la Licencia Ambiental Ordinaria y Global Ordinaria, es requisito previo para el otorgamiento de los permisos, autorizaciones y concesiones que se requieran conforme a la ley o los reglamentos.

La obtención de la Licencia ambiental es condición previa para el ejercicio de los derechos que surjan de los permisos, autorizaciones, concesiones y licencias que no sean de competencia de la autoridad ambiental.

El término de la licencia ambiental será el mismo de la duración del proyecto, obra o actividad. Sin embargo, la autoridad ambiental, de oficio o a petición de parte, podrá establecer un término diferente teniendo en cuenta el estudio de impacto ambiental o la naturaleza del proyecto, obra o actividad.

Sección III: Esta sección, indica cuales son los entes gubernamentales encargados de expedir los diferentes tipos de licencias mencionados en la sección inmediatamente anterior, además, proporciona el significado y objetivo del diagnóstico ambiental de alternativas.

- **Artículo 6:** Este artículo determina la competencia para el otorgamiento de Licencias Ambientales.

Las autoridades competentes para el otorgamiento de Licencia Ambiental, conforme a la ley y al presente Decreto son:

- El ministerio del Medio Ambiente.
 - Las Corporaciones Autónomas Regionales.
 - Los municipios, Distritos y Areas Metropolitanas cuya población urbana sea superior a 1.000.000 de habitantes.
 - Las entidades territoriales delegatarias de las Corporaciones Autónomas Regionales.
- **Artículo 7:** En este artículo se determinan los casos de competencia única y exclusiva del Ministerio del Medio Ambiente.

El ministerio del Medio Ambiente otorgará de manera privativa la Licencia Ambiental en los siguientes casos:

- Ejecución de obras y actividades de exploración, explotación, transporte, conducción y depósito de hidrocarburos, construcción de refinerías, refinación de petróleo y los desarrollos petroquímicos que formen parte de un complejo de refinación.
 - Ejecución de proyectos de gran minería, entendiendo éstos como la exploración, montaje, producción, beneficio, almacenamiento, acopio, transporte, fundición, procesamiento y transformación de minerales, de conformidad con las definiciones y la clasificación de la gran minería contenidos en el código de Minas.
- **Artículo 18:** El diagnóstico ambiental de alternativas tendrá como objetivo suministrar la información para evaluar y comparar las diferentes opciones, que presenta el peticionario, bajo las cuales sea posible desarrollar un proyecto, obra o actividad, con el fin de optimizar y racionalizar el uso de los recursos ambientales y evitar o minimizar los riesgos, efectos e impactos negativos que puedan provocarse.

- **Artículo 19:** El diagnóstico ambiental de alternativas tendrá el siguiente contenido:
 - Objetivo del proyecto, obra o actividad.
 - Descripción de diferentes alternativas del proyecto, obra o actividad en términos técnicos, socioeconómicos y geográficos. Dicha descripción deberá identificar los ecosistemas sensibles, críticos y de importancia ambiental y social.
 - Identificación, estimación y análisis comparativo de posibles impactos, riesgos y efectos derivados del proyecto, obra o actividad sobre el ambiente en sus distintas alternativas.
 - Descripción de las posibles estrategias de prevención y control ambiental, para cada una de las alternativas.

- **Artículo 20:** Términos de Referencia. El Ministerio del Medio Ambiente en consulta con el consejo Técnico Asesor de Política y Normatividad Ambiental establecerá los términos de referencia para cada sector.

La autoridad ambiental competente podrá adaptar estos términos de referencia a las particularidades del área de su jurisdicción.

Los términos de referencia podrán incluir las escalas, variables o indicadores a ser utilizados en el diagnóstico ambiental de alternativas.

Hasta tanto el Ministerio expida los términos de referencia para cada sector, la autoridad ambiental competente fijará los términos de referencia específicos para cada caso.

Sección V: Esta sección, en general es de gran interés, puesto que el concepto de Estudio de Impacto Ambiental, su procedencia, sus objetivos y alcances, qué información deberá contener como mínimo para la ejecución de un proyecto, obra

o actividad y por último indica el procedimiento a seguir para la obtención de la Licencia Ambiental.

- **Concepto:** El estudio de impacto ambiental es un instrumento para la toma de decisiones y para la planificación por parte de la autoridad ambiental para definir las correspondientes medidas de prevención, corrección, compensación y mitigación de impactos y efectos negativos de un proyecto, obra o actividad.
- **Procedencia:** El estudio de impacto ambiental se exigirá en todos los casos que requieran licencia ambiental de acuerdo con la ley y los casos que requieran licencia ambiental de acuerdo con la ley y los reglamentos. El estudio de impacto ambiental deberá corresponder en su contenido y profundidad a las características del proyecto, obra o actividad.

Para la actividad exploratoria de la industria petrolera, el estudio de impacto ambiental tendrá como unidad de análisis la totalidad del bloque de exploración y contendrá la información sobre alternativas de localización del proyecto, los elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos del medio que puedan sufrir deterioro por esta actividad. Además incluirá las estrategias de los planes de prevención, mitigación, corrección y compensación de impactos y efectos ambientales.

Para los programas de exploración sísmica deberá presentarse un plan de manejo ambiental para poder ejecutar las obras correspondientes a cada uno de ellos. Con la aprobación de estos planes de manejo se podrán ejecutar las obras de la actividad licenciada.

El estudio de impacto ambiental para la operación de perforación dentro de la etapa exploratoria deberá hacerse sobre las áreas resultantes de la

interpretación sísmica. Para la perforación de cada pozo se requerirá la presentación de un plan de manejo ambiental y sólo se procederá a ejecutar las obras con la aprobación de éste.

- **Objetivos y Alcances:** El estudio de impacto ambiental tendrá los siguientes objetivos y alcances.
 - Descubrir, caracterizar y analizar el medio biótico, abiótico y socioeconómico, en el cual se pretende el proyecto, obra o actividad.
 - Definir los ecosistemas que bajo el análisis ambiental realizado, a que hace referencia el numeral anterior, sean ambientalmente críticos sensibles y de importancia ambiental e identificar las áreas de manejo especial que deban ser excluidas, tratadas o manejadas de manera especial en el desarrollo o ejecución del proyecto, obra o actividad.
 - Evaluar la oferta y vulnerabilidad de los recursos utilizados o afectados por el proyecto, obra o actividad.
 - Dimensionar y evaluar los impactos y efectos del proyecto, obra o actividad, de manera que se establezca la gravedad de los mismos y las medidas y acciones para prevenirlas, controlarlas, mitigarlas, compensarlas y corregirlas.
 - Identificar los planes gubernamentales a nivel nacional, regional o local que existan para el área de estudio, con el fin de evaluar su compatibilidad con el proyecto, obra o actividad.
 - Señalar las diferencias de información que generan incertidumbre en la estimación, el dimensionamiento o evaluación de los impactos.
 - Diseñar los planes de prevención, mitigación, corrección, compensación de impactos ambientales a que haya lugar para el desarrollo del proyecto, obra o actividad.

- Estimar los costos y elaborar el cronograma de inversión y ejecución de las obras y acciones de manejo ambiental.
 - Diseñar los sistemas de seguimiento y control ambiental que permitan al usuario evaluar el comportamiento, eficiencia y eficacia del plan de manejo ambiental.
 - Evaluar y comparar el desempeño ambiental previsto del proyecto, obra o actividad contra los estándares de calidad ambiental establecidos en las normas ambientales nacionales vigentes; y la conformidad del proyecto, obra o actividad con los tratados y convenios internacionales ratificados por Colombia.
 - Definir tecnologías y acciones de preservación, mitigación, control, corrección y compensación de los impactos y efectos ambientales a ser usadas en el proyecto, obra o actividad.
- **Artículo 25:** Habla sobre el contenido del Estudio de Impacto Ambiental, el cual deberá contener cuando menos la siguiente información:
 - Resumen del estudio de impacto ambiental.
 - Descripción del proyecto, obra o actividad: incluirá la localización, las etapas, dimensiones, costos y cronograma de ejecución.
 - Descripción de los procesos y operaciones.
 - Estimación de los impactos y efectos ambientales.
 - Plan de manejo ambiental: se elaborará el plan para prevenir, mitigar, corregir y compensar los posibles impactos y efectos del proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente. Además deberá contener el plan de seguimiento, monitoreo y contingencia.
- **Artículo 30:** Trata sobre el procedimiento para la obtención de la Licencia Ambiental, el cual es mencionado a continuación:

El interesado en obtener la Licencia Ambiental formulará una petición por escrito dirigida a la autoridad ambiental competente, en el cual solicitará que se determine si el proyecto, obra o actividad por realizar requiere o no de la elaboración del diagnóstico de alternativas; de igual manera solicitará que se fijen los términos de referencia de los estudios ambientales correspondientes, cuando estos no estuvieran definidos por la autoridad ambiental. [2]

Deberá especificar la modalidad de Licencia Ambiental que requiere (Ordinaria, Única o Global); y adjuntar la siguiente información:

- Nombre o razón social del solicitante.
- Nombre del representante legal.
- Poder debidamente otorgado, cuando se actúe mediante apoderado.
- Certificado de existencia y representación legal para el caso de persona jurídica.
- Domicilio y nacionalidad.
- Descripción explicativa del proyecto, obra o actividad, que incluya por lo menos su localización, dimensión y costo estimado.
- Indicación de las características generales del área de localización del proyecto, obra o actividad.
- Información sobre la presencia de comunidades, incluidas campesinas, negras e indígenas, localizadas en el área de influencia del proyecto, obra o actividad.
- Indicar si el proyecto, obra o actividad afecta el sistema de parques nacionales naturales y sus zonas de amortiguación cuando éstas estén definidas.

2. ACTIVIDADES QUE SE REALIZAN EN LA INDUSTRIA DE LOS HIDROCARBUROS

Las actividades que se realizan en la industria de los hidrocarburos pueden ser estructuradas en cinco grupos principales: exploración de hidrocarburos, perforación de pozos de desarrollo, producción de hidrocarburo, transporte de hidrocarburos y las actividades que se dan en las plantas de refinación, siendo objetivos de este proyecto los tres primeros de ellos.

La descripción de las actividades que se realizan en cada una de las diferentes áreas de proceso de la industria es de gran importancia para el planteamiento del sistema de gerenciamiento ambiental, planes de contingencia y evaluación de impacto ambiental. Esta descripción se hará de forma breve y concisa describiendo principalmente las etapas de los diferentes procesos.

2.1. EXPLORACIÓN DE HIDROCARBUROS

Cuando el hombre inicialmente empezó la búsqueda del petróleo, la forma más fácil de encontrarlo fue buscar la evidencia de emanaciones de petróleo en la superficie de la tierra, seguidamente después se empezó a prestarle atención a la actividad de los geólogos y más tarde a la de los geofísicos en la ubicación de acumulaciones de petróleo o al menos de los sitios donde el crudo pudiese existir. Desde los años 20 ha habido un constante incremento en la cantidad y calidad de la tecnología disponible para ayudar en la búsqueda de nuevos suministros de petróleo.

La búsqueda de petróleo comienza con los geólogos y geofísicos utilizando sus conocimientos de la tierra para localizar áreas geográficas que son propensas a contener rocas de yacimiento, una vez encontrada esa área se realizan pruebas e investigaciones específicas y la información recopilada es utilizada para construir mapas del subsuelo y modelos tridimensionales de lo que yace debajo de la superficie de la tierra.

Existen diversas formas de realizar la exploración de hidrocarburos, entre ellas las más utilizadas son la sismología explosiva y no explosiva y la perforación exploratoria.

2.1.1. Sismología

La exploración de hidrocarburos comprende diferentes actividades incluyendo la sismología, la cual consiste en detonar una pequeña carga de dinamita en un hueco perforado en la zona de Interés a poca profundidad, la energía producida por la explosión viaja en todas las direcciones, chocando con cada una de las capas de la tierra, las cuales varían de densidad y espesor; parte de esa energía es reflejada nuevamente a la superficie dependiendo de las características de las formaciones por medio de ondas.

Las ondas generadas por la explosión son detectadas por geófonos que son dispositivos sensibles de detección, estos a su vez están conectados a cables que llevan sus señales a un camión que registra los sismos.

Allí son amplificadas y trasladadas a una película permanente o cinta magnética donde pueden ser usados para producir un mapa preciso de las estructuras bajo la superficie.

El proyecto de sismología lleva a cabo varias etapas, cada una de las cuales consta de varias actividades que van a generar impactos sobre el medio físico, biótico y socioeconómico.^[3]

2.1.1.1. Etapas del Proyecto

Las etapas que se desarrollan para un proyecto de sismología son:

- Planeación
- Construcción y adecuación de la vía de acceso
- Construcción de la locación
- Desarrollo del proceso
- Desmantelamiento y restauración del área afectada.

Planeación

Durante esta etapa se busca confrontar el terreno para la realización de la exploración sísmica.

Para el desarrollo de esta etapa se deben incluir las siguientes actividades:

- Recopilación y análisis de información
- Información a la comunidad
- Ubicación física de los sitios donde se colocaran las cargas explosivas
- Adquisición de predios (vía de acceso y locación)

Construcción y Adecuación de la Vía de Acceso

Esta etapa consiste en construir y/o adecuar una vía de acceso que permita el paso de vehículos y personal hacia la locación, tratando de minimizar el impacto ambiental.

La construcción de la vía consiste en descapotar el material orgánico del derecho de vía y disponer de él; realizar los cortes o excavaciones necesarias, recebar y afirmar con material de arrastre y/o de cantera.

Para el desarrollo de esta etapa son necesarias las siguientes actividades:

- Descapote y desmonte
- Cortes y excavaciones
- Estabilización de taludes
- Extracción de material de cantera para sub-base y afirmado
- Construcción de obras necesarias
- Construcción de botaderos
- Movilización de maquinarias y equipos

Construcción de la Locación

Esta etapa consiste en la adecuación de una superficie plana para la ubicación de los diferentes equipos necesarios para la realización de la prueba sísmica, tales como vehículos, geófonos, cableado, campamento para el personal, este último es provisorio puesto que después de realizar los disparos en un área determinada, se debe recoger todo rápidamente, para trasladarse a la próxima locación para repetir el procedimiento.

Las actividades que mayor grado de incidencia pueden ejercer sobre el entorno son:

- Remoción de suelo (descapote) y cobertura vegetal (desmonte)
- Excavaciones y construcción de taludes y bermas
- Explanación, rellenos y terraplenes

- Disposición de sobrantes
- Construcción del campamento
- Movilización de maquinaria.
- Montaje de equipos

Desarrollo del proceso

Para la realización de la sismología se debe contar con un grupo interdisciplinario de profesionales, que debe incluir como mínimo un jefe de grupo, el cual está totalmente encargado de la cuadrilla; un geólogo o geofísico el cual decide donde se hará el disparo, donde se ubican las piezas del equipo y el tipo de patrón o cuadrícula a seguir; peritos los cuales marcan las locaciones del pozo de disparo y los geófonos dentro del patrón deseado, el cual es frecuentemente una estrella u otra configuración geométrica; un grupo de perforadores, los cuales perforan los hoyos de disparo; dos cargadores, los cuales colocan las cargas explosivas; un disparador el cual está encargado de conectar las cargas y las disparan por orden del geólogo; y finalmente, los ayudantes de jarras que halan los cables del camión de cable , los acomodan en patrones deseados y conectan los geófonos.

Las actividades que se realizaran en esta etapa son las siguientes:

- Ubicación de equipos
- Perforación de los hoyos de disparo
- Colocación y detonación de las cargas explosivas

Desmantelamiento y Restauración

Esta etapa tiene como meta la restauración de las áreas afectadas, que incluye la recuperación ambiental y paisajista del sitio.

Las actividades que se realizaran en esta etapa son las siguientes:

- Levantamiento de las instalaciones
- Retiro de equipos y materiales
- Remoción de desechos y escombros
- Aplicación de controles de erosión

2.1.2. Sismología no Explosiva

Durante los últimos años el uso de explosivos poderosos por las cuadrillas con base en tierra, ha disminuido considerablemente. Aunque algunas condiciones de tierra y superficie del suelo todavía requieren de dinamita para obtener información precisa, hoy en día mucha información es acumulada mediante el uso de máquinas de vibración o de descenso de peso (VIBROSEIS); el cual es un método que sustituye vibraciones u ondas por las causadas por una explosión. ^[3]

El equipo es especialmente diseñado y construido dentro de vehículos de rodamiento el cual hace contacto con la tierra y crea ondas de choque bien sea al arrojar un gran peso o por el uso de un dispositivo de vibración para la creación de ondas. Estas penetran la superficie tocando las formaciones bajo tierra y son reflejadas nuevamente al sismógrafo exactamente en la misma forma que las ondas generadas por la explosión.

2.1.3. Perforación Exploratoria

La perforación exploratoria es la que se realiza en una zona cuyo potencial productor es desconocido y su principal objetivo es el de determinar la existencia de hidrocarburos en la secuencia litoestratigráfica en estudio.

El proyecto de perforación exploratoria se lleva a cabo en varias etapas, cada una de las cuales consta de varias actividades que van a generar impactos sobre el medio físico, biótico y socioeconómico.

2.1.3.1. Etapas del Proyecto

Las etapas que se desarrollan para un proyecto de perforación exploratoria son:

- Planeación
- Construcción y adecuación de la vía de acceso
- Construcción de la locación
- Desarrollo de la perforación
- Desmantelamiento y restauración del área afectada.

Planeación

Durante esta etapa se busca confrontar sobre el terreno las condiciones del entorno con el sitio ideal establecido por los resultados de la exploración sísmica.^[4]

Para el desarrollo de esta etapa se deben incluir las siguientes actividades:

- Recopilación y análisis de información
- Información a la comunidad
- Ubicación física de los pozos
- Adquisición de predios (vía de acceso y locación)

Para seleccionar la mejor alternativa de ubicación de los pozos se debe contar con un grupo interdisciplinario de profesionales, que debe incluir como mínimo un

coordinador de grupo, un geólogo, un ingeniero ambiental, un ingeniero civil, un profesional del área social, y un abogado experto en negociación de tierras y servidumbres. Este grupo califica las alternativas de acuerdo con la información sísmica y ambiental existente, y de esta manera escogerá la alternativa de menor afectación al entorno y riesgo para el proyecto.

Construcción y Adecuación de la Vía de Acceso

Esta etapa consiste en construir y/o adecuar una vía de acceso que permita el paso de vehículos y personal hacia la locación, tratando de minimizar el impacto ambiental.

La construcción de la vía consiste en descapotar el material orgánico del derecho de vía y disponer de él; realizar los cortes o excavaciones necesarias, recebar y afirmar con material de arrastre y/o de cantera; construir las obras necesarias en la vía, tales como drenajes, alcantarillas, cruces por quebradas, cunetas, para controlar los procesos erosivos producidos por la remoción de cobertura vegetal y el agua de escorrentía sobre la banca.

Para el desarrollo de esta etapa son necesarias las siguientes actividades:

- Descapote y desmonte
- Cortes y excavaciones
- Estabilización de taludes
- Extracción de material de cantera para sub -base y afirmado
- Construcción de obras necesarias
- Construcción de botaderos
- Movilización de maquinarias y equipos

Construcción de la Locación

Esta etapa consiste en la adecuación de una superficie plana para la ubicación del taladro de perforación, los dormitorios, casino, talleres, oficinas, plataforma y demás equipos necesarios para la perforación.

Para la construcción de la explanación se requiere remover la capa vegetal, corte y relleno de gran cantidad de tierra, adecuar la localización de cunetas, drenajes, muros de contención para estabilizar taludes; también adecuar un pozo séptico, campo de infiltración, hueco de basuras, construir piscinas de lodos y el contrapozo.^[4]

Se instalará un campamento con todas las comodidades y servicios básicos necesarios para albergar el personal involucrado en la operación.

Las actividades que mayor grado de incidencia pueden ejercer sobre el entorno son:

- Remoción de suelo (descapote) y cobertura vegetal (desmonte)
- Excavaciones y construcción de taludes y bermas
- Explanación, rellenos y terraplenes
- Disposición de sobrantes
- Construcción del campamento, piscinas, campo de infiltración y pozo séptico
- Movilización y montaje de equipos y maquinaria.

Desarrollo de la Perforación

El proceso de perforación exploratoria de un pozo tiene como finalidad determinar la existencia o no de hidrocarburos en cantidades comerciales, en un área identificada por medio de sísmica o por correlaciones con otros pozos cercanos,

para ello se taladrará un hueco con el sistema de perforación rotatoria, en varias etapas, a determinada profundidad. Se utilizarán brocas que al rotar por medio de una sarta de tubería corten los estratos y un fluido (lodo de perforación), que pasa a través de ellas y transporta los cortes a superficie. A medida que se profundiza el hueco se reviste con tubería de acero (casing) y se soporta con cemento alrededor.

Cuando se alcanza la zona de interés se realiza el perfilado del pozo, actividad que consiste en la toma de registros eléctricos, sínicos o radioactivos para determinar el tipo de roca y fluidos que finalmente determinan las características del yacimiento.

La prueba de producción consiste en determinar la productividad del pozo de tal forma que se evalúen los horizontes productores, la potencialidad del yacimiento y las propiedades de los fluidos encontrados, para ello se acondiciona el pozo ya revestido, con base en los registros, se baja una sarta de cañoneo con la que se abren pequeños orificios al revestimiento y al cemento para que la formación prospectada como productora quede en contacto con la superficie, se deja fluir midiendo la producción de líquido y gas, los cuales posteriormente son conducidos a un quemadero alejado del maquinaria y equipos para su incineración.^[3]

Esta fase de la perforación exploratoria, es la más crítica en razón del volumen, toxicidad y diversidad de los elementos contaminantes que pueden llegar al ambiente en el área de influencia de la locación.

En el desarrollo de esta etapa se ejecutan las siguientes actividades:

- Perforación
- Disposición de cortes de perforación
- Residuos sólidos (empaques, bolsas, maderas)

- Residuos líquidos (agua, aceite, productos químicos)
- Prueba de producción
- Generación de volúmenes de crudo y/o gas
- Generación de emisiones atmosféricas por la incineración del crudo y del gas
- Abandono del campamento o instalación de infraestructura de producción

Desmantelamiento y Restauración

Esta etapa tiene como meta la restauración de las áreas afectadas, que incluye la recuperación ambiental y paisajista del sitio. Incluye no solo las acciones de recuperación, sino también el seguimiento de su eficacia en el tiempo, lo que implica la visita periódica al sitio de perforación, todas las veces que sea necesario, hasta el momento en que se pueda garantizar la plena recuperación del área.

Debe comenzar a ejecutarse con la realización de las obras civiles de la vía de acceso y continuarse hasta lograr estabilizar las áreas intervenidas.

Si el pozo es productor se procederá a instalar el equipo de producción de superficie y enmallar el contrapozo en un radio de quince metros, recuperándose el resto del área afectada y en caso de que no lo sea, se procederá a colocar un tapón de cemento y a cubrir el pozo en la superficie dejando una placa, recuperándose toda el área afectada. ^[4]

Las actividades que se realizarán en esta etapa son las siguientes:

- Levantamiento de las instalaciones
- Abandono y cierre de piscinas
- Retiro de equipos y materiales

- Remoción de desechos y escombros
- Recubrimiento del área de la plataforma con el material de descapote almacenado
- Inactivación de residuos
- Aplicación de controles de erosión
- Nivelación y revegetalización

2.2. PERFORACIÓN DE POZOS DE DESARROLLO

Una vez se hayan realizado los estudios geológicos y geofísicos y habiendo establecido las posibles trampas o estructuras favorables para el almacenamiento de hidrocarburos se toma la decisión del sitio donde perforar el pozo.

Las compañías operadoras poseen ingenieros de perforación quienes tienen a su cargo establecer los objetivos geológicos y cumplir esos objetivos con un costo mínimo. En orden de función en esta capacidad el ingeniero de perforación debe estar íntimamente familiarizado con las prácticas de perforación en el área de interés inmediato; sin embargo la familiaridad con estas prácticas no es suficiente.

Además es necesario para el ingeniero, desarrollar una experiencia en todas las fases de la perforación que puedan mejorar la operación disminuyendo costos.

Si el pozo a perforar se encuentra dentro de un yacimiento ya plenamente identificado y cerca de un pozo en perforación, este se llamará pozo de desarrollo y su objetivo es el de aumentar la producción del yacimiento.^[3]

2.2.2. Etapas del Proyecto

Las etapas que se desarrollan para un proyecto de perforación son:

- Planeación
- Construcción y adecuación de la vía de acceso
- Construcción de la locación
- Construcción de una bodega y adecuación de áreas para los equipos
- Perforación y completamiento
- Desmantelamiento y restauración del área afectada.

Planeación

El primer paso para planear la perforación de un pozo es la recopilación de todos los datos posibles relacionados con pozos perforados antes, cerca de la zona de interés. Respecto a lo anterior es importante una familiarización completa con todas las fuentes de información y su evaluación.

El ingeniero encargado de la operación debe realizar un bosquejo general sobre los objetivos del trabajo teniendo en cuenta una gran cantidad de factores entre los que se pueden enumerar los siguientes:

- Determinar la naturaleza de la estructura a utilizar
- Determinar si el acceso al lugar de operaciones está plenamente determinado o si por el contrario hay necesidad de construir carreteras que permitan el transporte tanto de equipos como de personal.
- Establecer la existencia de agua necesaria en cercanías de las locaciones de interés tanto para operaciones industriales como para el consumo humano.

En ocasiones hay necesidad de perforar pozos de agua antes de empezar las operaciones de perforación de pozos de petróleo, así mismo es importante disponer de bombas capaces de conducir agua cuando las

locaciones están retiradas de las fuentes abastecedoras (ríos, lagunas, quebradas, etc.).

- Clase y costos de combustibles que se van a utilizar durante las operaciones de acuerdo a la disponibilidad de maquinaria.
- Medios de comunicación suficientes para evitar interrupciones en la continuidad de la operación.
- Construcción de piscinas de desechos.

Luego de haber elegido el sistema de perforación debe determinarse el tamaño óptimo de la subestructura, para esto se debe tener en cuenta varios factores tales como: profundidad total programada, programa de revestimiento, tamaños de broca, tipo de formaciones a perforar, etc.

Para el desarrollo de esta etapa se deben incluir las siguientes actividades:

- Recopilación y análisis de información
- Información a la comunidad
- Ubicación física de los pozos
- Adquisición de predios (vía de acceso y locación)

Construcción y Adecuación de la Vía de Acceso

Esta etapa consiste en construir y/o adecuar una vía de acceso que permita el paso de vehículos y personal hacia la locación, tratando de minimizar el impacto ambiental.

La construcción de la vía consiste en descapotar el material orgánico del derecho de vía y disponer de él; realizar los cortes o excavaciones necesarias, recebar y afirmar con material de arrastre y/o de cantera; construir las obras necesarias en

la vía, tales como drenajes, alcantarillas, cruces por quebradas, cunetas, para controlar los procesos erosivos producidos por la remoción de cobertura vegetal y el agua de escorrentía sobre la banca.

Para el desarrollo de esta etapa son necesarias las siguientes actividades:

- Descapote y desmonte
- Cortes y excavaciones
- Estabilización de taludes
- Extracción de material de cantera para sub-base y afirmado
- Construcción de obras necesarias
- Movilización de maquinarias y equipos

Construcción de la Locación

Esta etapa consiste en la adecuación de una superficie plana para la ubicación del taladro de perforación, los dormitorios, casino, talleres, oficinas, plataforma y demás equipos necesarios para la perforación.

Para la construcción de la explanación se requiere remover la capa vegetal, corte y relleno de gran cantidad de tierra, adecuar la localización de cunetas, drenajes, muros de contención para estabilizar taludes; también adecuar un pozo séptico, campo de infiltración, relleno sanitario, construir piscinas de lodos y el contrapozo. Se instalará un campamento con todas las comodidades y servicios básicos necesarios para albergar el personal involucrado en la operación.

Las actividades que mayor grado de incidencia pueden ejercer sobre el entorno son:

- Remoción de suelo (descapote) y cobertura vegetal (desmonte)
- Excavaciones y construcción de taludes y bermas
- Explanación, rellenos y terraplenes
- Disposición de sobrantes
- Construcción del campamento, piscinas, campo de infiltración y pozo séptico
- Movilización y montaje de equipos y maquinaria.

Construcción de una bodega y adecuación de áreas para los equipos

Esta etapa consiste en la adecuación de una superficie para el almacenamiento de algunos de los equipos necesarios para la perforación, que necesitan ser removidos o cambiados con cierta frecuencia y la adecuación de las áreas donde se montaran los equipos en uso. ^[3]

Perforación y Completamiento

Durante la perforación de un pozo se realiza el entubado del mismo con tuberías de protección, intermedias y/o de producción, y la posterior cementación de las mismas, acción denominada como completamiento.

En la perforación de un pozo se establecen cuatro operaciones fundamentales:

- Debe rotar la columna de perforación y la broca.
- La broca debe bajar a medida que avanza la perforación.
- Los ripios de roca cortados deben ser transportados hasta la superficie para permitir que la broca siga avanzando.
- Se introduce y cementa la tubería de revestimiento.

Para producir la rotación, el cuadrante va enroscado a la tubería de perforación y pasa a través de un buje que está alojado en la mesa rotatoria y tiene la misma forma que la del cuadrante. Al girar la mesa rotatoria (debido al movimiento rotacional originado por los motores mediante una transmisión), gira el buje, el cuadrante, la sarta de perforación y la broca.

El centro de control del equipo se encuentra en el tambor del malacate. El tambor gira en su eje horizontal desenrollando el cable el cual pasa por la corona y la polea viajera el cual junto con la unión giratoria y el cuadrante descienden, permitiendo a la columna de perforación y la broca bajar lentamente. A medida que la broca baja rotando, va produciendo ripio de la roca cortada el cual debe ser transportado a superficie por medio del lodo de perforación. El lodo es bombeado pasando por la tubería parada, manguera, unión giratoria y desciende por el cuadrante, tubería de perforación, collares, llega a la broca saliendo en forma de chorro produciendo la limpieza del fondo. Ascende por el espacio anular hasta superficie transportando los ripios, pasando por la rumba la cual los separa; luego pasa a los desarenadores cayendo finalmente a los tanques de decantación. ^[5]

En el desarrollo de esta etapa se ejecutan las siguientes actividades:

- Perforación
- Disposición de cortes de perforación
- Residuos sólidos (empaques, bolsas, maderas)
- Residuos líquidos (agua, aceite, productos químicos)
- Prueba de producción
- Generación de volúmenes de crudo y/o gas
- Generación de emisiones atmosféricas por la incineración del crudo y del gas
- Abandono del campamento o instalación de infraestructura de producción

El completamiento de un pozo se realiza instalando más de una sarta de entubado o tubería de revestimiento, debido a las diferentes funciones que cada una realiza. La selección de la tubería de revestimiento debe hacerse antes de que el equipo de perforación entre en el sitio. La razón es que el tamaño de la tubería de revestimiento gobierna el tamaño de las brocas.

Luego de esto, se debe cementar la tubería de revestimiento; la cementación de pozos petrolíferos es el proceso de mezclado y desplazamiento de lechada de cemento por medio de equipos especiales de mezclado, y bombearla a través del casing hacia puntos críticos del anular formado entre el pozo y el casing, o también pozo abierto en una sección preestablecida.

Para los trabajos de cementación se deben atender especialmente las características de los cementos, aditivos, ensayos, planificación del trabajo y la operación en sí de una cementación primaria, cementación de liners, cementación a presión o taponos de abandono.

También deberán tenerse en cuenta los equipos de bombeo, mezcladores, sistemas de transporte a granel, y varias herramientas y accesorios de fondo de pozo utilizados en las cementaciones.

Una vez montado el equipo de completamiento, se procede en primer lugar a la limpieza del pozo y al acondicionamiento del fluido, para luego, mediante los llamados "perfiles a pozo entubado", generalmente radiactivos y acústicos, precisar la posición de los estratos productivos, los que fueron ya identificados por los "perfiles a pozo abierto", como así también la posición de las cuplas de la tubería de entubación y por otra parte la continuidad y adherencia del cemento, tanto a la tubería como a la formación.^[6]

Para el desarrollo de esta etapa se deben incluir las siguientes actividades:

- Movilización de maquinarias y equipos
- Instalación de la tubería de revestimiento
- Cementación
- Instalación del cabezal del pozo

Una vez finalizadas las tareas de perforación y desmontado el equipo, se procede a la terminación y re-equipamiento del pozo que consiste en una serie de tareas que se llevan a cabo mediante el empleo de una unidad especial que permite el ensayo y posterior puesta en producción del mismo.

La prueba de producción consiste en determinar la productividad del pozo de tal forma que se evalúen los horizontes productores, la potencialidad del yacimiento y las propiedades de los fluidos encontrados, para ello se acondiciona el pozo ya revestido , con base en los registros, se baja una sarta de cañoneo con la que se abren pequeños orificios al revestimiento y al cemento para que la formación prospectada como productora quede en contacto con la superficie, se deja fluir midiendo la producción de líquido y gas, los cuales posteriormente son conducidos a un que madero alejado del maquinaria y equipos para su incineración.

Desmantelamiento y Restauración

Esta etapa tiene como meta la restauración de las áreas afectadas, que incluye la recuperación ambiental y paisajista del sitio. Incluye no solo las acciones de recuperación, sino también el seguimiento de su eficacia en el tiempo, lo que implica la visita periódica al sitio de perforación, todas las veces que sea necesario, hasta el momento en que se pueda garantizar la plena recuperación del área. Debe comenzar a ejecutarse con la realización de las obras civiles de la vía de acceso y continuarse hasta lograr estabilizar las áreas intervenidas.

Si el pozo es productor se procederá a instalar el equipo de producción de superficie y enmallar el contrapozo en un radio de quince metros, recuperándose el resto del área afectada y en caso de que no lo sea, se procederá a colocar un tapón de cemento y a cubrir el pozo en la superficie dejando una placa, recuperándose toda el área afectada.

Las actividades que se realizaran en esta etapa son las siguientes:

- Levantamiento de las instalaciones
- Retiro de equipos y materiales
- Remoción de desechos y escombros
- Recubrimiento del área de la plataforma con el material de descapote almacenado
- Inactivación de residuos
- Aplicación de controles de erosión
- Nivelación y revegetalización

2.3. PRODUCCIÓN

En la etapa de producción, los problemas en materia ambiental ocasionados por el desarrollo de la infraestructura necesaria, son muy similares a los generados en la etapa de perforación, teniendo en cuenta que mientras la duración de la etapa de perforación es temporal, la duración de la etapa de producción es mucho más extensa o permanente, de acuerdo a la vida productiva del campo.

Es importante aclarar que gran parte de la logística e infraestructura que se realiza en la etapa de perforación puede ser de gran uso en esta etapa, como por ejemplo la adecuación de las vías de acceso.^[3]

Etapas Del Proyecto

Las etapas que se desarrollan para un proyecto de producción son:

- Planeación
- Construcción de la locación (Instalación de equipos y realización de obras necesarias)
- Producción de hidrocarburos

Planeación

El primer paso para planear la producción en un pozo es la recopilación de todos los datos posibles relacionados: pruebas de pozo, potencial, presión en fondo, pruebas de productividad, determinación del nivel del fluido, medidas de temperatura, tipos de sistemas de levantamiento a utilizar (cuando sea necesario). El ingeniero encargado de la operación debe realizar un bosquejo general sobre los objetivos del trabajo teniendo en cuenta una gran cantidad de factores entre los que se pueden enumerar los siguientes:

- Determinar el tipo de fluido que sale del yacimiento.
- Determinar el tipo de tratamiento que se le debe dar al fluido.
- Determinar el diseño y construcción de los equipos y tanques a utilizar.
- Clase y costos de combustibles que se van a utilizar durante las operaciones de acuerdo a la disponibilidad de maquinaria.

Construcción de la Locación (Instalación de equipos y obras necesarias)

Equipos de Almacenamiento de Combustibles y Productos Químicos: Con el fin de evitar la contaminación, el almacenamiento de combustibles y los depósitos de

productos químicos deberán construirse en espacios confinados con las debidas previsiones para contener cualquier derrame y facilitar la limpieza.

Esta etapa consiste en la adecuación de una superficie plana para la ubicación de separadores, tanques de almacenamiento, tanques de tratamiento, piscinas y demás equipos necesarios para la producción.

Para la construcción de la explanación se requiere remover la capa vegetal, corte y relleno de gran cantidad de tierra, adecuar la localización de cunetas, drenajes, y muros de contención para estabilizar taludes. ^[7]

Las actividades que mayor grado de incidencia pueden ejercer sobre el entorno son:

- Remoción de suelo (descapote) y cobertura vegetal (desmonte)
- Excavaciones y construcción de taludes y bermas
- Explanación, rellenos y terraplenes
- Disposición de sobrantes
- Construcción de obras necesarias
- Movilización de maquinarias y equipos
- Montaje de equipos.

Estación de Recolección y Tratamiento de Crudo y Gas: La finalidad principal de la estación de recolección es almacenar la producción proveniente del pozo separada en sus diferentes fases (crudo, gas y agua), para su posterior tratamiento. Puesto que la separación mencionada anteriormente no es cien por cien efectiva, se requiere de plantas de tratamiento para cada una de las fases con el fin de optimizar su separación.

El crudo es sometido a un tratamiento electrostático donde más agua es separada del aceite, posteriormente es enviado a tanques de almacenamiento.

El gas es recolectado para su tratamiento y posterior envío a refinería y/o consumo.

En el caso del agua producida esta debe ir a la planta de tratamiento de aguas producidas para su posterior disposición (inyección ó vertimiento).^[7]

Dicha estación está compuesta por las siguientes unidades ó equipos:

- Serpentina: juego de válvulas a donde llegan las líneas de flujo de los pozos.
- Separador general trifásico: este es el encargado de separar el agua, gas y crudo.
- Separadores de prueba trifásicos este tipo de separadores tienen la misma finalidad del general, pero para cada pozo en su medida.
- Tanques de almacenamiento de crudo.
- Bombas de transferencia.
- Tanques de almacenamiento de agua producida.
- Tea (quemador de gas sobrante)
- Sistemas de tratamientos de aguas producidas: separadores API, piscinas de retención, piscinas de oxidación

Las actividades que mayor grado de incidencia pueden ejercer sobre el entorno son:

- Remoción de suelo (descapote) y cobertura vegetal (desmonte)
- Excavaciones y construcción de taludes y bermas
- Explanación, rellenos y terraplenes
- Disposición de sobrantes
- Construcción de obras necesarias
- Movilización de maquinarias y equipos
- Montaje de equipos

Planta de Tratamiento de Aguas Producidas: Debido a la optimización en la separación de las fases, el agua producida es tratada con el fin de eliminar el contenido de aceite y sólidos en suspensión. [7]

Dicha planta está compuesta por las siguientes unidades ó equipos:

- Tanque de almacenamiento en cemento enterrado
- Interceptor de placas corrugadas (CPI) (desnata, precipita y evacua sólidos)
- Celda de flotación (ICF) (evacuación de aceite y sólidos finos)
- Filtros
- Tanques de almacenamiento
- Bombas de inyección (para el caso de su inyección)

Obras de Infraestructura: Para el desarrollo del campo en la etapa productiva, gran parte de las obras realizadas durante la etapa de la perforación serán adecuadas de acuerdo a sus respectivos requerimientos.

Se deberán realizar obras civiles en las que se necesitan realizar grandes explanaciones, originando modificaciones bastante notorias en el terreno, dejando descubiertos taludes de cortes y generando en algunas ocasiones taludes de relleno con material que puede ser igualmente degradado por las aguas de escorrentía .

Las actividades que mayor grado de incidencia pueden ejercer sobre el entorno son:

- Remoción de suelo (descapote) y cobertura vegetal (desmonte)
- Excavaciones y construcción de taludes y bermas
- Explanación, rellenos y terraplenes
- Construcción de obras necesarias,
- Movilización de maquinarias y equipos

Producción de Hidrocarburos

Después de localizar una formación productora, cuando se tiene éxito, el siguiente paso es determinar como traer ese valioso fluido a la superficie. Existen varios métodos disponibles, y aquel que sea seleccionado deberá tomar en cuenta la profundidad y el tipo de formación, la relación gas – petróleo, la viscosidad del petróleo crudo, y el aspecto económico del proyecto entero. Una vez que el pozo haya sido terminado con la tubería de revestimiento colocada, cementado, cañoneado, y estimulado, si es necesario, está listo para ser equipado para la producción.^[3]

Las actividades que mayor grado de incidencia pueden ejercer sobre el entorno son:

- Operación de cabeza de pozo
- Mantenimiento de Pozos
- Transporte de fluidos de Producción
- Tratamiento de Fluidos
- Almacenamiento

3. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Uno de los aspectos más importantes a desarrollar para la obtención de Licencias Ambientales es el relacionado con la identificación y descripción de los impactos ambientales, en el cual se identificarán, describirán y evaluarán los impactos ambientales tanto positivos como negativos que se ocasionarán en las distintas etapas del proyecto. La evaluación requiere demostrar que el proyecto cumple con la legislación y normativas ambientales vigentes, para esto el presente trabajo detalla una metodología simple que abarca los principales aspectos ambientales de evaluación.

3.1. IMPACTO AMBIENTAL

Se considera impacto ambiental a cualquier alteración de propiedades físicas, químicas, y biológicas del medio ambiente, incluyéndose en éste al medio ambiente urbano, causado por cualquier forma de materia o energía como resultado de las actividades humanas que directa o indirectamente afecten:^[1]

- La salud, la seguridad y la calidad de vida de la población.
- Las actividades sociales y económicas.
- La fauna y flora.
- Las condiciones estéticas, culturales o sanitarias del medio ambiente.
- La configuración, calidad y diversidad de los Recursos Naturales.

Los aspectos ambientales que se tocan en las actividades que se realizan en las diferentes áreas de operación son semejantes. En consecuencia, los impactos

ambientales de los procesos de exploración, perforación y producción son similares.

Exploración

Los impactos ambientales más significativos en esta fase se relacionan con la apertura de trochas, deforestación y descapote de múltiples pequeñas áreas de aproximadamente media hectárea, en territorios extensos, para permitir el aterrizaje de helicópteros. La erosión y la afectación de las corrientes de agua son frecuentes.

Otros impactos ambientales y sociales se pueden generar por la instalación de campamentos y la inmigración masiva. El 37% de las áreas donde se ha hecho exploración en Colombia corresponde a bosques primarios.

En la fase de perforación de pozos exploratorios, se descapotan aproximadamente de 2 a 5 hectáreas en cada uno de los sitios de un pozo, y se alteran entre 10 a 15 hectáreas como consecuencia de la tala de árboles que se utilizan en las plataformas de operación. ^[8]

Perforación

En Colombia se descapotan entre 3 y 7.2 hectáreas en el sitio donde se desarrolla la perforación. Además, se construyen vías de acceso, piscinas para el depósito de materiales residuales de hidrocarburos, campamentos, etc. Esto genera problemas de deforestación, afectación de recursos biológicos, erosión y de deterioro de los recursos hídricos. Los lodos que se utilizan para hacer las perforaciones se almacenan en piscinas, no siempre recubiertas para evitar la contaminación del suelo y las aguas subterráneas. Cuando no se recubrían las

paredes de los pozos, se presentaban problemas de contaminación de aguas subterráneas con los fluidos de perforación y aguas salinas.

En la perforación de un pozo, se utilizan, en promedio, 1.94 L/s de agua (Asociación Colombiana del Petróleo, 1999). Un pozo emite, en promedio, 0.9 L/s de aguas residuales. Su concentración promedio de Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) es de 49 mg/L, y de Sólidos Suspendidos Totales (SST) es de 564.6 mg/L, La eficiencia promedio de remoción de DBO, SST y grasas y aceites de los sistemas de tratamiento de las aguas residuales provenientes de las actividades de perforación de pozos es del 37%, 27% y 36% respectivamente.

Producción

Los impactos ambientales de la producción se relacionan principalmente con el manejo de lodos de perforación, los residuos sólidos, y la “estimulación” de los pozos mediante acidificación y fracturamiento hidráulico. En cuanto a los lodos, la contaminación de aguas superficiales y subterráneas es el mayor riesgo.

En Colombia ha sido frecuente la generación de pasivos ambientales intergeneracionales asociados a los procesos de explotación. En cuanto a residuos sólidos, se tiene que la composición de esos residuos en un campo petrolero típico colombiano, tiene la siguiente constitución: 56% bolsas de papel de productos químicos, 19% filtros de aceite, 6% tela impregnada de crudo, 6% asbesto cemento, 5.6% espuma, 3.3% residuos de crudo, 1.2% residuos de centro medico. El resto son baterías, fibra de vidrio, pinturas, y otros.^[8]

Los métodos de “estimulación” pueden generar problemas de contaminación de acuíferos. Las aguas de producción pueden tener concentraciones muy altas de Cloro, Sodio, Azufre, metales pesados, fenoles, etc. Además, estas aguas pueden

presentarse a muy altas temperaturas. Estas constituyen un riesgo para la contaminación de las aguas y los suelos, y para la vida de los ecosistemas sobre los que ellas se vierten. La combustión de gas natural de los yacimientos petroleros produce emisiones de monóxido de carbono, óxido de nitrógeno y, dependiendo de la composición de gas, dióxido de azufre.

La construcción de campamentos e instalaciones generan los impactos ambientales típicos que se asocian al movimiento masivo de suelos, producción de aguas residuales y desechos. Hacia las zonas de explotación y alrededor de los campamentos e instalaciones, ha sido frecuente la inmigración y el aumento de la presión de colonización sobre los ecosistemas aledaños. Esto frecuentemente ha generado situaciones de violencia, inflación local, y diversos tipos de conflictos con comunidades nativas y grupos étnicos, entre otros.

3.2. EVALUACIÓN DE IMPACTO

Se entiende por Evaluación de Impacto Ambiental el conjunto de estudios y sistemas técnicos que permitan estimar los efectos que la ejecución de un determinado proyecto y/o la utilización de determinada tecnología causen sobre el medio ambiente y la calidad de vida. ^[1]

3.2.1. Metodología

Varios son los objetivos perseguidos con la estructuración y aplicación de la metodología que acá se presenta. Disponer de una mecánica ágil, confiable y comprensible para resolver estos tres pasos que en su orden secuencial es necesario dar:

- Identificación de los impactos esperados.
- Cuantificación y ponderación de ellos.
- Evaluación (caracterización).

Disponer de un “Balance Sintético” de los impactos esperados, como una de las etapas fundamentales del "Estudio Ecológico y Ambiental Previo” que el gobierno exige para otorgar la respectiva concesión de aguas y la licencia de construcción del proyecto.

Los alcances de esta metodología son los siguientes:

- Identificación, cuantificación y finalmente evaluación o caracterización de los impactos ambientales esperados por la construcción y operación del proyecto.
- Utilización de esta evaluación como punto de partida para la continuación y culminación de los estudios ambientales del proyecto, en los términos que lo establecen las disposiciones legales sobre la materia.
- Disponer de un documento de avance para ser puesto a disposición de las entidades que lo requieren.

La metodología empleada en la evaluación del impacto ambiental en este trabajo consiste de un compendio de matrices que identifican y evalúan el aspecto ambiental que tocan las actividades que se realizan en las diferentes etapas de los proyectos de exploración, perforación y producción (ver anexo 1).

La evaluación es dada teniendo en cuenta criterios tanto cualitativos como cuantitativos.

3.2.1.1. Criterios Cualitativos

Los criterios de evaluación cualitativos de los impactos ambientales tenidos en cuenta en esta metodología son:

Severidad

Mide el grado de afectación, representa la cuantía o el grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en que actúa, los rangos a utilizar se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Rangos de severidad

1 - 3	Baja	Afectación mínima
4 - 6	Media	Afectación media
7 - 9	Alta	Afectación alta
10	Total	Destrucción casi total del factor

Fuente: Autores

Reversibilidad

Posibilidad de regresar a las condiciones iniciales por medios naturales. Hace referencia al efecto en el que la alteración puede ser asimilada por entorno (de forma medible a corto, mediano o largo plazo) debido al funcionamiento de los procesos naturales; es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, los rangos a utilizar se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Rangos de reversibilidad

1 - 3	Corto plazo	Retorno a las condiciones iniciales en menos de 1 año.
4 - 6	Mediano plazo	Retorno a las condiciones iniciales en entre 1 y 5 años.
7 - 9	Largo Plazo	Retorno a las condiciones iniciales en entre 5 y 10 años.
10	Irreversible	Imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a las condiciones naturales, o hacerlo en un periodo mayor de 10 años.

Fuente: Autores

Probabilidad de Ocurrencia

Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, los rangos a utilizar se muestran en la tabla 3 .

Tabla 3. Rangos de probabilidad de ocurrencia

1 - 4	Raro	El efecto se manifiesta de forma impredecible.
5 - 7	Ocasional	El efecto se manifiesta de manera cíclica o recurrente.
8 - 10	Frecuente	El efecto se manifiesta constante en el tiempo.

Fuente: Autores

Duración

Refleja el tiempo que supuestamente permanecería el efecto desde su aparición, los rangos a utilizar se muestran en la tabla 4 .

Tabla 4. Rangos de duración

1 - 2	Fugaz	(< 1 mes)
3 - 5	Temporal	(de 1 a 6 meses)
6 - 9	Prolongado	(de 6 a 24 meses)
10	Permanente	(> 24 meses)

Fuente: Autores

3.2.1.2. Criterios Cuantitativos

La evaluación cuantitativa en esta metodología se da en la evaluación de los factores ambientales planteados, propios de cada recurso. Para aquellos que son

tomados de muestreos se deben tener los valores iniciales (antes del proyecto) y los valores finales (durante o después el proyecto).

Recurso Agua

- **Demanda Biológica de Oxígeno (DBO):** Es la cantidad de oxígeno que es requerido para la descomposición de la materia orgánica por los organismos unicelulares, bajo condiciones de prueba. Se utiliza para medir la cantidad de contaminación orgánica en el agua. Se mide en mg/L mediante análisis de muestras en el laboratorio.
- **Turbidez:** Es la medida de la no transparencia del agua debida a la presencia de materia orgánica suspendida. Si un líquido contiene sustancias sólidas no disueltas, la luz que atraviesa el líquido queda tanto absorbida como dispersa; por lo tanto para el ojo humano ya no parece claro, sino turbio. La indicación de los valores medidos se suele realizar en Unidades Neferométricas de Turbidez (NTU).^[9]

Tabla 5. Valores típicos de turbiedad para varios líquidos

Líquido	NTU
Agua desionizada	0.02
Agua de bebida	0.02 – 0.5
Agua de manantial	0.05 – 10
Agua residual (no tratada)	70 – 2000

Fuente: Catálogo Técnica de medición para laboratorio y medio ambiente 1999/2000, Editado Wissenschaftlich-Technische Werkstätten (WTW).

- **Conductividad:** La conductividad eléctrica es un parámetro acumulativo de la concentración de iones de una solución. Mientras mas sal, ácido o base tenga una solución, mas alta es su conductividad. Las unidades de la conductividad eléctrica son el micro Siemens (μS) por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$) (las unidades antiguas, eran los mhos/cm que son numéricamente equivalentes al S/cm).

Tabla 6. Valores de conductividad de algunas muestras típicas

Muestra (25 °C)	Conductividad, $\mu\text{S}/\text{cm}$
Agua ultrapura	0.05
Agua de alimentación a calderas	1 – 5
Agua potable	50 – 100
Agua de mar	53000

Fuente: Catálogo Técnica de medición para laboratorio y medio ambiente 1999/2000, Editado Wissenschaftlich-Technische Werkstätten (WTW).

- **Sólidos Totales (ST):** Es el peso de todos los sólidos presentes en el agua (sedimentables, suspendidos y disueltos) por unidad de volumen. Esto es usualmente determinado por evaporación. El peso total concierne tanto a materia suspendida y disuelta orgánica e inorgánica. Su medida se da en miligramos por volumen de muestra en litros (mg/L).
- **pH:** Es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculado por el número de iones de hidrógeno presente. Es medido en una escala desde 0 a 14, en la cual 7 significa que la sustancia es neutra. Valores de pH por debajo de 7 indica que la sustancia es ácida y valores por encima de 7 indican que la sustancia es básica.^[9]

Recurso Suelo

- **Materia Orgánica (MO):** La materia orgánica procede, fundamentalmente, de la vegetación que coloniza la roca madre. La descomposición de estos aportes forma el humus bruto. A estos restos orgánicos vegetales se añaden los procedentes de la descomposición de los aportes de la fauna, aunque en el porcentaje total de estos son de menor importancia. Su calificación será otorgada de acuerdo al porcentaje de área afectada en comparación con el área de incidencia (100%).
- **Erosión:** La erosión es una deformación o degradación gradual de la superficie terrestre causada por agentes físicos, como agua y viento, o por agentes químicos, en el caso de vertimientos, fumigaciones, etc. Su calificación será otorgada de acuerdo al porcentaje de área afectada en comparación con el área de incidencia (100%).
- **Pérdida de Capa Vegetal:** Se puede definir como la destrucción parcial o total de los ámbitos vegetales; puede definirse también como una perturbación, originada por los cambios en la constitución de la vegetación natural producidos por agentes destructores y engloba la deforestación, degradación y disturbio del suelo. Su calificación será otorgada de acuerdo al porcentaje de área afectada en comparación con el área de incidencia (100%).

Recurso Aire

- **Material Particulado:** es el único contaminante atmosférico que no tiene composición química definida tiene como componentes principales: polvo, hollín, plomo, sulfatos e hidrocarburos. Sus fuentes principales son las

calles de tierra, los vehículos, los procesos industriales y la calefacción de residencias. Aproximadamente un 40% del material particulado está constituido por partículas de tamaño inferior a 10 μm (que son las más peligrosas para la salud humana), las cuales en alrededor de un 71 % son emitidas por los motores diesel. Para su calificación se debe tomar el peso de todos los componentes contaminantes por el volumen de monitoreo (mg/m^3).

- Gases: La emisión de gases es el principal contaminante de la atmósfera; en la industria de los hidrocarburos, estos gases provienen de los diferentes procesos que se llevan a cabo. Los principales gases que son emitidos son monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2), óxidos de nitrógeno (NO_x), óxidos de azufre (SO_x), clorofluorocarbonos (CFC). Para su calificación se debe tomar el peso de todos los gases contaminantes por el volumen de monitoreo (mg/m^3).^[8]
- Ruido: El ruido es parte de la contaminación ambiental y afecta seriamente a la capacidad auditiva humana y animal, a la vez que ejerce una influencia negativa, propiciando otros trastornos del organismo. La intensidad de un sonido se mide en decibeles (dB).
La escala corre entre el mínimo sonido que el oído humano pueda detectar, que es denominado 0 dB, y más de 180 dB, el ruido de un cohete durante el lanzamiento, tabla 7.
- Hidrocarburos (HC): Representan la gran mayoría de los compuestos orgánicos volátiles comunes en los efluentes gaseosos correspondientes a las actividades de la industria. Para su calificación se debe tomar el peso de todos los compuestos hidrocarburos por el volumen de monitoreo (mg/m^3).

Tabla 7. Niveles de los sonidos.

Nivel aproximado (dB)	Ejemplo
0	Sonido más tenue que percibe el oído humano
30	Chistido, Biblioteca silenciosa
60	Conversación normal, máquina de cocer, máquina de escribir
90	Cortadora de pasto, herramientas pesadas, tráfico pesado; 8 horas al día es la máxima exposición tolerable(para el 90% de la gente)
100	Motosierra, Martillo neumático; 2 horas por día es la máxima exposición tolerable sin protección
115	Sandblasting, Concierto de rock pesado, bocina de auto; 15 minutos por día es la máxima exposición tolerable sin protección
140	Explosión, Motor de jet; El ruido causa dolor y aún una breve exposición lesiona a oídos no protegidos. Máximo ruido permitido con protectores acústicos.

Fuente: Instituto de Otorrinolaringología de Santa fe (Argentina), Ruido, oídos y protección auditiva, <http://www.icop.com.ar/iorlsf/proteccion.html>, 2005.

Recurso Fauna Y Flora

- Árboles: En la actividad petrolera, se debe realizar la tala de los árboles que se encuentren sobre el área de interés. Su calificación será otorgada de acuerdo a la relación entre el número de árboles talados y la cantidad de árboles que existían en el área de incidencia.
- Arbustos: Son plantas perennes leñosas cuya altura en la madurez está generalmente comprendida entre 0,5 y 3 metros y que no tienen una copa definida. Los límites de altura de los árboles y arbustos deben ser interpretados *con* flexibilidad, especialmente en lo referente a la altura mínima de los árboles y a la altura máxima de los arbustos, que pueden variar aproximadamente entre 3 y 5 metros. ^[10] Su calificación será

otorgada de acuerdo a la relación entre el número de arbustos removidos y la cantidad que existían en el área de incidencia.

- **Contaminación Visual:** La contaminación visual es el cambio o desequilibrio del paisaje, ya sea natural o artificial, que afecta las condiciones de vida y las funciones vitales de los seres vivos. Su calificación será otorgada de acuerdo al porcentaje de área afectada en comparación con el área de incidencia (100%).
- **Animales:** Son el conjunto de vertebrados e invertebrados terrestres y acuáticos que viven libremente en el hábitat que se encuentra en el área de interés. Estos son desplazados, capturados, y muertos debido a las operaciones realizadas en la industria del petróleo. Su calificación será otorgada de acuerdo al porcentaje que representa el número de animales que quedan en comparación con la cantidad de animales que existían en el área de incidencia (conteo biológico).

Medio Socio-Económico y Cultural

- **Población:** Se denomina población a la cantidad de habitantes que viven por kilómetro cuadrado en determinado lugar. Su calificación será otorgada de acuerdo al cambio en población por unidad de área (Hab/Km²).
- **Salud:** La salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social, no sólo la ausencia de enfermedad o dolencia. Para su calificación se deben realizar estudios previos de índices de enfermedades y enfermedades más comunes presentes en la zona y compararlo con un nuevo estudio después de la realización de la obra. En el caso de ser un estudio requisito para pedir una licencia se debe tomar el dato de alguna obra similar que se haya realizado en una población similar.
- **Cultura:** Es todo aquello que hace a la forma de vida de un pueblo, comunidad o grupo: usos, costumbres, tradiciones, manera de comunicarse

y todo lo que hace a la identidad de ese grupo. Su calificación se tendrá en cuenta cuando se sufran cambios culturales muy marcados, como es el caso de las poblaciones indígenas.

Tabla 8. Cambios culturales.

Escala de cambio	Descripción
1 – 4	Cambios nulos o ligeros
5 – 7	Adaptación a la nueva cultura
8 – 10	Desplazamiento total

Fuente: Autores

- **Economía:** Es el conjunto de actividades de una sociedad con objeto de producir bienes y servicios, y distribuirlos para su consumo. Para su evaluación se tiene en cuenta las variaciones de la actividad económica (Tabla 9) y desempleo, este último teniendo en cuenta los datos de desempleo antes de realizar la actividad y los datos cuando se este realizando la actividad.

Tabla 9. Cambios en la actividad económica.

Escala de cambio	Descripción
1 – 4	Cambios nulos o ligeros
5 – 7	Cambio intermedio
8 – 10	Cambio total de la actividad

Fuente: Autores

Esta evaluación de factores ambientales se realiza con el método matricial de Leopold, método en el cual las celdas son divididas transversalmente en dos para

calificar la magnitud e importancia del impacto o aspecto ambiental que genera cada actividad. Si bien la calificación de importancia sigue siendo cualitativa (a pesar de ser representado con un valor de 1 a 10) la magnitud si es calificada de forma cuantitativa necesitando entonces la introducción de valores iniciales y finales para aquellos criterios que manejan unidades.

$$\frac{|\text{Dato final} - \text{Dato inicial}|}{\text{Dato inicial}} \times 100\%$$

Los datos iniciales son tomados de la línea base, proveniente de un estudio ecológico previo a la actividad. Los datos finales en el caso de que la evaluación de impacto sea previa a la obra son tomados de predicciones y estimaciones hechas basándose en datos históricos de obras similares anteriores, de ser posible, en zonas o ecosistemas similares. En el caso de ser realizado el estudio durante la obra los datos finales deben ser provenientes de una toma y análisis de muestras.

Un segundo grupo de matrices planteadas se da en torno a buscar la cuantificación de cada impacto ambiental identificado por medio de una calificación ecológica (ver anexo 2).

Calificación Ecológica (Ce)

En virtud de lo establecido este índice califica las consecuencias del Impacto Ambiental sobre la calidad físico-biótica del medio ambiente, expresado por la suma ponderada de los siguientes factores o criterios característicos: clase, presencia, duración, desarrollo y magnitud relativa, como elementos que con su interacción determinan la calificación ecológica de los impactos, independientemente del grado de mitigabilidad del mismo.

Clase (CI): Define el sentido del impacto ambiental producido por una acción del proyecto. El sentido puede ser: Benéfico (+) o Perjudicial (-).

Presencia (Pr): califica la certeza o probabilidad de que el impacto pueda presentarse. Se proponen 4 rangos:

Tabla 10. Rangos de Presencia.

1	Cierto
0,7 - 1,0	Muy probable
0,3 - 0,7	Probable
0 - 0,3	Poco probable

Fuente: ARBOLEDA, J., Una Propuesta Metodológica para la Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales, Empresas Públicas de Medellín, 1989.

Desarrollo (De): Califica la velocidad del proceso de desarrollo que se inicia y manifiesta hasta que se hace presente plenamente con todas sus consecuencias y se mide en términos de la relación entre la magnitud máxima alcanzada por el impacto y la variable tiempo. Se proponen 5 rangos con las siguientes calificaciones:

Tabla 11. Rangos de desarrollo .

0,8 - 1	Muy rápido	< 1 mes
0,6 - 0,8	Rápido	1 mes - 6 meses
0,4 - 0,6	Medio	6 meses - 12 meses
0,2 - 0,4	Lento	12 meses - 24 meses
0 - 0,2	Muy lento	> 24 meses

Fuente: ARBOLEDA, J., Una Propuesta Metodológica para la Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales, Empresas Públicas de Medellín, 1989.

Duración (Du): Califica el periodo de existencia del impacto y sus consecuencias desde que se manifiesta, independientemente de toda acción de mitigación. Se definen 5 rangos y las siguientes calificaciones:^[11]

Tabla 12. Rangos de duración.

10	Muy larga	> 10 años
7 - 10	Larga	7 años - 10 años
4 - 7	Media	4 años - 7 años
1 - 4	Corta	1 año - 4 años
0 - 1	Muy corta	< 1 año

Fuente: ARBOLEDA, J., Una Propuesta Metodológica para la Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales, Empresas Públicas de Medellín, 1989.

Magnitud Relativa (Mr): Califica la dimensión o tamaño del cambio ambiental directo o indirecto producido sobre un determinado recurso o elemento del ambiente, o sobre un bien o un servicio de la comunidad. La magnitud relativa o nivel de afectación del impacto se puede calcular de dos maneras:

- Comparando el valor afectado o impactado con otro valor que exprese la situación existente antes de producirse el cambio o con el valor del mismo componente para toda la zona de influencia.

$$\frac{|\text{Dato final} - \text{Dato inicial}|}{\text{Dato inicial}} \times 100\%$$

- Utilizando las funciones de calidad, por medio de las cuales se puede calificar el ambiente resultante entre dos rangos que expresan la mínima

(0) y la optima (1) calidad. Estas funciones ya están construidas para diferentes variables ambientales pero es necesario construirlas para otras.^[11]

Tabla 13. Rangos de la Magnitud.

8 - 10	Muy alta	80 – 100%
6 - 8	Alta	60 – 80%
4 - 6	Media	40 – 60%
2 - 4	Baja	20 – 40%
0 - 2	Muy baja	0 – 20%

Fuente: ARBOLEDA, J., Una Propuesta Metodológica para la Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales, Empresas Públicas de Medellín, 1989.

Cuando la dimensión del impacto sea indeterminada o inmensurable, se le debe dar una calificación cualitativa que indique la magnitud relativa del impacto.

Obtención de la Calificación Ecológica

Como ya se mencionó la calificación ecológica es la expresión numérica de la interacción o acción conjugada de los criterios o factores que caracterizan o afectan los impactos ambientales.

La forma como se agrupan o combinan estos factores se pueden obtener de varias maneras, las cuales dependen fundamentalmente de la base de información de que se disponga.

El método seguido para encontrar una expresión que agrupara los criterios de evolución, correspondió a un método completamente analítico que permitió obtener las relaciones o dependencias entre las distintas variables involucradas. Este análisis fue realizado por parte de un grupo de profesionales de diferentes disciplinas, que obtuvo una expresión de la calificación ecológica (Ce) aplicable a la Evaluación de Impacto Ambiental, pero que puede ser refinada o mejorada de acuerdo con los resultados que se obtengan de esta primera aplicación.

Se parte del principio de que la calificación ecológica es una función directa de la Presencia o probabilidad, la Duración, el Desarrollo y la Magnitud, tal como fueron definidas con anterioridad o lo que es igual:

$$Ce \propto f (Pr, De, Mr, Du)$$

A su vez, como se explicó en la definición de desarrollo, la Magnitud de impacto depende del valor de esa variable. Así mismo tampoco existe ninguna relación entre estos dos criterios y la duración del impacto. Sin embargo, una mayor duración en el impacto incrementa su calificación, aplicando todos estos criterios a la expresión anterior, se obtiene que:

$$Ce \propto f (DeMr + Du)$$

Adicionalmente, y de acuerdo con experiencia en evaluaciones anteriores, se han encontrado impactos cuya probabilidad (presencia) no es completamente cierta, pero que deben ser tenidos en cuenta por los riesgos asociados con su presencia, por tal razón la magnitud de la probabilidad afecta la calificación ecológica del impacto respectivo, de donde:

$$Ce \propto f [Pr(DeMr + Du)]$$

De un análisis individual de las variables incluidas en la expresión anterior, se concluyó que existen diferencias en la importancia relativa de cada una de ellas, por lo que fue necesario involucrar un factor de ponderación que explicara estas diferencias, obteniéndose finalmente la siguiente ecuación:

$$Ce = Pr (a \times De \times Mr + b \times Du)$$

Donde a (0.7) y b (0.3) son los factores de ponderación obtenidos subjetivamente por el grupo de trabajo que planteo esta expresión.

La calificación ecológica será positiva para los impactos benéficos y negativa para los perjudiciales.

De acuerdo con las calificaciones asignadas individualmente a las variables involucradas, el valor absoluto de Ce será mayor que cero y menor o igual que 10.

De acuerdo con los resultados la Ce, se jerarquiza en cinco rangos así:

Tabla 14. Rangos de calificación ecológica.

8 - 10	Muy alta
6 - 8	Alta
4 - 6	Media
2 - 4	Baja
0 - 2	Muy baja

Fuente: ARBOLEDA, J., Una Propuesta Metodológica para la Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales, Empresas Públicas de Medellín, 1989.

3.3. SISTEMATIZACIÓN DEL MÉTODO

Con el fin de simplificar la labor de evaluación de impacto, se desarrolló un software que sistematiza el llenado de las matrices de evaluación.

El software fue desarrollado con un ambiente amable al usuario utilizando menús de selección múltiple hechos en Macromedia Flash MX. El cuerpo del programa fue realizado completamente en Microsoft Office Excel con el fin de que el usuario pueda copiar y manipular los formatos a su conveniencia. Para la introducción de datos se diseñó un formato (Tabla 15) que está enlazado con las matrices que automáticamente se van completando al llenar las tablas de datos.

Tabla 15. Formato de entrada de datos.

ACTIVIDAD			
Aspecto Ambiental			
SEVERIDAD (1-10)		REVERSIBILIDAD (años)	
DURACIÓN (meses)		PROB. DE OCURRENCIA (1-10)	

Parametro a evaluar (unidades)	Magnitud		Importancia
	Inicial		Calificación (1-10): _____ Justificación:
Final			
Inicial		Calificación (1-10): _____ Justificación:	
Final			
Inicial		Calificación (1-10): _____ Justificación:	
Final			
Inicial		Calificación (1-10): _____ Justificación:	
Final			

Fuente: Autores

El software es de fácil manejo y presenta comentarios en pantalla que facilitan el entendimiento de los rangos de las variables a calificar. Cabe resaltar que se debe tener un conocimiento básico sobre los aspectos ambientales, los parámetros a evaluar y los rangos de calificación utilizados; La información básica necesaria se encuentra registrada en este capítulo .

3.4. EJEMPLO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Para un mejor entendimiento del método y el software se realizó el siguiente ejemplo de evaluación de impacto ambiental para el recurso aire en el proceso de perforación de pozos de desarrollo. Los datos utilizados para la línea base y durante la realización de las diferentes actividades no reales, dado que es difícil contar con información verídica dadas las políticas de confidencialidad de las empresas, por lo tanto este ejemplo es solo una forma de aplicar esta metodología de evaluación y de informar al lector como es la forma de introducir los datos y el llenado de las matrices.

ÁREA DE PERFORACIÓN - RECURSO AFECTADO AIRE

IMPACTO AMBIENTAL: Contaminación atmosférica por emisiones, material
Particulado y ruido

Descapote y desmante			
SEVERIDAD (1-10)	4	REVERSIBILIDAD (años)	1
DURACIÓN (meses)	1	PROB. DE OCURRENCIA (1-10)	7

	Magnitud		Importancia
MP (mg/m ³)	Inicial	15	Calificación (1-10): <u>4</u> Justificación: El impacto realizado en esta obra no es muy grande y debido a su duración no repercute de gran forma en el entorno.
	Final	130	
GASES (mg/m ³)	Inicial	0.48	Calificación (1-10): <u>1</u> Justificación: La realización de la obra como tal no representa una amenaza por este tipo de emisión.
	Final	1	
RUIDO (dB)	Inicial	50	Calificación (1-10): <u>5</u> Justificación: Esta actividad será realizada siempre en zonas de poca intrusión humana, luego la vulnerabilidad de medio va a ser siempre alta.
	Final	80	
HC (mg/m ³)	Inicial	0.15	Calificación (1-10): <u>1</u> Justificación: La realización de la obra como tal no representa una amenaza por este tipo de emisión.
	Final	1	

Cortes y excavaciones

SEVERIDAD (1-10)	4	REVERSIBILIDAD (años)	1
DURACIÓN (meses)	1	PROB. DE OCURRENCIA (1-10)	8

	Magnitud		Importancia
	MP (mg/m³)	Inicial	15
	Final	165	
GASES (mg/m³)	Inicial	0.48	Calificación (1-10): <u> 2 </u> Justificación: La realización de la obra como tal no representa una gran amenaza por este tipo de emisión.
	Final	1	
RUIDO (dB)	Inicial	50	Calificación (1-10): <u> 5 </u> Justificación: Esta actividad será realizada siempre en zonas de poca intrusión humana, luego la vulnerabilidad del medio va a ser siempre alta.
	Final	90	
HC (mg/m³)	Inicial	0.15	Calificación (1-10): <u> 2 </u> Justificación: La realización de la obra como tal no representa una gran amenaza por este tipo de emisión.
	Final	1.5	

Extracción de material de cantera

SEVERIDAD (1-10)	6	REVERSIBILIDAD (años)	1
DURACIÓN (meses)	1	PROB. DE OCURRENCIA (1-10)	7

	Magnitud		Importancia
	MP (mg/m³)	Inicial	15
	Final	170	
GASES (mg/m³)	Inicial	0.48	Calificación (1-10): <u> 3 </u> Justificación: El uso de maquinaria pesada en la realización de la obra representa un aumento en este tipo de emisión.
	Final	5	
RUIDO (dB)	Inicial	50	Calificación (1-10): <u> 6 </u> Justificación: La utilización de maquinaria pesada generará un mayor impacto.
	Final	95	
HC (mg/m³)	Inicial	0.15	Calificación (1-10): <u> 3 </u> Justificación: El uso de maquinaria pesada en la realización de la obra representa un aumento en este tipo de emisión.
	Final	4	

Adecuación del área

SEVERIDAD (1-10)	5	REVERSIBILIDAD (años)	1
DURACIÓN (meses)	1	PROB. DE OCURRENCIA (1-10)	8

	Magnitud		Importancia
		Inicial	
MP (mg/m³)	Inicial	15	Calificación (1-10): <u>3</u> Justificación: El impacto realizado en esta obra no es muy grande pese a tener una gran magnitud y casi no se presenta.
	Final	170	
GASES (mg/m³)	Inicial	0.48	Calificación (1-10): <u>3</u> Justificación: El uso de maquinaria pesada en la realización de la obra representa un aumento en este tipo de emisión.
	Final	1	
RUIDO (dB)	Inicial	50	Calificación (1-10): <u>6</u> Justificación: La utilización de maquinaria pesada genera un impacto apreciable en la generación de este parametro.
	Final	95	
HC (mg/m³)	Inicial	0.15	Calificación (1-10): <u>3</u> Justificación: El uso de maquinaria pesada en la realización de la obra representa un aumento en este tipo de emisión.
	Final	4	

Movilización de maquinarias y equipos

SEVERIDAD (1-10)	4	REVERSIBILIDAD (años)	1
DURACIÓN (meses)	1	PROB. DE OCURRENCIA (1-10)	10

	Magnitud		Importancia
		Inicial	
MP (mg/m³)	Inicial	15	Calificación (1-10): <u>3</u> Justificación: La alteración de este parametro se da en periodos reducidos y da tiempo para la asentación del material que se levanta.
	Final	39	
GASES (mg/m³)	Inicial	0.48	Calificación (1-10): <u>2</u> Justificación: Su principal fuente de emisión es una fuente movil, luego en el área de interes su concentración no será muy alta.
	Final	1.5	
RUIDO (dB)	Inicial	50	Calificación (1-10): <u>4</u> Justificación: El periodo de movilización de maquinaria no es muy largo, luego su impacto no es muy alto.
	Final	90	
HC (mg/m³)	Inicial	0.15	Calificación (1-10): <u>2</u> Justificación: Su principal fuente de emisión es una fuente movil, luego en el área de interes su concentración no será muy alta.
	Final	2.5	

CONSTRUCCIÓN DE LA LOCACIÓN

Remoción de suelo y cobertura vegetal

SEVERIDAD (1-10)	4	REVERSIBILIDAD (años)	1
DURACIÓN (meses)	1	PROB. DE OCURRENCIA (1-10)	10

	Magnitud		Importancia
	MP (mg/m ³)	Inicial	15
Final		130	
GASES (mg/m ³)	Inicial	0.48	Calificación (1-10): <u>1</u> Justificación: La realización de la obra como tal no representa una amenaza por este tipo de emisión.
	Final	1	
RUIDO (dB)	Inicial	50	Calificación (1-10): <u>5</u> Justificación: Esta actividad será realizada siempre en zonas de poca intrusión humana, luego la vulnerabilidad del medio va a ser algo alta.
	Final	80	
HC (mg/m ³)	Inicial	0.15	Calificación (1-10): <u>1</u> Justificación: La realización de la obra como tal no representa una amenaza por este tipo de emisión.
	Final	1	

Construcción de taludes y bermas

SEVERIDAD (1-10)	3	REVERSIBILIDAD (años)	1
DURACIÓN (meses)	1	PROB. DE OCURRENCIA (1-10)	8

	Magnitud		Importancia
	MP (mg/m ³)	Inicial	15
Final		165	
GASES (mg/m ³)	Inicial	0.48	Calificación (1-10): <u>2</u> Justificación: La realización de la obra como tal no representa una mayor amenaza por este tipo de emisión.
	Final	1	
RUIDO (dB)	Inicial	50	Calificación (1-10): <u>5</u> Justificación: Esta actividad será realizada siempre en zonas de poca intrusión humana, luego la vulnerabilidad del medio va a ser siempre alta.
	Final	90	
HC (mg/m ³)	Inicial	0.15	Calificación (1-10): <u>2</u> Justificación: La realización de la obra como tal no representa una gran amenaza por este tipo de emisión.
	Final	1.5	

Explanación, rellenos y terraplenes

SEVERIDAD (1-10)	5	REVERSIBILIDAD (años)	1
DURACIÓN (meses)	1	PROB. DE OCURRENCIA (1-10)	10

	Magnitud		Importancia
		Inicial	
MP (mg/m³)	Inicial	15	Calificación (1-10): <u> 3 </u> Justificación: El movimiento de tierra lleva consigo el levantamiento de gran cantidad de materia suelta por acción del viento.
	Final	170	
GASES (mg/m³)	Inicial	0.48	Calificación (1-10): <u> 3 </u> Justificación: El uso de maquinaria pesada en la realización de la obra representa un aumento en este tipo de emisión.
	Final	1	
RUIDO (dB)	Inicial	50	Calificación (1-10): <u> 6 </u> Justificación: La utilización de maquinaria pesada genera un impacto apreciable en la generación de este parámetro.
	Final	95	
HC (mg/m³)	Inicial	0.15	Calificación (1-10): <u> 3 </u> Justificación: El uso de maquinaria pesada en la realización de la obra representa un aumento en este tipo de emisión.
	Final	4	

Disposición de sobrantes

SEVERIDAD (1-10)	4	REVERSIBILIDAD (años)	1
DURACIÓN (meses)	1	PROB. DE OCURRENCIA (1-10)	7

	Magnitud		Importancia
		Inicial	
MP (mg/m³)	Inicial	15	Calificación (1-10): <u> 4 </u> Justificación: El movimiento de tierra lleva consigo el levantamiento de material suelta por acción del viento.
	Final	96	
GASES (mg/m³)	Inicial	0.48	Calificación (1-10): _____ Justificación:
	Final	0.48	
RUIDO (dB)	Inicial	50	Calificación (1-10): <u> 3 </u> Justificación: Este parámetro solo se vería afectado en el transporte del material, de resto no incumbiría para nada.
	Final	70	
HC (mg/m³)	Inicial	0.15	Calificación (1-10): _____ Justificación:
	Final	0.15	

Construcción de una bodega para los equipos e insumos

SEVERIDAD (1-10)	3	REVERSIBILIDAD (años)	1
DURACIÓN (meses)	1	PROB. DE OCURRENCIA (1-10)	10

	Magnitud		Importancia
		Inicial	
MP (mg/m³)	Inicial	15	Calificación (1-10): <u> 2 </u> Justificación: La duración de esta obra no es muy prolongada, luego su impacto a este recurso en mínimo.
	Final	95	
GASES (mg/m³)	Inicial	0.48	Calificación (1-10): <u> </u> Justificación:
	Final	0.48	
RUIDO (dB)	Inicial	50	Calificación (1-10): <u> 2 </u> Justificación: La duración de esta obra no es muy prolongada, luego su impacto a este recurso en mínimo.
	Final	60	
HC (mg/m³)	Inicial	0.15	Calificación (1-10): <u> </u> Justificación:
	Final	0.15	

Construcción del campamento

SEVERIDAD (1-10)	4	REVERSIBILIDAD (años)	1
DURACIÓN (meses)	1	PROB. DE OCURRENCIA (1-10)	10

	Magnitud		Importancia
		Inicial	
MP (mg/m³)	Inicial	15	Calificación (1-10): <u> 2 </u> Justificación: El cambio en este parametro se da en un lapso de tiempo muy corto y así mismo se da su recuperación.
	Final	95	
GASES (mg/m³)	Inicial	0.48	Calificación (1-10): <u> </u> Justificación:
	Final	0.48	
RUIDO (dB)	Inicial	50	Calificación (1-10): <u> 2 </u> Justificación: La alteración de este parametro no es muy grande en esta actividad.
	Final	65	
HC (mg/m³)	Inicial	0.15	Calificación (1-10): <u> </u> Justificación:
	Final	0.15	

Construcción de piscinas, campo de infiltración y pozo séptico

SEVERIDAD (1-10)	4	REVERSIBILIDAD (años)	1
DURACIÓN (meses)	1	PROB. DE OCURRENCIA (1-10)	10

	Magnitud		Importancia
		Inicial	
MP (mg/m³)	Inicial	15	Calificación (1-10): <u> 3 </u> Justificación: El movimiento de tierra lleva consigo el levantamiento de gran cantidad de material suelto por acción del viento.
	Final	170	
GASES (mg/m³)	Inicial	0.48	Calificación (1-10): <u> 3 </u> Justificación: El uso de maquinaria pesada en la realización de la obra representa un aumento en este tipo de emisión.
	Final	1	
RUIDO (dB)	Inicial	50	Calificación (1-10): <u> 6 </u> Justificación: La utilización de maquinaria pesada genera un impacto apreciable en la generación de este parámetro.
	Final	95	
HC (mg/m³)	Inicial	0.15	Calificación (1-10): <u> 3 </u> Justificación: El uso de maquinaria pesada en la realización de la obra representa un aumento en este tipo de emisión.
	Final	4	

DESARROLLO DE LA PERFORACIÓN Y DEL COMPLETAMIENTO

Adecuación de áreas para almacenamiento de equipos

SEVERIDAD (1-10)	4	REVERSIBILIDAD (años)	1
DURACIÓN (meses)	1	PROB. DE OCURRENCIA (1-10)	7

	Magnitud		Importancia
		Inicial	
MP (mg/m³)	Inicial	15	Calificación (1-10): <u> 3 </u> Justificación: El impacto realizado en esta obra no es muy grande pese a tener una gran magnitud ya que su duración no es muy prolongada.
	Final	170	
GASES (mg/m³)	Inicial	0.48	Calificación (1-10): <u> 3 </u> Justificación: El uso de maquinaria pesada en la realización de la obra representa un aumento en este tipo de emisión.
	Final	1	
RUIDO (dB)	Inicial	50	Calificación (1-10): <u> 6 </u> Justificación: La utilización de maquinaria pesada genera un impacto apreciable en la generación de este parámetro.
	Final	95	
HC (mg/m³)	Inicial	0.15	Calificación (1-10): <u> 3 </u> Justificación: El uso de maquinaria pesada en la realización de la obra representa un aumento en este tipo de emisión.
	Final	4	

Montaje de la infraestructura

SEVERIDAD (1-10)	4	REVERSIBILIDAD (años)	1
DURACIÓN (meses)	1	PROB. DE OCURRENCIA (1-10)	8

	Magnitud		Importancia
	MP (mg/m³)	Inicial	16
	Final	25	
GASES (mg/m³)	Inicial	0.48	Calificación (1-10): <u> 3 </u> Justificación: El uso de maquinaria pesada en la realización de esta obra es lo unico que representa el cambio en esta emisión.
	Final	3.2	
RUIDO (dB)	Inicial	50	Calificación (1-10): <u> 4 </u> Justificación: La maquinaria pesada inside ampliamente en este parametro pero su uso no es muy prolongado.
	Final	97	
HC (mg/m³)	Inicial	0.15	Calificación (1-10): <u> 3 </u> Justificación: El uso de maquinaria pesada en la realización de esta obra es lo unico que representa el cambio en esta emisión.
	Final	4.8	

Apertura del hueco

SEVERIDAD (1-10)	8	REVERSIBILIDAD (años)	1
DURACIÓN (meses)	1	PROB. DE OCURRENCIA (1-10)	10

	Magnitud		Importancia
	MP (mg/m³)	Inicial	15
	Final	24	
GASES (mg/m³)	Inicial	0.48	Calificación (1-10): <u> 4 </u> Justificación: Los motores diesel duran encendidos durante un periodo prolongado.
	Final	4	
RUIDO (dB)	Inicial	50	Calificación (1-10): <u> 10 </u> Justificación: La intensidad del ruido es grande en estos procedimientos, y se prolonga en un periodo considerablemente alto.
	Final	137	
HC (mg/m³)	Inicial	0.15	Calificación (1-10): <u> 4 </u> Justificación: Los motores diesel duran encendidos durante un periodo prolongado.
	Final	5.9	

Inyección de lodo

SEVERIDAD (1-10)	6	REVERSIBILIDAD (años)	1
DURACIÓN (meses)	1	PROB. DE OCURRENCIA (1-10)	10

		Magnitud	Importancia
MP (mg/m³)	Inicial	15	Calificación (1-10): _____ Justificación:
	Final	15	
GASES (mg/m³)	Inicial	0.48	Calificación (1-10): _____ Justificación:
	Final	0.48	
RUIDO (dB)	Inicial	50	Calificación (1-10): <u>8</u> Justificación: Las bombas de inyección están constantemente encendidas.
	Final	96	
HC (mg/m³)	Inicial	0.15	Calificación (1-10): _____ Justificación:
	Final	0.15	

Disposición de cortes

SEVERIDAD (1-10)	1	REVERSIBILIDAD (años)	1
DURACIÓN (meses)	1	PROB. DE OCURRENCIA (1-10)	1

		Magnitud	Importancia
MP (mg/m³)	Inicial	15	Calificación (1-10): _____ Justificación:
	Final	15	
GASES (mg/m³)	Inicial	0.48	Calificación (1-10): _____ Justificación:
	Final	0.48	
RUIDO (dB)	Inicial	50	Calificación (1-10): _____ Justificación:
	Final	50	
HC (mg/m³)	Inicial	0.15	Calificación (1-10): _____ Justificación:
	Final	0.15	

Producción de residuos sólidos, líquidos y gases

SEVERIDAD (1-10)	3	REVERSIBILIDAD (años)	1
DURACIÓN (meses)	1	PROB. DE OCURRENCIA (1-10)	5

	Magnitud		Importancia
		Inicial	
MP (mg/m³)	Inicial	15	
	Final	15	
GASES (mg/m³)	Inicial	0.48	Calificación (1-10): <u>2</u> Justificación: No son muy comunes este tipo de emisiones en este proceso.
	Final	2	
RUIDO (dB)	Inicial	50	Calificación (1-10): <u>4</u> Justificación: Este proceso incluye el ruido constante los motores.
	Final	95	
HC (mg/m³)	Inicial	0.15	Calificación (1-10): <u>2</u> Justificación: El proceso debe evitar fugas de estos gases.
	Final	2	

Completamiento

SEVERIDAD (1-10)	2	REVERSIBILIDAD (años)	1
DURACIÓN (meses)	1	PROB. DE OCURRENCIA (1-10)	3

	Magnitud		Importancia
		Inicial	
MP (mg/m³)	Inicial	15	
	Final	15	
GASES (mg/m³)	Inicial	0.48	Calificación (1-10): _____ Justificación:
	Final	0.48	
RUIDO (dB)	Inicial	50	Calificación (1-10): <u>5</u> Justificación: El ruido generado no se prolonga por mucho tiempo.
	Final	70	
HC (mg/m³)	Inicial	0.15	Calificación (1-10): _____ Justificación:
	Final	0.15	

Generación de crudo y/o gas

SEVERIDAD (1-10)	5	REVERSIBILIDAD (años)	1
DURACIÓN (meses)	1	PROB. DE OCURRENCIA (1-10)	8

		Magnitud	Importancia
MP (mg/m³)	Inicial	15	Calificación (1-10): _____ Justificación:
	Final	15	
GASES (mg/m³)	Inicial	0.48	Calificación (1-10): <u> 2 </u> Justificación: El proceso debe evitar fugas de estos gases.
	Final	2	
RUIDO (dB)	Inicial	50	Calificación (1-10): <u> 6 </u> Justificación: Este proceso incluye el ruido constante los motores.
	Final	95	
HC (mg/m³)	Inicial	0.15	Calificación (1-10): <u> 2 </u> Justificación: El proceso debe evitar fugas de estos gases.
	Final	2	

DESMANTELAMIENTO Y RESTAURACIÓN DEL ÁREA AFECTADA

Levantamiento de las instalaciones

SEVERIDAD (1-10)	4	REVERSIBILIDAD (años)	1
DURACIÓN (meses)	1	PROB. DE OCURRENCIA (1-10)	8

		Magnitud	Importancia
MP (mg/m³)	Inicial	95	Calificación (1-10): <u> 5 </u> Justificación: El cambio en este parametro se da en un lapso de tiempo muy corto y asi mismo se da su recuperación.
	Final	15	
GASES (mg/m³)	Inicial	0.48	Calificación (1-10): _____ Justificación:
	Final	0.48	
RUIDO (dB)	Inicial	65	Calificación (1-10): <u> 2 </u> Justificación: La alteración de este parametro va a parar tras esta actividad.
	Final	50	
HC (mg/m³)	Inicial	0.15	Calificación (1-10): _____ Justificación:
	Final	0.15	

Retiro de equipos y materiales

SEVERIDAD (1-10)	3	REVERSIBILIDAD (años)	1
DURACIÓN (meses)	1	PROB. DE OCURRENCIA (1-10)	10

	Magnitud		Importancia
		Inicial	
MP (mg/m³)	Final	15	
	Inicial	39	
GASES (mg/m³)	Final	0.48	Calificación (1-10): <u>2</u> Justificación: Su principal fuente de emisión es una fuente movil, luego de retirada su concentración no será muy alta.
	Inicial	1.5	
RUIDO (dB)	Final	50	Calificación (1-10): <u>4</u> Justificación: El periodo de movilización de maquinaria no es muy largo, luego su impacto no es muy alto y tras la desmantelación desaparece.
	Inicial	90	
HC (mg/m³)	Final	0.17	Calificación (1-10): <u>2</u> Justificación: Su principal fuente de emisión es una fuente movil, luego de retirada su concentración no será muy alta.
	Inicial	2.5	

Remoción de desechos y escombros

SEVERIDAD (1-10)	3	REVERSIBILIDAD (años)	1
DURACIÓN (meses)	1	PROB. DE OCURRENCIA (1-10)	8

	Magnitud		Importancia
		Inicial	
MP (mg/m³)	Final	96	
	Inicial	15	
GASES (mg/m³)	Final	0.48	Calificación (1-10): _____ Justificación:
	Inicial	0.48	
RUIDO (dB)	Final	70	Calificación (1-10): <u>3</u> Justificación: Este parametro solo se vería afectado en el transporte del material, de resto no incumbiría para nada.
	Inicial	50	
HC (mg/m³)	Final	0.15	Calificación (1-10): _____ Justificación:
	Inicial	0.15	

Inactivación de residuos

SEVERIDAD (1-10)	3	REVERSIBILIDAD (años)	1
DURACIÓN (meses)	1	PROB. DE OCURRENCIA (1-10)	10

	Magnitud		Importancia
		Inicial	
MP (mg/m³)	Final	15	
	Inicial	15	
GASES (mg/m³)	Final	0.56	Calificación (1-10): <u>1</u> Justificación: Se termina la emisión de estos gases en las piscinas.
	Inicial	0.48	
RUIDO (dB)	Final	60	Calificación (1-10): _____ Justificación:
	Inicial	60	
HC (mg/m³)	Final	0.15	Calificación (1-10): _____ Justificación:
	Inicial	0.15	

Aplicación de controles de erosión

SEVERIDAD (1-10)	4	REVERSIBILIDAD (años)	1
DURACIÓN (meses)	1	PROB. DE OCURRENCIA (1-10)	8

	Magnitud		Importancia
		Inicial	
MP (mg/m³)	Final	25	
	Inicial	15	
GASES (mg/m³)	Final	0.48	Calificación (1-10): _____ Justificación:
	Inicial	0.48	
RUIDO (dB)	Final	50	Calificación (1-10): _____ Justificación:
	Inicial	50	
HC (mg/m³)	Final	0.15	Calificación (1-10): _____ Justificación:
	Inicial	0.15	

Nivelación y revegetalización

SEVERIDAD (1-10)	4	REVERSIBILIDAD (años)	1
DURACIÓN (meses)	1	PROB. DE OCURRENCIA (1-10)	8

	Magnitud		Importancia
	MP (mg/m³)	Inicial	25
Final		15	
GASES (mg/m³)	Inicial	0.48	Calificación (1-10): _____ Justificación:
	Final	0.48	
RUIDO (dB)	Inicial	50	Calificación (1-10): _____ Justificación:
	Final	50	
HC (mg/m³)	Inicial	0.15	Calificación (1-10): _____ Justificación:
	Final	0.15	

Una vez introducidos los datos en estos formatos la matriz de evaluación queda automáticamente cargada con la información. En la tabla 16 se muestra como quedaría la matriz del ejemplo una vez se han diligenciado todos los formatos. Este formato de matrices muestra la valoración dada por el calificador a los impactos ambientales causados en las diferentes actividades que se llevan a cabo, la magnitud de los mismos y las causas probables de estos impactos.

En esta metodología se enunció un segundo grupo de matrices que señalaban la calificación ecológica dada. Estas matrices van a unificar la calificación para las actividades en general, no en cada una de sus etapas como se hace en el primer grupo de matrices, y se hará también una calificación por cada una de las áreas; exploración, perforación y producción (ver anexo 2).

Tabla 16. Matriz de evaluación de impacto ambiental recurso aire.

ÁREA DE PERFORACIÓN - RECURSO AFECTADO AIRE
IMPACTO AMBIENTAL: Contaminación atmosférica por emisiones, material particulado y ruido

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	SEVERIDAD	DURACIÓN	REVERSIBILIDAD	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	FACTORES AMBIENTALES				CAUSAS
						MP	Gases	Ruido	HC	
Construcción y adecuación de la vía de acceso	Descapote y desmonte	MEDIA 4	FUGAZ 1	CORTO PLAZO 1	OCASIONAL 7	-10 4	-10 1	-6 5	-10 1	Material particulado proveniente del descapote, remoción de tierra y material de cantera y del suelo suelto por el paso de vehículos o viento.
	Cortes y excavaciones	MEDIA 4	FUGAZ 1	CORTO PLAZO 1	FRECUENTE 8	-10 6	-10 2	-8 5	-10 2	
	Extracción de material de cantera	MEDIA 6	FUGAZ 1	CORTO PLAZO 1	OCASIONAL 7	-10 6	-10 3	-9 6	-10 3	
	Adecuación del área	MEDIA 5	FUGAZ 1	CORTO PLAZO 1	FRECUENTE 8	-10 3	-10 3	-9 6	-10 3	
	Movilización de maquinarias y equipos	MEDIA 4	FUGAZ 1	CORTO PLAZO 1	FRECUENTE 10	-10 3	-10 2	-8 4	-10 2	
Construcción de la locación	Remoción de suelo y cobertura vegetal	MEDIA 4	FUGAZ 1	CORTO PLAZO 1	FRECUENTE 10	-10 4	-10 1	-6 5	-10 1	Material particulado proveniente de la remoción de suelo y cobertura vegetal, y del suelo suelto por el paso de vehículos o el viento. Inadecuada disposición de sobrantes y aguas residuales. Inadecuado almacenamiento de insumos.
	Construcción de taludes y bermas	BAJA 3	FUGAZ 1	CORTO PLAZO 1	FRECUENTE 8	-10 6	-10 2	-8 5	-10 2	
	Explanación, rellenos y terraplenes	MEDIA 5	FUGAZ 1	CORTO PLAZO 1	FRECUENTE 10	-10 3	-10 3	-9 6	-10 3	
	Disposición de sobrantes	MEDIA 4	FUGAZ 1	CORTO PLAZO 1	OCASIONAL 7	-10 4		-4 3		
	Construcción de una bodega para los equipos e insumos	BAJA 3	FUGAZ 1	CORTO PLAZO 1	FRECUENTE 10	-10 2		-2 2		
	Construcción del campamento	MEDIA 4	FUGAZ 1	CORTO PLAZO 1	FRECUENTE 10	-10 2		-3 2		
	Construcción de piscinas, campo de infiltración y pozo séptico	MEDIA 4	FUGAZ 1	CORTO PLAZO 1	FRECUENTE 10	-10 3	-10 3	-9 6	-10 3	

Fuente: Autores

Tabla 16 (continuación). Matriz de evaluación de impacto ambiental recurso aire.

ÁREA DE PERFORACIÓN - RECURSO AFECTADO AIRE
IMPACTO AMBIENTAL: Contaminación atmosférica por emisiones, material particulado y ruido

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	SEVERIDAD	DURACIÓN	REVERSIBILIDAD	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	FACTORES AMBIENTALES				CAUSAS
						MP	Gases	Ruido	HC	
Desarrollo de la perforación y del completamiento	Adecuación de áreas para almacenamiento de equipos	MEDIA 4	FUGAZ 1	CORTO PLAZO 1	OCASIONAL 7	-10 3	-10 3	-9 6	-10 3	Material particulado proveniente de la remoción de suelo y del suelo suelto. Inadecuada disposición de sobrantes y residuos producidos. Ruido
	Montaje de la infraestructura	MEDIA 4	FUGAZ 1	CORTO PLAZO 1	FRECUENTE 8	-6 2	-10 3	-9 4	-10 3	
	Apertura del hueco	ALTA 8	FUGAZ 1	CORTO PLAZO 1	FRECUENTE 10	-6 2	-10 4	-10 10	-10 4	
	Inyección de lodo	MEDIA 6	FUGAZ 1	CORTO PLAZO 1	FRECUENTE 10			-9 8		
	Disposición de cortes	BAJA 1	FUGAZ 1	CORTO PLAZO 1	RARA 1					
	Producción de residuos sólidos, líquidos y gases	BAJA 3	FUGAZ 1	CORTO PLAZO 1	OCASIONAL 5		-10 2	-9 4	-10 2	
	Completamiento	BAJA 2	FUGAZ 1	CORTO PLAZO 1	RARA 3			-4 5		
	Generación de crudo y/o gas	MEDIA 5	FUGAZ 1	CORTO PLAZO 1	FRECUENTE 8		-10 2	-9 6	-10 2	
Desmantelamiento y restauración del área afectada.	Levantamiento de las instalaciones	MEDIA 4	FUGAZ 1	CORTO PLAZO 1	FRECUENTE 8	8 5		2 2		Inadecuados procesos de restauración del área afectada
	Retiro de equipos y materiales	BAJA 3	FUGAZ 1	CORTO PLAZO 1	FRECUENTE 10	6 3	7 2	4 4	9 2	
	Remoción de desechos y escombros	BAJA 3	FUGAZ 1	CORTO PLAZO 1	FRECUENTE 8	10 4		4 3		
	Inactivación de residuos	BAJA 3	FUGAZ 1	CORTO PLAZO 1	FRECUENTE 10		1 1			
	Aplicación de controles de erosión	MEDIA 4	FUGAZ 1	CORTO PLAZO 1	FRECUENTE 8	4 7				
	Nivelación y revegetalización	MEDIA 4	FUGAZ 1	CORTO PLAZO 1	FRECUENTE 8	4 8				

Fuente: Autores

4. PLAN DE CONTINGENCIA Y ANALISIS DE RIESGO

El Plan de Contingencia y Análisis de Riesgos está diseñado para proporcionar una respuesta inmediata y eficaz a cualquier situación de emergencia, con el propósito de prevenir los impactos adversos a la salud humana y, al mismo tiempo, proteger la propiedad en el área de influencia y el medio ambiente. En cumplimiento con las Regulaciones Ambientales Colombianas, se debe preparar un Plan de Contingencia que contemple los requerimientos específicos contenidos en el Reglamento Ambiental para el Sector de Hidrocarburos.

4.1. ORGANIZACIÓN DEL PLAN

Sobre la base de la descripción del proyecto, sus actividades y los posibles impactos del proyecto, el Plan de Contingencia evalúa principalmente los riesgos y las áreas sensibles, determinando los requisitos de equipos, técnicas de control y entrenamiento. También establece un procedimiento de comunicación e información con las comunidades locales.^[12] El Plan de Contingencia identifica claramente los elementos generales descritos a continuación:

4.1.1. Objetivos del Plan

Los principales propósitos del Plan de Contingencia son:

- Supervisar la seguridad física de todo el personal.
- Prevenir y/o mitigar los efectos sobre el ambiente.

- Reducir las causas de emergencia durante la construcción, operación y mantenimiento del proyecto.
- Evitar que ocurra una cadena de accidentes que cause un problema mayor que el inicial.
- Garantizar la seguridad del personal involucrado en las actividades de emergencia y de terceras personas.

4.1.2. Descripción Geográfica

En este espacio se debe dar una descripción específica de la ubicación del proyecto (departamento, municipio, vereda) y sus límites, así como especificar el tamaño y las características del área de incidencia del proyecto.

4.1.3. Alcance

El Plan de Contingencia está diseñado para combatir desastres de gran magnitud de acuerdo con el Análisis de Riesgo presentado posteriormente, e incluye los siguientes grupos de apoyo:

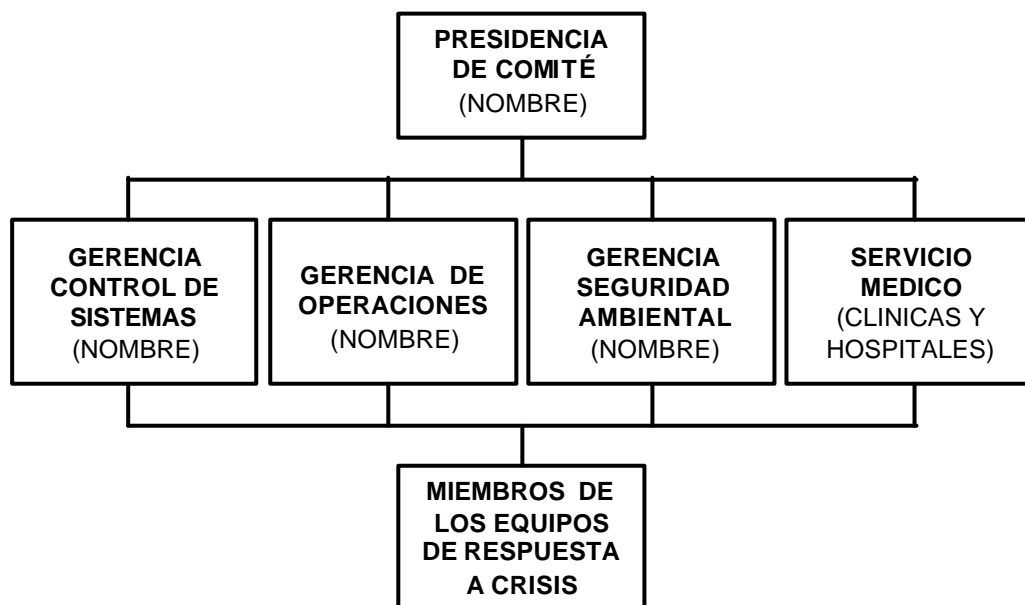
- Personal Clave: Personal que por su especialidad está disponible para contrarrestar emergencias.
- Grupo de Control: Personal capacitado para atender emergencias.
- Base de Operaciones: Lugar de donde se dirigen las operaciones.
- Centro de Operación: Donde se reciben las instrucciones de la base de operaciones.
- Centro de Asistencia Médica: Equipo adecuado y personal especializado para atender personal lesionado.

4.1.4. Organización del Personal

Para la operación y funcionamiento del Comité Operativo Regional se establecerá un cuadro estructural definido, que utilizará al máximo los recursos humanos existentes, manteniendo los niveles de autoridad y delegación, con el propósito de desarrollar el Plan en forma mancomunada.

En la Fig. 3. se define al respectivo comité con sus respectivas funciones y atribuciones.

Fig. 3. Organización del Comité Operativo Regional



Fuente: Seminario ISO 14000, Fundación Sicuará, Expositor PARDAVE L. Walter, Bucaramanga 2004.

Las funciones y atribuciones de los miembros del Comité Operativo Regional de la empresa, en caso de accidentes u otras eventualidades de crisis se describen en la tabla 17.

Tabla 17. Organización, Funciones y Atribuciones del Comité Operativo Regional.

NOMBRE	POSICIÓN	FUNCIONES
-----	Presidente del Comité de Crisis	<ul style="list-style-type: none"> • Asume o delega funciones y dirige a los miembros. • Instruye la movilización, recibe y centraliza toda la información general del personal y equipo. • Evalúa la magnitud del problema y planifica e instruye las acciones a seguir. • Declara estado de emergencia permanente. • Informa a los medios. • Recopila la documentación referente a la emergencia. • Coordina y asesora a la compañía de seguros para la evaluación del daño. • Coordina con el servicio médico. • Autoriza el movimiento del equipo de respuesta a la emergencia y si es necesario contrata y coordina el servicio aéreo. • Mantiene comunicación con organismos del Estado (Ejército, Policía y otros), para coordinar acciones en caso necesario (por ejemplo situaciones de orden público). • Mantiene un registro documentado sobre las causas, efectos, daño y procedimientos seguidos, durante y después de la emergencia.
-----	Gerencia de Control de Sistemas	<ul style="list-style-type: none"> • Fiscalizan la ejecución de las acciones instruidas e informan continuamente al presidente sobre el desarrollo de las acciones y lo asesoran. • Son los responsables de coordinar y hacer cumplir el Plan de Acción.
-----	Gerencia de Operaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Facilitan personal, equipos y medios de transporte que le sean solicitados. • Coordinan con el presidente sobre el apoyo logístico como personal, vehículos, equipos, radiocomunicaciones, alimentación, hospedaje, relaciones públicas y otras.

Tabla 17 (continuación). Organización, Funciones y Atribuciones del Comité Operativo Regional.

NOMBRE	POSICIÓN	FUNCIONES
-----	Gerencia de Operaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Facilitan personal, equipos y medios de transporte que le sean solicitados. • Coordinan con el presidente sobre el apoyo logístico como personal, vehículos, equipos, radiocomunicaciones, alimentación, hospedaje, relaciones públicas y otras.
-----	Gerencia de Seguridad Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Disponen, en coordinación con el presidente, la movilización de personal y equipos de seguridad industrial, médico y de control ambiental. • Se constituyen en el lugar del accidente para coordinar y dirigir las acciones de seguridad industrial, salud y control ambiental.
Clínica u Hospital ----- -----	Servicio Médico	<ul style="list-style-type: none"> • Se constituye inmediatamente en el lugar del accidente • Evalúa la situación y de acuerdo a la misma, si es necesario, convoca a otros servicios médicos. • Prepara un requerimiento de medicamentos y equipos necesarios. • Solicita la contratación de servicios especializados con terceros. • Instruye la evacuación del personal afectado a centros médicos locales o al exterior en coordinación con el presidente. • Informa al presidente. • Presenta una nómina del personal y autoridades a ser notificadas en caso de emergencia con sus correspondientes números telefónicos.

Fuente: Seminario ISO 14000, Fundación Sicuará, Expositor PARDAVE L. Walter, Bucaramanga 2004.

4.1.5. Inventario y Disponibilidad del Equipo de Respuesta

La compañía debe utilizar los equipos de respuesta debidamente identificados y localizados en la zona donde se realizará el proyecto, obra o actividad y a aquellos disponibles en la ciudad y/u otros departamentos del país. Si la gravedad del caso así lo amerita, requerirá ayuda a escala nacional y/o de otro país, para responder a la emergencia en forma rápida y efectiva.

Para este cometido se debe contar con un grupo permanente de personal capacitado para intervenir en cualquier momento de emergencia.^[12]

4.1.6. Procedimiento en Caso de Emergencia

El siguiente procedimiento de acción especifica los pasos que se deberán seguir en caso de emergencia. Este procedimiento podrá ser modificado para incorporar información adicional que sea pertinente.

- Determinar la ubicación del incidente, estimar el tamaño y el tipo de incidente.
- Llevar a cabo acciones específicas para controlar el escape de crudo y/o incendio.
- Notificar la ocurrencia al Presidente del Comité Operativo Regional.
- Llevar a cabo acciones específicas para la limpieza y restauración del área.
- Notificar a las autoridades gubernamentales correspondientes.
- Modificar las operaciones para evitar la re-ocurrencia potencial del incidente.
- Documentar el incidente en un formulario de informe de pérdida y/o incendio.
- Cualquier miembro del Grupo de emergencia que por cualquier medio haya sido informado de la ocurrencia de una emergencia, deberá comunicarse

con el Presidente de la empresa, para que el presente “Plan de Contingencia” empiece a funcionar.

4.1.7. Entrenamiento del Personal

Todo el personal que forme parte del equipo de respuestas o de emergencias, deberá ser adecuadamente entrenado en la operación y mantenimiento de los equipos para prevenir accidentes. Se desarrollarán varias sesiones para informar, instruir y entrenar al personal sobre el contenido del plan de contingencia y del programa de respuestas a emergencias, asegurando que el personal posea un completo entendimiento de las acciones específicas de los mismos y de la forma como el equipo de respuesta a emergencias será organizado.

4.1.8. Respuestas Operacionales

Se refiere a las técnicas para la contención y la limpieza de incidentes que podrían ocurrir durante las operaciones normales. Esta sección incluirá:

- **Prevención:** la empresa en su proyecto, obra o actividad protegerá el ambiente, empleando los mejores procedimientos de prevención que son técnicamente y económicamente factibles. Se usará el mejor equipo disponible y todas las operaciones se conducirán de manera cuidadosa y ordenada para prevenir cualquier incidente. Todo el personal recibirá entrenamiento adecuado en materia de limpieza y procedimientos de respuesta apropiados a los derrames, fugas e incendios.
- **Detección:** la vigilancia constante y la adherencia al procedimiento prescrito son esenciales no sólo para prevenir incidentes de manipulación de fluidos, sino también para asegurar que cualquier pérdida de hidrocarburos sea detectada inmediatamente.

- **Iniciación de Acción de Respuestas:** La persona que detecte el incidente dará inmediatamente aviso al responsable del proyecto obra o actividad, quien a su vez, alistaré al equipo de respuesta para emergencias.

4.1.9. Relaciones Públicas y Comunicación con la Prensa

Durante el curso de las operaciones, se hará necesario hablar con los representantes de medios de comunicación (prensa, radio y televisión), especialmente cuando se presente una emergencia como fuga, incendio, etc., a fin de informar sobre la situación y para prevenir a la población sobre los riesgos que ésta implica.

La relación con los medios de comunicación tiene los siguientes objetivos:

- Asegurar que todos los informes sean verídicos.
- Representar la posición de la Compañía en forma justa.
- Demostrar el deseo de la Compañía de responder adecuadamente a la emergencia.
- Informar al público sobre las acciones correctivas que se están tomando.

La compañía debe designar un portavoz autorizado como responsable para proporcionar información a la prensa antes de la iniciación de la operación de emergencia.

4.2. MEDIDAS DE CONTINGENCIA POR TIPO DE ACCIDENTE

Es poco probable de que ocurra una emergencia durante la operación y el mantenimiento de la Compañía, siendo mayor la ocurrencia durante la etapa de

construcción. Las normas existentes para las tareas de mantenimiento e inspección son hoy lo suficientemente estrictas para evitar la ocurrencia de accidentes, pero nunca debe descartarse que puedan ocurrir, por esta razón es necesario adoptar un Plan de Contingencia que permita guiar las acciones de manera coordinada y efectiva para controlar los accidentes y minimizar posibles daños al medio ambiente.

4.2.1. Derrames de Crudo

Dependiendo del lugar donde ocurra, puede ser causa de accidentes, ya que puede ir acompañado de incendios y explosiones. Puede ocurrir por deslizamiento del terreno por fatiga del material de la tubería, por movimientos sísmicos, por corrosión, por actividades de mantenimiento y por errores humanos.

4.2.1.1. Medidas Preventivas y de Control

Para reducir la ocurrencia de fuga de crudo se deben considerar los siguientes aspectos básicos:

- Inspeccionar las líneas para detectar problemas de estabilidad de suelos que puedan ocasionar deslizamientos y roturas por precipitaciones pluviales intensas.
- Las pérdidas o fugas de crudo por rotura de tubería, deberán ser reparadas inmediatamente cuando se detecten.
- Todo el personal operador estará entrenado para participar y controlar cualquier eventualidad de crisis.

4.2.1.2 Procedimiento de Limpieza y Restauración

Los derrames de hidrocarburos serán informados de acuerdo a los formatos de la directiva que sistematiza y racionaliza el formato de mensajes tipo para informar las contaminaciones del medio.

Las Operaciones que deben llevarse a cabo bajo el plan de acción están agrupadas en 4 categorías. Antes de iniciar cualquiera de ellas, debe efectuarse una rápida evaluación del derrame, a fin de estimar la estrategia a seguir y los equipos y personal que se necesitarán.

- En primer término debe pensarse en la movilización del Centro Coordinador Regional y el establecimiento del Centro de Operaciones en el lugar del derrame, el establecimiento de comunicaciones, contacto con las partes interesadas, y desarrollar toda la preparación necesaria para iniciar la acción de control.
- La segunda etapa importante, es el inicio y mantenimiento de las acciones de control en el área de acción primaria, en la vecindad inmediata a la fuente del derrame. Es importante en esta etapa contar con apoyo aéreo (helicóptero de preferencia), ya que el campo visual es perfecto y se puede dirigir las acciones desde el aire mediante la comunicación helicóptero – tierra, debiendo para ello embarcarse los equipos de comunicaciones adecuados.
- La tercera operación incluye la implementación de apoyo de las acciones de control en el área de influencia. La acción recomendada es proteger aquellas áreas de alto valor ecológico, económico y turístico o que sean difíciles para limpiar, y tratar de desviar el petróleo hacia las áreas donde pueda recogerse fácilmente sin dañar la ecología del lugar.
- Por último están las operaciones de finalización, esto es, la recolección del equipo, análisis de los efectos y costos del derrame, concluyéndose con un informe total del accidente.

4.2.1.3. Informe Final del Derrame

Se deberá presentar un Informe final escrito, dirigido a las diferentes agencias gubernamentales responsables de los aspectos ambientales (Corporación Autónoma Regional respectiva, Ministerio del Medio Ambiente, Capitanía de Puerto, si el derrame se presenta en aguas marinas o fluviales de su competencia) y a la Coordinación del Comité Técnico Nacional del Plan Nacional de Contingencia, dentro de los veinte (20) días contados a partir del día de la ocurrencia del derrame, con el fin de tener un conocimiento detallado de las circunstancias del derrame y su atención y control. ^[12]

El informe escrito final del evento deberá contener lo siguiente:

- Fecha y Hora del Suceso y fecha y hora de la notificación inicial a la entidad gubernamental.
- Fecha y Hora de Finalización de la emergencia.
- Localización, origen y causa del derrame.
- Volumen del derrame.
- Determinación de áreas afectadas. (Terrenos, Recursos Naturales, Instalaciones).
- Determinación de Comunidades afectadas.
- Plan de Acción desarrollado y tiempos de respuesta utilizados en el control del derrame.
- Descripción de medidas de prevención, mitigación, corrección, monitoreo y restauración adoptadas.
- Apoyo necesario (solicitado / obtenido).
- Reportes efectuados a otras entidades gubernamentales.
- Estimación de costos de descontaminación (contención, recolección, almacenamiento, recuperación y/o limpieza).

4.2.2. Derrames de Insumos

En la construcción y operación se usará cantidades significativas de combustibles, lubricantes y otros materiales que tendrán que ser enviados al sitio por medio de camiones. Estos materiales se guardarán en volúmenes considerables en el campamento, por lo tanto existe la posibilidad de derrames, pese a que se presta especial atención para que esto no ocurra.

Un derrame accidental en cualquier volumen puede contaminar seriamente porciones importantes de suelo, además de afectar seriamente la salud humana, por lo que se debe prestar especial cuidado y control para que esta situación no se presente.

De presentarse un derrame considerable de insumos, se deben tomar las siguientes acciones:

- Determinar la ubicación y volumen del derrame.
- Limitar el acceso de personal no autorizado
- Ubicar y utilizar el equipo de seguridad disponible y la cantidad de mano de obra requerida.
- Tapar la fuga y establecer barreras para evitar su propagación.
- Tratar de recuperar el insumo derramado y prevenir la ocurrencia de un accidente mayor.

4.2.2.1. Medidas Preventivas y Correctivas

Para reducir la ocurrencia de un derrame de insumos se deben considerar los siguientes aspectos básicos:

- Se debe construir una bodega de almacenaje, que cuente con los equipos necesarios para la prevención de incendios.
- Los tanques de almacenaje de combustible, deben estar localizados dentro de muros corta fuegos contruidos con tierra y revestidos con plástico impermeable resistente.
- La capacidad de los muros corta fuegos debe calcularse para contener el 110 % del volumen del tanque de mayor capacidad.
- Las pérdidas y goteos deben ser reparadas inmediatamente.
- Debe realizarse una revisión constante del sitio de almacenamiento.

4.2.2.2. Procedimiento de Limpieza y Restauración

Los diques deben construirse de tierra, de aproximadamente 5m x 5m x 0,30 m de alto, con bermas y cubiertos con plástico. En este lugar se recibirá la tierra de otras áreas contaminada con el material derramado. El suelo contaminado debe extenderse en capas de 0,10m de espesor y deberá ser removido dos veces por semana. Esta tierra deberá mantenerse ligeramente húmeda y, después que se observe que se encuentra libre del material contaminante, disponerla en algún lugar adecuado.

Para los pequeños derrames de diesel, gasolina, aceites y lubricantes en cuerpos de agua, se deberán utilizar absorbentes para evitar la dispersión de la contaminación.

4.2.3. Contingencia por Incendio

Se mantendrá al personal debidamente entrenando para contrarrestar todo tipo de incendio.

El Jefe de Seguridad Industrial es responsable de revisar periódicamente todos los extinguidores y asegurarse que tengan el mantenimiento adecuado.

La gran cantidad de combustibles, diesel, gasolina y los hidrocarburos líquidos y gaseosos en el campamento o depósitos, combinados con varias fuentes de ignición hacen que la prevención de incendios sea una tarea permanente.

4.2.3.1. Medidas Preventivas

Como medida de prevención de incendios, se seguirán los siguientes procedimientos:

- Habrá suficientes letreros de no fumar en todos los sectores de riesgo.
- Todos los motores estarán equipados con arresta llamas preventivas de ignición.
- Se prestará especial atención a mantener un sistema eléctrico y de iluminación adecuado, de acuerdo a normas, para prevenir los cortos circuitos o sobrecalentamiento de equipos eléctricos.
- Los trabajadores deberán ser periódicamente entrenados en el uso de extintores de diferentes tipos y lucha contra el fuego.
- Identificar las fuentes de calor, conexión a tierra adecuada de los motores, cableado eléctrico en buenas condiciones y a prueba de explosión, equipos de iluminación aprobados.

4.2.3.2. Medidas de Control

Antes de intentar el control de un fuego, personal capacitado deberá hacer una rápida evaluación de la situación. Si el incendio es demasiado grande y la

capacidad de respuesta es insuficiente no se deberá intentar su control y deberá solicitarse ayuda externa.^[12]

Los fuegos pequeños y medianos serán combatidos con extintores portátiles y debe tenerse especial cuidado con el funcionamiento de generadores o equipo eléctrico.

4.2.3.3. Notificaciones a Personal Involucrado

Es importante seguir los lineamientos establecidos en el Plan de Contingencia, efectuando las notificaciones correspondientes. El orden será el siguiente:

- Si la emergencia requiere ayuda médica, notificar y movilizar al servicio médico oficial o servicio médico alternativo.
- Notificar a la empresa responsable del Proyecto en sus oficinas.
- Notificar a las autoridades gubernamentales.
- Notificar a los dirigentes locales.

4.3. SERVICIO MÉDICO

La empresa espera que los entrenamientos en seguridad protejan de daños a los trabajadores durante la realización del proyecto, obra o actividad, sin embargo existe la posibilidad de ocurrir accidentes (como los citados anteriormente) que podrán conducir a una emergencia médica.

Las medidas preventivas que se tomarán para reducir al mínimo la ocurrencia de una emergencia médica se citan a continuación:

- Todo el personal que opera en el sitio usará el equipo de protección dotado para las tareas comunes y estará familiarizado con el uso de otros equipos auxiliares de protección para trabajos especiales.

- El personal será entrenado en los procedimientos seguros para efectuar su trabajo. Se realizarán regularmente reuniones y eventos de capacitación sobre temas de Seguridad Industrial, Salud Ocupacional y Medio Ambiente.
- Se efectuarán simulaciones operacionales de emergencia para capacitarlos en las técnicas de control y escape.
- La Compañía considera prioritaria la atención de la Salud, la Seguridad y el Medio Ambiente.
- En los campamentos se contará con un médico en forma permanente, y estará dotado de todo el equipo auxiliar para casos de primeros auxilios y emergencias. Las brigadas de trabajo contarán con un paramédico para la realización de sus tareas.

4.4. RIESGOS ASOCIADOS CON LAS COMUNIDADES DEL ÁREA/INFRAESTRUCTURA

El proyecto, obra o actividad propuesta estará diseñado, construido, operado y mantenido conforme a las normas de seguridad internacionales, que regulan el desarrollo de las actividades que se realizan en la industria de los hidrocarburos. Este tipo de normas están diseñadas para asegurar una adecuada protección al público en el caso de las eventualidades que se puedan presentar en dichas actividades.

Las normas para la seguridad definen clasificaciones de áreas basándose en la densidad de población en la vecindad del proyecto, obra o actividad, las cuales determinan requisitos de seguridad más estrictos para las áreas pobladas.

5. PROGRAMAS DE MONITOREO Y CONTROL

El objetivo principal de los instrumentos de seguimiento y control es garantizar que el proyecto establezca desde su inicio, y mantenga durante su vida útil, los mecanismos necesarios para asegurar la calidad ambiental.

Dichos instrumentos deben ser adecuados a la organización del operador y responder a las exigencias de control y seguimiento propias de cada etapa del desarrollo de la actividad.

La interventoría ambiental durante las actividades de la industria es un mecanismo muy utilizado para salvaguardar los intereses de la empresa y asegurar el desempeño ambiental exitoso en el desarrollo de las mismas.

Por esta razón, las licencias ambientales, en su mayoría, definen la obligación de tenerla, lo cual convierte este mecanismo en uno de especial interés para la guía ambiental.

Entre las funciones de la interventoría ambiental tenemos:

- Velar porque el proyecto se desarrolle siguiendo los lineamientos establecidos en el plan de manejo ambiental.
- Evaluar los cambios en el plan de manejo ambiental sugeridos por los contratistas o por la compañía operadora.
- Reportar periódicamente (o cuando se le solicite) a la administración sobre los avances, resultados de la aplicación y demás aspectos de trabajo que interesen particularmente al operador.
- Preparar para la empresa los reportes que debe presentar ante las autoridades ambientales.

- Apoyar y servir de intermediario, al ser solicitado, ante el operador, las organizaciones ecologistas, la comunidad, las instituciones garantes y la administración local.
- Atender las solicitudes de información, visitas de inspección y demás actividades que programen partes interesadas en el manejo ambiental del proyecto. Facilitar la fiscalización del manejo ambiental de la ejecución a través de los mecanismos de participación ciudadana.

El seguimiento y control del desempeño involucra dos áreas de la administración ambiental: la afectación (o el estado) de los recursos naturales durante el desarrollo de la actividad, y el logro de los objetivos y metas de la gestión, también durante la vida del proyecto.

Para facilitar la documentación se diseñó un modelo de síntesis de la planeación, es decir, un formato que permite comparar fácilmente el comportamiento de los parámetros con los valores trazados como metas para los mismos a lo largo del proyecto (tablas 18 a 20).

En estos formatos se especifica el recurso evaluado, el nombre de quien realiza la evaluación, la fecha de evaluación, el nombre de la empresa y el número de licencia ambiental, el proyecto realizado y su localización, la localización de los puntos de muestreo y la frecuencia con que se evalúan, los parámetros de control, las unidades en que se miden, el método de muestreo, las metas planteadas, los datos medidos, las observaciones hechas y la firma del evaluador.

Estos esquemas pueden ser modificados a conveniencia del proyecto y para incluir aspectos particulares derivados de exigencias de la autoridad ambiental, inquietudes de la comunidad o relacionados con la política ambiental de la empresa.

Tabla 18. Formato de ficha de seguimiento y control recurso suelo.

RECURSO EVALUADO SUELO				
EVALUADOR		FECHA		
PROYECTO		LOCALIZACIÓN		
EMPRESA		LICENCIA AMB.		
LOCALIZACIÓN PUNTOS DE MUESTREO		FRECUENCIA DE MEDICIÓN		
1				
2				
3				
4				
5				
PARÁMETROS DE CONTROL	UNIDAD DE MEDICIÓN	MÉTODO DE MUESTREO	METAS	DATOS MEDICIONES
OBSERVACIONES				FIRMA

Fuente: Autores

Tabla 19. Formato de ficha de seguimiento y control recurso agua.

RECURSO EVALUADO AGUA			SUPERFICIAL	SUBTERRANEA
EVALUADOR		FECHA		
PROYECTO		LOCALIZACIÓN		
EMPRESA		LICENCIA AMB.		
LOCALIZACIÓN PUNTOS DE MUESTREO			FRECUENCIA DE MEDICIÓN	
1				
2				
3				
4				
5				
PARÁMETROS DE CONTROL	UNIDAD DE MEDICIÓN	MÉTODO DE MUESTREO	METAS	DATOS MEDICIONES
OBSERVACIONES				FIRMA

Fuente: Autores

Tabla 20 . Formato de ficha de seguimiento y control recurso aire.

RECURSO EVALUADO AIRE				
EVALUADOR		FECHA		
PROYECTO		LOCALIZACIÓN		
EMPRESA		LICENCIA AMB.		
LOCALIZACIÓN PUNTOS DE MUESTREO			FRECUENCIA DE MEDICIÓN	
1				
2				
3				
4				
5				
PARÁMETROS DE CONTROL	UNIDAD DE MEDICIÓN	MÉTODO DE MUESTREO	METAS	DATOS MEDICIONES
OBSERVACIONES				FIRMA

Fuente: Autores

Se efectuara un seguimiento del comportamiento en los parámetros o indicadores ambientales que después de iniciado el proyecto sean más susceptibles a seguir sufriendo cambios desfavorables. Los monitoreos se realizarán de la siguiente forma:

Monitoreo de la calidad del aire: Se medirán emisiones (material particulado y gases) en los puntos de emisión y su área de influencia al inicio de su operación. Se medirán los niveles de ruido al inicio y durante la ejecución de las obras en los puntos más críticos y los alrededores. También se medirán mensualmente estos parámetros en las localidades cercanas.

Se medirá la calidad del aire en los centros poblados a efectos de verificar si existe deterioro debido al tránsito vehicular, movimientos de tierra, emisiones causadas y las actividades propias de cada actividad. Complementariamente se realizará, después de concluida cada una de las etapas de construcción (vías y locación), una campaña de medición de niveles de ruido en receptores críticos próximos al trazo de las obras para verificar la intensidad de las alteraciones con relación a la Línea Base.

Monitoreo de la calidad del agua: Se implementará un programa para monitorear la calidad del agua a fin de identificar si se está causando un deterioro significativo y así poder establecer las medidas para el control de cualquier fuente de contaminación.

Se realizarán pruebas y/o ensayos de laboratorio para la medición de: pH, turbiedad, temperatura, contenido de sólidos totales, oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno, nitratos, fosfatos, y coliformes totales y fecales. Estas mediciones se realizarán en la corriente de agua más cercana a las instalaciones, así como en la corriente más cercana a la ubicación de campamentos, talleres y almacenes.

Se realizará un monitoreo respectivo en los ríos y fuentes de agua afectadas por el proyecto un mes después del término de obra para verificar si existe deterioro o algún factor contaminante como consecuencia de la ejecución de la obra a fin de adoptar las medidas correctivas pertinentes.

Monitoreo de erosiones y degradaciones del suelo: Se realizará el monitoreo constante de las áreas identificadas con problemas de erosión fluvial en las zonas aledañas a las instalaciones sobre los ríos interceptados por el proyecto. Todos los taludes de corte y las áreas de los botaderos también serán periódicamente inspeccionados.

Monitoreo de revegetalización: Todas las áreas que recibieron plantación serán monitoreadas para verificar el agarre de la raíz y crecimiento de las especies. Este monitoreo será realizado cada dos meses, hasta completar un período de 2 años desde que se inició la plantación.

Monitoreo de los sistemas de drenaje / inundaciones: Se inspeccionará el funcionamiento de las obras que constituyen el sistema de drenaje de todo el proyecto, como son el drenaje longitudinal, transversal y subdrenaje proyectado (alcantarillas, cunetas y drenes). Se pondrá especial interés en la revisión de los canales de protección y de recolección de aguas lluvias para evitar represamientos. Durante las épocas de lluvias y/o precipitaciones intensas se realizará la verificación de las zonas identificadas con ocurrencia de inundaciones, inspeccionando la operatividad de los drenajes proyectados.

6. PLAN DE GERENCIAMIENTO AMBIENTAL

En atención de que el medio ambiente no es un componente ajeno al desarrollo armónico e integral de la industria, se formularán los lineamientos del Plan de Manejo Ambiental que es necesario adoptar e incorporar durante el desarrollo de las distintas actividades de una empresa a fin de garantizar la prevención, corrección, mitigación de los factores susceptibles de generar afectaciones al medio natural.

Como respuesta a las posibles afecciones derivadas del desarrollo de las actividades propias de una empresa de la industria petrolera, se ha articulado este plan, que estructura el conjunto de acciones para el manejo, prevención control, mitigación y corrección de los efectos negativos esperados por la ejecución de las diferentes actividades, las cuales se deben incorporar durante los distintos procesos, bajo la responsabilidad de la empresa con el apoyo de las entidades del estado, administradoras de los recursos naturales y administraciones locales.

En este capítulo se desarrolla el Plan de Gerenciamiento Ambiental para cada una de las áreas de proceso (exploración, perforación y producción).

Se debe tener en cuenta que algunos de los ítems entre los tres planes son similares ya que los cuerpos de los mismos fueron planteados de forma general.

En el caso de la perforación exploratoria y la perforación de pozos de desarrollo se asume que son iguales diferenciándose sólo en la magnitud del impacto causado, por lo cual sólo se planteará el plan de gerenciamiento para la perforación de pozos de desarrollo.

6.1. PLAN DE GERENCIAMIENTO AMBIENTAL - EXPLORACIÓN

6.1.1. Política Ambiental

La industria del petróleo está consciente de que las actividades que realiza tienen un impacto en el Medio Ambiente y teniendo en cuenta su responsabilidad social en la protección del mismo, busca:

- Velar por el cumplimiento de los requisitos de la legislación y reglamentación ambiental aplicable.
- Desarrollar la Política Ambiental de la empresa, implantando un Sistema de Gestión Ambiental estructurado y documentado, que permita conseguir los objetivos y metas ambientales fijados y su revisión periódica, implicando así en una mejora continua.
- Comunicar la Política Ambiental a los empleados, contratistas y a todo el personal vinculado con la empresa.
- Concientizar al personal de la empresa mediante programas de sensibilización y formación ambiental.
- Prevenir la contaminación en los aspectos ambientales originados por las operaciones y actividades de la empresa y estudiar y promover todas las medidas a su alcance para minimizar los impactos generados por otros agentes.

6.1.2. Descripción del Proyecto

En este ítem del plan de gerenciamiento ambiental se debe especificar de forma concisa y detallada la actividad que va a ser realizada en el proyecto. Un ejemplo sería:

El proyecto consiste en realizar un reconocimiento del subsuelo por medio de la interpretación de pruebas sísmicas para la cual se utilizara la detonación de “n” cargas explosivas (n = numero de cargas) distribuidas en un área de “m” hectáreas (m = dimensión del área) con el fin de determinar la existencia de hidrocarburos en la zona de “x” (x = vereda/municipio/ciudad/departamento). Las cargas se ubicaran a una distancia mínima de “y” metros (y = distancia entre cargas) y serán enterradas en huecos de “a” metros cuadrados de área (a = área superficial del hueco) y “b” metros de profundidad (b = profundidad del hueco).

Localización

En este ítem se debe localizar (vereda/municipio/ciudad/departamento) y referenciar (norte, sur, oriente, occidente, cercanías) el lugar donde tendrá incidencia el proyecto. Se debe especificar la topografía del terreno (plana, no plana, ondulada), el rango de pendientes encontrado en la zona y su altura a nivel del mar. Este ítem se podría plantear así:

El proyecto se realizará en “x” (x = vereda/municipio/ciudad/departamento) sobre una topografía “t” (t = plana, ondulada, no plana) con una pendiente que oscila entre “q” y “s” por ciento (q, s = pendientes mínima y máxima del terreno) a “f” metros sobre el nivel del mar (f = altura sobre el nivel de mar).

Componentes del Proyecto

El proyecto estará compuesto por cuatro etapas principales; la construcción de las vías de acceso, la construcción del campamento, el desarrollo de la sísmica como tal y el desmantelamiento y restauración del área afectada.

Estas etapas fueron definidas en el capítulo II de este libro.

Personal

En este ítem se debe describir el número de empleados totales que se estiman se van a requerir para la obra con sus respectivos rangos. Si el proyecto es realizado por más de una empresa o se está subcontratando se debe especificar el número de empleados del total que cada una de estas partes va a suministrar.

Cronograma y Costos

En este ítem se debe especificar en orden cronológico como se va a realizar el proyecto y el tiempo de duración de cada etapa, partiendo desde la aprobación de la licencia ambiental y las concesiones.

Se debe también dar un balance global de costos para cada una de las etapas involucradas en el proyecto, especificando cuáles empresas o entidades van a realizar el proyecto y cómo va a ser financiado.

Análisis de Alternativas

En este ítem se debe aclarar cuál fue el análisis hecho para seleccionar la mejor alternativa y describir de forma general cuáles eran las otras alternativas y el por qué fueron descartadas.

6.1.3. Marco Institucional y Legal

Marco Institucional: Se destacan las instituciones que tienen responsabilidades claves asociadas a aspectos ambientales, sociales, o de salud y seguridad en el

medio ambiente, saneamiento, adquisiciones y/o expropiaciones, salud, seguridad laboral y patrimonio cultural.

Marco Legal: Se hace referencia a la legislación local y nacional que se aplica en el desarrollo de la actividad en cuanto a medio ambiente, saneamiento, adquisiciones y/o expropiaciones, salud, seguridad laboral y patrimonio cultural.

En el capítulo I de este libro se trata en forma general la legislación pertinente para la obtención de concesiones y licencias.

6.1.4. Condiciones ambientales

En este ítem se debe describir en qué condiciones se encuentra el lugar antes de iniciar el proyecto. Esto se hace mediante un estudio ecológico que consiste en un conteo de especies animales y vegetales y una toma de muestras y análisis para definir la línea base de la zona.

Se deben tener en cuenta:

Medio Físico: Calidad del aire, agua y suelo, la hidrología, la geomorfología y los procesos tectónicos.

Medio Biótico: Condiciones de fauna y flora, presencia de humedales y áreas protegidas.

Medio Social: Demografía, actividades culturales y económicas, viviendas y servicios básicos, organización social, salud y patrimonio cultural.

6.1.5. Evaluación de impacto ambiental

Se debe realizar un estudio de impacto ambiental para cuantificar el daño que podría ocasionar la realización del proyecto. En este estudio se debe tener en cuenta los impactos ambientales y sociales del proyecto.

Impactos Ambientales: Contaminación de aire, suelo y agua y los daños en la fauna y flora.

Impactos Sociales: Adquisición de predios, migraciones, desempleo, cambios culturales y en la economía.

Se hace referencia a este ítem de forma más explícita en el Capítulo III de este libro.

6.1.6. Gestión de Impactos

Se deben establecer medidas de mitigación, reparación y compensación ambiental y social con el fin de buscar un desarrollo industrial sostenible. Para esto se deben desarrollar programas de prevención y/o mitigación, de educación y capacitación ambiental y de compensación social, además de programas de monitoreo y control y planes de contingencia.

6.1.6.1. Control de aspectos Ambientales

Control de emisiones atmosféricas y de polvo: Se efectuarán riegos periódicos en las zonas perimetrales de las plantas, excavaciones y áreas de desbroce y apertura del trazo para evitar o minimizar las emisiones de material particulado, especialmente en los sectores de mayor circulación vehicular. Estas medidas se

aplicarán también en botaderos y canteras, así como en los caminos de acceso a las mismas. Se limitarán los desbroces a lo mínimo posible. Los camiones que transportan material a los botaderos o de las canteras contarán con lonas para cubrir la carga. Similarmente, los residuos acopiados en la zona serán cubiertos con plástico o lonas para evitar su dispersión por el viento. Las maquinarias de construcción y flota vehicular contarán con filtros para material particulado en los escapes.

Se utilizarán equipos en buen estado de mantenimiento y se controlará la eficiencia de carburación de los motores.

Control de ruido: En lo posible, se seleccionarán equipos y maquinaria de bajo nivel de ruido y programarán horarios compatibles con los usos linderos a cada frente de obras, evitando trabajos en fines de semana cerca de poblaciones. Los empleados deberán utilizar protectores adecuados de acuerdo al nivel de decibeles al que estén expuestos.

Control de erosión: Todos los cortes en el trazo y/o en las canteras se realizarán en terrazas, evitando grandes alturas que puedan desestabilizar los taludes. Dependiendo de las características de estabilidad del macizo no se permitirán alturas de taludes mayores que 10 metros. En los botaderos la colocación del material se realizará en camadas horizontales sucesivamente compactadas. No será permitida la colocación de material excedente sobre laderas que tengan escurrimiento en la dirección de algún curso de agua.

Manejo de suelos: El material vegetal y/o materia orgánica producto de la remoción de los suelos para apertura del trazo, instalación de campamentos y desarrollo de la actividad, será adecuadamente conservado en lugares apropiados para su posterior utilización en las labores de reconfiguración y recuperación de los lugares afectados, incluyendo, cuando sea pertinente, su posterior revegetalización.

Control de la contaminación del suelo: En los campamentos e instalaciones, y en todos los frentes de obra de manera general, se implementarán medidas destinadas a evitar la contaminación del suelo por combustibles u otras sustancias. En los caminos de acceso y demás rutas utilizadas por los vehículos de la obra, cualquier derrame de producto contaminante será inmediatamente remediado.

Protección de aguas lluvias: El principal inconveniente que representan las aguas lluvias en las actividades que se realizan en la industria de los hidrocarburos es la segregación de corrientes que pueden arrastrar materiales o sustancias contaminantes causando alteraciones al medio. Se requiere entonces la implementación de acciones que garanticen un adecuado manejo de dichas corrientes:

- Instalación de facilidades para manejo de aguas lluvias en áreas tales como talleres y parqueaderos.
- Recolección y evaluación por red independiente (red de aguas lluvias limpias) de la esorrentía que cae sobre techos y áreas internas no sujetas a riesgo de contaminación.
- Intercepción de aguas lluvias alrededor de sectores de acumulación de material mediante cunetas, diques o muros.
- Ejecución bajo cubierta de las labores que pueden contaminar el suelo, tales como mantenimiento de vehículos y maquinaria, trasiego de lubricantes, entre otros.

Protección de los ríos y de la calidad de las aguas: Toda construcción provisoria (campamentos) será desarrollada a una distancia prudencial de los cursos de agua y en lo posible se construirá en contrapendiente para evitar contingencias relativas al escurrimiento de residuos líquidos contaminantes. Las captaciones de agua en los ríos también se harán fuera del cauce principal de las

aguas. Cualquier extracción de agua en canales de riego será estrechamente coordinada con el respectivo Comité de Regantes, limitándose la extracción a los volúmenes no utilizados por los agricultores locales.

Por ningún motivo podrán realizarse detonaciones en los cuerpos y corrientes de agua que sean atravesados por las líneas sísmicas o a una distancia menor de 50 metros al lado y lado de los límites de los mismos.

Se procurará evitar al máximo la desestabilización de las orillas para no incluir procesos erosivos, la contaminación con sólidos y la sedimentación del cause. Sólo se podrán colocar estructuras temporales para facilitar el cruce de cuerpos de agua, y estas deberán removerse después de que no sean necesarias. [7]

Protección a la infraestructura socio-económica y de asentamientos humanos: Se deberá informar a las autoridades locales sobre las actividades a desarrollar; además de prever acciones para la reposición de daños que puedan ser causados a la infraestructura, bienes y actividades de la zona y se requerirá de la autorización previa de los propietarios de predios para el desarrollo de las actividades propias de la sísmica.

Se definirán las distancias adecuadas para la restricción del uso de dinamita en relación con proyectos de acuacultura, monumentos históricos y arqueológicos, áreas de minería subterránea y centros urbanos, entre otros.

Se definirán las estrategias de contratación de personal con el fin de dar preferencia a la mano de obra local, en las diferentes localidades. [7]

Saneamiento e higiene: Los campamentos serán dotados de agua potable y contarán con pozos sépticos para tratamiento de aguas servidas y con un sistema adecuado de recolección y disposición de basura.

6.1.6.2. Control de Residuos

Gestión de Residuos Sólidos (campamento): El manejo de este impacto es totalmente de tipo preventivo y sólo considera la adecuada disposición de los desechos sólidos, teniendo en cuenta en forma prioritaria, las siguientes recomendaciones:

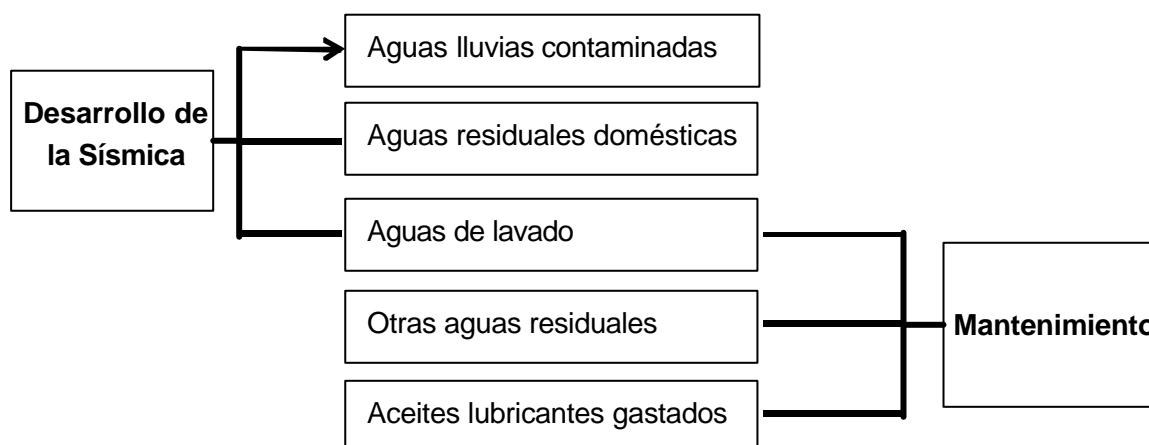
- Debe darse prioridad a la reducción o no generación de residuos, es decir se debe implementar como primera medida una política de no generación de residuos.
- Implementar una política de manejo de residuos sólidos, que en orden de prioridad incluya los siguientes pasos: reducir, reutilizar, reciclar y disponer.
- Separación en la fuente de los desechos biodegradables (desechos orgánicos) de los no biodegradables.
- Definir un área para el almacenamiento temporal y exclusivo de desechos como plástico, envases de aditivos, etc.
- Clasificación de material reciclable (vidrio, madera, papel cartón) para su reutilización inmediata, cambio de uso o transformación para recuperación como materias primas.
- En la medida de lo posible reutilizar o reciclar los desechos no biodegradables, transportándolos hasta el sitio de acopio más cercano.
- Los desechos biodegradables podrán ser dispuestos en rellenos sanitarios cercanos al área del proyecto.
- Educar al personal sobre el manejo de los desechos sólidos por medio de conferencias y charlas.

Gestión de Residuos Líquidos (campamento): Para el manejo de este impacto se busca el adecuado tratamiento y disposición de los desechos líquidos, caracterizando los fluidos producidos; teniendo en cuenta en forma prioritaria, las siguientes recomendaciones:

- Identificar todos los puntos (servicios sanitarios, cocina, cafetería, etc.) donde se produzcan aguas residuales domésticas y/o industriales.
- Adoptar un sistema de tratamiento de aguas residuales que no deteriore la calidad del medio ambiente. Sistemas de recolección de aguas residuales apropiado. Mantenimiento adecuado de tuberías de desagüe.
- Hacer un inventario de todos los procesos que utilicen agua para cuantificar la severidad de los contaminantes.
- Establecimiento de los límites máximos de contaminantes permisibles de acuerdo a la clasificación del cuerpo receptor.
- Determinar las características físico-químicas de las corrientes de desecho con el fin de recoger información para aplicar un plan de contingencia más adecuado.

Tipos de residuos líquidos

Fig. 4. Residuos líquidos - Sísmica



Fuente: Tesis, Términos de referencia básicos en la protección y conservación del medio ambiente en las actividades de producción de petróleo en Colombia, UIS, 1995.

6.1.6.3. Control Ambiental de Actividades

Las actividades que en esta área se realizan deben ser evaluadas ambientalmente para mitigar el impacto que puedan ocasionar:

Construcción y adecuación de la vía de acceso

- Para el descapote, desmonte, y excavaciones se debe delimitar correctamente el área de interés, para afectar solo el área estrictamente necesaria.
- Se debe tener un adecuado manejo en la obra de los residuos sólidos provenientes de las actividades de descapote, desmonte, cortes, excavaciones y material de cantera extraído. En caso tal que vayan a permanecer un periodo de tiempo considerable los arrumes de material deben ser cubiertos con material impermeable y ser delimitados con barreras que impidan su escurrimiento a cuerpos de agua por la acción de las lluvias.
- El desbroce de trochas para el tendido de líneas sísmicas se las debe hacer exclusivamente en forma manual y no se cortarán árboles de DAP (diámetro a la altura del pecho) mayor a 20 cm.
- La disposición final de los residuos de las excavaciones debe estar de antemano definida.
- El material resultante del descapote y desmonte debe ser utilizado en las acciones de restauración del área afectada, sino debe ser re ubicado para su replantación.
- Se debe evitar el uso de aceites quemados para la adecuación del área, debido a su gran impacto sobre el suelo y los cuerpos de agua.
- Los vehículos utilizados para la movilización de maquinaria y equipos deben cumplir con las normas sobre la emisión de gases de combustión y ruido.

Construcción de la locación

- Para la remoción de suelo y cobertura vegetal se debe delimitar correctamente el área de interés, para solo afectar el área estrictamente necesaria.
- Los residuos provenientes del movimiento de tierra y de la remoción de cobertura vegetal deben tener un adecuado manejo, almacenamiento temporal y disposición final. En lo posible este material debe ser utilizado en los diferentes tipos de rellenos.
- En las zonas de patrimonio nacional de áreas naturales, bosques y vegetación protegidos, todas las construcciones temporales se harán sin utilizar madera del área, excepto la que ha sido previamente removida para la adecuación del área.
- Los helipuertos y puntos de disparo no se deben establecer en zonas críticas como sitios de reproducción y/o alimentación de fauna, saladeros y sitios arqueológicos.
- La maquinaria y equipos deben cumplir con las normas sobre la emisión de gases de combustión y ruido. El mantenimiento continuo es indispensable.
- El campamento base se ubicará, preferiblemente, en sitios poblados que dispongan de la infraestructura requerida (energía, vivienda, servicios públicos, comunicaciones) para soportar la actividad, sin interferir con los usos normales de los mismos.
- Las letrinas deben ser construidas a no menos de 20 metros de los cuerpos de agua.
- La ubicación de los campamentos volantes se seleccionará con criterios de protección ambiental (efectos sobre el suelo, la fauna y flora, el agua y las comunidades cercanas), además de las facilidades logísticas.
- Los campamentos serán desmantelados al terminar el trabajo e inmediatamente se procederá a la limpieza y restauración del sitio.

- En zonas planas los campamentos no podrán estar ubicados a menos de 100 metros de un cuerpo de agua y deberán estar provistos de sistemas de tratamiento de aguas residuales, cuyos diseños garanticen el cumplimiento de las normas establecidas en el decreto 1449 de 1997. ^[2]

Desarrollo del proceso de sísmica

- Los hoyos de disparo deben ser abiertos con las especificaciones establecidas en la descripción del proyecto para evitar un mayor impacto en el suelo y el riesgo de imprevistos al momento de la detonación.
- El área de influencia de las explosiones debe ser acordonada y las personas presentes deben estar adecuadamente protegidas.
- En ríos, lagos y lagunas no se debe utilizar explosivos, sino el sistema de pistola de aire o equivalentes. Las cargas en puntos de disparo no deben ser detonadas a distancias menores a 15 metros de cuerpos de agua superficiales.
- Los puntos de disparo deben ser rellenados y compactados con tierra para evitar la formación de cráteres o daños al entorno.
- Se deben utilizar mantas de protección cuando se detone explosivos en lugares cercanos a poblaciones, a las mismas que se les informará sobre la peligrosidad de los explosivos con mínimo 24 horas de anticipación.

Desmantelamiento y restauración del área afectada

- Todas las instalaciones provisionales serán integralmente desmanteladas, trasladando los restos hasta los botaderos autorizados, y su posterior restauración a su relieve original.

- Los suelos compactados serán escarificados y recubiertos con la materia orgánica anteriormente removida.
- Los pozos sépticos serán sellados al igual que los hoyos de disparo.^[7]

6.1.7. Programas de Monitoreo y Control

Las medidas de monitoreo durante la construcción y operación del proyecto tienen el objetivo de determinar las variaciones en algunos parámetros de calidad ambiental, así como la verificación del cumplimiento de requerimientos legales cuando estos existen, permitiendo la identificación de situaciones que exigen acción correctiva. Se menciona este tema de forma más extensa en el Capítulo V de este libro.

6.2. PLAN DE GERENCIAMIENTO AMBIENTAL - PERFORACIÓN

6.2.1. Política Ambiental

La industria del petróleo está consciente de que las actividades que realiza tienen un impacto en el Medio Ambiente y teniendo en cuenta su responsabilidad social en la protección del mismo, busca:

- Velar por el cumplimiento de los requisitos de la legislación y reglamentación ambiental aplicable.
- Desarrollar la Política Ambiental de la empresa, implantando un Sistema de Gestión Ambiental estructurado y documentado, que permita conseguir los objetivos y metas ambientales fijados y su revisión periódica, implicándose en una mejora continua.

- Comunicar la Política Ambiental a los empleados, contratistas y a todo el personal vinculado con la empresa.
- Concientizar al personal de la empresa mediante programas de sensibilización y formación ambiental.
- Prevenir la contaminación en los aspectos ambientales originados por las operaciones y actividades de la empresa y estudiar y promover todas las medidas a su alcance para minimizar los impactos generados por otros agentes.

6.2.2. Descripción del Proyecto

En este ítem del plan de gerenciamiento ambiental se debe especificar de forma concisa y detallada la actividad que va a ser realizada en el proyecto. Un ejemplo sería:

El proyecto consiste en perforar en el subsuelo “n” pozos (verticales, inclinados u horizontales) (n = número de pozos), para alcanzar una profundidad de “y” metros (y = profundidad en metros), y tendrán un área de “m” hectáreas (m = dimensión del área), con el objetivo de llegar a la formación “a” (a = nombre de la formación). Para este propósito se instalarán “b” torres de perforación (b = número de torres), “c” plataformas (c = número de plataformas), “d” helipuertos (d = número de helipuertos) y “e” campamentos (e = número de campamentos), los cuales abarcarán un área de “m, o, p, q” hectáreas (m, o, p, q = dimensiones de las áreas) respectivamente, además se construirá al borde de cada plataforma “f” piscinas (f = cantidad de piscinas), estas abarcarán un área de “m” hectáreas (m = dimensión del área), las cuales sirven para el tratamiento y como recipiente de residuos; para realizar la perforación se utilizará un lodo “g” (g = características del lodo), el cual será bombeado por “n” bombas “h” (n = número de bombas, h = características de las bombas), también se contratarán los servicios de la empresa

“i” (i = nombre de la empresa), la cual realizará los trabajos de cementación y completamiento.

Localización

En este ítem se debe localizar (vereda/municipio/ciudad/departamento) y referenciar (norte, sur, oriente, occidente, cercanías) el lugar donde tendrá incidencia el proyecto. Se debe especificar la topografía del terreno (plana, no plana, ondulada), el rango de pendientes encontrado en la zona y su altura a nivel del mar. Este ítem se podría plantear así:

El proyecto se realizará en “x” (x = vereda/municipio/ciudad/departamento) sobre una topografía “t” (t = plana, ondulada, no plana) con una pendiente que oscila entre “q” y “s” por ciento (q, s = pendientes mínima y máxima del terreno) a “f” metros sobre el nivel del mar (f = altura sobre el nivel de mar).

Componentes del Proyecto

El proyecto estará compuesto por cuatro etapas principales; la construcción de las vías de acceso, la construcción del campamento, el desarrollo de la perforación como tal y el desmantelamiento y restauración del área afectada.

Estas etapas fueron definidas en el capítulo II de este libro.

Personal

En este ítem se debe describir el número empleados totales que se estiman se van a requerir para la obra con sus respectivos rangos. Si el proyecto es realizado

por más de una empresa o se está subcontratando se debe especificar el número de empleados del total que cada una de estas partes va a suministrar.

Cronograma y Costos

En este ítem se debe especificar en orden cronológico como se va a realizar el proyecto y el tiempo de duración de cada etapa, partiendo desde la aprobación de la licencia ambiental y las concesiones.

Se debe también dar un balance global de costos para cada una de las etapas involucradas en el proyecto, especificando cuáles empresas o entidades van a realizar el proyecto y cómo va a ser financiado.

Análisis de Alternativas

En este ítem se debe aclarar como fue el análisis hecho para elegir la alternativa escogida y describir de forma general cuales eran las otras alternativas y el por qué fueron descartadas.

6.2.3. Marco Institucional y Legal

Marco Institucional: Se destacan las instituciones que tienen responsabilidades claves asociadas a aspectos ambientales, sociales, o de salud y seguridad en el medio ambiente, saneamiento, adquisiciones y/o expropiaciones, salud, seguridad laboral y patrimonio cultural.

Marco Legal: Se hace referencia a la legislación local y nacional que se aplica en el desarrollo de la actividad en cuanto a medio ambiente, saneamiento, adquisiciones y/o expropiaciones, salud, seguridad laboral y patrimonio cultural.

En el capítulo I de este libro se trata en forma general la legislación pertinente para la obtención de concesiones y licencias.

6.2.4. Condiciones ambientales

En este ítem se debe describir en qué condiciones se encuentra el lugar antes de iniciado el proyecto. Esto se hace mediante un estudio ecológico que consiste en un conteo de especies animales y vegetales y una toma de muestras y análisis para definir la línea base de la zona.

Se deben tener en cuenta:

Medio Físico: Calidad del aire, agua y suelo, la hidrología, la geomorfología y los procesos tectónicos.

Medio Biótico: Condiciones de fauna y flora, presencia de humedales y áreas protegidas.

Medio Social: Demografía, actividades culturales y económicas, viviendas y servicios básicos, organización social, salud y patrimonio cultural.

6.2.5. Evaluación de impacto ambiental

Se debe realizar un estudio de impacto ambiental para cuantificar el daño que podría ocasionar la realización del proyecto. En este estudio se debe tener en cuenta los impactos ambientales y sociales del proyecto.

Impactos Ambientales: Contaminación de aire, suelo y agua y los daños en la

Impactos Sociales: Adquisición de predios, migraciones, desempleo, cambios culturales y en la economía.

Se hace referencia a este ítem en forma más explícita en el capítulo III de este libro.

6.2.6. Gestión de Impactos

Se deben establecer medidas de mitigación, reparación y compensación ambiental y social con el fin de buscar un desarrollo industrial sostenible. Para esto se deben desarrollar programas de prevención y/o mitigación, de educación y capacitación ambiental y de compensación social, además de programas de monitoreo y control y planes de contingencia.

6.2.6.1. Control de aspectos Ambientales

Control de emisiones atmosféricas y de polvo: Se efectuarán riegos periódicos en las zonas perimetrales de las plantas, excavaciones y áreas de desbroce y apertura del trazo para evitar o minimizar las emisiones de material particulado, especialmente en los sectores de mayor circulación vehicular. Estas medidas se aplicarán también en botaderos y canteras, así como en los caminos de acceso a las mismas. Se limitarán los desbroces a lo mínimo posible. Los camiones que transportan material a los botaderos o de las canteras contarán con lonas para cubrir la carga. Similarmente, los residuos acopiados en la zona serán cubiertos con plástico o lonas para evitar su dispersión por el viento. Las maquinarias de

construcción y flota vehicular contarán con filtros para material particulado en los escapes.

Se utilizarán equipos en buen estado de mantenimiento y se controlará la eficiencia de carburación de los motores.

Control de ruido: Se seleccionarán equipos y maquinaria de bajo nivel de ruido y se construirán barreras acústicas para evitar que las emisiones auditivas afecten a la comunidad cercana. Además los trabajadores contarán con protectores auditivos cuando estén operando en zonas de altos niveles de ruido y así evitar problemas en la salud.

Control de erosión: Todos los cortes en el trazo y/o en las canteras de cerro se realizarán en terrazas, evitando grandes alturas que puedan desestabilizar los taludes. Dependiendo de las características de estabilidad del macizo no se permitirán alturas de taludes mayores que 10 metros. En los botaderos la colocación del material se realizará en capas horizontales sucesivamente compactadas. No será permitida la colocación de material excedente sobre laderas que tengan escurrimiento en la dirección de algún curso de agua.

Manejo de suelos: El material vegetal y/o materia orgánica producto de la remoción de los suelos para apertura del trazo, instalación de campamentos y desarrollo de la actividad, será adecuadamente conservado en lugares apropiados para su posterior utilización en las labores de reconfiguración / recuperación de los lugares afectados, incluyendo, cuando sea pertinente, su posterior revegetación.

Control de la contaminación del suelo: En los campamentos e instalaciones industriales, y en todos los frentes de obra de manera general, se implementarán medidas destinadas a evitar la contaminación del suelo por combustibles u otras sustancias tóxicas. Toda área destinada al lavado o mantenimiento de maquinarias o vehículos será impermeabilizada y contará con cunetas

perimetrales y trampas de grasa. La disposición de grasas y aceites, contando con recipientes herméticos para la disposición de los residuos de lubricantes, se hará hacia las fábricas recicladoras o al fabricante. El almacenamiento de combustible se efectuará conforme a las normas legales y el abastecimiento será siempre realizado para evitar derrames. Las piscinas de tratamiento y recolección de residuos deberán estar impermeabilizadas para evitar la filtración de estos.

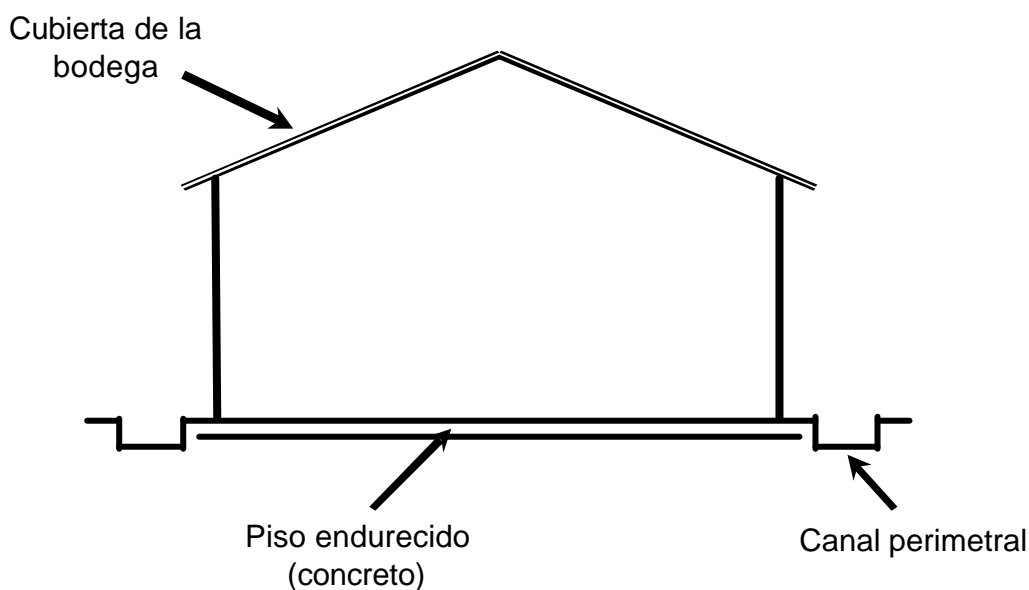
Cualquier derrame de producto contaminante será inmediatamente remediado. Las grasas y lubricantes utilizados serán reciclados.

El origen del impacto causado al suelo son principalmente los derrames de hidrocarburos y productos químicos, para minimizar este impacto se propone:

- Establecimiento de procedimientos para el manejo de aceites lubricantes usados recuperados de talleres de mantenimiento, unidades de bombeo, compresores, entre otros. Análisis de la viabilidad de incorporarlos a la producción de crudo.
- Mantenimiento oportuno de maquinaria y equipo vinculado a la infraestructura de apoyo, para reducir frecuencia y magnitud de fugas de combustibles y lubricantes.
- Definición de procedimientos normalizados para el mantenimiento de equipos e instalaciones, que tengan en cuenta el riesgo de derrames de hidrocarburos o productos químicos.
- Optimización de inventarios de químicos utilizados en la producción o en labores de apoyo, y de los productos con vida útil limitada.
- El almacenamiento de productos químicos debe estar bajo cubierta, sobre piso duro. Preferiblemente debe construirse de tal forma que garantice la estanqueidad del depósito en caso de derrame o fuga. Como alternativa se podrán utilizar canales perimetrales para recolectar el producto derramado (ver fig. 5).

- Los residuos sólidos de mantenimiento impregnados con hidrocarburos o grasa mecánica deberán descontaminarse antes de ser enviados al sitio de almacenamiento temporal.
- Privilegiar, siempre que sea posible, el almacenamiento a granel de aceites lubricantes. En este caso se deberán cumplir las normas establecidas para el almacenamiento en tanques.
- Minimización del uso de solventes en labores de mantenimiento. Se emplearán preferiblemente desengrasantes en crema o pasta.

Fig. 5 Almacenamiento de productos químicos.



Fuente: Autores

Protección de aguas lluvias: El principal inconveniente que representan las aguas lluvias en las actividades que se realizan en la industria de los hidrocarburos es la segregación de corrientes que pueden arrastrar materiales o sustancias contaminantes causando alteraciones al medio.

Las corrientes de aguas lluvias encontradas en este proyecto son: Las aguas con alto contenido de sedimentos provenientes y captadas en áreas de taludes, dormitorios, casinos, oficinas y áreas aledañas.

Las aguas contaminadas con sedimentos, grasas, hidrocarburos y productos químicos de las aguas lluvias que entran en contacto en todas aquellas áreas relacionadas con el almacenamiento, manipulación y manejo de materiales y sustancias que por sus características y composición física y química causan contaminación. Estas son provenientes de áreas de talleres, bodegas, cabezas de pozo, piscinas de almacenamiento, entre otras.

Las aguas aceitosas contaminadas con hidrocarburos que caen sobre las áreas en las cuales está ubicada la maquinaria (bombas, motores, equipos de producción, etc.), o dentro del dique que confina el almacenamiento de combustibles^[7].

Se plantea entonces la implementación de acciones que garanticen un adecuado manejo de dichas corrientes:

- Instalación de facilidades para manejo de aguas lluvias en áreas tales como talleres y parqueaderos.
- Recolección y evaluación por red independiente (red de aguas lluvias limpias) de la escorrentía que cae sobre techos y áreas internas no sujetas a riesgo de contaminación.
- Intercepción de aguas lluvias alrededor de las áreas en las que se realizan los procesos y unidades de tratamiento de residuos mediante cunetas, diques o muros.
- Ejecución bajo cubierta de las labores que pueden contaminar el suelo, tales como mantenimiento de vehículos y maquinaria, trasiego de lubricantes, entre otros.

Protección de los ríos y de la calidad de las aguas: Toda construcción provisoria (campamentos) será desarrollada a una distancia prudencial de los cursos de agua y en lo posible se construirá en contrapendiente para evitar contingencias relativas al escurrimiento de residuos líquidos contaminantes.

Las captaciones de agua en los ríos también se harán fuera del cauce principal de las aguas y se evitará la circulación de camiones sobre trechos vulnerables.

Cualquier extracción de agua en canales de riego será estrechamente coordinada con el respectivo Comité de Regantes, limitándose la extracción a los volúmenes no utilizados por los agricultores locales.

Protección a la infraestructura socio-económica y de asentamientos humanos: Se deberá informar a las autoridades locales sobre las actividades a desarrollar; además de prever acciones para la reposición de daños que puedan ser causados a la infraestructura, bienes y actividades de la zona y se requerirá de la autorización previa de los propietarios de predios para el desarrollo de las actividades propias de la perforación.

Se definirán las distancias adecuadas para la restricción del desarrollo de la operación en relación con proyectos de acuicultura, monumentos históricos y arqueológicos, áreas de minería subterránea y centros urbanos, entre otros.

Se definirán las estrategias de contratación de personal con el fin de dar preferencia a la mano de obra local, en las diferentes localidades.

Saneamiento e higiene: Los campamentos serán dotados de agua potable y contarán con pozos sépticos para tratamiento de aguas servidas y con un sistema adecuado de recolección y disposición de basura.

6.2.6.2. Control de residuos

Gestión de Residuos Sólidos (campamento): El manejo de este impacto es totalmente de tipo preventivo y sólo considera la adecuada disposición de los desechos sólidos, teniendo en cuenta en forma prioritaria, las siguientes recomendaciones:

- Debe darse prioridad a la reducción o no generación de residuos, es decir se debe implementar como primera medida una política de no generación de residuos.
- Implementar una política de manejo de residuos sólidos, que en orden de prioridad incluya los siguientes pasos: reducir, reutilizar, reciclar y disponer.
- Separación en la fuente de los desechos biodegradables (desechos orgánicos) de los no biodegradables.
- Definir un área para el almacenamiento temporal y exclusivo de desechos como plástico, envases de aditivos, tarros de pintura etc.
- Clasificación de material reciclable (vidrio, madera, papel cartón) para su reutilización inmediata, cambio de uso o transformación para recuperación como materias primas.
- En la medida de lo posible reutilizar o reciclar los desechos no biodegradables, transportándolos hasta el sitio de acopio más cercano.
- Los desechos biodegradables podrán ser dispuestos en rellenos sanitarios cercanos al área del proyecto.
- Educar al personal sobre el manejo de los desechos sólidos por medio de conferencias y charlas.
- No dejar sobrantes en los sitios de trabajo, en espacios públicos o en zonas verdes.

Residuos Sólidos (campo): Los residuos sólidos más frecuentes son los lodos de perforación y cementación, residuos de perforación, lodos de piscinas de almacenamiento y oxidación, además de los residuos sólidos domésticos.

También son considerados residuos sólidos todos los empaques, envases y recipientes de materiales tóxicos como solventes, cementos, aceites, combustibles, sustancias químicas, entre otros.

A continuación se presentan los criterios y lineamientos que regirán la separación y recolección final de los residuos sólidos generados durante las diferentes actividades de la perforación^[7]:

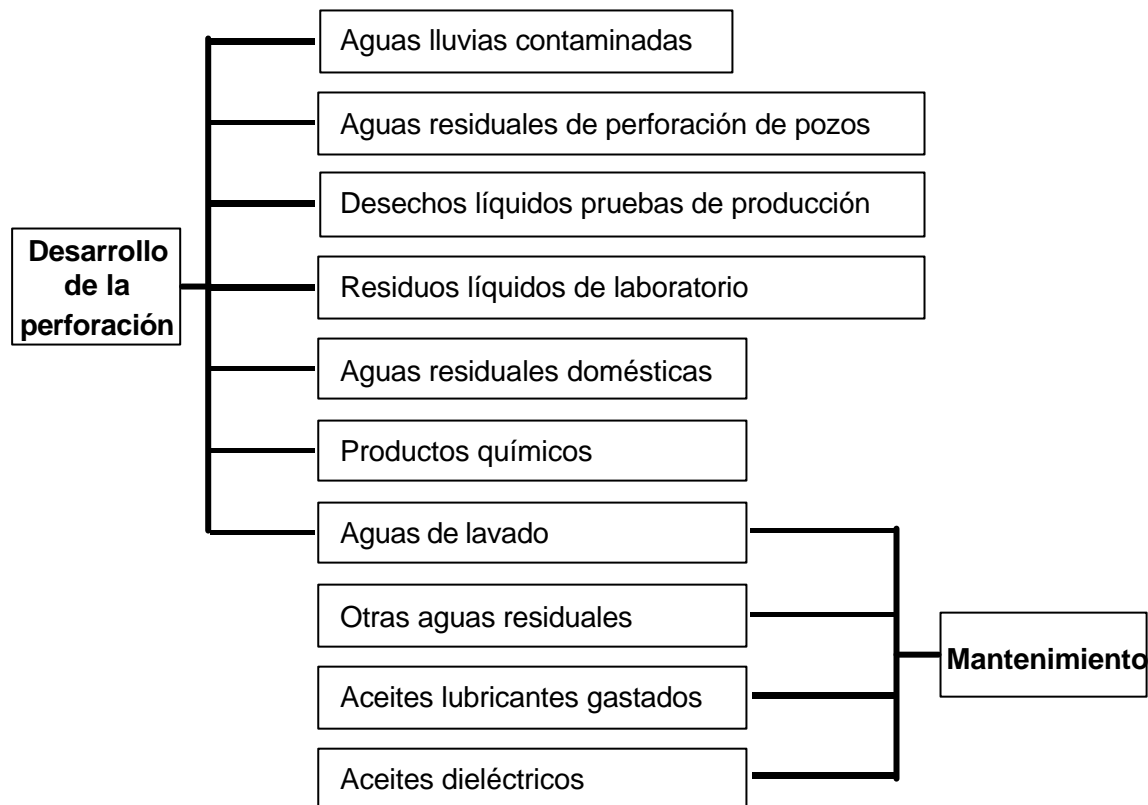
- La segregación de los residuos sólidos de deberá realizar teniendo en cuenta las áreas donde son generados, cantidades estimadas, características (biodegradables, reciclables, incinerables, etc.), según se trate de residuos domésticos industriales o especiales.
- Se debe realizar la asignación de un área específica, claramente identificada, señalizada y diseñada para el almacenamiento y manejo de cada tipo de residuo.
- Se debe diseñar y describir las obras y acciones relacionadas con el manejo de cada tipo de residuo.
- Se deben diseñar mecanismos de recolección en los sitios de generación tales como disposición de recipientes, tambores con tapa (dispuestos en las áreas cercanas a dormitorios y casinos), recipientes que garanticen un confinamiento seguro (para el caso de almacenamiento de baterías).
- Para el caso de filtros de aceite, retenedores, empaques, sellos de bombas, motores, etc., deberán almacenarse de manera segura, preferiblemente en un tambor metálico con tapa, luego de drenarle el hidrocarburo y de lavarlos con el solvente apropiado. El tambor estará bajo cubierta en un lugar seguro y destinado para tal fin.
- Se establecerán mecanismos y horarios de recolección teniendo en cuenta los cálculos de cantidades y características de los residuos generados.
- Se establecerán mecanismos, recursos y responsabilidades para las actividades de limpieza en el área de trabajo, incluyendo las vías de

acceso, las vías y caminos interiores y las demás zonas que hagan parte de las facilidades instaladas para dar soporte a la perforación.

- Se diseñara un programa de educación para todo el personal que labora de forma directa e indirecta en las locaciones, con el fin de ilustrarlo acerca de sus responsabilidades y obligaciones al respecto.
- Los residuos sólidos domésticos se dispondrán en un relleno sanitario, diseñado, construido y operado teniendo en cuenta las características meteorológicas e hidrológicas de la zona, características de impermeabilización, la localización con relación a cuerpos de agua existentes en el área y con relación a campamentos y asentamientos humanos más cercanos,
- La chatarra y los demás elementos metálicos que ya no sean útiles, deberán recolectarse a medida que se vayan produciendo y transportarse al lugar destinado para su almacenamiento temporal, deberán limpiarse adecuadamente con el fin de eliminar la contaminación química, salina o de hidrocarburos de que pueden ser transportadores.
- Los envases metálicos o de plástico y los empaques de papel (bolsas para lodos, sustancias químicas, etc.) o cartón, deberán recolectarse y trasladarse a los lugares previstos para su almacenamiento temporal, con el fin de facilitar su evacuación del área.
- Los residuos sólidos de perforación, deberán inactivarse al finalizar la operación, con el fin de darles una disposición segura, empleando técnicas como la reinyección, el encapsulamiento, la gelificación u otras de eficacia comprobada, las cuales requieren la aprobación de la autoridad ambiental.

Tipos de residuos líquidos: En la figura 6 se muestran los tipos de residuos líquidos que se pueden producir durante la perforación en la búsqueda de hidrocarburos.

Fig. 6. Residuos líquidos – Perforación



Fuente: Tesis, Términos de referencia básicos en la protección y conservación del medio ambiente en las actividades de producción de petróleo en Colombia, UIS, 1995.

Gestión de residuos líquidos (campamento): Son considerados residuos líquidos domésticos, los provenientes de efluentes de casinos, servicios sanitarios y limpieza de áreas de alojamiento y oficinas.

En este grupo tenemos las aguas negras y grises. Las aguas grises son los afluentes contaminados con altas cargas de jabones, detergentes y grasas, provenientes del casino, duchas, lavaderos de ropa etc. Las aguas negras son aquellas contaminadas con compuestos orgánicos de origen humano.

El diseño y manejo de este tipo de aguas deberá considerar como mínimo los siguientes aspectos:

- Identificar sobre planos, todos los puntos (servicios sanitarios, cocina, cafetería, etc.) donde se produzcan aguas residuales domésticas.
- Hacer estimativos de la cantidad producida en función de personas que laboran en la instalación y de las actividades domésticas que allí se desarrollen.
- Para el tratamiento de este tipo de aguas se utilizará un tanque séptico, seguido de un lecho filtrante de arena y de un campo de infiltración.
- Al final del trabajo el pozo séptico, la planta de tratamiento o el sistema adoptado según el caso, deberá desmontarse para luego proceder a la restauración del área.

Gestión de residuos líquidos (lavado de maquinarias y equipo): son las aguas generadas por el lavado de taladros, vehículos, maquinaria y demás equipos utilizados en las operaciones, las cuales son contaminadas generalmente con sólidos e hidrocarburos.

El diseño y manejo de este tipo de aguas deberá considerar como mínimo los siguientes aspectos:

- Las aguas del lavado de la plataforma deberán dirigirse al sistema general de piscinas diseñadas específicamente para el tratamiento de lodos de perforación, previa retención en una trampa de grasas de los hidrocarburos que puedan contener.
- El lavado de vehículos, maquinaria etc. Se hará solamente en la locación, en un sitio específicamente destinado para este propósito, dotado de una red de drenaje conectada al sistema de piscinas y provista de un desarenador y una trampa de grasas.

Gestión de residuos líquidos (aceites Usados): Los aceites usados deberán recolectarse y almacenarse en un sitio único y bajo cubierta en recipientes seguros para garantizar que no ocurrirán derrames.

Su disposición se hará preferiblemente fuera del área, en sitios autorizados, o incinerarse en la locación, si este proceso se realiza técnicamente y en condiciones controladas.

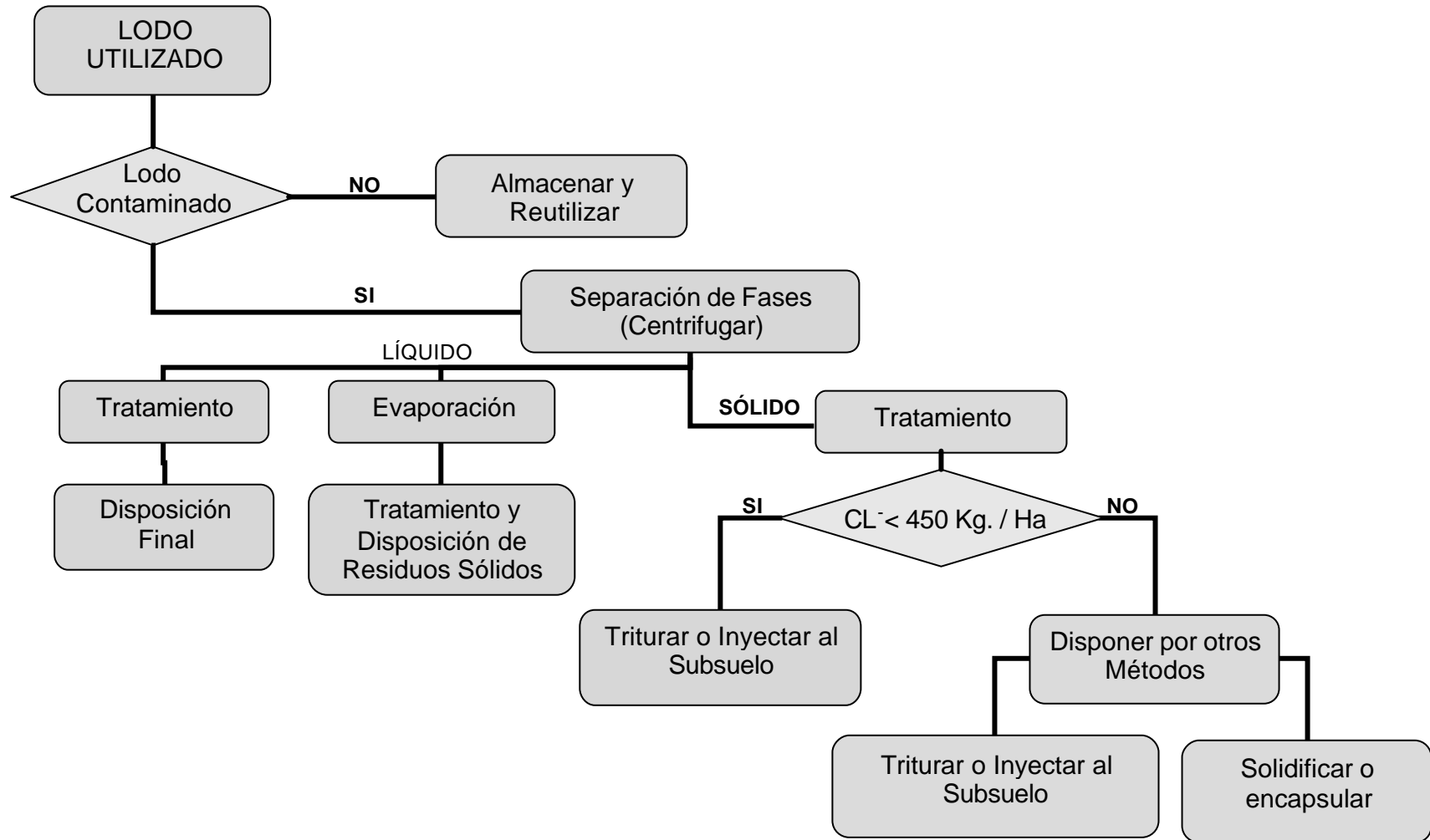
Gestión de residuos líquidos (aguas de Formación): Son todas aquellas provenientes de formaciones geológicas profundas, asociadas o no a los hidrocarburos. Pueden contener sales y algunos metales pesados y sustancias tóxicas.

Estas aguas se manejarán a través del sistema general del tratamiento de aguas residuales.

Gestión de residuos líquidos (perforación): para ello se pondrán en práctica las siguientes recomendaciones generales:^[7]

- La operación del sistema de manejo de tipo recirculatorio, para sedimentar los sólidos y reciclar el agua recuperable para la preparación del fluido de perforación.
- Utilización de medidores de agua en la línea de preparación del lodo, para permitir el control de la formulación e inducir al ahorro.
- El diseño de las piscinas deberá considerar no solamente las cantidades que serán vertidas por la actividad, sino también el régimen hidrológico de la zona, siempre con el fin de diseñar un sistema capaz de soportar el tratamiento durante toda la operación, sin que se presenten fenómenos de inundación por aguas lluvias o desbordamiento por exceder su capacidad.
- Mantenimiento apropiado de control de sólidos, con el propósito de reducir el volumen de los lodos descargados a las piscinas (ver fig. 7).

Fig. 7. Manejo de los lodos de perforación



Fuente: PLUSPETROL PERU CORPORATION S.A.

- Controlar el drenaje superficial para evitar la contaminación de aguas limpias y el incremento del flujo de agua a las piscinas.
- Cuando la velocidad de percolación sea superior a 10^{-6} cm/seg., las piscinas deberán impermeabilizarse con arcillas, geotextiles, telas asfálticas, u otras técnicas que garanticen el confinamiento total de los contenidos de éstas con respecto al medio natural humano.
- Reducir y controlar el uso de componentes tóxicos en la formulación de fluidos de perforación.
- Al finalizar la perforación, se procederá a eliminar los fluidos y los sólidos contenidos en las piscinas de lodos. Sin embargo esta operación deberá realizarse técnicamente y en forma prudente y responsable.
- El tratamiento será realizado preferiblemente por una entidad especializada, la cual se encargará de efectuar los ensayos de tratabilidad, ejecutar el proceso, controlar la calidad y verter al ambiente las aguas residuales, acorde con las normas vigentes.

6.2.6.3. Control Ambiental de Actividades

Construcción de vías de acceso

Se deberá realizar un análisis para la construcción de cada una de las vías de acceso, el cual incluirá:

- Protección de áreas sensibles, críticas y de manejo especial.
- Minimización del daño a la cobertura vegetal.
- Protección de especies de interés económico y ecológico.
- Minimización del daño a la dinámica paisajista.

- Limitaciones de cortes y rellenos en función de las características geotérmicas del trazado.
- Minimización o eliminación del daño a la dinámica hidrológica, especialmente en áreas de humedales.
- Definición de las técnicas de construcción, prefiriendo las menos impactantes ambientalmente hablando.
- Localización de fuentes de material.
- Localización de botaderos y escombreras.
- Cambio en la dinámica social.
- Frente a la magnitud de los impactos presentados con la apertura de vías en algunas zonas del país, especialmente en zonas de bosque primario y áreas no intervenidas por el hombre y en buen estado de conservación, debe optarse por la utilización de helicóptero como único medio de acceso al pozo exploratorio, o de las vías fluviales existentes, si es el caso. ^[7]
- Preferir el uso de puentes prefabricados que puedan transportarse, lo mismo que minimizar los trabajos en el área adyacente en el curso del agua, evitando la erosión de la orilla de la fuente y su sedimentación.
- Inclusión y dimensionamiento adecuado de obras necesarias (puentes, viaductos, pasos de fauna, túneles, entre otros.) para dar continuidad a la dinámica de los ecosistemas que son afectados por la vía (unidades de vegetación, estratos vegetales, hidrología, desplazamiento de fauna, etc.)
- El ancho de vía debe corresponder al mínimo estrictamente necesario para operar con seguridad los equipos de transporte, evitando así la intervención de mayores áreas. En el derecho de vía en áreas boscosas o arborizadas se debe evitar al máximo la tala de árboles y proteger las copas para garantizar la continuidad de los estratos arbóreos para el paso de fauna.
- El uso y disposición de la vegetación removida como resultado de las actividades del proyecto, deberá hacerse teniendo en cuenta las obras donde haya necesidad de utilizarla, así como las acciones de restauración

de áreas afectadas, y la estabilización de áreas erosionadas como consecuencia directa del proyecto.

- El diseño de las vías tendrá que contemplar la prevención y protección de áreas y suelos descubiertos que queden expuestos a la erosión hídrica y eólica. [7]

Construcción de la locación

Además de los criterios mencionados anteriormente, es necesario contemplar todas las normas de seguridad e higiene pertinente, como las siguientes:

- Se deben implementar mecanismos de protección contra el ruido, olores indeseables, emisiones de material particulado y gases, teniendo en cuenta la distancia y la velocidad de los vientos.
- Se debe mantener una visual despejada del quipo de perforación y las demás unidades de trabajo.
- Se debe diseñar la locación con facilidades de evacuación rápida para los casos de emergencia.

Desarrollo de la perforación y del completamiento

- El almacenamiento de combustible y los depósitos de productos químicos deberán construirse en espacios confinados con las debidas provisiones para contener cualquier derrame y facilitar la limpieza.
- Las áreas de almacenamiento estarán debidamente señalizadas y protegidas para prevenir accidentes causados por vehículos en movimiento.
- Las áreas de almacenamiento se deben construir sobre suelo endurecido (cemento o cualquier otro material impermeable), con una determinada

sobre elevación con el fin de evitar que se filtren en el suelo. Estas áreas siempre deberán ser techadas para evitar el arrastre de productos derramados por acción de las aguas lluvias, irá provista de cunetas de borde para su manejo (ver fig.5).

- Los tanques de combustible se ubicarán preferiblemente a una distancia no inferior a 100m con respecto a la cota máxima de inundación del cuerpo de agua más cercano, con el fin de disminuir la probabilidad de que un eventual derrame afecte las corrientes superficiales.
- El drenaje de aguas lluvias del dique deberá permanecer cerrado. Este drenaje deberá conectarse a las redes de aguas aceitosas de la locación.
- Todo sitio de perforación dispondrá de un sistema de tratamiento y disposición de fluidos y sólidos que se produzcan durante la actividad
- Para el manejo de la perforación se debe contratar una interventoría ambiental permanente con personal especializado para que haga un control sobre los problemas detectados y/o presentados y que tome decisiones para orientar y definir medidas para su solución.
- Deben elaborarse planes de contingencia rápidos y efectivos para minimizar daños ambientales.
- Se deben definir técnicas adecuadas de cambio de tubería con el fin de disminuir impactos ambientales.
- Concientizar a los operadores de los posibles daños ambientales causados por un mal manejo de equipos.
- No arrojar a las piscinas los químicos sobrantes (sin usar) de la operación ya que son más difíciles de degradar.
- Si utiliza diferentes tipos de lodo durante la perforación, su tratamiento debe realizarse por separado.
- No se deberán descargar aguas jabonosas ni residuales domésticas a las piscinas de desecho o de lodos.

- Las aguas producto del tratamiento de los lodos no deben ser vertidas sin tratamiento. Si se debe hacer, se deben tener en cuenta las tasas de descarga permitidas según el cuerpo receptor.

Desmantelamiento y restauración del área afectada

- Todas las instalaciones provisionarias serán integralmente desmanteladas, incluyendo la remoción de pisos de concreto, trasladando los restos hasta los botaderos autorizados, y su posterior restauración a su relieve original.
- Los suelos compactados serán escarificados y recubiertos con la materia orgánica anteriormente removida.
- En las canteras de río se efectuará la recomposición total del área afectada, incluyendo la clausura de accesos al cauce.
- Se debe rehabilitar el sitio de perforación y levantar la vía de acceso contando con la coordinación de las autoridades locales respectivas.
- En caso de abandono temporal o definitivo del área de influencia se deberá ubicar y disponer adecuadamente los equipos y estructuras que se encuentren en los sitios de trabajo que no sean necesarios para futuras operaciones.
- Tratar y disponer de acuerdo a la ley todos los desechos domésticos e industriales. Los pozos sépticos serán sellados.
- Readecuar los drenajes y reforestar el área que no vaya a ser reutilizada en el sitio de perforación.
- Sellar con tapones de cemento en la superficie cuando se abandone definitivamente un pozo para evitar escapes de fluidos.
- En caso de producirse escapes por mal taponamiento del pozo, la empresa deberá asumir todos los costos de remediación y reparaciones correspondientes al pozo.

6.2.7. Programas de Monitoreo y Control

Las medidas de monitoreo durante la construcción y operación del proyecto tienen el objetivo de determinar las variaciones en algunos parámetros de calidad ambiental, así como la verificación del cumplimiento de requerimientos legales cuando estos existen, permitiendo la identificación de situaciones que exigen acción correctiva. Se menciona este tema de forma más extensa en el Capítulo V de este libro.

6.3. PLAN DE GERENCIAMIENTO AMBIENTAL - PRODUCCIÓN

6.3.1. Política Ambiental

La industria del petróleo está consciente de que las actividades que realiza tienen un impacto en el medio ambiente y teniendo en cuenta su responsabilidad social en la protección del mismo, busca:

- Velar por el cumplimiento de los requisitos de la legislación y reglamentación ambiental aplicable.
- Desarrollar la Política Ambiental de la empresa, implantando un Sistema de Gestión Ambiental estructurado y documentado, que permita conseguir los objetivos y metas ambientales fijados y su revisión periódica, implicando así en una mejora continua.
- Comunicar la Política Ambiental a los empleados, contratistas y a todo el personal vinculado con la empresa.
- Concientizar al personal de la empresa mediante programas de sensibilización y formación ambiental.

- Prevenir la contaminación en los aspectos ambientales originados por las operaciones y actividades de la empresa y estudiar y promover todas las medidas a su alcance para minimizar los impactos generados por otros agentes.

6.3.2. Descripción del Proyecto

En este ítem del plan de gerenciamiento ambiental se debe especificar de forma concisa y detallada la actividad que va a ser realizada en el proyecto. Un ejemplo sería:

El proyecto consiste en la extracción del hidrocarburo (aceite y/o gas) de los pozos “e” (e = nombre de los pozos), provenientes de la(s) formación(es) “f” (f = nombre(s) de la formación(es)) para ello se colocará en la cabeza de cada pozo un árbol de navidad que tiene las siguientes características “a” (a = características del árbol), cuya finalidad es regular la salida del petróleo hacia las líneas de flujo, las cuales tienen las siguientes características “l” (l = características de la línea ; ubicación, distancia, diámetro), estas transportarán el hidrocarburo a la troncal, cuya descripción es “n” (n = características de las troncales; ubicación, distancia, diámetro), su finalidad es la de transportar el crudo hasta la estación recolectora “b” (b = nombre de la estación recolectora), la cual será ubicada en “c” (c = ubicación de la estación recolectora) y ocupará un área de “d” hectáreas (d = área de la estación recolectora) donde será tratado el hidrocarburo proveniente de “g” pozos (g = cantidad de pozos), que alimentan la estación recolectora, dicha estación contará con “h” separadores (h = número de separadores), de dimensiones “r” (r = dimensiones de los separadores) los cuales tienen como finalidad separar el crudo del agua proveniente de la formación e inhibir la formación de espumas, para esto se utilizará los químicos “i” (i = nombres de los químicos). También contará con “j” bombas (j = número de bombas) cuyo objetivo

es mantener la presión en las líneas, y tienen las siguientes características “k” (k = características de las bombas), después de ser tratado, el crudo es almacenado en “p” tanques de almacenamiento (p = número de tanques), de dimensiones “o” (o = dimensiones del tanque), de allí el crudo será transportado hacia el oleoducto “q” (q = nombre del oleoducto).

Localización

En este ítem se debe localizar (vereda/municipio/ciudad/departamento) y referenciar (norte, sur, oriente, occidente, cercanías) el lugar donde tendrá incidencia el proyecto. Se debe especificar la topografía del terreno (plana, no plana, ondulada), el rango de pendientes encontrado en la zona y su altura a nivel del mar. Este ítem se podría plantear así:

El proyecto se realizará en “x” (x = vereda/municipio/ciudad/departamento) sobre una topografía “t” (t = plana, ondulada, no plana) con una pendiente que oscila entre “q” y “s” por ciento (q, s = pendientes mínima y máxima del terreno) a “f” metros sobre el nivel del mar (f = altura sobre el nivel de mar).

Componentes del Proyecto

El proyecto estará compuesto por tres etapas principales; la construcción del campamento, el desarrollo de la producción como tal y el desmantelamiento y restauración del área afectada. De ser necesario se deberán adecuar las vías existentes o construir nuevas vías.

Estas etapas fueron definidas en el capítulo II de este libro.

Personal

En este ítem se debe describir el número de empleados totales que se estiman se van a requerir para la obra con sus respectivos rangos. Si el proyecto es realizado por más de una empresa o se está subcontratando se debe especificar el número de empleados del total que cada una de estas partes va a suministrar.

Cronograma y Costos

En este ítem se debe especificar en orden cronológico como se va a realizar el proyecto y el tiempo de duración de cada etapa, partiendo desde la aprobación de la licencia ambiental y las concesiones.

Se debe también dar un balance global de costos para cada una de las etapas involucradas en el proyecto especificando cuales empresas o entidades van a realizar el proyecto y como va a ser financiado.

Análisis de Alternativas

En este ítem se debe aclarar cual fue el análisis hecho para seleccionar la mejor alternativa y describir de forma general cuales eran las otras alternativas y el por qué fueron descartadas.

6.3.3. Marco Institucional y Legal

Marco Institucional: Se destacan las instituciones que tienen responsabilidades claves asociadas a aspectos ambientales, sociales, o de salud y seguridad en el medio ambiente, saneamiento, adquisiciones y/o expropiaciones, salud, seguridad laboral y patrimonio cultural.

Marco Legal: Se hace referencia a la legislación local y nacional que se aplica en el desarrollo de la actividad en cuanto a medio ambiente, saneamiento, adquisiciones y/o expropiaciones, salud, seguridad laboral y patrimonio cultural. En el capítulo I de este libro se trata en forma general la legislación pertinente para la obtención de concesiones y licencias.

6.3.4. Condiciones ambientales

En este ítem se debe describir en que condiciones se encuentra el lugar antes de iniciado el proyecto. Esto se hace mediante un estudio ecológico que consiste en un conteo de especies animales y vegetales y una toma de muestras y análisis para definir la línea base de la zona.

Se deben tener en cuenta:

Medio Físico: Calidad del aire, agua y suelo, la hidrología, la geomorfología y los procesos tectónicos.

Medio Biótico: Condiciones de fauna y flora, presencia de humedales y áreas protegidas.

Medio Social: Demografía, actividades culturales y económicas, viviendas y servicios básicos, organización social, salud y patrimonio cultural.

6.3.5. Evaluación de impacto ambiental

Se debe realizar un estudio de impacto ambiental para cuantificar el daño que podría ocasionar la realización del proyecto. En este estudio se debe tener en cuenta los impactos ambientales y sociales del proyecto.

Impactos Ambientales: Contaminación de aire, suelo y agua y los daños en la fauna y flora.

Impactos Sociales: Adquisición de predios, migraciones, desempleo, cambios culturales y en la economía.

Se hace referencia a este ítem de forma más explícita en el capítulo III de este libro.

6.3.6. Gestión de Impactos

Se deben establecer medidas de mitigación, reparación y compensación ambiental y social con el fin de buscar un desarrollo industrial sostenible. Para esto se deben desarrollar programas de prevención y/o mitigación, de educación y capacitación ambiental y de compensación social, además de programas de monitoreo y control y planes de contingencia.

6.3.6.1. Control de aspectos Ambientales

Control de emisiones atmosféricas y de polvo: Se efectuarán riegos periódicos en las zonas perimetrales de las plantas, para evitar o minimizar las emisiones de material particulado, especialmente en los sectores de mayor circulación vehicular. Estas medidas se aplicarán también en botaderos y canteras, así como en los caminos de acceso a las mismas. Se limitarán los desbroces a lo mínimo posible. Los camiones que transportan material a los botaderos contarán con lonas para cubrir la carga. Similarmente, los residuos acopiados en la zona serán cubiertos con plástico o lonas para evitar su dispersión por el viento. Las maquinarias de construcción y flota vehicular contarán con filtros para material particulado en los

escapes. Se utilizarán equipos en buen estado de mantenimiento y se controlará la eficiencia de carburación de los motores.

Si las condiciones tecnológicas y económicas no permiten el aprovechamiento completo en determinadas instalaciones, el gas natural asociado residual y el gas pobre, podrán ser quemados utilizando mecheros que provean las condiciones de temperatura y oxigenación suficientes para lograr la combustión completa de los gases; teniendo en cuenta que las combustiones incompletas provocan gases tóxicos como óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno óxidos de carbono, gas sulfhídrico, metano, etano, propano, butano, entre otros, los cuales provocan las llamadas lluvias ácidas que afectan seriamente la vegetación de la zona; la ubicación, altura y dirección de los mecheros deberá ser diseñados de tal manera que la emisión de calor afecte lo mínimo al entorno natural (suelo, vegetación, fauna aérea).

Control de ruido: En lo posible se seleccionarán equipos y maquinaria de bajo nivel de ruido y se construirán barreras acústicas para evitar que las emisiones auditivas afecten a la comunidad cercana. Además los trabajadores contarán con protectores auditivos cuando estén operando en zonas de altos niveles de ruido y así evitar problemas en la salud.

Control de erosión: Todos los cortes en el trazo y/o en las canteras de cerro se realizarán en terrazas, evitando grandes alturas que puedan desestabilizar los taludes. Dependiendo de las características de estabilidad del macizo no se permitirán alturas de taludes mayores que 10 metros. En los botaderos la colocación del material se realizará en camadas horizontales sucesivamente compactadas. No será permitida la colocación de material excedente sobre laderas que tengan escurrimiento en la dirección de algún curso de agua.

Manejo de suelos: El material vegetal y/o materia orgánica producto de la remoción de los suelos para la instalación de campamentos y desarrollo de la actividad, será adecuadamente conservado en lugares apropiados para su posterior utilización en las labores de reconformación / recuperación de los lugares afectados, incluyendo, cuando sea pertinente, su posterior revegetalización.

Control de la contaminación del suelo: En los campamentos e instalaciones productoras, y en todos los frentes de obra de manera general, se implementarán medidas destinadas a evitar la contaminación del suelo por combustibles u otras sustancias tóxicas. Toda área destinada al lavado o mantenimiento de maquinarias o vehículos será impermeabilizada y contará con cunetas perimetrales y trampas de grasa. La disposición de grasas y aceites, contando con recipientes herméticos para la disposición de los residuos de lubricantes, se hará hacia las fábricas recicladoras o al fabricante.

El almacenamiento de combustible se efectuará conforme a las normas legales y el abastecimiento será siempre realizado para evitar derrames. Las piscinas de tratamiento y recolección de residuos, al igual que los tanques de almacenamiento de crudo deberán estar impermeabilizadas para evitar la filtración de estos.

El origen del impacto causado al suelo son principalmente los derrames de hidrocarburos y productos químicos, para minimizar este impacto se propone:

- Establecimiento de procedimientos para el manejo de aceites lubricantes usados recuperados de talleres de mantenimiento, unidades de bombeo, compresores, entre otros.
- Análisis de la viabilidad de incorporarlos a la producción de crudo.
- Mantenimiento oportuno de maquinaria y equipo vinculado a la infraestructura de apoyo, para reducir frecuencia y magnitud de fugas de combustibles y lubricantes.

- Definición de procedimientos normalizados para el mantenimiento de equipos e instalaciones, que tengan en cuenta el riesgo de derrames de hidrocarburos o productos químicos.
- Optimización de inventarios de químicos utilizados en la producción o en labores de apoyo, y de los productos con vida útil limitada.
- El almacenamiento de productos químicos debe estar bajo cubierta, sobre piso duro. Preferiblemente debe construirse de tal forma que garantice la estanqueidad del depósito en caso de derrame o fuga. Como alternativa se podrán utilizar canales perimetrales para recolectar el producto derramado (ver Fig. 5, Control de la contaminación del suelo, perforación).
- Los residuos sólidos de mantenimiento impregnados con hidrocarburos o grasa mecánica deberán descontaminarse antes de ser enviados al sitio de almacenamiento temporal.
- Privilegiar, siempre que sea posible, el almacenamiento a granel de aceites lubricantes. En este caso se deberán cumplir las normas establecidas para el almacenamiento en tanques.
- Minimización del uso de solventes en labores de mantenimiento. Se emplearán preferiblemente desengrasantes en crema o pasta.

Protección de aguas lluvias: El principal inconveniente que representan las aguas lluvias en las actividades que se realizan en la producción de los hidrocarburos es la segregación de corrientes que pueden arrastrar materiales o sustancias contaminantes causando alteraciones al medio.

Las corrientes de aguas lluvias encontradas en este proyecto son:

Las aguas con alto contenido de sedimentos provenientes y captadas en áreas de taludes, dormitorios, casinos, oficinas y áreas aledañas.

Las aguas contaminadas con sedimentos, grasas, hidrocarburos y productos químicos de las aguas lluvias que entran en contacto en todas aquellas áreas relacionadas con el almacenamiento, manipulación y manejo de materiales y sustancias que por sus características y composición física y química causan contaminación. Estas son provenientes de áreas de talleres, bodegas, cabezas de pozo, piscinas de almacenamiento, entre otras.

Las aguas aceitosas contaminadas con hidrocarburos que caen sobre las áreas en las cuales está ubicada la maquinaria (bombas, motores, equipos de producción, etc.), o dentro del dique que confina el almacenamiento de combustibles^[7].

Se plantea entonces la implementación de acciones que garanticen un adecuado manejo de dichas corrientes:

- Instalación de facilidades para manejo de aguas lluvias en áreas tales como talleres y parqueaderos.
- Recolección y evaluación por red independiente (red de aguas lluvias limpias) de la escorrentía que cae sobre techos y áreas internas no sujetas a riesgo de contaminación.
- Intercepción de aguas lluvias alrededor de las áreas en las que se realizan los procesos y unidades de tratamiento de residuos mediante cunetas, diques o muros.
- Ejecución bajo cubierta de las labores que pueden contaminar el suelo, tales como mantenimiento de vehículos y maquinaria, trasiego de lubricantes, entre otros.

Protección de los ríos y de la calidad de las aguas: Toda construcción provisoria (campamentos) será desarrollada a una distancia prudencial de los cursos de agua y en lo posible se construirá en contrapendiente para evitar contingencias relativas al escurrimiento de residuos líquidos contaminantes.

Las captaciones de agua en los ríos también se harán fuera del cauce principal de las aguas y se evitará la circulación de camiones sobre trechos vulnerables. Cualquier extracción de agua en canales de riego será estrechamente coordinada con el respectivo Comité de Regantes, limitándose la extracción a los volúmenes no utilizados por los agricultores locales.

Protección a la infraestructura socio-económica y de asentamientos humanos: Se deberá informar a las autoridades locales sobre las actividades a desarrollar; además de prever acciones para la reposición de daños que puedan ser causados a la infraestructura, bienes y actividades de la zona y se requerirá de la autorización previa de los propietarios de predios para el desarrollo de las actividades propias de la producción.

Se definirán las distancias adecuadas para la restricción del desarrollo de la operación en relación con proyectos de acuicultura, monumentos históricos y arqueológicos y centros urbanos, entre otros.

Se definirán las estrategias de contratación de personal con el fin de dar preferencia a la mano de obra local, en las diferentes localidades.

Saneamiento e higiene: Los campamentos e instalaciones serán dotados de agua potable y contarán con pozos sépticos para tratamiento de aguas servidas y con un sistema adecuado de recolección y disposición de basura.

6.3.6.2. Control de residuos

Gestión de Residuos Sólidos (instalaciones): El manejo de este impacto es totalmente de tipo preventivo y sólo considera la adecuada disposición de los desechos sólidos, teniendo en cuenta en forma prioritaria, las siguientes recomendaciones:

- Debe darse prioridad a la reducción o no generación de residuos, es decir se debe implementar como primera medida una política de no generación de residuos.
- Implementar una política de manejo de residuos sólidos, que en orden de prioridad incluya los siguientes pasos: reducir, reutilizar, reciclar y disponer.
- Separación en la fuente de los desechos biodegradables (desechos orgánicos) de los no biodegradables.
- Definir un área para el almacenamiento temporal y exclusivo de desechos como plástico, envases de aditivos, tarros de pintura etc.
- En la medida de lo posible reutilizar o reciclar los desechos no biodegradables, transportándolos hasta el sitio de acopio más cercano.
- Clasificación de material reciclable (vidrio, madera, papel cartón) para su reutilización inmediata, cambio de uso o transformación para recuperación como materias primas.
- Los desechos biodegradables podrán ser dispuestos en rellenos sanitarios cercanos al área del proyecto.
- Educar al personal sobre el manejo de los desechos sólidos por medio de conferencias y charlas.
- No dejar sobrantes en los sitios de trabajo, en espacios públicos o en zonas verdes.

Residuos Sólidos (campo): Los residuos sólidos más frecuentes son los provenientes de piscinas de almacenamiento y oxidación y los residuos sólidos domésticos. También son considerados residuos sólidos todos los empaques, envases y recipientes de materiales tóxicos como solventes, cementos, aceites, combustibles y sustancias químicas.

A continuación son presentados los criterios y lineamientos que regirán la separación y recolección final de los residuos sólidos generados durante las diferentes actividades de la producción^[7]:

- La segregación de los residuos sólidos se deberá realizar teniendo en cuenta las áreas donde son generados, cantidades estimadas, características (biodegradables, reciclables, incinerables, etc.), según se trate de residuos domésticos industriales o especiales.
- Se debe realizar la asignación de un área específica, claramente identificada, señalizada y diseñada para el almacenamiento y manejo de cada tipo de residuo.
- Se debe diseñar y describir las obras y acciones relacionadas con el manejo de cada tipo de residuo.
- Se deben diseñar mecanismos de recolección en los sitios de generación tales como disposición de recipientes, tambores con tapa (dispuestos en las áreas cercanas a las instalaciones), recipientes que garanticen un confinamiento seguro (para el caso de almacenamiento de baterías).
- Para el caso de filtros de aceite, retenedores, empaques, sellos de bombas, motores, etc., deberán almacenarse de manera segura, preferiblemente en un tambor metálico con tapa, luego de drenarle el hidrocarburo y de lavarlos con el solvente apropiado. El tambor estará bajo cubierta en un lugar seguro y destinado para tal fin.
- Se establecerán mecanismos y horarios de recolección teniendo en cuenta los cálculos de cantidades y características de los residuos generados.
- Se establecerán mecanismos, recursos y responsabilidades para las actividades de limpieza en el área de trabajo, incluyendo las vías de acceso, las vías y caminos interiores y las demás zonas que hagan parte de las facilidades instaladas para dar soporte a la producción.
- Se diseñará un programa de educación para todo el personal que labora de forma directa e indirecta en las instalaciones, con el fin de ilustrarlo acerca de sus responsabilidades y obligaciones al respecto.
- Los residuos sólidos domésticos se dispondrán en un relleno sanitario, diseñado, construido y operado teniendo en cuenta las características meteorológicas e hidrológicas de la zona, características de

impermeabilización, la localización con relación a cuerpos de agua existentes en el área y con relación a campamentos y asentamientos humanos más cercanos,

- La chatarra y los demás elementos metálicos que ya no sean útiles, deberán recolectarse a medida que se vayan produciendo y transportarse al lugar destinado para su almacenamiento temporal
- Los envases metálicos o de plástico y los empaques de papel (bolsas para sustancias químicas, etc.) o cartón, deberán recolectarse y trasladarse a los lugares previstos para su almacenamiento temporal, con el fin de facilitar su evacuación del área.
- Los residuos sólidos de producción, deberán inactivarse, con el fin de darles una disposición segura, empleando técnicas de eficacia comprobada, las cuales requieren la aprobación de la autoridad ambiental.

Gestión de residuos líquidos (instalaciones): Son considerados residuos líquidos domésticos, los provenientes de efluentes de casinos, servicios sanitarios y limpieza de áreas de alojamiento y oficinas. Entre este grupo tenemos las aguas negras y las grises, éstas últimas de los afluentes contaminados con altas cargas de jabones, detergentes y grasas, provenientes del casino, duchas, lavaderos de ropa, etc.^[7]

El diseño y manejo de este tipo de aguas deberá considerar como mínimo los siguientes aspectos:

- Identificar sobre planos, todos los puntos (servicios sanitarios, cocina, cafetería, etc.) donde se produzcan aguas residuales domésticas.
- Hacer estimativos de la cantidad producida en función de personas que laboran en la instalación y de las actividades domésticas que allí se desarrollen.
- Para el tratamiento de este tipo de aguas se utilizará un tanque séptico, seguido de un lecho filtrante de arena y de un campo de infiltración.

Gestión de residuos líquidos (lavado y mantenimiento de maquinarias y equipo): son las aguas generadas por el lavado de vehículos, maquinaria y demás equipos utilizados en las operaciones, las cuales son contaminadas generalmente con sólidos e hidrocarburos.

El diseño y manejo de este tipo de aguas deberá considerar como mínimo los siguientes aspectos:

- Las aguas del lavado deberán dirigirse al sistema general de piscinas diseñadas específicamente para el tratamiento de aguas, previa retención en una trampa de grasas de los hidrocarburos que puedan contener.
- El lavado de vehículos, maquinaria y demás equipos, se hará solamente en un sitio específicamente destinado para este propósito, dotado de una red de drenaje conectada al sistema de piscinas y provista de un desarenador y una trampa de grasas.

Gestión de residuos líquidos (aceites Usados): Los aceites usados deberán recolectarse y almacenarse en un sitio único y bajo cubierta en recipientes seguros para garantizar que no ocurrirán derrames. Su disposición se hará preferiblemente fuera del área, en sitios autorizados, o incinerarse en la locación, si este proceso se realiza técnicamente y en condiciones controladas.

Gestión de residuos líquidos (aguas de Formación): Son todas aquellas provenientes de formaciones geológicas profundas, asociadas o no a los hidrocarburos. Pueden contener sales y algunos metales pesados y sustancias tóxicas.

Estas aguas se manejarán a través de piscinas, adecuadas para el tratamiento y su disposición final se realizará de acuerdo a lo estipulado por la ley, ya sea para la reinyección o el vertimiento. La contaminación de los cuerpos de agua implica la

afectación a especies vegetales y animales principalmente acuáticas a través del ingreso de los tóxicos a las diferentes cadenas alimenticias y a la bioacumulación que se produce en varias especies afectando en última instancia al ser humano.

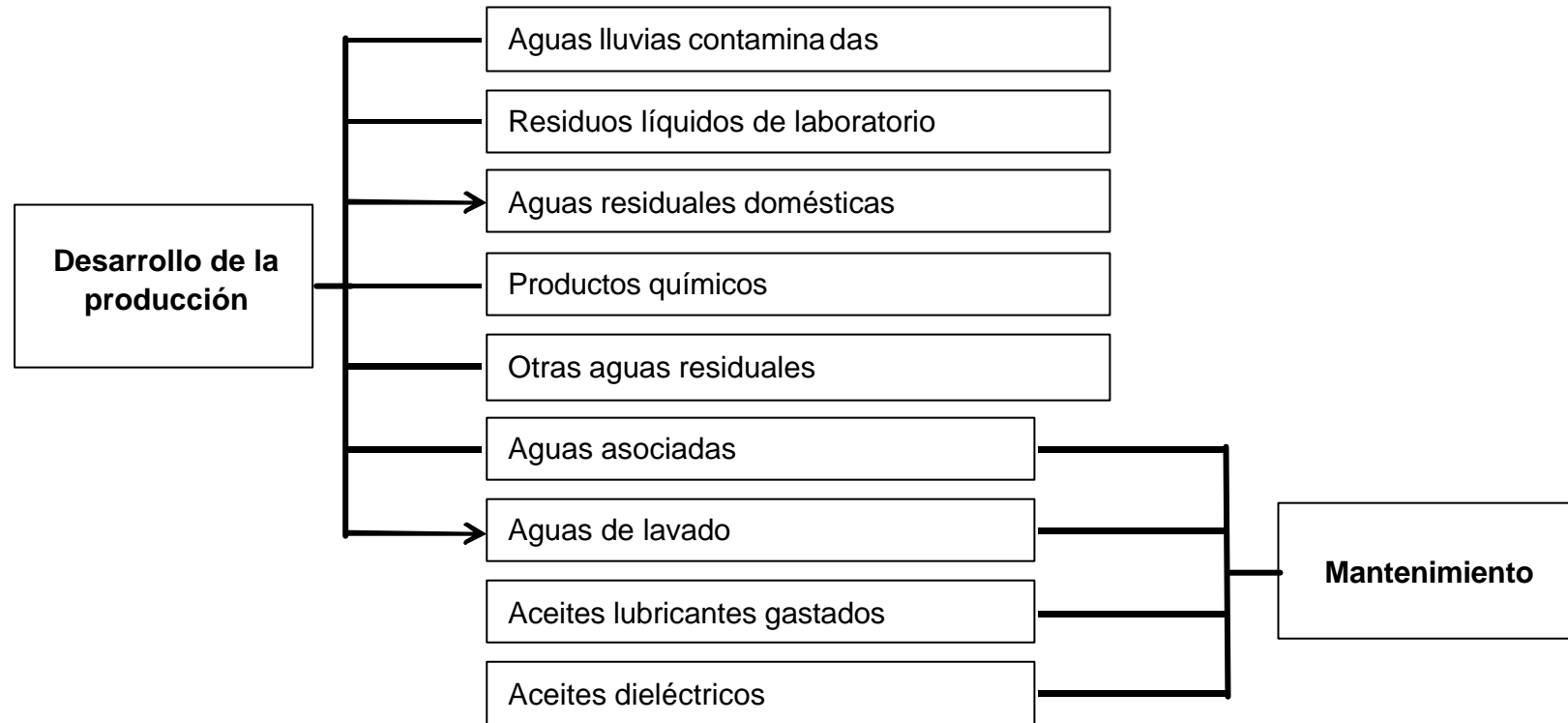
Gestión de residuos líquidos (producción): Para su manejo se pondrá en práctica las siguientes recomendaciones generales:^[7]

- La operación del sistema de manejo de tipo recirculatorio, para sedimentar los sólidos y reciclar el agua recuperable para el vertimiento o la reinyección
- Controlar el drenaje superficial para evitar la contaminación de aguas limpias y el incremento del flujo de agua a las piscinas.
- El diseño de las piscinas deberá considerar no solamente las cantidades que serán vertidas por la actividad, sino también el régimen hidrológico de la zona, siempre con el fin de diseñar un sistema capaz de soportar el tratamiento durante toda la operación, sin que se presenten fenómenos de inundación por aguas lluvias o desbordamiento por exceder su capacidad.
- Las piscinas deberán ser impermeabilizadas con arcillas, geotextiles, telas asfálticas, u otras técnicas que garanticen el confinamiento total de los contenidos de éstas con respecto al medio natural humano.
- El tratamiento será realizado preferiblemente por una entidad especializada, la cual se encargará de efectuar los ensayos de tratabilidad, ejecutar el proceso, controlar la calidad y verter al ambiente las aguas residuales, acorde con las normas vigentes.

Tipos de residuos líquidos

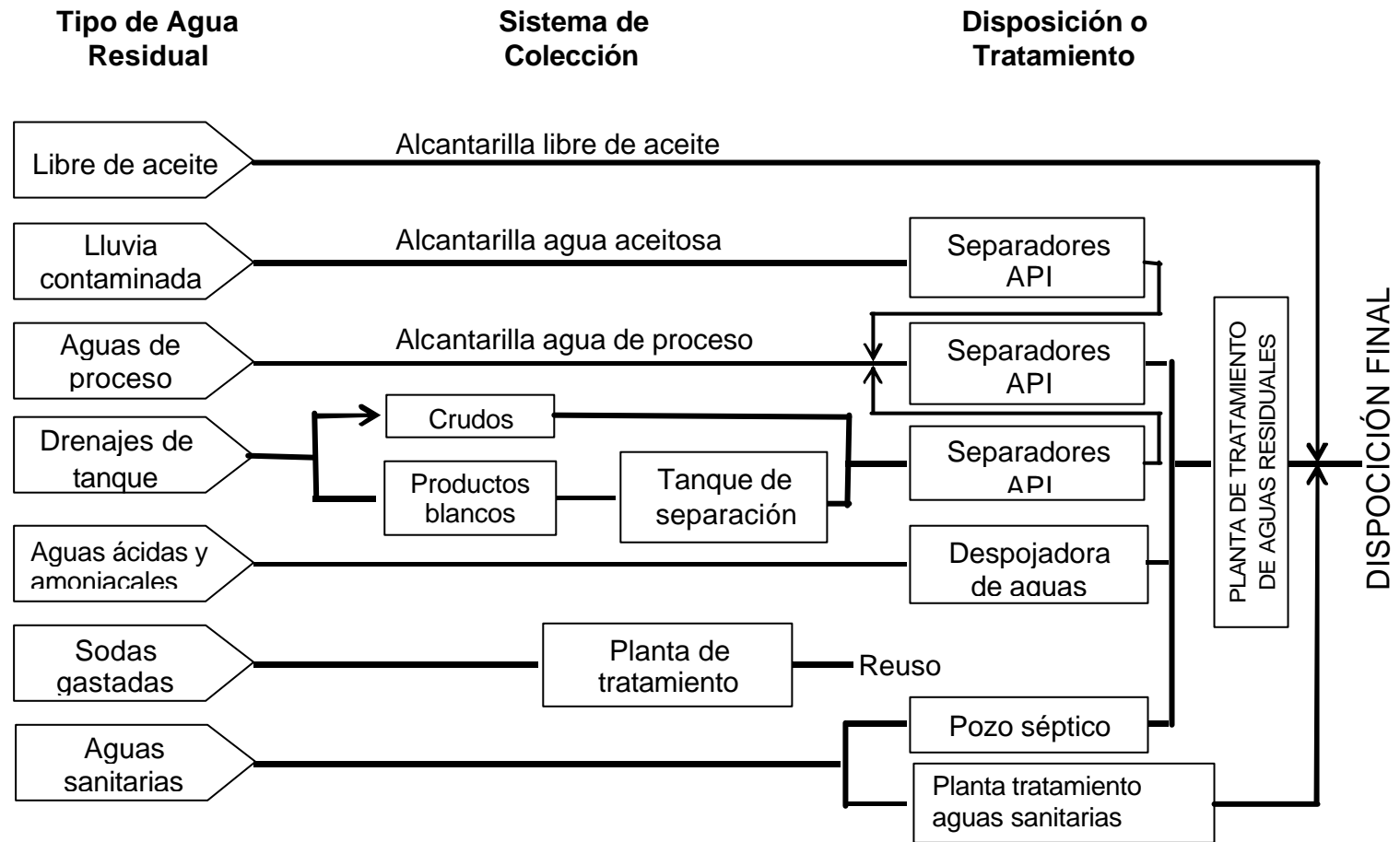
En la figura 8 se muestran los tipos de residuos líquidos que se pueden producir durante la producción de hidrocarburos y en la figura 9 el manejo de este tipo de residuos.

Fig.8. Residuos líquidos – Producción



Fuente: Tesis, Términos de referencia básicos en la protección y conservación del medio ambiente en las actividades de producción de petróleo en Colombia, UIS, 1995.

Fig. 9. Manejo de residuos líquidos - Producción



Fuente: PLUSPETROL PERU CORPORATION S.A.

6.3.6.3. Control Ambiental de Actividades

Construcción de la locación

Se deberá realizar un completo análisis ambiental para la construcción la locación, el cual incluirá:

- Protección de áreas sensibles, críticas y de manejo especial.
- Minimización del daño a la cobertura vegetal.
- Protección de especies de interés económico y ecológico.
- Minimización del daño a la dinámica paisajista.
- Protección de áreas sensibles, críticas y de manejo especial.
- Limitaciones de cortes y rellenos en función de las características geotérmicas del trazado.
- Minimización o eliminación del daño a la dinámica hidrológica, especialmente en áreas de humedales.
- Definición de las técnicas de construcción, prefiriendo las menos impactantes ambientalmente hablando.
- Localización de fuentes de material.
- Localización de botaderos y escombreras.
- Cambio en la dinámica social.
- El uso y disposición de la vegetación removida como resultado de las actividades del proyecto, deberá hacerse teniendo en cuenta las obras donde haya necesidad de utilizarla, así como las acciones de restauración de áreas afectadas, y la estabilización de áreas erosionadas como consecuencia directa del proyecto.^[7]

Es necesario contemplar todas las normas de seguridad e higiene pertinente, como las siguientes:

- Se deben implementar mecanismos de protección contra el ruido, olores indeseables, emisiones de material particulado y gases, teniendo en cuenta la distancia y la velocidad de los vientos.
- Se debe mantener una visual despejada del quipo de perforación y las demás unidades de trabajo.
- Se debe diseñar la locación con facilidades de evacuación rápida para los casos de emergencia.

Desarrollo de la Producción

- El almacenamiento de combustibles y los depósitos de productos químicos deberán construirse en espacios confinados con las debidas provisiones para contener cualquier derrame y facilitar la limpieza.
- Se debe hacer una clasificación de los productos químicos propensos a derrames con el fin mitigar daños ambientales.
- Las áreas de almacenamiento estarán debidamente señalizadas y protegidas para prevenir accidentes.
- Las áreas de almacenamiento se deben construir sobre suelo endurecido (cemento o cualquier otro material impermeable), con una determinada sobre elevación con el fin de evitar que se filtren en el suelo. Estas áreas siempre deberán ser techadas para evitar el arrastre de productos derramados por acción de las aguas lluvias, irá provista de cunetas de borde para su manejo (ver Fig. 5, Control de la contaminación del suelo, perforación).
- Los tanques de combustible se ubicarán preferiblemente a una distancia no inferior a 100 m con respecto a la cota máxima de inundación del cuerpo de agua más cercano, con el fin de disminuir la probabilidad de que un eventual derrame afecte las corrientes superficiales.

- El drenaje de aguas lluvias del dique deberá permanecer cerrado. Este drenaje deberá conectarse a las redes de aguas aceitosas de la locación.
- Para el manejo de la producción se debe contratar una interventoría ambiental permanente con personal especializado para que haga un control sobre los problemas detectados y/o presentados y que tome decisiones para orientar y definir medidas para su solución.
- Deben elaborarse planes de contingencia rápidos y efectivos para minimizar daños ambientales.
- Se deben definir técnicas adecuadas para el mantenimiento de equipos con el fin de disminuir impactos ambientales.
- Establecer un adecuado control de residuos tóxicos producidos en la limpieza.
- Concientizar a los operadores de los posibles daños ambientales causados por un mal manejo de equipos.
- No arrojar a las piscinas los químicos sobrantes (sin usar) de la operación ya que son más difíciles de degradar.
- No se deberán descargar aguas jabonosas ni residuales domésticas a las piscinas de tratamiento.
- No verter al medio, sin tratar, las aguas producidas.
- Los residuos líquidos que se generen durante la explotación del hidrocarburo, deben contar con un sistema de recolección, para luego ser tratadas y para su disposición final (ve r Fig. 9, Manejo de residuos líquidos).
- Por ningún motivo se debe regar crudo y desechos de crudo en las carreteras para darles mantenimiento.
- Los fluidos líquidos tratados, en la medida de lo posible, deberán reciclarse y/o disponerse de acuerdo a la ley.
- Implementar un programa de seguridad industrial que incluya salud ocupacional, medicina preventiva, higiene y seguridad ambiental, medio ambiente, control y vigilancia.

Desmantelamiento y restauración del área afectada

- Todas las instalaciones provisionales serán integralmente desmanteladas, incluyendo la remoción de pisos de concreto, trasladando los restos hasta los botaderos autorizados, y su posterior restauración a su relieve original.
- Los suelos compactados serán escarificados y recubiertos con la materia orgánica anteriormente removida.
- Los pozos sépticos serán sellados.
- En las canteras de río se efectuará la recomposición total del área afectada, incluyendo la clausura de accesos al cauce.
- En caso de abandono temporal o definitivo del área de influencia se deberá ubicar y disponer adecuadamente los equipos y estructuras que se encuentren en los sitios de trabajo que no sean necesarios para futuras operaciones.
- Readecuar los drenajes y reforestar el área que no vaya a ser reutilizada.
- En caso de producirse derrames, la empresa deberá asumir todos los costos de remediación y reparaciones correspondientes.
- Las locaciones de abandonadas deberán ser rehabilitadas ambientalmente.

6.3.7. Programas de Monitoreo y Control

Las medidas de monitoreo durante la construcción y operación del proyecto tienen el objetivo de determinar las variaciones en algunos parámetros de calidad ambiental, así como la verificación del cumplimiento de requerimientos legales cuando estos existen, permitiendo la identificación de situaciones que exigen acción correctiva. Se menciona este tema de forma más extensa en el Capítulo V de este libro.

CONCLUSIONES

La normalización ambiental de una empresa es de gran importancia para alcanzar los reconocimientos de calidad nacional e internacional. Es un mecanismo que simplifica la elaboración de textos legales, establece políticas de calidad, medioambientales y de seguridad, y ayuda al desarrollo económico.

La legislación ambiental colombiana, independientemente de la autoridad ambiental responsable de su aplicación, ha concentrado tradicionalmente sus esfuerzos en la definición de los procedimientos, trámites y requisitos necesarios para adelantar los procesos de obtención de licencias, permisos y concesiones ambientales. Esto ha hecho que tanto las entidades reguladoras como los objetos de regulación hayan concentrado su gestión más en el cumplimiento de esos procedimientos, que en el logro de metas definidas de calidad ambiental.

A pesar de la importancia que la constitución política asignó al tema de los desechos de residuos peligrosos, y a pesar de las facultades otorgadas por la ley 99 de 1993 al Ministerio del Medio Ambiente a este respecto, no existen regulaciones específicas adecuadas a las realidades actuales. La regulación sobre el manejo de residuos peligrosos contenida en la resolución 2309 de 1986 del Ministerio de Salud es una regulación insuficiente en cuanto a la definición de mecanismos para controlar la generación, manejo, almacenamiento y disposición de este tipo de residuos.

En la fase de exploración, los impactos ambientales más significativos se relacionan con la apertura de trochas, deforestación y descapote, causando frecuentemente erosión y afectación de las corrientes de agua.

Los impactos ambientales en las áreas de perforación y producción se relacionan principalmente con la construcción de campamentos e instalaciones y el manejo de residuos.

La evaluación de impacto ambiental es un sistema para brindar información, estadísticamente confiable, de los resultados de un proyecto o programa, que permita seguir su proceso y medir el impacto incremental producido por las acciones que en el proyecto se realizan, es decir, busca medir los cambios derivados de la aplicación del proyecto o programa en el medio, a partir de las actividades que éste pone en operación y sobre la base de indicadores diseñados específicamente para el caso.

Un plan de contingencia ambiental es el conjunto de procedimientos que deben ser implementados de forma inmediata para contrarrestar los efectos negativos en el medio, de las actividades que representan un mayor riesgo de accidente. Para su desarrollo se deben identificar dichas actividades y los efectos adversos que podrían llegar a tener en el ambiente.

Las actividades de seguimiento y control de la calidad ambiental están tomando cada vez mayor importancia, siendo así exigidas en las normas ambientales vigentes como un mecanismo de monitoreo del cumplimiento de las metas trazadas en un proyecto.

Un sistema de gerenciamiento ambiental se instrumenta a partir de un esquema integrado de planeamiento, gestión y control ambiental e incorpora programas concretos de acción y mitigación de impactos para cada una de las etapas del proyecto. En él se describe de forma clara la política ambiental de la empresa y el completo manejo ambiental que va a ser implementado en el transcurso de todo el proyecto.

RECOMENDACIONES

Igualar los niveles de implementación de la regulación ambiental en todo el país de manera que el nivel de exigencia ambiental a la que la industria y la minería se encuentran sometidas no dependa de su ubicación geográfica, mediante el fortalecimiento de la capacidad institucional de las autoridades ambientales regionales y locales, y mediante la vinculación directa del sector privado a este esfuerzo.

Emprender un amplio programa de fortalecimiento institucional de las autoridades ambientales regionales y locales. Entre las áreas que necesitarían fortalecimiento están las relacionadas con el desarrollo de programas de monitoreo del desempeño ambiental de los sectores regulados, y las evaluaciones e inventarios sobre la oferta y la calidad de los recursos naturales y ambientales.

La legislación que determina los estándares de vertimiento está desactualizada y en esa medida el desempeño ambiental de la industria puede no estar respondiendo a lo deseable en términos de calidad ambiental a pesar de acogerse a las disposiciones de la legislación. Es urgente, por tanto, adecuar la legislación a la nueva realidad de la industria. Para esto, nuevamente, el gobierno debe trabajar de manera conjunta con los sectores a los que está dirigida esta regulación.

BILIOGRAFÍA

- [1] PARDAVE L., Walter. Seminario ISO 14000, Fundación Sicuará, Bucaramanga, 2004.
- [2] CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA, 1991
LEY 23 DE 1973
DECRETO 2811 DE 1974
LEY 09 DE 1979
DECRETO 002 DE 1982
DECRETO 2104 DE 1983
DECRETO 2105 DE 1983
DECRETO 1594 DE 1984
DECRETO 2309 DE 1986
LEY 99 DE 1993
DECRETO 1753 DE 1994
- [3] Bill D., Berger y Kenneth E., Anderson. Petróleo moderno, un manual básico de la industria, tercera edición, Tulsa Oklahoma. 1992. p, 51 - 57, 97 - 105, 107 - 120, 237 - 238.
- [4] AGUILAR FLOREZ, Nicolás y ARRIETA ORTEGA, Víctor Julio. Impactos ambientales causados durante la perforación exploratoria y las acciones del plan de manejo para su control, Tesis, U.I.S. Bucaramanga, 1996. p, 3 - 4, 42 - 47, 83 - 88, 89 - 95.
- [5] ARCHILA MEDINA, Fermín. Guía de perforación de pozos de petróleo, Tesis, U.I.S. Bucaramanga, 1984. p, 62 - 70.
- [6] NIÑO CARRILLO, Ciro Alfonso. Proyecto de grado en la modalidad de práctica empresarial en la línea de cementación con HALLIBURTON LATIN AMERICA S.A., Bucaramanga, 2003. p. 73 - 130.

- [7] GUTIERREZ MARTINEZ, Fabio y MANTILLA HERNANDEZ, Martín Alonso. Términos de referencia básicos en la protección y conservación del medio ambiente en las actividades de producción de petróleo en Colombia, Tesis, U.I.S., Bucaramanga, 1995. p, 76 - 79, 106 - 113.
- [8] MELÉNDEZ, Marcela y URIBE Eduardo. Estudio sobre la inserción de la gestión ambiental en las políticas sectoriales caso Colombia, Tesis, UDEM. Medellín, 2003. p, 20, 21, 24.
- [9] Técnica de medición para laboratorio y medio ambiente 1999/2000. Catálogo, Editado Wissenschaftlich -Technische Werkstätten (WTW). p, 8, 94, 166, 228.
- [10] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS
http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/005/Y2328S/y2328s03.htm, 2005.
- [11] ARBOLEDA, J. Una propuesta metodológica para la identificación y evaluación de impactos ambientales, Empresas Públicas de Medellín, 1989. p, 10 - 16.
- [12] Decreto No. 321 de 1999, Plan Nacional contra derrames de hidrocarburos, derivados y sustancias nocivas. Colombia
- [13] PLUSPETROL PERU CORPORATION S.A., Informe mensual, Medio Ambiente, Salud, Seguridad y Comunidades Nativas, Lote 88 - Camisea, Dirección General de Asuntos Ambientales (DGAA), Ministerio de Energía y Minas Perú, Octubre 2002.

ANEXO 1

ÁREA DE EXPLORACIÓN - RECURSO AFECTADO AGUA
MÉTODO - SISMOLOGÍA
IMPACTO AMBIENTAL: Contaminación de aguas superficiales y acuíferos

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	SEVERIDAD	DURACIÓN	REVERSIB.	PROB. DE OCURRENCIA	FACTORES AMBIENTALES					CAUSAS
						DBO	Turbidez	Conduct.	ST	pH	
Construcción y adecuación de la vía de acceso	Descapote y desmonte					/	/	/	/	/	Material particulado proveniente del descapote, remoción de tierra y material de cantera. Suelo suelto por el paso de vehículos o viento. Arrastre de material suelto o removido por aguas lluvias.
	Cortes y excavaciones					/	/	/	/	/	
	Extracción de material de cantera					/	/	/	/	/	
	Adecuación del área					/	/	/	/	/	
	Movilización de maquinarias y equipos					/	/	/	/	/	
Construcción de la locación	Remoción de suelo y cobertura vegetal					/	/	/	/	/	Material particulado proveniente de la remoción de suelo y cobertura vegetal, y del suelo suelto por el paso de vehículos o el viento. Arrastre de material suelto o removido por aguas lluvias. Mala disposición de sobrantes.
	Construcción de taludes y bermas					/	/	/	/	/	
	Explanación, rellenos y terraplenes					/	/	/	/	/	
	Disposición de sobrantes					/	/	/	/	/	
	Construcción de una bodega para los equipos e insumos					/	/	/	/	/	
	Construcción del campamento					/	/	/	/	/	

Fuente: Autores

ÁREA DE EXPLORACIÓN - RECURSO AFECTADO AGUA (Continuación)
MÉTODO - SISMOLOGÍA
IMPACTO AMBIENTAL: Contaminación de aguas superficiales y acuíferos

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	SEVERIDAD	DURACIÓN	REVERSIB.	PROB. DE OCURRENCIA	FACTORES AMBIENTALES					CAUSAS
						DBO	Turbidez	Conduct.	ST	pH	
Desarrollo del proceso de sísmica	Montaje de maquinaria y equipos					/	/	/	/	/	Material particulado suelto proveniente de la excavación y las explosiones.
	Perforación de los hoyos de disparo					/	/	/	/	/	
	Detonación de las cargas explosivas					/	/	/	/	/	
Desmantelamiento y restauración del área afectada.	Levantamiento de las instalaciones					/	/	/	/	/	Inadecuados procesos de restauración del área afectada
	Remoción de desechos y escombros					/	/	/	/	/	
	Aplicación de controles de erosión					/	/	/	/	/	

Fuente: Autores

**ÁREA DE EXPLORACIÓN - RECURSO AFECTADO AIRE
MÉTODO - SISMOLOGÍA**

IMPACTO AMBIENTAL: Contaminación atmosférica por emisiones, material particulado y ruido

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	SEVERIDAD	DURACIÓN	REVERSIBILIDAD	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	FACTORES AMBIENTALES				CAUSAS
						MP	Gases	Ruido	HC	
Construcción y adecuación de la vía de acceso	Descapote y desmonte					/	/	/	/	Material particulado proveniente del descapote, remoción de tierra y material de cantera y del suelo suelto por el paso de vehículos o viento.
	Cortes y excavaciones					/	/	/	/	
	Extracción de material de cantera					/	/	/	/	
	Adecuación del área					/	/	/	/	
	Movilización de maquinarias y equipos					/	/	/	/	
Construcción de la locación	Remoción de suelo y cobertura vegetal					/	/	/	/	Material particulado proveniente de la remoción de suelo y cobertura vegetal, y del suelo suelto por el paso de vehículos o el aire. Inadecuada disposición de sobrantes.
	Construcción de taludes y bermas					/	/	/	/	
	Explanación, rellenos y terraplenes					/	/	/	/	
	Disposición de sobrantes					/	/	/	/	
	Construcción de una bodega para los equipos e insumos					/	/	/	/	
	Construcción del campamento					/	/	/	/	

Fuente: Autores

ÁREA DE EXPLORACIÓN - RECURSO AFECTADO AIRE (Continuación)
MÉTODO - SISMOLOGÍA
IMPACTO AMBIENTAL: Contaminación atmosférica por emisiones, material particulado y ruido

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	SEVERIDAD	DURACIÓN	REVERSIBILIDAD	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	FACTORES AMBIENTALES				CAUSAS
						MP	Gases	Ruido	HC	
Desarrollo del proceso de sísmica	Montaje de maquinaria y equipos					/	/	/	/	Material particulado proveniente de la remoción de suelo y del suelo suelto. Inadecuada disposición de sobrantes y residuos producidos. Ruido
	Perforación de los hoyos de disparo					/	/	/	/	
	Detonación de las cargas explosivas					/	/	/	/	
Desmantelamiento y restauración del área afectada.	Levantamiento de las instalaciones					/	/	/	/	Inadecuados procesos de restauración del área afectada
	Remoción de desechos y escombros					/	/	/	/	
	Aplicación de controles de erosión					/	/	/	/	

Fuente: Autores

ÁREA DE EXPLORACIÓN - RECURSO AFECTADO SUELO
MÉTODO - SISMOLOGÍA
IMPACTO AMBIENTAL: Contaminación de suelos y aumento de la erosión

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	SEVERIDAD	DURACIÓN	REVERSIBILIDAD	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	FACTORES AMBIENTALES			CAUSAS
						MO	Erosión	Capa vegetal	
Construcción y adecuación de la vía de acceso	Descapote y desmonte					/	/	/	Remoción de cobertura vegetal y tierra. Endurecimiento de la superficie. Transito de vehículos.
	Cortes y excavaciones					/	/	/	
	Extracción de material de cantera					/	/	/	
	Adecuación del área					/	/	/	
	Movilización de maquinarias y equipos					/	/	/	
Construcción de la locación	Remoción de suelo y cobertura vegetal					/	/	/	Remoción de cobertura vegetal y tierra. Endurecimiento de la superficie. Inadecuado manejo de sobrantes. Transito de vehículos.
	Construcción de taludes y bermas					/	/	/	
	Explanación, rellenos y terraplenes					/	/	/	
	Disposición de sobrantes					/	/	/	
	Construcción de una bodega para los equipos e insumos					/	/	/	
	Construcción del campamento					/	/	/	

Fuente: Autores

ÁREA DE EXPLORACIÓN - RECURSO AFECTADO SUELO (Continuación)
MÉTODO - SISMOLOGÍA
IMPACTO AMBIENTAL: Contaminación de suelos y aumento de la erosión

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	SEVERIDAD	DURACIÓN	REVERSIBILIDAD	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	FACTORES AMBIENTALES			CAUSAS
						MO	Erosión	Capa vegetal	
Desarrollo del proceso de sísmica	Montaje de maquinaria y equipos					/	/	/	Remoción de cobertura vegetal y tierra.
	Perforación de los hoyos de disparo					/	/	/	
	Detonación de las cargas explosivas					/	/	/	
Desmantelamiento y restauración del área afectada.	Levantamiento de las instalaciones					/	/	/	Inadecuados procesos de restauración del área afectada
	Remoción de desechos y escombros					/	/	/	
	Aplicación de controles de erosión					/	/	/	

Fuente: Autores

ÁREA DE EXPLORACIÓN - RECURSO AFECTADO FAUNA Y FLORA
MÉTODO - SISMOLOGÍA
IMPACTO AMBIENTAL: Daños a la flora y a la fauna

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	SEVERIDAD	DURACIÓN	REVERSIBILIDAD	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	FACTORES AMBIENTALES				CAUSAS
						Árboles	Arbustos	Cont. Visual	Animales	
Construcción y adecuación de la vía de acceso	Descapote y desmonte					/	/	/	/	Remoción de la cobertura vegetal. Presencia de seres humanos. Transito de vehículos. Ruido de operación.
	Cortes y excavaciones					/	/	/	/	
	Extracción de material de cantera					/	/	/	/	
	Adecuación del área					/	/	/	/	
	Movilización de maquinarias y equipos					/	/	/	/	
Construcción de la locación	Remoción de suelo y cobertura vegetal					/	/	/	/	Remoción de la cobertura vegetal. Presencia de seres humanos. Transito de vehículos. Ruido de operación. Inadecuado manejo de sobrantes..
	Construcción de taludes y bermas					/	/	/	/	
	Explanación, rellenos y terraplenes					/	/	/	/	
	Disposición de sobrantes					/	/	/	/	
	Construcción de una bodega para los equipos e insumos					/	/	/	/	
	Construcción del campamento					/	/	/	/	

Fuente: Autores

ÁREA DE EXPLORACIÓN - RECURSO AFECTADO FAUNA Y FLORA (Continuación)
MÉTODO - SISMOLOGÍA
IMPACTO AMBIENTAL: Daños a la flora y a la fauna

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	SEVERIDAD	DURACIÓN	REVERSIBILIDAD	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	FACTORES AMBIENTALES				CAUSAS
						Árboles	Arbustos	Cont. Visual	Animales	
Desarrollo del proceso de sísmica	Movilización de maquinarias y equipos					/	/	/	/	Remoción de la cobertura vegetal. Presencia de seres humanos. Ruido de operación.
	Perforación de los hoyos de disparo					/	/	/	/	
	Detonación de las cargas explosivas					/	/	/	/	
Desmantelamiento y restauración del área afectada.	Levantamiento de las instalaciones					/	/	/	/	Inadecuados procesos de restauración del área afectada
	Remoción de desechos y escombros					/	/	/	/	
	Aplicación de controles de erosión					/	/	/	/	

Fuente: Autores

ÁREA DE EXPLORACIÓN - MEDIO AFECTADO SOCIO-ECONÓMICO Y CULTURAL
MÉTODO - SISMOLOGÍA
IMPACTO AMBIENTAL: Alteración de la economía, sociedad y cultura

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	SEVERIDAD	DURACIÓN	REVERSIB.	PROB. DE OCURRENCIA	FACTORES AMBIENTALES					CAUSAS
						Población	Salud	Cultura	Empleo	Actividad Económica	
Construcción y adecuación de la vía de acceso	Descapote y desmonte					/	/	/	/	/	Incremento en el empleo de mano de obra. Alteración del paisaje. Ruido generado por equipos. Conflictos con comunidades nativas y grupos étnicos.
	Cortes y excavaciones					/	/	/	/	/	
	Extracción de material de cantera					/	/	/	/	/	
	Adecuación del área					/	/	/	/	/	
	Movilización de maquinarias y equipos					/	/	/	/	/	
Construcción de la locación	Remoción de suelo y cobertura vegetal					/	/	/	/	/	Incremento en el empleo de mano de obra. Alteración del paisaje. Ruido generado por equipos. Conflictos con comunidades nativas y grupos étnicos.
	Construcción de taludes y bermas					/	/	/	/	/	
	Explanación, rellenos y terraplenes					/	/	/	/	/	
	Disposición de sobrantes					/	/	/	/	/	
	Construcción de una bodega para los equipos e insumos					/	/	/	/	/	
	Construcción del campamento					/	/	/	/	/	

Fuente: Autores

ÁREA DE EXPLORACIÓN - MEDIO AFECTADO SOCIO-ECONÓMICO Y CULTURAL (Continuación)

MÉTODO - SISMOLOGÍA

IMPACTO AMBIENTAL: Alteración de la economía, sociedad y cultura

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	SEVERIDAD	DURACIÓN	REVERSIB.	PROB. DE OCURRENCIA	FACTORES AMBIENTALES					CAUSAS
						Población	Salud	Cultura	Empleo	Actividad Económica	
Desarrollo del proceso de sísmica	Montaje de maquinaria y equipos					/	/	/	/	/	Ruido generado por equipos. Conflictos con comunidades nativas y grupos étnicos.
	Perforación de los hoyos de disparo					/	/	/	/	/	
	Detonación de las cargas explosivas					/	/	/	/	/	
Desmantelamiento y restauración del área afectada.	Levantamiento de las instalaciones					/	/	/	/	/	Abandono del sitio por parte de todo el personal.
	Remoción de desechos y escombros					/	/	/	/	/	
	Aplicación de controles de erosión					/	/	/	/	/	

Fuente: Autores

ÁREA DE EXPLORACIÓN - RECURSO AFECTADO AGUA
MÉTODO - PERFORACIÓN EXPLORATORIA
IMPACTO AMBIENTAL: Contaminación de aguas superficiales y acuíferos

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	SEVERIDAD	DURACIÓN	REVERSIB.	PROB. DE OCURRENCIA	FACTORES AMBIENTALES					CAUSAS
						DBO	Turbidez	Conduct.	ST	pH	
Construcción y adecuación de la vía de acceso	Descapote y desmonte					/	/	/	/	/	Material particulado proveniente del descapote, remoción de tierra y material de cantera y del suelo suelto por el paso de vehículos o viento. Arrastre de material suelto o removido por aguas lluvias.
	Cortes y excavaciones					/	/	/	/	/	
	Extracción de material de cantera					/	/	/	/	/	
	Adecuación del área					/	/	/	/	/	
	Movilización de maquinarias y equipos					/	/	/	/	/	
Construcción de la locación	Remoción de suelo y cobertura vegetal					/	/	/	/	/	Material particulado proveniente de la remoción de suelo y cobertura vegetal, y del suelo suelto por el paso de vehículos o el viento. Arrastre de material suelto o removido por aguas lluvias. Inadecuada disposición de sobrantes y aguas residuales. Inadecuada construcción de piscinas.
	Construcción de taludes y bermas					/	/	/	/	/	
	Explanación, rellenos y terraplenes					/	/	/	/	/	
	Disposición de sobrantes					/	/	/	/	/	
	Construcción de una bodega para los equipos e insumos					/	/	/	/	/	
	Construcción del campamento					/	/	/	/	/	
	Construcción de piscinas, campo de infiltración y pozo séptico					/	/	/	/	/	

Fuente: Autores

ÁREA DE EXPLORACIÓN - RECURSO AFECTADO AGUA (Continuación)
MÉTODO - PERFORACIÓN EXPLORATORIA
IMPACTO AMBIENTAL: Contaminación de aguas superficiales y acuíferos

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	SEVERIDAD	DURACIÓN	REVERSIB.	PROB. DE OCURRENCIA	FACTORES AMBIENTALES					CAUSAS
						DBO	Turbidez	Conduct.	ST	pH	
Desarrollo de la perforación y del completamiento	Adecuación de áreas para almacenamiento de equipos					/	/	/	/	/	Material particulado proveniente de la remoción de suelo y del suelo suelto. Inadecuada disposición de sobrantes y residuos producidos. Arrastre de material por aguas lluvias. Inadecuada disposición de fluidos producidos.
	Montaje de la infraestructura					/	/	/	/	/	
	Apertura del hueco					/	/	/	/	/	
	Inyección de lodo					/	/	/	/	/	
	Disposición de cortes					/	/	/	/	/	
	Producción de residuos sólidos, líquidos y gases					/	/	/	/	/	
	Completamiento					/	/	/	/	/	
	Generación de crudo y/o gas					/	/	/	/	/	
Desmantelamiento y restauración del área afectada.	Levantamiento de las instalaciones					/	/	/	/	/	Inadecuados procesos de restauración del área afectada
	Retiro de equipos y materiales					/	/	/	/	/	
	Remoción de desechos y escombros					/	/	/	/	/	
	Inactivación de residuos					/	/	/	/	/	
	Aplicación de controles de erosión					/	/	/	/	/	
	Nivelación y revegetalización					/	/	/	/	/	

Fuente: Autores

ÁREA DE EXPLORACIÓN - RECURSO AFECTADO AIRE
MÉTODO - PERFORACIÓN EXPLORATORIA
IMPACTO AMBIENTAL: Contaminación atmosférica por emisiones, material particulado y ruido

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	SEVERIDAD	DURACIÓN	REVERSIBILIDAD	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	FACTORES AMBIENTALES				CAUSAS
						MP	Gases	Ruido	HC	
Construcción y adecuación de la vía de acceso	Descapote y desmonte					/	/	/	/	Material particulado proveniente del descapote, remoción de tierra y material de cantera y del suelo suelto por el paso de vehículos o viento.
	Cortes y excavaciones					/	/	/	/	
	Extracción de material de cantera					/	/	/	/	
	Adecuación del área					/	/	/	/	
	Movilización de maquinarias y equipos					/	/	/	/	
Construcción de la locación	Remoción de suelo y cobertura vegetal					/	/	/	/	Material particulado proveniente de la remoción de suelo y cobertura vegetal, y del suelo suelto por el paso de vehículos o el viento. Inadecuada disposición de sobrantes y aguas residuales. Inadecuado almacenamiento de insumos.
	Construcción de taludes y bermas					/	/	/	/	
	Explanación, rellenos y terraplenes					/	/	/	/	
	Disposición de sobrantes					/	/	/	/	
	Construcción de una bodega para los equipos e insumos					/	/	/	/	
	Construcción del campamento					/	/	/	/	
	Construcción de piscinas, campo de infiltración y pozo séptico					/	/	/	/	

Fuente: Autores

ÁREA DE EXPLORACIÓN - RECURSO AFECTADO AIRE (Continuación)
MÉTODO - PERFORACIÓN EXPLORATORIA
IMPACTO AMBIENTAL: Contaminación atmosférica por emisiones, material particulado y ruido

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	SEVERIDAD	DURACIÓN	REVERSIBILIDAD	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	FACTORES AMBIENTALES				CAUSAS
						MP	Gases	Ruido	HC	
Desarrollo de la perforación y del completamiento	Adecuación de áreas para almacenamiento de equipos					/	/	/	/	Material particulado proveniente de la remoción de suelo y del suelo suelto. Inadecuada disposición de sobrantes y residuos producidos. Ruido
	Montaje de la infraestructura					/	/	/	/	
	Apertura del hueco					/	/	/	/	
	Inyección de lodo					/	/	/	/	
	Disposición de cortes					/	/	/	/	
	Producción de residuos sólidos, líquidos y gases					/	/	/	/	
	Completamiento					/	/	/	/	
	Generación de crudo y/o gas					/	/	/	/	
Desmantelamiento y restauración del área afectada.	Levantamiento de las instalaciones					/	/	/	/	Inadecuados procesos de restauración del área afectada
	Retiro de equipos y materiales					/	/	/	/	
	Remoción de desechos y escombros					/	/	/	/	
	Inactivación de residuos					/	/	/	/	
	Aplicación de controles de erosión					/	/	/	/	
	Nivelación y revegetalización					/	/	/	/	

Fuente: Autores

ÁREA DE EXPLORACIÓN - RECURSO AFECTADO SUELO
MÉTODO - PERFORACIÓN EXPLORATORIA
IMPACTO AMBIENTAL: Contaminación de suelos y aumento de la erosión

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	SEVERIDAD	DURACIÓN	REVERSIBILIDAD	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	FACTORES AMBIENTALES			CAUSAS
						MO	Erosión	Capa vegetal	
Construcción y adecuación de la vía de acceso	Descapote y desmonte					/	/	/	Remoción de cobertura vegetal y tierra. Endurecimiento de la superficie. Transito de vehículos.
	Cortes y excavaciones					/	/	/	
	Extracción de material de cantera					/	/	/	
	Adecuación del área					/	/	/	
	Movilización de maquinarias y equipos					/	/	/	
Construcción de la locación	Remoción de suelo y cobertura vegetal					/	/	/	Remoción de cobertura vegetal y tierra. Endurecimiento de la superficie. Inadecuado manejo de sobrantes. Transito de vehículos. Inadecuado almacenamiento de insumos. Inadecuada disposición de sobrantes y aguas residuales. Inadecuada construcción de piscinas.
	Construcción de taludes y bermas					/	/	/	
	Explanación, rellenos y terraplenes					/	/	/	
	Disposición de sobrantes					/	/	/	
	Construcción de una bodega para los equipos e insumos					/	/	/	
	Construcción del campamento					/	/	/	
	Construcción de piscinas, campo de infiltración y pozo séptico					/	/	/	

Fuente: Autores

ÁREA DE EXPLORACIÓN - RECURSO AFECTADO SUELO (Continuación)
MÉTODO - PERFORACIÓN EXPLORATORIA
IMPACTO AMBIENTAL: Contaminación de suelos y aumento de la erosión

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	SEVERIDAD	DURACIÓN	REVERSIBILIDAD	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	FACTORES AMBIENTALES			CAUSAS
						MO	Erosión	Capa vegetal	
Desarrollo de la perforación y del completamiento	Adecuación de áreas para almacenamiento de equipos					/	/	/	Remoción de tierra. Inadecuada disposición y manejo de residuos de perforación y fluidos de producción. Mantenimiento de equipos. Inadecuada cementación y disposición de fluidos producidos.
	Montaje de la infraestructura					/	/	/	
	Apertura del hueco					/	/	/	
	Inyección de lodo					/	/	/	
	Disposición de cortes					/	/	/	
	Producción de residuos sólidos, líquidos y gases					/	/	/	
	Completamiento					/	/	/	
	Generación de crudo y/o gas					/	/	/	
Desmantelamiento y restauración del área afectada.	Levantamiento de las instalaciones					/	/	/	Inadecuados procesos de restauración del área afectada
	Retiro de equipos y materiales					/	/	/	
	Remoción de desechos y escombros					/	/	/	
	Inactivación de residuos					/	/	/	
	Aplicación de controles de erosión					/	/	/	
	Nivelación y revegetalización					/	/	/	

Fuente: Autores

ÁREA DE EXPLORACIÓN - RECURSO AFECTADO FAUNA Y FLORA
MÉTODO - PERFORACIÓN EXPLORATORIA
IMPACTO AMBIENTAL: Daños a la flora y a la fauna

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	SEVERIDAD	DURACIÓN	REVERSIBILIDAD	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	FACTORES AMBIENTALES				CAUSAS
						Árboles	Arbustos	Cont. Visual	Animales	
Construcción y adecuación de la vía de acceso	Descapote y desmonte					/	/	/	/	Remoción de cobertura vegetal. Presencia de seres humanos. Transito de vehículos.
	Cortes y excavaciones					/	/	/	/	
	Extracción de material de cantera					/	/	/	/	
	Adecuación del área					/	/	/	/	
	Movilización de maquinarias y equipos					/	/	/	/	
Construcción de la locación	Remoción de suelo y cobertura vegetal					/	/	/	/	Remoción de la cobertura vegetal. Presencia de seres humanos. Ruido de operación. Inadecuado manejo de sobrantes. Inadecuada construcción de piscinas.
	Construcción de taludes y bermas					/	/	/	/	
	Explanación, rellenos y terraplenes					/	/	/	/	
	Disposición de sobrantes					/	/	/	/	
	Construcción de una bodega para los equipos e insumos					/	/	/	/	
	Construcción del campamento					/	/	/	/	
	Construcción de piscinas, campo de infiltración y pozo séptico					/	/	/	/	

Fuente: Autores

ÁREA DE EXPLORACIÓN - RECURSO AFECTADO FAUNA Y FLORA (Continuación)
MÉTODO - PERFORACIÓN EXPLORATORIA
IMPACTO AMBIENTAL: Daños a la flora y a la fauna

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	SEVERIDAD	DURACIÓN	REVERSIBILIDAD	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	FACTORES AMBIENTALES				CAUSAS
						Árboles	Arbustos	Cont. Visual	Animales	
Desarrollo de la perforación y del completamiento	Adecuación de áreas para almacenamiento de equipos					/	/	/	/	Ruido de operación. Inadecuada disposición y manejo de residuos de perforación y fluidos de producción. Mantenimiento de equipos.
	Montaje de la infraestructura					/	/	/	/	
	Apertura del hueco					/	/	/	/	
	Inyección de lodo					/	/	/	/	
	Disposición de cortes					/	/	/	/	
	Producción de residuos sólidos, líquidos y gases					/	/	/	/	
	Completamiento					/	/	/	/	
	Generación de crudo y/o gas					/	/	/	/	
Desmantelamiento y restauración del área afectada.	Levantamiento de las instalaciones					/	/	/	/	Inadecuados procesos de restauración del área afectada
	Retiro de equipos y materiales					/	/	/	/	
	Remoción de desechos y escombros					/	/	/	/	
	Inactivación de residuos					/	/	/	/	
	Aplicación de controles de erosión					/	/	/	/	
	Nivelación y revegetalización					/	/	/	/	

Fuente: Autores

ÁREA DE EXPLORACIÓN - MEDIO AFECTADO SOCIO-ECONÓMICO Y CULTURAL
MÉTODO - PERFORACIÓN EXPLORATORIA
IMPACTO AMBIENTAL: Alteración de la economía, sociedad y cultura

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	SEVERIDAD	DURACIÓN	REVERSIB.	PROB. DE OCURRENCIA	FACTORES AMBIENTALES					CAUSAS
						Población	Salud	Cultura	Empleo	Actividad Económica	
Construcción y adecuación de la vía de acceso	Descapote y desmonte					/	/	/	/	/	Desplazamiento y migración de personas ajenas a la comunidad. Incremento en el empleo de mano de obra. Alteración del paisaje. Ruido generado por equipos. Inflación local. Conflictos con comunidades nativas y grupos étnicos.
	Cortes y excavaciones					/	/	/	/	/	
	Extracción de material de cantera					/	/	/	/	/	
	Adecuación del área					/	/	/	/	/	
	Movilización de maquinarias y equipos					/	/	/	/	/	
Construcción de la locación	Remoción de suelo y cobertura vegetal					/	/	/	/	/	Desplazamiento y migración de personas ajenas a la comunidad. Incremento en el empleo de mano de obra. Alteración del paisaje. Ruido generado por equipos. Inflación local. Conflictos con comunidades nativas y grupos étnicos.
	Construcción de taludes y bermas					/	/	/	/	/	
	Explanación, rellenos y terraplenes					/	/	/	/	/	
	Disposición de sobrantes					/	/	/	/	/	
	Construcción de una bodega para los equipos e insumos					/	/	/	/	/	
	Construcción del campamento					/	/	/	/	/	
	Construcción de piscinas, campo de infiltración y pozo séptico					/	/	/	/	/	

Fuente: Autores

ÁREA DE EXPLORACIÓN - MEDIO AFECTADO SOCIO-ECONÓMICO Y CULTURAL (Continuación)
MÉTODO - PERFORACIÓN EXPLORATORIA
IMPACTO AMBIENTAL: Alteración de la economía, sociedad y cultura

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	SEVERIDAD	DURACIÓN	REVERSIB.	PROB. DE OCURRENCIA	FACTORES AMBIENTALES					CAUSAS
						Población	Salud	Cultura	Empleo	Actividad Económica	
Desarrollo de la perforación y del completamiento	Adecuación de áreas para almacenamiento de equipos					/	/	/	/	/	Desplazamiento y migración de personas ajenas a la comunidad. Incremento en el empleo de mano de obra. Alteración del paisaje. Ruido generado por equipos. Inflación local. Conflictos con comunidades nativas y grupos étnicos. Generación de residuos tóxicos.
	Montaje de la infraestructura					/	/	/	/	/	
	Apertura del hueco					/	/	/	/	/	
	Inyección de lodo					/	/	/	/	/	
	Disposición de cortes					/	/	/	/	/	
	Producción de residuos sólidos, líquidos y gases					/	/	/	/	/	
	Completamiento					/	/	/	/	/	
	Generación de crudo y/o gas					/	/	/	/	/	
Desmantelamiento y restauración del área afectada.	Levantamiento de las instalaciones					/	/	/	/	/	Empleo de mano de obra. Abandono del sitio por parte de todo el personal.
	Retiro de equipos y materiales					/	/	/	/	/	
	Remoción de desechos y escombros					/	/	/	/	/	
	Inactivación de residuos					/	/	/	/	/	
	Aplicación de controles de erosión					/	/	/	/	/	
	Nivelación y revegetalización					/	/	/	/	/	

Fuente: Autores

ÁREA DE PRODUCCIÓN - RECURSO AFECTADO AGUA
IMPACTO AMBIENTAL: Contaminación de aguas superficiales y acuíferos

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	SEVERIDAD	DURACIÓN	REVERSIB.	PROB. DE OCURRENCIA	FACTORES AMBIENTALES					CAUSAS
						DBO	Turbidez	Conduct.	ST	pH	
Construcción de la locación	Remoción de suelo y cobertura vegetal					/	/	/	/	/	Material particulado proveniente de la remoción de suelo y cobertura vegetal, y del suelo suelto por el paso de vehículos o el viento. Arrastre de material suelto o removido por aguas lluvias. Inadecuada disposición de sobrantes y aguas residuales. Errores humanos por parte de todo el personal.
	Construcción de taludes y bermas					/	/	/	/	/	
	Explanación, rellenos y terraplenes					/	/	/	/	/	
	Disposición de sobrantes					/	/	/	/	/	
	Construcción de oficinas					/	/	/	/	/	
	Construcción de una bodega para equipos e insumos					/	/	/	/	/	
	Instalación de equipos y realización de obras necesarias					/	/	/	/	/	

Fuente: Autortes

ÁREA DE PRODUCCIÓN - RECURSO AFECTADO AGUA (Continuación)
IMPACTO AMBIENTAL: Contaminación de aguas superficiales y acuíferos

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	SEVERIDAD	DURACIÓN	REVERSIB.	PROB. DE OCURRENCIA	FACTORES AMBIENTALES					CAUSAS
						DBO	Turbidez	Conduct.	ST	pH	
Producción de Hidrocarburos	Operación de cabeza de pozo					/	/	/	/	/	Fugas en válvulas y en los equipos por desgaste. Mantenimiento deficiente o inadecuada operación de los equipos. Corrosión en los equipos. Derrames accidentales. Errores humanos por parte de los operarios. Generación de residuos peligrosos.
	Mantenimiento de Pozos					/	/	/	/	/	
	Trasporte de fluidos de Producción					/	/	/	/	/	
	Tratamiento de Fluidos					/	/	/	/	/	
	Almacenamiento					/	/	/	/	/	
Restauración del área afectada	Aplicación de controles de erosión					/	/	/	/	/	Inadecuados procesos de restauración del área afectada
	Adecuación de zonas verdes					/	/	/	/	/	

Fuente: Autores

ÁREA DE PRODUCCIÓN - RECURSO AFECTADO AIRE
IMPACTO AMBIENTAL: Contaminación atmosférica por emisiones, material particulado y ruido

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	SEVERIDAD	DURACIÓN	REVERSIBILIDAD	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	FACTORES AMBIENTALES				CAUSAS
						MP	Gases	Ruido	HC	
Construcción de la locación	Remoción de suelo y cobertura vegetal					/	/	/	/	Material particulado proveniente de la remoción de suelo y cobertura vegetal, y del suelo suelto por el paso de vehículos o el viento. Inadecuada disposición de sobrantes y aguas residuales. Inadecuado almacenamiento de insumos.
	Construcción de taludes y bermas					/	/	/	/	
	Explanación, rellenos y terraplenes					/	/	/	/	
	Disposición de sobrantes					/	/	/	/	
	Construcción de oficinas					/	/	/	/	
	Construcción de una bodega para equipos e insumos					/	/	/	/	
	Instalación de equipos y realización de obras necesarias					/	/	/	/	

Fuente: Autores

ÁREA DE PRODUCCIÓN - RECURSO AFECTADO AIRE (Continuación)
IMPACTO AMBIENTAL: Contaminación atmosférica por emisiones, material particulado y ruido

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	SEVERIDAD	DURACIÓN	REVERSIBILIDAD	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	FACTORES AMBIENTALES				CAUSAS
						MP	Gases	Ruido	HC	
Producción de Hidrocarburos	Operación de cabeza de pozo					/	/	/	/	Fugas en válvulas y en los equipos por desgaste. Mantenimiento deficiente o inadecuada operación de los equipos. Corrosión en los equipos. Errores humanos por parte de los operarios. Generación de residuos peligrosos.
	Mantenimiento de Pozos					/	/	/	/	
	Trasporte de fluidos de Producción					/	/	/	/	
	Tratamiento de Fluidos					/	/	/	/	
	Almacenamiento					/	/	/	/	
Restauración del área afectada	Aplicación de controles de erosión					/	/	/	/	Inadecuados procesos de restauración del área afectada
	Adecuación de zonas verdes					/	/	/	/	

Fuente: Autores

ÁREA DE PRODUCCIÓN - RECURSO AFECTADO SUELO
IMPACTO AMBIENTAL: Contaminación de suelos y aumento de la erosión

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	SEVERIDAD	DURACIÓN	REVERSIBILIDAD	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	FACTORES AMBIENTALES			CAUSAS
						MO	Erosión	Capa vegetal	
Construcción de la locación	Remoción de suelo y cobertura vegetal					/	/	/	Remoción de cobertura vegetal y tierra. Endurecimiento de la superficie. Inadecuado manejo de sobrantes. Transito de vehículos. Inadecuado almacenamiento de insumos. Inadecuada disposición de sobrantes y aguas residuales. Inadecuada construcción de piscinas. Errores humanos por parte del personal.
	Construcción de taludes y bermas					/	/	/	
	Explanación, rellenos y terraplenes					/	/	/	
	Disposición de sobrantes					/	/	/	
	Construcción de oficinas					/	/	/	
	Construcción de una bodega para equipos e insumos					/	/	/	
	Instalación de equipos y realización de obras necesarias					/	/	/	

Fuente: Autores

ÁREA DE PRODUCCIÓN - RECURSO AFECTADO SUELO (Continuación)
IMPACTO AMBIENTAL: Contaminación de suelos y aumento de la erosión

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	SEVERIDAD	DURACIÓN	REVERSIBILIDAD	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	FACTORES AMBIENTALES			CAUSAS
						MO	Erosión	Capa vegetal	
Producción de Hidrocarburos	Operación de cabeza de pozo					/	/	/	Fugas en válvulas y en los equipos por desgaste. Mantenimiento deficiente o inadecuada operación de los equipos. Corrosión en los equipos. Derrames accidentales. Errores humanos por parte de los operarios. Generación de residuos peligrosos
	Mantenimiento de Pozos					/	/	/	
	Trasporte de fluidos de Producción					/	/	/	
	Tratamiento de Fluidos					/	/	/	
	Almacenamiento					/	/	/	
Restauración del área afectada.	Aplicación de controles de erosión					/	/	/	Inadecuados procesos de restauración del área afectada
	Adecuación de zonas verdes					/	/	/	

Fuente: Autores

ÁREA DE PRODUCCIÓN - RECURSO AFECTADO FAUNA Y FLORA
IMPACTO AMBIENTAL: Daños a la flora y a la fauna

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	SEVERIDAD	DURACIÓN	REVERSIBILIDAD	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	FACTORES AMBIENTALES				CAUSAS
						Árboles	Arbustos	Cont. Visual	Animales	
Construcción de la locación	Remoción de suelo y cobertura vegetal					/	/	/	/	Remoción de la cobertura vegetal. Endurecimiento de suelos. Presencia de seres humanos. Ruido de operación. Inadecuado manejo de sobrantes. Inadecuada construcción de piscinas.
	Construcción de taludes y bermas					/	/	/	/	
	Explanación, rellenos y terraplenes					/	/	/	/	
	Disposición de sobrantes					/	/	/	/	
	Construcción de oficinas					/	/	/	/	
	Construcción de una bodega para equipos e insumos					/	/	/	/	
	Instalación de equipos y realización de obras necesarias					/	/	/	/	

Fuente: Autores

ÁREA DE PRODUCCIÓN - RECURSO AFECTADO FAUNA Y FLORA (Continuación)
IMPACTO AMBIENTAL: Daños a la flora y a la fauna

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	SEVERIDAD	DURACIÓN	REVERSIBILIDAD	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	FACTORES AMBIENTALES				CAUSAS
						Árboles	Arbustos	Cont. Visual	Animales	
Producción de Hidrocarburos	Operación de cabeza de pozo					/	/	/	/	Fugas en válvulas y en los equipos por desgaste. Mantenimiento deficiente o inadecuada operación de los equipos. Corrosión en los equipos. Derrames accidentales. Errores humanos por parte de los operarios. Generación de residuos peligrosos.
	Mantenimiento de Pozos					/	/	/	/	
	Trasporte de fluidos de Producción					/	/	/	/	
	Tratamiento de Fluidos					/	/	/	/	
	Almacenamiento					/	/	/	/	
Restauración del área afectada.	Aplicación de controles de erosión					/	/	/	/	Inadecuados procesos de restauración del área afectada
	Adecuación de zonas verdes					/	/	/	/	

Fuente: Autores

ÁREA DE PRODUCCIÓN - MEDIO AFECTADO SOCIO-ECONÓMICO Y CULTURAL
IMPACTO AMBIENTAL: Alteración de la economía, sociedad y cultura

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	SEVERIDAD	DURACIÓN	REVERSIB.	PROB. DE OCURRENCIA	FACTORES AMBIENTALES					CAUSAS
						Población	Salud	Cultura	Empleo	Actividad Económica	
Construcción de la locación	Remoción de suelo y cobertura vegetal					/	/	/	/	/	Desplazamiento y migración de personas ajenas a la comunidad. Aumento de la presión de colonización sobre ecosistemas aledaños. Incremento en el empleo de mano de obra. Alteración del paisaje. Ruido generado por equipos. Inflación local. Conflictos con comunidades nativas y grupos étnicos.
	Construcción de taludes y bermas					/	/	/	/	/	
	Explanación, rellenos y terraplenes					/	/	/	/	/	
	Disposición de sobrantes					/	/	/	/	/	
	Construcción de oficinas					/	/	/	/	/	
	Construcción de una bodega para equipos e insumos					/	/	/	/	/	
	Instalación de equipos y realización de obras necesarias					/	/	/	/	/	

Fuente: Autores

ÁREA DE PRODUCCIÓN - MEDIO AFECTADO SOCIO-ECONÓMICO Y CULTURAL (Continuación)
IMPACTO AMBIENTAL: Alteración de la economía, sociedad y cultura

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	SEVERIDAD	DURACIÓN	REVERSIB.	PROB. DE OCURRENCIA	FACTORES AMBIENTALES					CAUSAS
						Población	Salud	Cultura	Empleo	Actividad Económica	
Producción de Hidrocarburos	Operación de cabeza de pozo					/	/	/	/	/	Fallas en los equipos Generación de residuos peligrosos. Desplazamiento y migración de personas ajenas a la comunidad. Alteración del paisaje. Ruido generado por equipos. Inflación local. Conflictos con comunidades nativas y grupos étnicos.
	Mantenimiento de Pozos					/	/	/	/	/	
	Trasporte de fluidos de Producción					/	/	/	/	/	
	Tratamiento de Fluidos					/	/	/	/	/	
	Almacenamiento					/	/	/	/	/	
Restauración del área afectada.	Aplicación de controles de erosión					/	/	/	/	/	Empleo de mano de obra. Abandono del sitio por parte de todo el personal.
	Adecuación de zonas verdes					/	/	/	/	/	

Fuente: Autores

ANEXO 2

CALIFICACIÓN ECOLÓGICA SISMOLOGÍA

MEDIO	RECURSO AFECTADO	IMPACTO POTENCIAL	ACTIVIDAD	Clase	Presencia	Desarrollo	Duración	Magnitud Relativa	CALIFICACIÓN ECOLÓGICA	
									Ce	Importancia Impacto
F I S I C O	AGUA	Alteración de la calidad de corrientes superficiales y subterráneas	Construcción y adecuación de vías de acceso							
			Construcción de la locación							
			Desarrollo de la sísmica							
			Desmantelamiento y restauración del área afectada							
	AIRE	Alteración de la calidad del aire. Generación de material particulado. Generación de ruido. Emisión de gases de combustión.	Construcción y adecuación de vías de acceso							
			Construcción de la locación							
			Desarrollo de la sísmica							
			Desmantelamiento y restauración del área afectada							
	SUELO	Perdida de la capacidad ecológica	Construcción y adecuación de vías de acceso							
			Construcción de la locación							
		Perdida de suelo Procesos erosivos	Desarrollo de la sísmica							
			Desmantelamiento y restauración del área afectada							

Fuente: Arboleda, J.

**CALIFICACIÓN ECOLÓGICA
SISMOLOGÍA
(Continuación)**

MEDIO	RECURSO AFECTADO	IMPACTO POTENCIAL	ACTIVIDAD	Clase	Presencia	Desarrollo	Duración	Magnitud Relativa	CALIFICACIÓN ECOLÓGICA	
									Ce	Importancia Impacto
B I O T I C O	FAUNA Y FLORA	Alteración del paisaje. Reducción de área agropecuaria. Reducción de vegetación arbustiva, gramíneas, rastrojo.	Construcción y adecuación de vías de acceso							
			Construcción de la locación							
			Desarrollo de la sísmica							
			Desmantelamiento y restauración del área afectada							
S O C I A L	MEDIO AFECTADO SOCIO-ECONÓMICO Y CULTURAL	Generación de empleo. Aumento de enfermedades Cambios en la forma de vida de la población. Migración de personas ajenas a la comunidad.	Construcción y adecuación de vías de acceso							
			Construcción de la locación							
			Desarrollo de la sísmica							
			Desmantelamiento y restauración del área afectada							

Fuente: Arboleda, J.

CALIFICACIÓN ECOLÓGICA PERFORACIÓN EXPLORATORIA

MEDIO	RECURSO AFECTADO	IMPACTO POTENCIAL	ACTIVIDAD	Clase	Presencia	Desarrollo	Duración	Magnitud Relativa	CALIFICACIÓN ECOLÓGICA	
									Ce	Importancia Impacto
F I S I C O	AGUA	Alteración de la calidad de corrientes superficiales y subterráneas	Construcción y adecuación de vías de acceso							
			Construcción de la locación							
			Desarrollo de la perforación y del completamiento							
			Desmantelamiento y restauración del área afectada							
	AIRE	Alteración de la calidad del aire. Generación de material particulado. Generación de ruido. Emisión de gases de combustión.	Construcción y adecuación de vías de acceso							
			Construcción de la locación							
			Desarrollo de la perforación y del completamiento							
			Desmantelamiento y restauración del área afectada							
	SUELO	Perdida de la capacidad ecológica	Construcción y adecuación de vías de acceso							
			Construcción de la locación							
		Perdida de suelo Procesos erosivos	Desarrollo de la perforación y del completamiento							
			Desmantelamiento y restauración del área afectada							

Fuente: Arboleda, J.

**CALIFICACIÓN ECOLÓGICA
PERFORACIÓN EXPLORATORIA
(Continuación)**

MEDIO	RECURSO AFECTADO	IMPACTO POTENCIAL	ACTIVIDAD	Clase	Presencia	Desarrollo	Duración	Magnitud Relativa	CALIFICACIÓN ECOLÓGICA	
									Ce	Importancia Impacto
BIOTICO	FAUNA Y FLORA	Alteración del paisaje. Reducción de área agropecuaria. Reducción de vegetación arbustiva, gramíneas, rastrojo. Desplazamiento de fauna silvestre.	Construcción y adecuación de vías de acceso							
			Construcción de la locación							
			Desarrollo de la perforación y del completamiento							
			Desmantelamiento y restauración del área afectada							
SOCIAL	MEDIO AFECTADO SOCIO-ECONÓMICO Y CULTURAL	Generación de empleo. Aumento de enfermedades Cambios en la forma de vida de la población. Migración de personas ajenas a la comunidad.	Construcción y adecuación de vías de acceso							
			Construcción de la locación							
			Desarrollo de la perforación y del completamiento							
			Desmantelamiento y restauración del área afectada							

Fuente: Arboleda, J.

ÁREA DE PRODUCCIÓN

MEDIO	RECURSO AFECTADO	IMPACTO POTENCIAL	ACTIVIDAD	Clase	Presencia	Desarrollo	Duración	Magnitud Relativa	CALIFICACIÓN ECOLÓGICA	
									Ce	Importancia Impacto
F I S I C O	AGUA	Alteración de la calidad de corrientes superficiales y subterráneas	Construcción y adecuación de vías de acceso							
			Construcción de la locación							
			Producción de hidrocarburos							
			Restauración del área afectada							
	AIRE	Alteración de la calidad del aire. Generación de material particulado. Generación de ruido. Emisión de gases de combustión.	Construcción y adecuación de vías de acceso							
			Construcción de la locación							
			Producción de hidrocarburos							
			Restauración del área afectada							
	SUELO	Perdida de la capacidad ecológica Perdida de suelo Procesos erosivos	Construcción y adecuación de vías de acceso							
			Construcción de la locación							
			Producción de hidrocarburos							
			Restauración del área afectada							

Fuente: Arboleda, J.

ÁREA DE PRODUCCIÓN (Continuación)

MEDIO	RECURSO AFECTADO	IMPACTO POTENCIAL	ACTIVIDAD	Clase	Presencia	Desarrollo	Duración	Magnitud Relativa	CALIFICACIÓN ECOLÓGICA	
									Ce	Importancia Impacto
BIOTICO	FAUNA Y FLORA	Alteración del paisaje. Reducción de área agropecuaria.	Construcción y adecuación de vías de acceso							
		Reducción de vegetación arbustiva, gramíneas, rastrojo.	Construcción de la locación							
		Desplazamiento de fauna silvestre.	Desarrollo de la perforación y del completamiento							
			Restauración del área afectada							
SOCIAL	MEDIO AFECTADO SOCIO-ECONÓMICO Y CULTURAL	Generación de empleo. Aumento de enfermedades	Construcción y adecuación de vías de acceso							
		Cambios en la forma de vida de la población.	Construcción de la locación							
		Migración de personas ajenas a la comunidad.	Desarrollo de la perforación y del completamiento							
			Restauración del área afectada							

Fuente: Arboleda, J.