

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**GESTIÓN AMBIENTAL DE DESECHOS PELIGROSOS GENERADOS POR
ACTIVIDADES DE PERFORACIÓN DIRECCIONAL EN EL ÁREA CARABOBO
DE LA FAJA PETROLÍFERA DEL ORINOCO**

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por el Br. Carlos L. Hernández G.
Para optar al Título
De Ingeniero de Petróleo

Caracas, 2013

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

GESTIÓN AMBIENTAL DE DESECHOS PELIGROSOS GENERADOS POR ACTIVIDADES DE PERFORACIÓN DIRECCIONAL EN EL ÁREA CARABOBO DE LA FAJA PETROLÍFERA DEL ORINOCO

TUTOR ACADÉMICO: Prof. Rene Rojas

TUTOR INDUSTRIAL: Ing. Osiris Rojas

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por el Br. Carlos L. Hernández G.
Para optar al Título
De Ingeniero de Petróleo

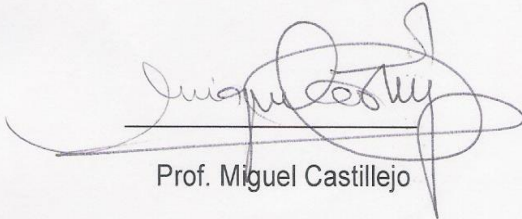
Caracas, 2013

Caracas, Noviembre de 2013

Los abajo firmantes, miembros del jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería de Petróleo, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por el Br. Carlos L. Hernández G., titulado:

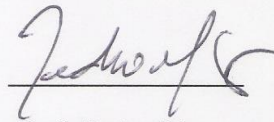
“Gestión ambiental de desechos peligrosos generados por actividades de perforación direccional en el Área Carabobo de la Faja Petrolífera del Orinoco”

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero de Petróleo, y sin que signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran APROBADO.



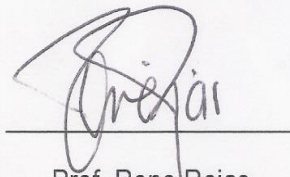
Prof. Miguel Castillejo

Jurado Principal



Prof. Pedro Díaz

Jurado Principal



Prof. Rene Rojas

Tutor Académico



Hernández G., Carlos L.

**GESTIÓN AMBIENTAL DE DESECHOS PELIGROSOS GENERADOS POR
ACTIVIDADES DE PERFORACIÓN DIRECCIONAL EN EL ÁREA
CARABOBO DE LA FAJA PETROLÍFERA DEL ORINOCO**

Tutor académico: Prof. Rene Rojas. Tutor Industrial: Ing. Osiris Rojas.

Tesis. Caracas. U.C.V Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería de
Petróleo. Año 2013, 169 pp.

Palabras claves: Gestión Ambiental, Desechos de perforación, Residuos de
perforación, Faja Petrolífera del Orinoco.

Resumen: La perforación de pozos direccionales es la técnica más usada para la extracción de petróleo en la Faja Petrolífera del Orinoco, sin embargo, estas actividades llevan asociadas la generación de un gran volumen de desechos y residuos que por lo general son peligrosos para el medio ambiente. El objetivo de este trabajo es realizar un estudio de la gestión ambiental de desechos generados por actividades de perforación direccional en el área Carabobo de la Faja Petrolífera del Orinoco.

En el desarrollo del trabajo se nombran las leyes, normas y decretos regulatorios y al Ministerio del Poder Popular Para el Ambiente como el ente rector en materia ambiental, se hace una descripción geográfica completa del área de estudio y se añade un estudio de sensibilidad ambiental que identifica las zonas más susceptibles de sufrir alteraciones por la actividad petrolera, se mencionan los desechos generados por la perforación de pozos direccionales y se clasifican según su peligrosidad, para después proponer un plan de manejo individual a cada corriente de desecho identificado que involucran las etapas de recepción, almacenamiento, tratamiento, reúso, recuperación y/o disposición final, acompañado de un sistema de registro y control de cada volumen de desecho generado, disminuyendo con estos procesos el nivel de impacto ambiental negativos asociados a la perforación petrolera.

DEDICATORIA

Dedicado a todos aquellos que no duermen para alcanzar sus sueños.

Carlos H

AGRADECIMIENTO

Al Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, en la persona de la Ing. Osiris Rojas “Directora de Evaluación Ambiental”, quien me asignó el tema de estudios y puso a mi disposición todo el material referente a la investigación que se encontraba en el Ministerio. Gracias Osiris

Al Biólogo Luis Hernández por el apoyo prestado en la evaluación de la sensibilidad e impacto ambiental del área de estudio, así como la revisión técnica de todo el proyecto. Gracia Luis

Al profesor René Rojas por aceptar ser tutor de éste trabajo y brindarme toda la orientación necesaria para llevar adelante esta investigación, sus revisiones y consejos siempre fueron de gran ayuda. Gracias René

A mis padres el Cap. Rito Hernández y la Dra. Juana García quienes me apoyaron para empezar éste trabajo y terminarlo en una época en la cual culminar los estudios no nos garantiza un buen empleo. Ellos siempre han pensado que los estudios marcan la diferencia.

Al Cuerpo de Bomberos de la UCV por obtener una buena formación en el área bomberil y a la división de Rescate por el trabajo realizado en cada procedimiento donde se arriesga la vida para que otros puedan vivir.

Carlos H.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS Y CUADROS	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
OBJETIVO GENERAL.....	6
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
ALCANCE	7
JUSTIFICACIÓN	7
LIMITACIONES	8
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	9
II.1 ANTECEDENTES	10
II.2.- Bases Teóricas	11
II.2.1.- Perforación de pozos	11
II.2.2 Clasificación de pozos según su trayectoria	12
II.2.3.- Uso de pozos Horizontales en la Faja Petrolífera del Orinoco	13
II.2.4.- Fluidos de perforación.....	14
II.2.4.1.-Tipos de fluidos de perforación	14
II.2.4.1.1.- Fluidos de perforación líquidos.....	15
II.2.4.1.2.- Fluidos de perforación gaseosos o mezcla de líquido y gas.....	16
II.2.5.- Aditivos presentes en el fluido de perforación	16
II.2.5.1.- Aditivos químicos.....	16
II.2.5.2.- Aditivos inorgánicos.....	18
II.2.6.- Funciones del fluido de perforación	19
II.2.7.- Ciclo del fluido de perforación.....	19
II.2.8.- Desechos Peligrosos por actividades de perforación	20
II.2.9.- Tipos de desechos generados por actividades de perforación de pozos	20

II.2.9.1.- Desechos de perforación y desechos aceitosos	21
II.2.9.2.- Desechos sólidos industriales peligrosos.....	22
II.2.9.3.- Desechos líquidos industriales peligrosos	23
II.2.9.4.- Desechos sólidos industriales no – peligrosos.....	23
II.2.9.5.- Efluentes líquidos/descargas operacionales.....	23
II.2.9.6.- Desechos domésticos.....	23
II.2.9.7.- Desechos hospitalarios	24
II.2.10.- Métodos de control de sólidos para rипios.....	24
II.2.11.- Equipos mecánicos de control se sólidos	25
II.2.12.- Técnicas para el tratamiento y disposición de desechos (RIPIOS)	27
II.2.13.- Proyecto actual de producción del bloque Carabobo	36
II.2.13.1.- Proyecto Carabobo.	36
II.2.14.- Marco Legal Actual.	38
CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA	45
III.1.- Ubicación Geográfica	46
III.2.-Áreas que conforman las Divisiones de la Faja del Orinoco (Carabobo, Ayacucho, Junín y Boyacá).....	47
III.3.- Caracterización geográfica del Área Carabobo.....	49
III.3.1.- Caracterización Física.....	49
III.3.2.- Características del aire.....	55
III.3.3.- Características hidrográficas.....	56
III.3.4.- Geología.....	63
III.3.5.- Geomorfología	66
III.3.6.- Suelos.....	68
III.3.7.- Caracterización Biológica.....	69
III.3.8.- Fauna	75
III.3.9.- Caracterización socioeconómica y cultural	79
III.3.10.- Características de la Población	83
CAPÍTULO IV: MARCO METODOLÓGICO	87
IV.1.- Nivel de Investigación.....	88
IV.2.- Diseño de la investigación	88

IV.3.- Procedimiento metodológico	89
CAPÍTULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	95
V.1.- SENSIBILIDAD AMBIENTAL.....	96
V.1.2.- SENSIBILIDAD DEL MEDIO FÍSICO	98
V.1.2.1.- Identificación de Variables, Criterios e Indicadores para el Medio Físico... 99	
V.1.2.2.- Resultados del Análisis de Sensibilidad del Medio Físico.	100
V.1.3.- SENSIBILIDAD DEL MEDIO BIOLÓGICO	101
V.1.3.1.- Identificación de Variables, Criterios e Indicadores para el Medio Biótico.	
.....	102
V.1.3.2.- Resultados del Análisis de Sensibilidad del Medio Biótico.....	112
V.1.4.- SENSIBILIDAD DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO	113
V.1.4.1.- Identificación de Variables, Criterios e Indicadores para el Medio.....	113
V.1.4.2.- Resultados del Análisis de Sensibilidad del Medio Socioeconómico.....	115
V.2.- MANEJO DE DESECHOS.....	117
V.2.1.- IDENTIFICACIÓN DE TÉCNICAS DE MINIMIZACIÓN	117
V.2.2.- Identificación y clasificación de residuos, desechos y efluentes.....	119
V.2.2.1.- Clasificación de los Residuos y Desechos	120
V.2.3.- Opciones para el manejo de desechos.....	128
V.2.3.1.- Recopilación de información sobre materiales y químicos que no deben ser utilizados como aditivos ya que son catalogados como materiales peligrosos.....	128
V.2.3.2.- Lineamientos generales para el manejo.....	130
V.2.3.3.- Propuesta para el manejo de residuos y desechos	132
V.2.3.4.- Empresas de transporte y manejo de desechos peligrosos autorizadas por el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente.....	143
V.2.3.5.- Lineamientos de registro de seguimiento	146
V.2.3.6.- Consideraciones de almacenamiento.....	148
V.2.3.6.- Implantación de la estructura organizativa responsable del plan de manejo.	152
V.3.- IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS POR LA GENERACIÓN Y EL MANEJO DE LOS DESECHOS Y RESIDUOS EN LA PERFORACIÓN DIRECCIONAL.....	154
CONCLUSIONES	158

RECOMENDACIONES..... 159
REFERENCIAS..... 160
BIBLIOGRAFÍA..... 163

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura Nº 1. Pozo horizontal	13
Figura Nº 2. Tipos de lodos de perforación	15
Figura Nº 3. Desarrollo del campo Carabobo.....	38
Figura Nº 4. Ubicación de la Faja Petrolífera del Orinoco y Campos que la conforman.....	47
Figura Nº 5. División de la Faja Petrolífera del Orinoco.....	48
Figura Nº 6. División del bloque Carabobo	49
Figura Nº 7. Mapa de Cuencas y Subcuencas, Bloque Carabobo Faja del Orinoco	58
Figura Nº 8. Balance hídrico.....	62
Figura Nº 9. Columna Estratigráfica tipo del área, tomado de Fiorillo, 1983	64
Figura Nº 10. Mapa de Vegetación y Uso Actual a escala 1:25.000, Bloque Carabobo.	69
Figura Nº 11. Fotografía de sabana arbustiva.....	70
Figura Nº 12. Fotografía de vegetación de morichal en la orillas del río Yabo, zona sur del área Carabobo.....	73
Figura Nº 13. Fotografía del Bosque de Galería del río Morichal Largo zona norte del área Carabobo.....	75
Figura Nº 14. Sistema de ciudades. Área de influencia estimada del Bloque Carabobo	79
Figura Nº 15. Pasos metodológicos de la investigación.....	89
Figura Nº 16. Pasos seguidos para el análisis de sensibilidad ambiental	97
Figura Nº 17. Mapa de Sensibilidad Ambiental, Geomorfología. Escala de interpretación: 1:25.000	116
Figura Nº 18. Hoja de Identificación y Cuantificación de los Desechos.....	146
Figura Nº 19. Flujograma General del Manejo de Residuos y Desechos	153
Figura Nº 20. Diseño de pozo Horizontal en la Faja Petrolífera del Orinoco	155

ÍNDICE DE TABLAS Y CUADROS

	Pág.
Cuadro Nº 1. Estaciones climatológicas y pluviográficas.....	50
Cuadro Nº 2. Precipitación media mensual y anual (mm).....	51
Cuadro Nº 3. Temperatura máxima, media y mínima (°C)	52
Cuadro Nº 4. Evaporación media Mensual y Anual (mm)	52
Cuadro Nº 5. Insolación media mensual y anual (horas de sol) Estación El Merrey.....	53
Cuadro Nº 6. Humedad Relativa Media (%) Estación El Merrey	53
Cuadro Nº 7. Radiación Solar Media (Cal/cm ² /día). Estación El Merrey	54
Cuadro Nº 8. Dirección Prevalciente del Viento. Estación El Merrey	54
Cuadro Nº 9. Velocidad media del Viento (km/h)	55
Cuadro Nº 10. Unidades hidrológicas relacionadas con el Bloque Carabobo	59
Cuadro Nº 11. Balance hídrico de las fuentes de agua superficiales por cuenca para el año 2030	61
Cuadro Nº 12. Balance hídrico de las fuentes de agua subterráneas por área para el año 2030	62
Cuadro Nº 13. Distribución de Centros Poblados en el Área de Influencia del Bloque Carabobo.....	81
Cuadro Nº 14. Población total por estado y municipio. Densidad poblacional por municipio	84
Cuadro Nº 15. Descripción de los niveles de sensibilidad	98
Cuadro Nº 16. Variables, Criterios e Indicadores para el Medio Físico	100
Cuadro Nº 17. Resultados de Análisis de Sensibilidad del Medio Físico.....	101
Cuadro Nº 18. Variables y Criterios para Evaluar el Medio Biótico	102
Cuadro Nº 19. Complejidad Estructural e Indicadores	104
Cuadro Nº 20. Riqueza Florística. Indicado.....	105
Cuadro Nº 21. Protección legal. Indicador.....	106
Cuadro Nº 22. Sensibilidad ambiental para la variable vegetación y uso de tierra.....	107
Cuadro Nº 23. Análisis de Sensibilidad a partir de la Riqueza Faunística	108
Cuadro Nº 24. Análisis de Sensibilidad a partir del Grado de Dependencia del Hábitat.....	109

Cuadro N° 25. Análisis de Sensibilidad a partir de la Presencia de Fauna de Interés Especial	110
Cuadro N° 26. Análisis de Sensibilidad de Fauna.....	111
Cuadro N° 27. Análisis de Sensibilidad Biótica en el Área de Estudio.....	112
Cuadro N° 28. Variables, Criterios e Indicadores para Evaluar el Medio Socioeconómico ..	113
Cuadro N° 29. Uso Actual o Potencial del Espacio.....	114
Cuadro N° 30. Niveles de Sensibilidad Ambiental del Medio Socioeconómico	115
Cuadro N° 31. Características de Peligrosidad de Residuo / Desecho.....	122
Cuadro N° 32. Clasificación y categorización de desechos no peligrosos	127
Cuadro N° 33. Materiales y Químicos que deben ser Evitados	129
Cuadro N° 34. Lineamientos generales para el manejo.....	130
Cuadro N° 35. Manejo de residuos y desechos no peligrosos.....	134
Cuadro N° 36. Manejo de residuos y desechos peligrosos Sólidos	136
Cuadro N° 37. Manejo de residuos y desechos peligrosos Líquidos	139
Cuadro N° 38. Manejo de emisiones atmosféricas	141
Cuadro N° 39. Empresas Manejadoras de Desechos Peligrosos.....	143
Cuadro N° 40. Impactos identificados por la generación y manejo de desechos en la perforación direccional.....	157

INTRODUCCIÓN

La Faja Petrolífera del Orinoco posee hasta la fecha la mayor reserva de petróleo líquido del mundo y para el desarrollo de estos campos la perforación direccional figura como la mejor opción. Cabe destacar que en el ámbito petrolero las perforaciones constituyen una de las mayores fuentes de generación de residuos y desechos peligrosos; ya que, a ellas se asocian la generación de una gran cantidad de ripios junto con otros materiales y desechos generados en superficie.

El objetivo principal de esta investigación es conocer la gestión ambiental que se deben dar a estos residuos para proponer un plan de manejo efectivo sobre las corrientes de desechos generados por la actividad de perforación de pozos direccionales en esta área de estudio.

En el desarrollo de este trabajo se hace referencia a la normativa legal venezolana vigente que regula tanto la perforación petrolera como el manejo de desechos contaminantes y se presenta al Ministerio del Poder Popular para el Ambiente como el ente rector en materia de ambiente encargado de inspeccionar que estos desechos reciban un tratamiento adecuado antes de ser dispuestos de manera segura.

Para conocer más la región se incluye una descripción geográfica muy completa y se explican todas las características físicas, hidrográficas, geológicas, biológicas y socioculturales presentes en el área estudiada, acompañada de un estudio de sensibilidad ambiental para determinar cuáles son las zonas más propensas a sufrir algún tipo de alteración o desequilibrio por actividades antrópicas referidas al sector petrolero.

Finalmente se identifican los desechos y residuos que pueden generarse por la actividad de perforación de pozos y cada una de estos es clasificado de acuerdo a su grado de peligrosidad y estado físico, para luego proponer un plan de manejo óptimo a cada una de las corrientes generadas que involucran las etapas de recepción, almacenamiento, tratamiento, reúso,

recuperación y/o disposición final, acompañado de un sistema de registro y control de cada volumen de desecho generado, disminuyendo con estos procesos el nivel de impacto ambiental negativo asociados a la perforación petrolera.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Con el descubrimiento de las reservas en la Faja Petrolífera del Orinoco y su posterior cuantificación a través del proyecto Magna Reserva muchas han sido las tecnologías usadas para la perforación de pozos pertenecientes a ésta área. El país busca aumentar la producción y la mayoría de los proyectos están enfocados en el desarrollo de estos campos petroleros.

En el transcurso de una perforación se generan grandes volúmenes de desechos contaminantes que pueden impactar negativamente el ambiente; bien sea, por los diferentes lodos de perforación usados a los cuales se incorporan materiales proveniente del yacimiento como recortes de la roca, los cuales pueden contener componentes de azufre, metales pesados, sales y otros; así como también, otros desechos generados en superficie como lo son: envases de aditivos químicos, baterías usadas, efluentes industriales, aceites lubricantes, entre otros.

Generalmente estos residuos y desechos deben ser tratados a través de diferentes técnicas y procesos que disminuyen su grado de contaminación para después ser depositados en fosas destinadas para éste fin.

Actualmente se observan algunas dificultades de las empresas en cuanto al manejo de los desechos peligrosos en la faja, debido a que en algunos casos se les da el mismo manejo y tratamiento a todos los residuos por igual; bien sea porque la empresa operadora recolecta y mezcla todos los desechos en un mismo sitio de almacenamiento, o porque la empresa de servicio encargada del manejo de estos productos no cumple las normativas venezolanas establecidas.

El mal manejo de estas corrientes residuales pudiera ocasionar graves daños a los diferentes ecosistemas ubicados cerca de las perforaciones y su mala disposición la contaminación de suelos y aguas, alterando el equilibrio biológico y poniendo en riesgo de extinción a muchas especies.

De lo anteriormente expuesto surge la necesidad de obtener información acerca de los residuos y desechos peligrosos generados por actividades de perforación direccional de pozos petroleros en la Faja Petrolífera del Orinoco, para luego establecer un plan de manejo individual de cada corriente de desecho, cumpliendo en cada caso con las normativas legales venezolanas vigentes a fin de obtener un menor impacto negativo ambiental.

OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio de la gestión ambiental de desechos peligrosos generados por actividades de perforación direccional en la Faja Petrolífera del Orinoco.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar información sobre las prácticas de manejo de desechos en pozos de perforación direccional.
- Describir las actividades de perforación direccional en la Faja Petrolífera del Orinoco y sus corrientes de salida.
- Realizar un estudio de sensibilidad ambiental en el área Carabobo de la Faja Petrolífera del Orinoco para determinar cuáles son las zonas más susceptibles de sufrir variaciones ante la intervención por la actividad petrolera.
- Identificar las posibles fuentes y tipos de desechos generados en la actividad de perforación direccional en la Faja Petrolífera del Orinoco y su impacto ambiental.
- Determinar cuáles son las mejores prácticas en el manejo de los desechos de perforación direccional que generan menor impacto ambiental posible en la Faja Petrolífera del Orinoco.

ALCANCE

Esta investigación abarcará el área de la Faja Petrolífera del Orinoco, específicamente el Campo Carabobo.

JUSTIFICACIÓN

La perforación de pozos petroleros es una de las actividades que genera mayor volumen de desechos peligrosos para el medio ambiente, los más abundantes son producidos por la combinación de fluidos de perforación y recortes de rocas que conforman las diferentes formaciones perforadas. Muchas son las técnicas y procesos que pueden usarse para tratarlos y disminuir su grado de contaminación; sin embargo, no siempre la técnica usada es la más adecuada para tratar estos agentes contaminantes, bien sea, por la falta de información relacionada acerca del impacto ambiental; o por la falta de tecnología y equipos más sofisticados que realicen esta labor.

El Ministerio del Poder Popular para el Ambiente es uno de los entes encargado de la evaluación de técnicas usadas para el tratamiento de los desechos provenientes de actividades de perforación de pozos y su objetivo principal es lograr que las empresas empleen la mejor tecnología disponible para disminuir el grado de alteración que puede sufrir el medio ambiente, que comprende los seres vivos, agua, suelo y aire.

Una buena gestión ambiental garantizaría la optimización de los procesos de manejos (recepción, almacenamiento, tratamiento, reúso, recuperación y/o disposición final); facilitando la supervisión, vigilancia y control de las actividades, a fin de garantizar el cumplimiento de las regulaciones establecidas en la legislación ambiental vigente y en la política ambiental de PDVSA. Dando un paso positivo a favor del medio ambiente, el cual tiempos atrás no se incluía en las campañas de perforación.

Como aporte técnico esta investigación brinda información sobre las tecnologías efectivas y la clasificación y manejo de residuos o desechos que se deben hacer al momento de generarse cualquiera de estos productos contaminantes tanto por parte de la empresa operadora como por la empresa de servicio encargada del transporte y practicas finales.

LIMITACIONES

Entre las limitaciones encontradas para el desarrollo de la investigación tenemos:

- No poder obtener suficiente información de parte de las empresas petroleras acerca de las técnicas que actualmente se usan para el tratamiento de desechos peligrosos provenientes de actividades de perforación de pozos.
- Dificultad para salir al campo, solicitar información sobre el manejo de desechos peligrosos generados por actividades de perforación de pozos y verificar que en cada pozo se estén usando las técnicas de tratamiento, debido a que los tesistas no cuentan con un seguro por parte del ministerio ni la capacitación básica para realizar una visita de supervisión en las instalaciones petroleras.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

II.1 ANTECEDENTES

Veracierta, L (2006). Realizó una tesis donde evaluó las técnicas aplicadas por el centro de tratamiento y recuperación de desechos (CTRD) en el campo Hamaca de la petrolera AMERIVEN, S.A, estado Anzoátegui. En este trabajo se identificaron los aspectos ambientales asociados a las actividades del CTRD las cuales se encuentran las relacionadas con el tratamiento de ripios, lodos y efluentes provenientes de la perforación; y se buscaron posibles impactos ambientales de dichas actividades tanto en agua, suelo y aire como en medios biológicos y socioeconómicos. También se detallaron paso a paso los procedimientos para el tratamiento de ripios y lodos de perforación utilizados en el centro de tratamiento y recuperación utilizando técnicas como esparcimiento, escurrimiento/centrifugación y *landfarming* cumpliendo con la normativa legal venezolana.

Alfaro, L (2009). Realizó una tesis basada en un diseño de un centro de tratamiento y disposición de desechos producidos por la actividad de perforación petrolera en las regiones de Tomoporo y Tía Juana. En este trabajo se planteó una solución a la problemática ambiental que generan los desechos producidos por actividades de perforación de pozos, debido a que su mala disposición ha generado mucha polémica en cuanto a su impacto sobre el ambiente, lo que conllevó a exponer los procedimientos más adecuados para el mejoramiento y tratamiento de estos desechos, cumpliendo con las leyes y normativas impuestas por el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, tales como los sistemas de deshidratación, biorremediación e inyección de ripios; y se propuso al mismo tiempo los equipos más apropiados para el manejo de los desechos como lo son las bombas y las zaranda vibratorias.

Sanabria, M (2009). Realizó una tesis sobre la evaluación ambiental, técnica y económica de las prácticas de manejo de rios de perforación en la Faja Petrolífera del Orinoco, donde se compararon las técnicas usadas por las Empresas Mixtas, las cuales son “Biotratamiento” por parte de la Empresa Petrocedeño y “Reuso y Esparcimiento” por parte de la Empresa Petropiar; luego se realizó una matriz de evaluación de impactos ambientales y se evaluaron otras técnicas adicionales a las ya aplicadas.

Silva, H y Cuevas, M (2010) Realizaron una tesis donde evaluaron la normativa legal venezolana en lo referente a proyectos de exploración y producción de hidrocarburos costa afuera a fin de realizar una guía para el manejo de actividades y descargas operacionales originadas por este tipo de proyectos, lo cual permitirá tener unos lineamientos específicos en materia ambiental, tanto para petróleos de Venezuela, como para todas aquellas empresas de capital extranjero y/o nacional que estén interesados en invertir y desarrollarse en el campo de la exploración y producción de hidrocarburos costa afuera.

II.2.- Bases Teóricas

II.2.1.- Perforación de pozos.^[1]

Proceso que consiste en ir penetrando la corteza terrestre en una forma ordenada y metódica, que puede ser vertical, inclina o direccional, con un objetivo determinado; comenzando con una mecha de un diámetro mayor en la superficie e ir disminuyendo el tamaño de las mechas a medida que se va profundizando el pozo, adquiriendo el hoyo una forma telescópica. Después de terminar cada fase de perforación con un tamaño determinado de mecha, el hoyo perforado se consolida, introduciendo y cementando un revestidor de diámetro adecuado para cada tamaño de hoyo. Posteriormente se cañonea el último revestidor para conectar la formación productora con el pozo y se

baja el equipo de producción que permitirá la extracción o inyección de fluidos.

II.2.2 Clasificación de pozos según su trayectoria.^[1]

Según la trayectoria los pozos pueden clasificarse en pozos verticales y pozos direccionales.

Pozos verticales

Son pozos cuya desviación no es mayor de 10°. Se dice que un pozo es vertical cuando su trayectoria no rebasa los límites del perímetro de un cilindro imaginario, que se extiende desde la superficie hasta la profundidad total y cuyo radio desde el centro de mesa rotatoria toca las cuatro patas de la cabria.

Pozos direccionales.

Son pozos en los cuales su trayectoria es intencionalmente desviada para alcanzar un objetivo determinado. Estos pozos pueden ser:

- **Tipo Tangencial:** la desviación deseada se obtiene a poca profundidad y se compone por una sección cuya tasa de incremento de ángulo se mantiene hasta alcanzar la profundidad objetivo.
- **En forma de S:** la trayectoria total del pozo se compone de una sección vertical, seguida por una sección de incremento de ángulo, una sección tangencial y una sección de disminución de ángulo. Puede ser de dos formas:
 - 1) **Tipo “S”:** en la que la sección final de caída de ángulo que llega a cero (0°) en el objetivo.
 - 2) **Tipo “S” especial:** la sección de caída de ángulo es diferente a cero (0°) grados y seguidamente viene una sección de mantenimiento de ángulo hasta el objetivo.

- **Inclinados o de alto ángulo:** son pozos iniciados desde superficie con un ángulo de desviación predeterminado constante, para lo cual se utilizan taladros especiales inclinados.
- **Horizontal:** son pozos perforados paralelos a los planos de estratificación de un yacimiento con la finalidad de tener mayor área de producción. Estos pozos tienen un ángulo de inclinación no menor de 86° respecto a la vertical.
- **Multilateral:** son pozos que consisten básicamente en un hoyo primario y uno o más hoyos secundarios que parten del hoyo primario, cuyo objetivo principal es reducir el número de pozos que se perforan, además de acelerar la producción de las reservas.
- **Reentradas:** son pozos que se perforan desde pozos preexistentes, pudiéndose perforar un nuevo hoyo de forma vertical o direccional.

II.2.3.- Uso de pozos Horizontales en la Faja Petrolífera del Orinoco .^[2]

Los pozos horizontales ofrecen una sección abierta al flujo creando un cambio radical en la condiciones de flujo de los fluidos, ya que crea un área de forma elipsoidal mientras que la de un pozo vertical es de forma cilíndrica.

Ver figura N° 1.

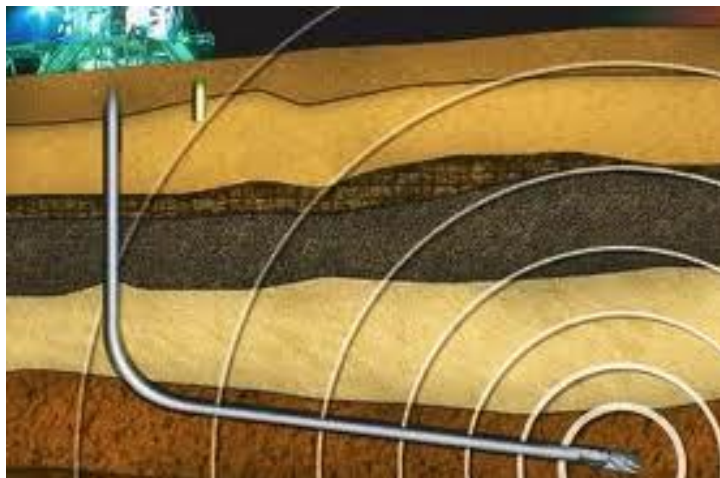


Figura N° 1. Pozo Horizontal.^[2]

Con el uso de Pozos Horizontales en la Faja Petrolífera del Orinoco se logra incrementar el contacto con el yacimiento y de ese modo aumenta la productividad del mismo, como pozo de inyección un pozo horizontal de larga sección horizontal provee una gran área de contacto y por lo tanto aumenta la inyectividad del pozo, que es lo que más se desea en los proyectos de recuperación secundaria.

La productividad de un pozo horizontal depende de la longitud horizontal y ésta a su vez, depende de las técnicas de perforación horizontal usada; otra consideración importante para la productividad es el esquema de completación, que dependerá de las necesidades de completación local y de la experiencia que se tenga en el área.

El tipo de completación afecta el funcionamiento de un pozo horizontal, y ciertos tipos de completación en estos pozos sólo son posibles con ciertos tipos de técnicas

II.2.4.- Fluidos de perforación.^[3]

Son aquellos fluidos utilizados durante las labores de perforación de un hoyo, y éste término está restringido a los fluidos que son circulados a través del hoyo y que poseen características físicas y químicas apropiadas para poder cumplir con los requisitos mínimos de eficiencia, limpieza y seguridad durante la perforación de un hoyo.

II.2.4.1.-Tipos de fluidos de perforación.^[1]

Existen tres tipos básicos de lodos de perforación que circulan durante la perforación del pozo, los cuales son: Líquidos, mezcla de gas-líquido y gases, en la figura N° 2 se presenta un esquema de la clasificación.

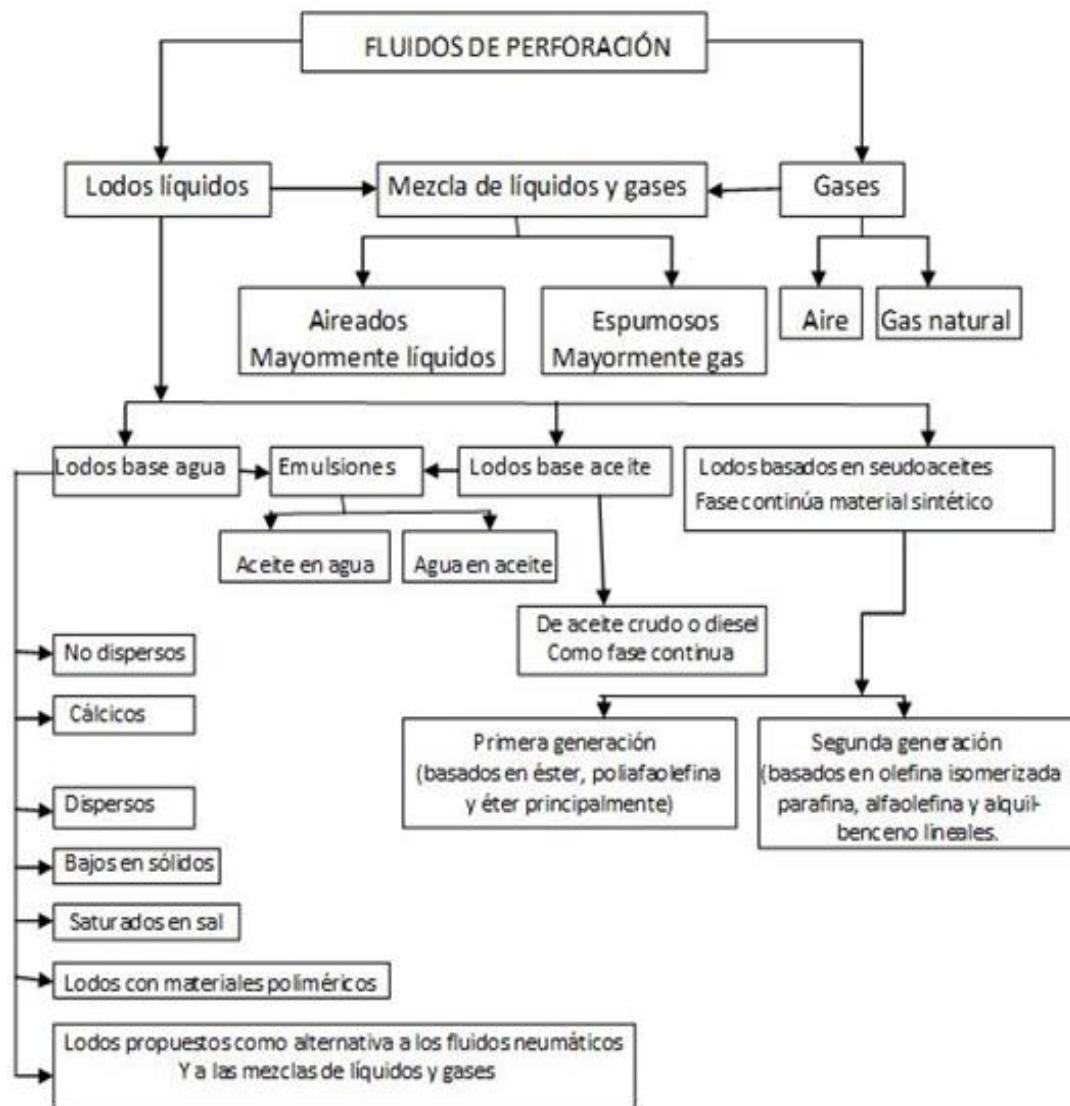


Figura Nº 2. Tipos de lodos de perforación.^[4]

II.2.4.1.1.- Fluidos de perforación líquidos.^[3]

Lodos base agua.

La fase continua es el agua y es el medio de suspensión de los sólidos. Es ideal para perforar en zonas de bajas presiones de formación y libre de problemas. El agua es abundante, económica pero es muy sensible a contaminaciones. Puede ser agua dulce y/o agua de mar.

Lodos base aceite.

La fase continua es aceite y es el medio de suspensión de los sólidos. Es usado cuando se perforan zonas arcillosas y previene la hidratación de arcillas y lutitas.

II.2.4.1.2.- Fluidos de perforación gaseosos o mezcla de líquido y gas.^[1]

Este sistema tiene que ser cerrado para mantener la presión. Presentan el inconveniente de utilizar compresores para generar los volúmenes de aire/gas requeridos, pero tienen la ventaja de minimizar el daño a la formación y lograr altas tasas de penetración.

II.2.5.- Aditivos presentes en el fluido de perforación.^[1,3,4]

II.2.5.1.- Aditivos químicos.

- **Densificantes:** son materiales no tóxicos ni peligrosos de manejar, que cuando son disueltos o suspendidos en un fluido de perforación incrementan la densidad del fluido. Entre ellos tenemos: galena (7,4 - 7,7), hematita (4,9 – 5,3), magnetita (5,0 – 5,2), baritina (4,2 – 4,5), etc.
- **Viscosificantes:** son productos que se agregan a los fluidos para mejorar la habilidad de los mismos para remover los recortes del hoyo y suspender el material densificante durante las maniobras. Los materiales más utilizados son las arcillas y los polímeros. Entre ellos tenemos: bentonita, atapulgita, goma xantha, etc.
- **Controladores de filtrado:** son agentes que disminuyen la cantidad de agua que pasa hacia la formación permeable cuando el lodo es sometido a una presión diferencial. Entre ellos tenemos: polímeros manufacturados, almidones, adelgazantes orgánicos, etc.

- **Controladores de reología:** la reología se logra controlar mediante la concentración del viscosificante primario que se utiliza en el sistema. Sin embargo, cuando no se puede lograr un control efectivo de la reología mediante el uso de estos productos, se deben utilizar materiales adelgazantes, dispersantes o defloculantes, con el objetivo de reducir las fuerzas de atracción, incrementar la dispersión, y por lo tanto reducir la resistencia al flujo. Los materiales más frecuentemente utilizados son: taninos, silicatos y fosfatos, lignitos, lignosulfanatos modificados, etc.
- **Materiales alcalinos y de control de pH:** son materiales que se agregan para mantener un rango de PH en el sistema que asegure el máximo desempeño de los otros aditivos empleados en la formulación del lodo.
- **Materiales para controlar pérdidas de circulación:** son materiales utilizados para minimizar o anular las pérdidas de fluido que pueden producirse en una operación.
- **Surfactantes:** son materiales que se agregan con el objetivo de modificar la tensión interfacial entre el sólido/agua/aceite, pueden crear emulsiones y cambiar la mojabilidad.
- **Lubricantes:** son materiales que se utilizan con el objetivo de reducir el arrastre y torque en la perforación, disminuir la fricción entre la sarta y la pared del hoyo. Entre ellos: aceites minerales, alcoholes, asfalto, polímeros, etc.
- **Floculantes:** estos materiales encapsulan los sólidos del sistema haciendo más efectiva su remoción. Los más comunes son: sales, cal hidratada, yeso, etc.

- **Estabilizadores de lutitas:** se utilizan agentes especiales para estabilizar formaciones de lutitas sensibles al agua mediante la inhibición de las características de hidratación y la dispersión de los materiales arcillosos en el sistema. Entre los materiales utilizados se tienen: polímeros, asfalto, cloruros de potasio y/o calcio, cal, yeso, etc.
- **Anticorrosivos:** la corrosión de la sarta de perforación ocurre a través de la acción de agentes como oxígeno, CO₂ y H₂S. el objetivo de agregar estos materiales es disminuir o minimizar los efectos de estos agentes y para ello se utilizan sales solubles de sulfito y de cromato.
- **Bactericidas:** los organismos microscópicos como bacterias, algas y hongos pueden existir en los lodos a diversas condiciones de pH. Como la mayoría de los fluidos de perforación contienen materiales orgánicos que son susceptibles a la degradación, la aplicación de estos productos va a inhibir o eliminar la reproducción y crecimiento de bacterias y hongos. Pueden utilizarse sulfuros orgánicos, clorofenoles, aldehídos, etc.
- **Precipitantes:** son aditivos que se agregan al sistema con el objetivo de remover componentes solubles mediante una reacción que los convierte en un precipitado.

II.2.5.2.- Aditivos inorgánicos.^[1,5]

- Hidróxido de sodio o soda cáustica.
- Carbonato de sodio o soda ash.
- Hidróxido de potasio o potasa cáustica.
- Hidróxido de calcio o cal hidratada.
- Óxido de calcio o cal viva.
- Bicarbonato de sodio.

- Cloruro de potasio.
- Cloruro de sodio.
- Cloruro de calcio.
- Sulfato de calcio o yeso, etc.

II.2.6.- Funciones del fluido de perforación .^[3]

Describen las tareas que el fluido de perforación es capaz de desempeñar, sus funciones más comunes se nombran a continuación:

- Transportar los ripios de perforación y los derrumbes o cortes hasta la superficie.
- Mantener en suspensión las partículas cuando se detiene la circulación.
- Controlar las presiones de la formación.
- Limpiar, enfriar y lubricar la mecha y los tubulares de perforación.
- Prevenir derrumbes de formación soportando las paredes del hoyo.
- Suministrar un revoque liso, delgado e impermeable para proteger la productividad de la formación.
- Ayudar a soportar el peso de la sarta de perforación y de revestimiento.
- Transmitir la potencia hidráulica a la formación por debajo de la mecha.
- Proveer un medio acuoso adecuado para llevar a cabo la evaluación de formaciones (perfilaje o registros).

II.2.7.- Ciclo del fluido de perforación .^[1]

- Tanques de succión.
- Bombas de lodo.
- Línea de descarga.

- Conexiones y equipos superficiales: tubo vertical, manguera de perforación, unión giratoria y cuadrante.
- Sarta de tuberías (tuberías de perforación, tubería pesada, portamechas y herramientas especiales).
- Mecha.
- Espacio anular: (hoyo – DC's, hoyo – HW's, hoyo – DP's, revestidor – DP's).
- Línea de retorno.
- Separador de gas.
- Equipos de control de sólidos.
- Tanques de almacenamiento y tratamiento (desgasificadores).

II.2.8.- Desechos Peligrosos por actividades de perforación.^[6]

Desechos en cualquier estado físico sólido, líquido o gaseoso que presenta características peligrosas o que está constituido por sustancias peligrosas y que no conserva propiedades físicas ni químicas útiles.

II.2.9.- Tipos de desechos generados por actividades de perforación de pozos.^[7]

Entre las principales corrientes de desechos tenemos:

- Desechos de perforación y desechos aceitosos.
- Desechos sólidos industriales peligrosos.
- Desechos líquidos industriales peligrosos.
- Desechos sólidos industriales no – peligrosos.
- Efluentes líquidos/descargas operacionales.
- Desechos domésticos.
- Desechos hospitalarios (corriente eventual).
- Derrames (corriente eventual).

II.2.9.1.- Desechos de perforación y desechos aceitosos.^[8]

- Arena producida.
- Rípios de perforación.
- Desechos químicos.
- Cementos.

Arena producida.

La producción de arena ocurre cuando parte del material perteneciente a la formación viaja del yacimiento al pozo y a la superficie, junto con los fluidos producidos. Este material comúnmente denominado arena, se define como toda partícula con un rango de tamaño entre 2 y 0,0625 mm de diámetro.

Rípios de perforación.

Los rípios de perforación son los pedazos pequeños de formaciones perforadas por el taladro que son traídos a superficie por los fluidos. Generalmente son pequeños (por ejemplo para apartar las partículas se usan centrifugas de unos 5 μm a 25 μm) y consisten en arcillas, lutitas, areniscas, carbonatos y haluros. Estos rípios se encuentran impregnados de los fluidos de perforación que se estén usando y los que sueltan los equipos de separación mecánica, más el exceso de lodo de perforación y todo esto se arroja al sumidero.

Desechos químicos.

Los aditivos químicos que se usan en el sistema de lodos incluyen productos empaquetados (bentonita, baritina, cáustica y otros), posiblemente otros a granel (generalmente solo la bentonita y la baritina) y barriles. Se puede esperar que las otras sustancias químicas presentes en las concesiones puedan contener cemento (ya sea empaquetado o a granel) y aditivos de cementos. Para levantar los sacos y los barriles en los depósitos, se usan ascensores de cargas con barras de acero que se encajan debajo de los

bultos y se mezclan manualmente. Este proceso conduce a que los sacos se dañen y que los barriles derramen sus contenidos de sustancias químicas en estas áreas. La solución actual a estos derrames es que los productos se están lavando continuamente y luego terminan en los sumideros.

Al finalizar un pozo, es una práctica común evaluar el valor de las sustancias químicas que sobran de la obra. En varios casos es más económico desechar estas sustancias que devolverlas o transferirlas al próximo pozo. Muchas veces se arrojan al sumidero o en caso de una perforación costa afuera, sencillamente se tiran por la borda.

Cementos.

Las diferentes sartas de revestimiento que se usan en todos los pozos están cementadas al agujero, con las sartas más grandes cementadas hasta superficie. El exceso de cemento en las obras se arroja al sumidero. Se supone que los fluidos que sobran de la limpieza de los equipos están contaminados con cemento. Estos también se descargan al sumidero.

II.2.9.2.- Desechos sólidos industriales peligrosos.^[7,8,9]

- Sólidos provenientes del sistema de recolección de aguas grises.
- Trapos aceitosos.
- Filtros de aceites drenados.
- Paños, productos de papel y cualquier otro material absorbente contaminado con aceites, grasa o lodos base sintética.
- Baterías usadas.
- Tambores vacíos contaminados.
- Otros no especificados.

II.2.9.3.- Desechos líquidos industriales peligrosos.^[7,9]

- Aceites usados: todos los aceites derivados de hidrocarburos, incluye aceite de motor, lubricantes y fluidos hidráulicos.
- Solventes usados.
- Residuos de pintura.
- Otros no especificados que se sospeche su naturaleza peligrosa.

II.2.9.4.- Desechos sólidos industriales no – peligrosos.^[7,9]

- Latas de pinturas vacías y potes vacíos de grasa lubricante.
- Envases de estaño y aluminio.
- Chatarra ferrosa (brocas gastadas, protectores de sartas, guayas, revestidores de bombas y pistones, despojos de soldaduras, barriles de combustibles).
- Envolturas o sacos de químicos para lodos de cemento.
- Bombonas de gas y otros no especificados.

II.2.9.5.- Efluentes líquidos/descargas operacionales .^[7]

- Aguas negras.
- Aguas grises.
- Aguas residuales.

II.2.9.6.- Desechos domésticos .^[7]

- Paletas de maderas no recuperables.
- Papel y cartón no recuperables.
- Vidrio.
- Latas desechable.
- Plásticos.
- Desechos de comida.

II.2.9.7.- Desechos hospitalarios .^[7]

Son generados de forma periódica como resultado de la implementación de servicios de primeros auxilios que se susciten en el módulo de primeros auxilios del taladro. Entre ellos tenemos:

- Jeringas
- Gasas impregnadas con fluidos humanos.
- Guantes de látex descartables.
- Residuos farmacéuticos.
- Otros.

II.2.10.- Métodos de control de sólidos para ripsos .^[10,11]

Los diferentes métodos empleados para el control de sólidos son los siguientes:

- **Sistema de remoción química:** consiste en aplicar productos químicos (polímeros) al fluido, con la finalidad de formar floculos (coagulación y/o floculación), atrayendo los sólidos reactivos y formando largas cadenas de dichos floculos, que por su alto peso molecular se puede separar de fluido y precipitarse.
- **Dilución:** reduce la concentración de sólidos perforados adicionando un volumen al lodo de perforación.
- **Desplazamiento:** es la remoción o descarte de grandes cantidades de lodos por lodo nuevo con óptimas propiedades reológicas.
- **Piscina de asentamiento (gravedad):** separación de partículas sólidas por efecto de la gravedad, debido a la diferencia en la gravedad

específica de los sólidos y el líquido. Depende del tamaño de partículas, gravedad específica y viscosidad del lodo.

- **Piscina de asentamiento (trampa de arena):** la trampa de arena básicamente es un compartimiento de asentamiento que está localizado directamente debajo de las zarandas. La trampa de arena recibe el lodo y lo entrega al próximo tanque por rebose, ésta actúa como un aparato de asentamiento para remover sólidos grandes que pueden ocasionar taponamientos en los hidrociclones.
- **Sistema de remoción mecánica:** consiste en la utilización de equipos mecánicos en la superficie para remover los recortes perforados donde se aprovechan ciertos fenómenos físicos para separar los recortes del lodo.

II.2.11.- Equipos mecánicos de control de sólidos.^[1]

Equipos especiales que tienen como función principal remover los sólidos indeseables del lodo, entre ellos tenemos:

- **Cernidor o Zaranda:** son considerados los equipos primarios y su función principal es separar los ripios o cortes realizados por la mecha del fluido de perforación, esto se realiza al hacer pasar el lodo que viene del pozo a través de una malla o tamiz vibrador que retiene estos sólidos grandes indeseables.
- **Hidrociclones:** son conjunto de conos que separan los sólidos por centrifugación. Para ello, el lodo entra tangencialmente con determinada presión, choca contra un vórtice y desarrolla una fuerza centrífuga, haciendo que las partículas de mayor tamaño y gravedad se separen de la parte líquida y se peguen a las paredes de los conos, deslizándose hacia abajo donde son descartados. Las partículas de menor tamaño y

gravedad toman el centro del cono y retornan al sistema de circulación por la parte superior.

Los hidrociclones pueden ser:

1. **Desarenador:** separan partículas tamaño arena ($> 74 \mu$)
 2. **Deslimador:** separan partículas tamaño sedimento ($2 - 74 \mu$)
- **Limpiador de lodo:** consisten en una batería de conos colocados por encima de un tamiz de malla fina y alta vibración. Este proceso remueve los sólidos perforados de tamaño arena, aplicando primero hidrociclón al lodo y haciendo caer luego la descarga de los hidrociclones al tamiz vibratorio de malla fina. El lodo y los sólidos deseables que atraviesen el tamiz son recuperados y los sólidos retenidos sobre el tamiz son descartados. Éste equipo se considera un recuperador de barita, por tal razón se debe utilizar solamente cuando se perfora con lodo densificado.
 - **Centrifugas Decantadoras:** son equipos constituidos por un tambor y un transportador que giran en una misma dirección pero a diferentes velocidades, lo que hace posible controlar la descarga y el estado de humedad y/o sequedad de los sólidos descartados, que permiten separar y sedimentar los sólidos de acuerdo a su densidad de masa. Existen dos tipos de centrifugas de decantación:
 - **De alta velocidad:** trabajan a altas R.P.M (3200 rpm) y eliminan sólidos ultrafinos (menores 5μ).
 - **De baja velocidad:** trabajan a bajas R.P.M (1800 rpm) y eliminan sólidos con tamaños mayores a 5μ .
 - **Equipos tres en uno:** están conformados por una zaranda, un desarenador y un deslimador, poseen gran capacidad de procesamiento, razón por la cual se utilizan frecuentemente en la recuperación de fases líquidas costosas y descarte de sólidos indeseables.

II.2.12.- Técnicas para el tratamiento y disposición de desechos (RIPIOS)

Biotratamiento o Biorremediación.^[12]

Consiste de varias técnicas biológicas en la cuales se hace uso de microorganismos naturales (hongos o bacterias) y plantas para descomponer o degradar sustancias peligrosas en sustancias menos tóxicas.

Estos sistemas se basan en la digestión de las sustancias orgánicas por ciertos microorganismos, los cuales, obtienen de dichas sustancias la fuente de carbono necesaria para el crecimiento de sus células y una fuente de energía para llevar a cabo todas sus funciones metabólicas que necesitan sus células para el crecimiento. El metabolismo libera energía de los residuos orgánicos y utiliza el carbono para sintetizar nuevo material celular. La actuación secuencial de una gran variedad de enzimas que degradan los residuos orgánicos a compuestos cada vez más sencillos, por ejemplo: de hidrocarburo a alcoholes, de alcoholes a ácidos orgánicos y de estos a dióxido de carbono, agua y masa celular. Las técnicas de biotratamiento pueden usarse como método para descontaminar tanto suelos como aguas; y se pueden clasificar en dos grandes categorías: *in situ* y *ex situ*. Con medidas de biotratamiento *in situ* se trata el suelo contaminado o el agua subterránea en el lugar donde se encuentra. El biotratamiento *ex situ* consiste en excavar el suelo contaminado o extraer agua subterránea por bombeo para aplicar el tratamiento.

Dentro de las técnicas de biotratamiento se encuentran:

In situ:

- a) Bioventilación (*Bioventing*).
- b) Aireación en superficie (*Air sparging*).

Ex situ:

- a) Biolabranza (*landfarming*).
- b) Compostaje.

- c) Biopilas.
- d) Biorreactores.
- e) Fitorremediación.

Factores que afectan la efectividad de la técnica de biotratamiento.^[12]

El biotratamiento que se use dependerá de varios factores, entre ellos: el tipo de microorganismos presentes, la condición del lugar (pH, temperatura, humedad, textura y estructura del suelo), así como la cantidad y toxicidad de los productos químicos contaminados.

- a) **Necesidad de nutrientes:** el metabolismo microbiano está orientado a la reproducción de sus organismos y estos requieren que los constituyentes químicos se encuentren disponibles para su asimilación y sintetización. Los nutrientes principalmente requeridos son el Fósforo y el Nitrógeno. Por lo general, suele existir en el suelo una concentración de nutrientes suficientes, sin embargo, si estos no se encontraran en el rango habitual se puede adicionar mayor cantidad al medio. El rango normal del C:P:N (carbón; fósforo; nitrógeno) depende del sistema de tratamiento a emplear, siendo el rango habitual 100:10:1.
- b) **PH del suelo:** afecta significativamente la actividad microbiana; el crecimiento de la mayor parte de los microorganismos es máximo dentro de un intervalo de pH situado entre 6 y 8. Así mismo, el pH también afecta directamente la solubilidad del fósforo y el transporte de metales pesados en el suelo. La acidificación o la reducción del pH en el suelo se puede realizar adicionando azufre o compuestos de azufre.
- c) **Temperatura:** generalmente las especies microbianas crecen a intervalos bastantes reducidos, entre 15°C y 45°C, decreciendo la biorremediación por desnaturalización de las enzimas a temperaturas > a 40°C e inhibiéndose a temperaturas inferiores a 0°C.

- d) **Humedad:** los microorganismos requieren unas condiciones mínimas de humedad para su crecimiento. El agua sirve como medio de transporte a través del cual los compuestos orgánicos y nutrientes son movilizados hasta el interior de las células. Un exceso de humedad inhibirá el crecimiento bacteriano al reducir la concentración de oxígeno en el suelo.
- e) **Estructura química del hidrocarburo:** la inherente biodegradabilidad de un hidrocarburo depende, en gran medida, de su estructura molecular. Siendo los parámetros que más afectan los siguientes: la halogenación, la existencia de ramificaciones, la baja solubilidad en agua y las diferencias en la carga atómica. Los saturados y los aromáticos poseen mayor grado de degradación y las resinas y los asfáltenos se degradan en menor medida.

Biotratamiento *In Situ*.^[12,13]

a) Bioventilación.

Proceso de inyección de aire a una tasa determinada dentro del medio contaminado para mejorar la biodegradación en sitio y minimizar o eliminar los gases volátiles que contaminan la atmósfera. Este proceso bombea aire solamente a la zona no saturada o a la zona vadosa. La bioventilación degrada los contaminantes orgánicos menos volátiles y debido a la reducción del volumen de aire permite el tratamiento de los suelos menos permeables. Este proceso es más exitoso en productos de petróleo livianos como el diésel hasta productos ligeros que tienden a volatizarse rápidamente.

b) Aireación en superficie.

Se trata de inyección de aire atmosférico bajo presión en la zona saturada para volatizar contaminantes en las áreas subterráneas y de promover la biorremediación mediante el aumento de concentraciones de

oxígeno del subsuelo; utilizada principalmente para tratar aguas contaminadas.

Biotratamiento *Ex Situ*.^[13]

a) Biolabranza (*landfarming*).

Es una técnica de biotratamiento en la cual los desechos contaminados son mezclados con suelo limpio. Se provoca la oxidación del material contaminante estimulando la microflora natural del suelo mediante el agregado de fertilizantes, arado y riego superficial.

La mezcla de desecho y suelo es apilada, movida y aireada por medio del uso de equipos agrícolas comerciales tales como: tractores, arados, mangueras de riego, y aspersores rotativos, para otorgar oxígeno a los microorganismos presentes y estimular su crecimiento.

b) Cospostaje.

Modalidad de biotratamiento que se asemeja a la técnica de biolabranza, pero el tiempo de biodegradación es menor debido a que son mejoradas las condiciones de aireación, humedad y porosidad.

En el tratamiento por compostaje el material contaminado es mezclado con sustancias orgánicas fácilmente degradables, tales como: estiércol, paja fresca, astillas de madera, tucas de maíz, entre otros, para formar pilas de aproximadamente 3 metros de altura. La materia orgánica añadida contribuye a incrementar la porosidad de la pila para facilitar el flujo de aire.

c) Biopilas.

Se basa en la formación de pilas no mayor de 2 metros de altura de material biodegradable, formadas por suelo contaminado y materia orgánica en condiciones favorables para el desarrollo de los procesos de biodegradación de los contaminantes.

Estas pilas pueden ser aireadas de forma activa, volteando la pila, o bien en forma pasiva, mediante tubos perforados de aireación.

Este tratamiento es efectivo en compuestos orgánicos ligeros, los hidrocarburos presentes en el ripio deben de ser no halogenados y deben encontrarse en el suelo en concentraciones menores a 50.000 ppm.

d) Biorreactores.

Los biorreactores vía suspensión se utilizan para la biorrecuperación de terrenos contaminados. Los suelos o lodos contaminados se introducen en un reactor con suficiente agua para permitir la mezcla continua. Normalmente se optimiza la biorrecuperación añadiendo nutrientes (orgánicos ó inorgánicos), controlando el pH, la temperatura y oxígeno disuelto.

e) Fitorremediación.

Tipo de tratamiento que utiliza plantas para limpiar suelos, aguas superficiales y aguas subterráneas contaminadas con metales tóxicos, compuestos orgánicos, inorgánicos y radioactivos; en el cual se llevan a cabo procesos biológicos, químicos y físicos realizados por las plantas, que permiten la adsorción, secuestro y metabolismo de los contaminantes. Algunas plantas, tales como: *Thlaspi Caerulescens*, *Viola Calaminaria*, *Arabidopsis Thaliana*, *Brassecia Juncea*, *Astragalus Bisculatus* tienen la capacidad de concentrar metales en sus tejidos, capturar y degradar plaguicidas o hidrocarburos del suelo y aguas subterráneas ya sea por sí mismas, o a través de la acción de las bacterias que viven en sus raíces. Las plantas liberan enzimas dentro de la tierra las cuales degradan los contaminantes de la misma.

Otros métodos de biotratamiento.^[14]

a) Intebios.

Se basa en el principio de los procesos de biodegradación que permite por acción de microorganismos transformar los componentes tóxicos de los desechos orgánicos, tales como: las fracciones saturadas y aromáticas, en productos inocuos. El proceso se efectúa por la estimulación de la microflora autóctona (bacterias y hongos), añadiendo los nutrientes necesarios para adecuar las relaciones Carbono – Nitrógeno (C/N) y Carbono – Fósforo (C/P). las relaciones C/N = 60 y C/P = 800 incluidas en Intebios se han encontrado como óptimas en diversos procesos de biodegradación en laboratorio y campo.

b) Biorize.

Permite estimular la actividad de los microorganismos por medio de mejoradores orgánicos en forma de biomasa vegetal, que combina diferentes partes de plantas en proporciones específicas que suministran nutrientes, particularmente Nitrógeno. Además del contenido de Nitrógeno y otros nutrientes, las biomásas vegetales actúan mejorando las características del desecho, al incrementar la porosidad en el mismo, y de esta manera aumentar el intercambio de oxígeno.

Esparcimiento.^[15]

a) Esparcimiento (*landspreading*).

Consiste en dispersar una carga aceptable de residuos sólidos sobre un área predeterminada, con la finalidad de mejorar la calidad de los suelos donde se realiza la aplicación o en todo caso mantener su condición para el uso futuro del área. Este método es utilizado para residuos sólidos de baja a media toxicidad. Es una técnica de una sólo aplicación de desechos a diferencia de la biolabranza y puede realizarse en el sitio o fuera del mismo.

b) Drillacsoil.

Tecnología de esparcimiento desarrollada por Intevep aplicables a desechos de perforación base agua y otros desechos con concentraciones de hidrocarburos menores a 1%. Se basa en el conocimiento de las propiedades químicas del suelo a fin de disponer el desecho en las dosis adecuadas que permitan cumplir con lo estipulado en la normativa ambiental.

Confinamiento.^[12]

Se trata básicamente de enterrar y sellar los ripios bajo tierra en una fosa. La práctica de confinamiento en el suelo, según el decreto 2635 “Normas para el control y recuperación de materiales peligrosos y el manejo de los desechos sólidos (1998)” se debe realizar cumpliendo con las siguientes condiciones:

- a) El área de disposición final no debe ser inundable y poseer una capa o membrana impermeabilizante en sus paredes, fondo y tope.
- b) Los desechos deberán ser mezclados con suelo autóctono u otro material absorbente que les confiera la resistencia y la compactación del suelo circundante.
- c) La mezcla suelo/desecho resultante no debe exceder el 50% de humedad.
- d) El tope de la mezcla resultante se encontrará por lo menos a 1 metro de la superficie.
- e) El área de confinamiento deberá sellarse con suelo y restablecer la cobertura vegetal, empleando plantas preferiblemente de especies propias de la localidad, que no sean frutales y que se adapten a las condiciones presentes.

Solidificación/Estabilización.^[16]

La estabilización consiste en un proceso por medio del cual los contaminantes de un residuo son transformados en formas menos tóxicas,

menos móviles o poco solubles. Las transformaciones se dan por medio de reacciones químicas que fijan los compuestos tóxicos en polímeros impermeables o en cristales estables. Los productos utilizados en este proceso permiten: mejorar las características físicas del residuo, disminuir el área superficial a través de la cual se transfieren contaminantes, reducir la solubilidad de los contaminantes, reducir la toxicidad y reducir los contaminantes. Por otro lado, la solidificación consiste en un tratamiento que genera una masa sólida monolítica de residuos tratados. De esta manera se mejora su integridad estructural, sus características físicas y se facilita su manejo, transporte y disposición final.

Endrill.

Tecnología desarrollada por Intevep para la transformación de los rípios de perforación base agua y base aceite, en material de valor agregado, mediante la aplicación de procesos de estabilización y solidificación. La técnica consiste en encapsular (aislar física y químicamente) los constituyentes de sales y aceites presentes en los rípios en una matriz sólida que impide su lixiviación al medio ambiente, utilizando cemento y bentonita como agentes encapsulantes.

Es un proceso que se realiza *In Situ* y en tiempo real de perforación, evitando así el apilamiento y la concentración de los desechos sólidos después de salir de los equipos de control de sólidos.

Tratamiento Térmico.^[16,12]

a) Incineración.

Técnica de manejo utilizada para la incineración de cortes de perforación hasta obtener un remanente pulverizado producto de altas temperaturas. Los sistemas de incineración están diseñados para destruir únicamente los componentes orgánicos de los residuos. A través de la destrucción de la fracción orgánica y su conversión a dióxido de carbono y

vapor de agua, la incineración reduce el volumen de los residuos y la amenaza al medio ambiente.

b) Cementera.

Incineran y combinan con materia prima de cemento. Este proceso está basado en el proceso de producción de cemento, en donde una empresa cementera presta el servicio para que los ripios sean procesados. El ripio es almacenado, luego transportados por bandas hasta la torre de precalentados donde se mezcla con la materia prima de la torre (caliza y arcilla) y se calienta progresivamente hasta alcanzar 1000 °C. La mezcla de caliza, arcilla y ripio pasa por todos los procesos de la cementera para llegar a la etapa de homogeneización, donde es luego molido con pequeñas cantidades de yeso para finalmente obtener cemento.

c) Desorción Térmica.

Técnica para tratar la tierra contaminada con desechos peligrosos calentándola en una cámara a una temperatura de 90 °C a 540 °C a fin de que los contaminantes con un punto de ebullición bajos se vaporicen (se conviertan en gases) y, por consiguiente, se separen de la tierra (si quedan otros contaminantes se tratan con otros métodos).

Estos contaminantes vaporizados se recogen con un sistema vacuum y son transportados fuera de la localización y posteriormente tratados, con un sistema de tratamiento de emisiones.

Molienda.^[17]

Proceso mecánico utilizado en el control de ripios impregnados en lodos base aceite, se basa en la aplicación del concepto de dilución, es decir la capa líquida aceitosa que cubre la superficie del ripio, se diluirá y/o distribuirá en una mayor área del mismo ripio, después de su molido. De esta manera la

concentración inicial de aceite, grasa y/o hidrocarburos presentes, disminuirá drásticamente después del proceso de molienda.

Inyección en el subsuelo.^[7]

Tecnología de avanzada en el manejo de residuos de perforación, en la cual los ripios se mezclan con algún fluido: agua de mar, agua dulce, lodos de perforación o aguas de producción. Se procesan mediante trituración u otra acción mecánica para formar una lechada viscosa estable, la cual se bombea en un pozo de eliminación de residuos, que se denomina pozo dedicado, o a través del espacio anular existente entre las sartas del revestimiento en un pozo activo, y se introducen bajo presión en una formación; este proceso crea una fractura hidráulica en la formación, que contiene efectivamente la lechada.

Degrins.^[12]

Método desarrollado por Intevep para disponer residuos de perforación por inyección somera en el subsuelo. Se fundamenta en el desplazamiento de arcillas someras. Incluye la formulación para el granulado y solidificación de ripios base agua/aceite y equipo de mezclado y granulado para la inyección de ripios. Luego ese material es inyectado con las propiedades reológicas adecuadas para lograr el desplazamiento del suelo receptor y la formación de una cavidad de gran diámetro a medida que progresa la inyección.

II.2.13.- Proyecto actual de producción del bloque Carabobo.

II.2.13.1.- Proyecto Carabobo.

Con la finalidad de aumentar la producción de petróleo nacional a 4,15 millones de barriles diarios para el 2015, se crean dos nuevas empresas mixtas, Petrocarabobo y Petroindependencia en el bloque Carabobo de la Faja Petrolífera del Orinoco según decretos números 7.399 y 7400 publicado en la Gaceta Oficial 39 mil 419, de fecha 7 de mayo de 2010.

Petroindependencia tendrá un capital accionario de 60 % CVP; Chevron con una participación inicial de 34%; Japan Carabobo, de 5%, y Suelopetrol, de 1%. Compreendida por los bloques Carabobo 2 Sur, Carabobo 3 Norte y Carabobo 5 de la Faja Petrolífera del Orinoco, en una superficie de 534,54 Km².

Por su parte Petrocarabobo estará conformada entre: la CVP, Repsol Exploración (de España), PC Venezuela, Petrocarabobo Ganga e Indoil Netherlands. El capital accionario será dividido de la siguiente manera: CVP, 60%; Repsol, 11%; PC Venezuela, 11%; Petrocarabobo Ganga, 11% e Indoil, 7%. Esa compañía desarrollará actividades primarias en los bloques Carabobo 1 Centro y Carabobo 1 Norte, en una superficie de 382,86 Km².

Para el desarrollo de Carabobo 1, las empresas se comprometieron a cancelar un bono por mil 50 millones de dólares, de los cuales deben pagar 200 millones de dólares con la constitución de la empresa mixta. Además entregarán un financiamiento a Petróleos de Venezuela (Pdvsa), también por mil 50 millones de dólares. Por el bloque Carabobo 3, el consorcio Chevron cancelará 500 millones de dólares, por el bono, y mil millones de dólares, en el préstamo a Pdvsa. Según cifras de la estatal petrolera, el proyecto Carabobo posee un potencial de producción entre 400 mil y 480 mil barriles diarios de crudo en cada bloque y requerirá una inversión de 30 mil millones de dólares.

Las empresas mixtas responden a lo señalado en el artículo 22 de la Ley Orgánica de Hidrocarburos, que señala que las actividades de exploración y producción de petróleo y gas serán realizadas directamente por el Ejecutivo, por empresas de su exclusiva propiedad o por "empresas donde tenga el control de sus decisiones, por mantener una participación mayor de 50% del capital social". En la figura N° 3 se presentan las áreas del bloque Carabobo y las empresas encargadas del desarrollo de los campos.



Figura N° 3. Desarrollo del campo Carabobo.

Fuente. PDVSA. Dirección ejecutiva faja petrolífera del Orinoco. División Carabobo

II.2.14.- Marco Legal Actual.

El marco legal proporciona las bases sobre las cuales las instituciones construyen y determinan el alcance y naturaleza de la participación política. En el marco legal regularmente se encuentran en un buen número de provisiones regulatorias y leyes interrelacionadas entre sí.

El marco legal faculta a la autoridad correspondiente para que lleve a cabo las labores de administración de conformidad a la estructura detallada dentro de sus mismas provisiones.

Su fundamento es La Constitución como suprema legislación, que se complementa con la legislación promulgada por un parlamento o legislatura donde se incluyen leyes, códigos penales, y Regulaciones, que incluyen Códigos de Conducta/Ética, dados a conocer por distintas instancias reguladoras que guardan estrechos vínculos con la materia en cuestión. El marco legal vigente se presenta a continuación:

- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (año 1999 art. 127, 128 y 129).
- Ley Orgánica del Ambiente (2006).
- Ley Penal del Ambiente.
- Ley sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos Gaceta Oficial N° 5554. Extraordinaria de fecha 13 de noviembre de 2001.
- Decreto 1257 “Normas para la Evaluación Ambiental de Actividades Susceptibles de Degradar el Ambiente”.
- Decreto N° 2635 “Normas para el Control de la Recuperación de Materiales Peligrosos y el Manejo de los Desechos Peligrosos” Gaceta Oficial 5245 de fecha 03 de abril de 1998.
- Decreto N° 638 “Normas Sobre la Calidad del Aire y Control de la Contaminación Atmosférica” Gaceta Oficial 4899 de fecha 19 de mayo de 1995.
- Decreto 883 “Normas para la Clasificación y Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes Líquidos”, Gaceta Oficial No. 5.021 Extraordinario, de fecha 18 de diciembre de 1995.
- COVENIN 3058 “Materiales Peligrosos. Plan de emergencia que debe acompañar la guía de despacho del transportista”
- COVENIN 3059 “Materiales Peligrosos. Requisitos mínimos que debe cumplir la hoja de datos de materiales no radiactivo.”
- COVENIN 3060 “Materiales Peligrosos Clasificación, Símbolos y Dimensiones de Señales de Identificación.”
- COVENIN 3061 “Guía para el entrenamiento de personas que manejan, almacenan, y/o transportan materiales peligrosos.”
- COVENIN 2670 y 3402 “Guía de respuesta de emergencias e incidentes o accidentes con materiales peligrosos y directrices para la atención de incidentes y accidentes.”

Definiciones en la ley orgánica del ambiente, ley sobre sustancias materiales y desechos peligrosos y normas sobre evaluación ambiental.

Almacenamiento de desechos peligrosos: “Depósito temporal de desechos peligrosos bajo condiciones controladas y ambientalmente seguras, sin que se contemple ninguna forma de tratamiento ni transformación inducida de los desechos almacenados”. (Ley sobre sustancias, materiales y desechos peligrosos).

Ambiente: “Conjunto o sistema de elementos de naturaleza física, química, biológica o socio cultural, en constante dinámica por la acción humana o natural, que rige y condiciona la existencia de los seres humanos y demás organismos vivos, que interactúan permanentemente en un espacio y tiempo determinado” (ley orgánica del ambiente).

Aprovechamiento de materiales peligrosos recuperables: “Las operaciones o procesos destinados a extraer y utilizar materias primas o energía de materiales recuperables”. (Ley sobre sustancias, materiales y desechos peligrosos).

Desecho: “Material, sustancia, solución, mezcla u objeto para los cuales no se prevé un destino inmediato y deba ser eliminado o dispuesto en forma permanente”. (Ley sobre sustancias, materiales y desechos peligrosos).

Desecho peligroso: “Material simple o compuesto, en estado sólido, líquido o gaseoso que presenta propiedades peligrosas o que está constituido por sustancias peligrosas que conserva o no sus propiedades físicas, químicas o biológicas y para el cual no se encuentra ningún uso por lo que debe implementarse un método de disposición final. El término incluye los

recipientes que los contienen o los hubieren contenido”. (Ley sobre sustancias, materiales y desechos peligrosos).

Disposición final de desechos peligrosos: “Operación de depósito permanente que permite mantener minimizadas las posibilidades de migración de los componentes de un desecho peligroso al ambiente, de conformidad con la reglamentación técnica que rige la materia”. (Ley sobre sustancias, materiales y desechos peligrosos).

Eliminación de desechos peligrosos: “Proceso de transformación de los desechos peligrosos, previo a la disposición final, cuyo objetivo no sea el aprovechamiento de alguno de sus componentes, ni de su contenido energético, ni conduzca a la recuperación de los compuestos resultantes”. (Ley sobre sustancias, materiales y desechos peligrosos).

Estudio de impacto ambiental y sociocultural: “Documentación técnica que sustenta la evaluación ambiental preventiva y que integra los elementos de juicio para tomar decisiones informadas con relación a las implicaciones ambientales y sociales de las acciones del desarrollo” (ley orgánica del ambiente).

Evaluación de impacto ambiental: “Es un proceso de advertencia temprana que opera mediante un análisis continuo, informado y objetivo que permite identificar las mejores opciones para llevar a cabo una opción sin daños intolerables, a través de decisiones concatenadas y participativas, conforme a las políticas y normas técnicas ambientales ” (ley orgánica del ambiente).

Gestión ambiental: “Todas las actividades de la función administrativa, que determinen y desarrollen las políticas, objetivos y responsabilidades

ambientales y su implementación, a través de la planificación, el control, la conservación y el mejoramiento del ambiente” (ley orgánica del ambiente).

Impacto ambiental: “Efecto sobre el ambiente ocasionado por la acción Antrópica o de la naturaleza” (ley orgánica del ambiente).

Clasificación de impactos ambientales de acuerdo a sus atributos:

“En términos del efecto resultante en el ambiente:

- **Impactos ambientales negativos:** Todo el conjunto de alteraciones directas o indirectas provocadas sobre el medio físico, biótico, socio-económico, cultural, histórico y antropológico y que resulten en costos sociales al Estado y, consecuentemente a una reducción de la calidad de vida de la población.
- **Impactos ambientales positivos:** Todos aquellos cambios en el medio físico, biótico, socio-económico, cultural, histórico y antropológico y que resulten en beneficios sociales al Estado y, consecuentemente a un mejoramiento de la calidad de vida de la población.
- **Impacto directo o indirecto:** Si es causado por alguna acción del proyecto o es resultado del efecto producido por la acción.
- **Impacto acumulativo:** Es el efecto que resulta de la suma de impactos ocurridos en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
- **Impacto sinérgico:** Se produce cuando el efecto conjunto de impactos supone una incidencia mayor que la suma de los impactos individuales.
- **Impacto residual:** El que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

- **Impacto temporal o permanente:** Si por un período determinado o es definitivo.
- **Impacto reversible o irreversible:** Dependiendo de la posibilidad de regresar a las condiciones originales.
- **Impacto continuo o periódico:** Dependiendo del período en que se manifieste”.

(SEMARNAT secretaria de medio ambiente y recursos naturales. Estados Unidos Mexicanos. Distrito Federal. 2012).

Manejo: “Conjunto de operaciones dirigidas a darle a las sustancias, materiales y desechos peligrosos el destino más adecuado, de acuerdo con sus características, con la finalidad de prevenir daños a la salud y al ambiente. Comprende la generación, minimización, identificación, caracterización, segregación, recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento, disposición final o cualquier otro uso que los involucre”. (Ley sobre sustancias, materiales y desechos peligrosos).

“Prácticas destinadas a garantizar el aprovechamiento sustentable y la conservación de los recursos naturales, así como aquéllas orientadas a prevenir y minimizar efectos adversos por actividades capaces de degradarlos”. (Ley orgánica del ambiente).

Material peligroso: “Sustancia o mezcla de sustancias que por sus características físicas, químicas o biológicas sea capaz de producir daños a la salud, a la propiedad o al ambiente. Incluye los materiales peligrosos recuperables. Para fines de la presente Ley, los materiales peligrosos estarán clasificados de acuerdo con lo especificado en la reglamentación técnica vigente y en los Convenios o Tratados Internacionales ratificados

válidamente por la República”. (Ley sobre sustancias, materiales y desechos peligrosos).

Material peligroso recuperable: “Material que reviste características peligrosas que después de servir a un propósito específico todavía conserva propiedades físicas y químicas útiles y, por lo tanto, puede ser reusado, reciclado, regenerado o aprovechado con el mismo propósito u otro diferente”. (Ley sobre sustancias, materiales y desechos peligrosos).

Reparación: “Es el restablecimiento, compensación o el pago indemnizado, según cada caso, de un daño ambiental, riesgo ambiental, probabilidad de ocurrencia de daños en el ambiente por efecto de un hecho, una acción u omisión de cualquier naturaleza”. (Ley orgánica del ambiente).

Tratamiento de desechos peligrosos: “Las operaciones realizadas con la finalidad de minimizar o anular algunas de las características peligrosas del desecho a los fines de facilitar su manejo”. (Ley sobre sustancias, materiales y desechos peligrosos).

Tecnología limpia: “Procesos o equipos utilizados en la producción que poseen una baja tasa de generación de residuos, según las normas”. (Ley sobre sustancias, materiales y desechos peligrosos).

CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA

III.1.- Ubicación Geográfica:

La faja petrolífera del Orinoco o faja del Orinoco es una extensa zona rica en petróleo pesado y extrapesado ubicada al norte del río Orinoco, en Venezuela, su nombre se debe a la cercanía del río pues la formación geológica de los yacimientos no está relacionada con el mismo. Se extiende sobre un área de unos 650 km de este a oeste y unos 70 km de norte a sur, para una superficie total de 55.314 km² y un área de explotación actual de 11.593 km². Estos territorios comprenden parte de los estados venezolanos de Guárico, Anzoátegui, Monagas y Delta Amacuro, desde el suroeste de la ciudad de Calabozo, en Guárico, hasta la desembocadura del río Orinoco en el océano Atlántico. Forma parte de la cuenca sedimentaria oriental de Venezuela y por las magnitudes de los yacimientos de petróleo y gas, constituye una subcuenca por sí misma. Es considerada la acumulación más grande de petróleo pesado y extrapesado que existe en el mundo. Las reservas de petróleo original en el sitio de la Faja, según PDVSA, alcanzan hasta ahora 1,36 billones de barriles.

La porción de la faja del Orinoco explotada en este momento está conformada por cuatro campos: Carabobo con reservas estimadas en 227.000 millones de barriles, Boyacá con 489.000 millones de barriles, Junín con 557.000 millones de barriles y Ayacucho con 87.000 millones de barriles para un total de 1,36 billones de barriles, divididos en 29 bloques de 500 km² aproximadamente.

La figura N° 4 representa la ubicación de la Faja Petrolífera del Orinoco y los 4 campos que la conforman.



Figura N° 4. Ubicación de la Faja Petrolífera del Orinoco y Campos que la conforman.

Fuente: Mesa Técnica Nacional Costa Afuera MPPA. Marzo 2008

III.2.-Áreas que conforman las Divisiones de la Faja del Orinoco (Carabobo, Ayacucho, Junín y Boyacá).

Boyacá.

Áreas de Influencia: 7 Áreas.

Negocios en Producción: 4 Áreas (Distrito Apure, Distrito Barinas, Petroguárico y Guárico-Occidental).

Negocios en Desarrollo: 1 Área (Bloque 8).

Junín.

Áreas de Influencia: 18 Áreas.

Negocios en Producción: 3 Áreas. Distrito Cabrutica, Petrocedeño e Indo venezolana.

Negocios en Desarrollo: 5 Áreas Petromacareo (J2), Petrourica (J4), Petromiranda (J6), Petrojunin (J5) y Junín 10.

Ayacucho.

Áreas de Influencia: 13 Áreas.

Negocios en Producción: 11 Áreas (Distrito San Tome /Petropiar /Petrokariña /Petrovenbras /Petroritupano /Petrolera Kaki /Petrocuragua /Petronado /Bielovenezolana /Sinovenezolana /Petrozumano)

Negocios en Desarrollo: 2 Áreas (Venango Cupet /Vencupet).

Carabobo.

Áreas de Influencia: 6 Áreas.

Negocios en Producción: 4 Áreas (Distrito Morichal / Petromonagas / Petrodelta / Petrolera Sinovensa).

Negocios en Desarrollo: 2 Áreas (Petrocarabobo / Petroindependencia).

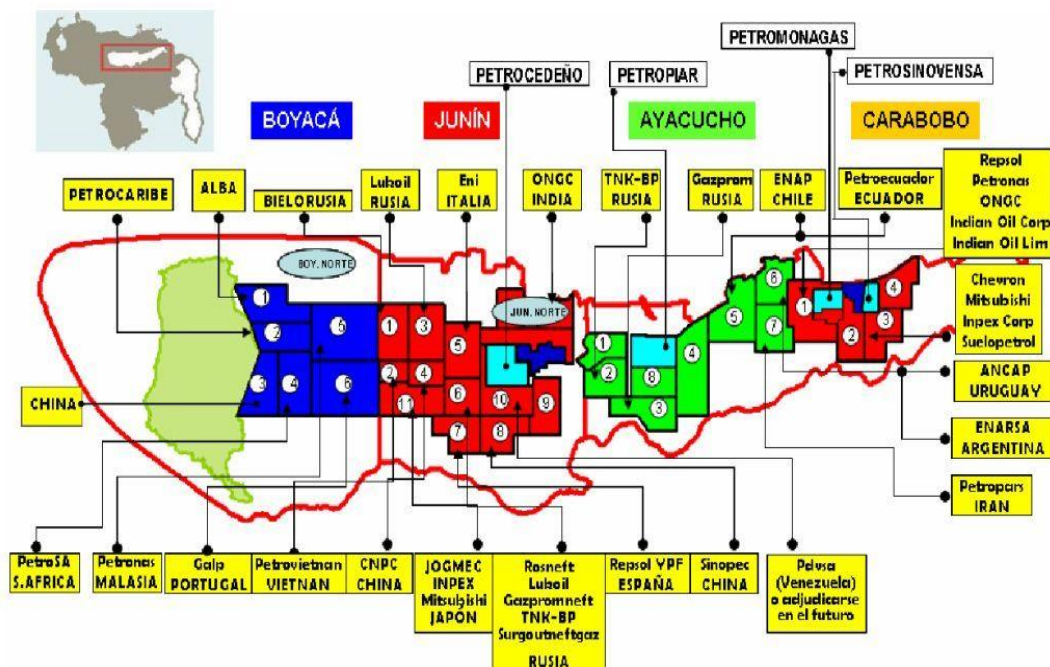


Figura N° 5. División de la Faja Petrolífera del Orinoco

Fuente. Red de encuentro ciudadano

III.3.- Caracterización geográfica del Área Carabobo.

El campo Carabobo está dividido por razones operativas en 5 bloques formando parte del flanco sur de la Cuenca Oriental de Venezuela y se extiende desde el Sur – este del estado Anzoátegui, ocupa toda la parte meridional del estado Monagas y un sector del occidente del territorio Federal Delta Amacuro cubriendo un área de 6.913,22 Km².

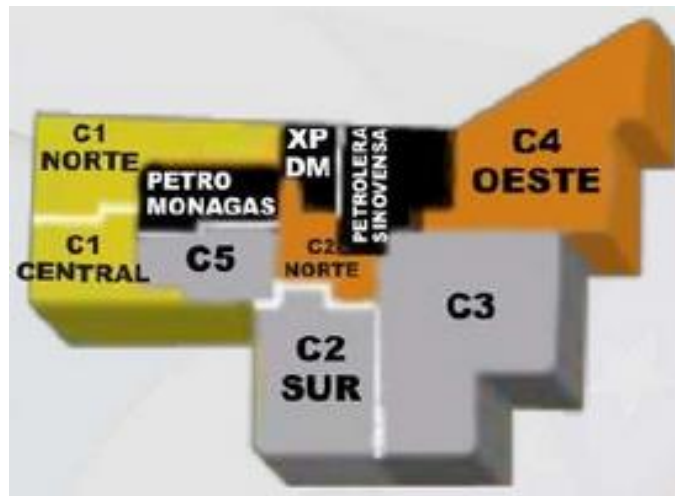


Figura Nº 6. División del bloque Carabobo

Fuente. PDVSA. Dirección ejecutiva Faja Petrolífera del Orinoco. División Carabobo.

III.3.1.- Caracterización Física.

El análisis de la variable clima en el Bloque Carabobo se basa en información documental y cartográfica específica del área en estudio, a partir de la cual se analizan datos de precipitación, temperatura, evaporación, humedad relativa, insolación, radiación solar y vientos de una serie de estaciones que circundan el área del proyecto de manera de poder realizar interpolaciones, extrapolaciones e inferencias.

En el cuadro Nº 1 se presentan las estaciones meteorológicas utilizadas en este estudio.

Cuadro N° 1. Estaciones climatológicas y pluviográficas

Estaciones	Estado	Organismo	Latitud N (° ' ")	Longitud E (° ' ")	Altitud (msnm)	Variables registradas
Chaguaramas	Monagas	CVG P	08 40 39	62 37 09	-	P, E
Joaquin	Anzoátegui	CVG P	08 58 35	63 16 25	100	P, T
Nuevo Mamo	Anzoátegui	MPPA	08 27 35	63 01 35	75	P
El Merey	Monagas	CVG P	08 39 14	62 50 56	60	P, T, E, H, I, R, V
La Viuda	Anzoátegui	MPPA	08 52	63 40	188	P
Uverito	Anzoátegui	MPPA	08 07 48	64 43 36	120	P
San Miguel	Anzoátegui	MPPA	08 37 14	63 21 56	117	P

P= precipitación, E= evaporación, T= Temperaturas, H= humedad relativa, I= insolación, R= radiación,
N= nubosidad, V= vientos
- dato no disponible

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental y Sociocultural Construcción y Perforación de 11 Pozos Estratigráficos, Área Carabobo, Bloque Carabobo, Estados Anzoátegui y Monagas” ECODESARROLLO 2000, 2006; INAMEH

Precipitación:

La precipitación en el área en estudio está influenciada por la oscilación de la Convergencia Intertropical y la acción de los Vientos Alisios del Noreste. Se estima entre 1.050 y 1.100 mm de lluvia al año; de régimen unimodal (un solo pico lluvioso), con un período de lluvias de Mayo a Noviembre y seco de enero a marzo, presentándose los meses de Diciembre y Abril como de transición. En siete meses de Mayo a Noviembre cae el 85% de la lluvia anual, quedando solo el 15% para los cinco meses restantes, indicativo de períodos seco y lluvioso muy marcados. En el cuadro N° 2 se presenta la precipitación media mensual y anual de estaciones cercanas al Proyecto.

Cuadro N° 2. Precipitación media mensual y anual (mm).

Estación	PERIODO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Chaguaramas	1982-2004	36,4	38,8	29,4	29,7	106,3	210,4	195,6	169,0	95,7	75,3	95,0	75,0	1.157
La Viuda	1971-2002	13,5	13,4	7,4	28,0	69,8	156,0	190,1	179,3	156,5	127,2	82,0	36,8	1.059,9
Uverito	1971-2001	9,4	10,1	10,4	45,9	91,5	165,5	197,1	225,1	136,5	99,2	88,0	69,3	1148,0
Joaquín	1982-2004	36,8	17,5	13,1	31,5	103,9	179,5	194,5	202,0	133,1	114,0	94,9	75,6	1.197
El Merey	1982-2004	33,6	37,0	24,6	20,4	121,9	228,5	212,6	196,7	94,4	109,7	83,8	70,7	1.234
Nuevo Mamo	1982-2004	22,8	13,8	10,0	22,7	83,7	159,4	193,2	143,0	102,0	117,0	71,5	71,4	1011
San Miguel	1982-2004	30,7	14,0	11,1	38,2	103,8	179,4	197,5	177,1	119,4	90,7	93,7	59,0	1.115

Fuente: MPPA, CVG-PROFORCA

Temperatura:

La temperatura es alta durante todo el año y relativamente constante. Los registros de las estaciones Joaquín y Merey en el Cuadro N° 3 presentan las máximas temperaturas medias mensuales coincidiendo con los máximos de precipitación; la temperatura media mensual más alta ocurre en septiembre con 27,3 °C en Joaquín y 26,6 °C en El Merey. Las medias mensuales más bajas ocurren en Enero con 26,1 °C en Joaquín y 24,4 en El Merey.

Cuadro N° 3. Temperatura máxima, media y mínima (°C)

Estación	Periodo	Estadístico	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual	
			N	E	A	B	A	U	U	G	E	C	O	I		
			E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
			E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Joaquín	1971-2004	Máxima	31.3	31.7	33.1	32.8	32.3	31.2	31.0	31.6	32.2	32.3	31.6	30.9	31.9	
		Media	26.1	26.7	27.6	27.6	27.4	26.8	26.7	26.9	27.3	27.3	27.0	26.7	27.1	
		Mínima	20.8	21.7	22.2	22.5	22.6	22.6	22.4	22.2	22.1	22.2	22.2	22.1	22.1	
El Merrey	1971-2004	Media	24.4	25.1	26.2	27.7	27.5	26.2	26.1	26.1	26.6	26.4	26.0	25.0	26.2	

Fuente: CVG-PROFORCA

Evaporación:

La evaporación es alta durante todo el año con los valores máximos entre Marzo y Mayo coincidiendo con el final del período seco y el inicio del lluvioso, así como con el inicio del incremento de la temperatura. El cuadro N° 4 muestra la evaporación en la estación Joaquín donde se observa un promedio anual de 2.423,00 mm y 2.175,95 mm en El Merrey. Los valores mínimos ocurren en Junio-Julio y Diciembre, y los máximos en Marzo-Abril, coincidiendo con la menor y mayor insolación respectivamente.

Cuadro N° 4. Evaporación media Mensual y Anual (mm)

Estación	PERIODO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
Joaquín	1963-2004	187.7	211.6	268.5	268.8	242.3	174.3	171.9	181.8	181.8	194.8	173.6	165.7	2.423
El Merrey	1963-2004	178,4	181,9	240,6	226,5	190,4	139,4	152,5	163,1	175,2	171,0	146,5	145,3	2.175,9

Fuente: CVG-PROFORCA

Insolación:

El área en estudio presenta una insolación anual promedio de 6,9 horas de sol al día, con el valor máximo de 7,5 horas de sol al día en Marzo y el mínimo en Junio con 5,9 horas de sol al día, coincidiendo con el equinoccio de primavera y el solsticio de verano, respectivamente, además de alta nubosidad por la temporada lluviosa y alta evaporación. En el Cuadro N° 5 se muestran los valores de insolación de la Estación El Merrey.

Cuadro N° 5. Insolación media mensual y anual (horas de sol) Estación El Merrey

ESTACIÓN	PERIODO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
El Merrey	1971-2004	7,0	7,1	7,5	7,2	6,7	5,9	6,6	7,0	7,3	7,3	6,9	6,7	6,9

Fuente: CVG-PROFORCA

Humedad Relativa:

La humedad relativa media anual está por el orden de 81%, según los datos de la estación El Merrey cercana al área. En el Cuadro N° 6 se presentan los valores medios mensuales y anuales de la humedad relativa para la estación El Merrey.

De acuerdo a ello, se observa que la humedad relativa media mensual alcanza sus mayores valores en meses de máxima precipitación (Junio, Julio y Agosto) y en Noviembre y Diciembre por la alta saturación del suelo y, los mínimos durante Marzo y Abril, comprendidos entre 74% y 75% cuando finaliza el período seco.

Cuadro N° 6. Humedad Relativa Media (%) Estación El Merrey

Estación	PERIODO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
El Merrey	1971-2004	81	80	75	74	79	84	85	83	81	81	84	84	81

Fuente: CVG-PROFORCA

Radiación Solar:

La Radiación solar promedio anual para la estación El Merrey es de 380 cal/cm² /día, con muy poca variación espacial.

Temporalmente, la curva es de tipo bimodal y presenta valores máximos de Marzo a Mayo y de Agosto a Septiembre; los mínimos en Diciembre y Enero. El Cuadro N° 7 presenta la Radiación Solar media de la estación El Merrey.

Cuadro N° 7. Radiación Solar Media (Cal/cm² /día). Estación El Merrey

Estación	PERIODO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
El Merrey	1991-2003	359	392	434	434	424	364	383	405	414	378	344	322	388

Fuente: CVG-PROFORCA

Vientos:

El comportamiento de los vientos en el área en estudio, está influenciado por los alisios y las tormentas de origen local durante la temporada de lluvias. Predominan los alisios del noreste (NE), cuya dirección prevaleciente es este-noreste (ENE) todo el año, tal como se observa en el Cuadro N° 8.

Cuadro N° 8. Dirección Prevaleciente del Viento. Estación El Merrey

Estación	PERIODO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
El Merrey	1991-2003	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE

Fuente: CVG-PROFORCA

En cuanto a la velocidad media del viento, esta varía entre 7,4 km/h y 15,2 km/h. Las mayores velocidades ocurren durante el período seco e inicio del lluvioso en la época de Febrero - Mayo, disminuyendo de Junio a Noviembre. Ver el Cuadro N° 9.

Cuadro N° 9. Velocidad media del Viento (km/h)

Estación	PERIODO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
El Merey	1971-2005	11,3	13,1	14,9	15,2	13,7	10,9	8,2	7,6	7,4	7,8	9,0	10,0	10,8

Fuente: CVG-PROFORCA

Clasificación climática:

El área del proyecto está catalogada como perteneciente a la zona de vida Bosque seco Tropical (bs-T), según la clasificación bioclimática de Holdridge, mostrada por Ewel y Madriz.

De manera general, este bioclima se caracteriza por ubicarse en el piso altitudinal menor a 500 msnm, recibir una pluviosidad promedio entre los 1.000 y los 2000 mm anuales; la temperatura promedio anual es superior a los 24°C, usualmente superior a 26°C en el caso de Venezuela y la evaporación media anual supera los 2.000 mm, con una relación ETP, transicional y menor a 2,00; aunque se denomina Bosque Seco Tropical, se trata en realidad de una provincia de humedad, o ecoregión, subhúmeda.

De acuerdo con W. Köppen, el área es representativa de un clima cálido tropical de sabana, isotérmico, (Awi), caracterizado por presentar un período de lluvia y otro de sequía, bien definidos, y una oscilación térmica promedio inferior a los 5 °C.

III.3.2.- Características del aire.

Calidad del Aire:

Los estudios más recientes reportados en el área de influencia del proyecto y en sus adyacencias, fueron realizados por PDVSA Morichal y Palmaven en el año 2001, en diferentes fuentes fijas localizadas en puntos aledaños a las estaciones operadas por el Distrito Morichal. Se analizó la información recogida de la Estación Monitora N° 4 Planta Edelca, localizada en El Aceital, área de Petromonagas (antiguamente Cerro Negro).

Los resultados señalan que la zona presenta "Aire Limpio". El único contaminante encontrado en concentraciones significativas respecto a límites del Decreto 638 son las partículas totales suspendidas en el aire o PTS. Para el resto de los contaminantes gaseosos, la distribución de concentraciones apenas refleja la naturaleza de las instalaciones y operaciones industriales de la zona por la presencia de contaminantes específicos, con casi todos los resultados diarios por debajo del límite de detección. No hay por lo tanto trasgresión de los límites establecidos en el 638.

III.3.3.- Características hidrográficas.

Hidrografía

Desde el punto de vista hidrográfico, el área de estudio drena sus aguas hacia la cuenca occidental del Delta del Orinoco esencialmente por intermedio del Río Yabo (perteneciente a la cuenca del Morichal Largo) principal colector local y su pequeño afluente la Quebrada Campereño, mediante la descarga en el río Morichal Largo, el gran colector y uno de los principales ríos regionales, el cual finalmente descarga hacia el Caño Mánamo (brazo norte del Orinoco), que constituye el límite del estado Monagas con el estado Delta Amacuro.

La zona sur del Bloque, escurre sus aguas hacia la planicie del río Orinoco, mediante pequeñas quebradas intermitentes que tributan sus aguas de escorrentía en el sistema de lagunas y rebalses pertenecientes a la llanura de desborde de la margen izquierda del río Orinoco.

Características Generales de las cuencas y subcuencas

Los cursos de agua de la zona discurren sub-superficialmente sobre los sedimentos de la Formación Mesa. La topografía plana o muy suavemente ondulada, en todo caso con escasos desniveles, provoca que las pendientes de los cauces principales y de la escorrentía superficial sean muy pequeñas

y, por tanto, la velocidad del flujo sea muy lenta, favoreciendo la infiltración, ayudada además por la alta permeabilidad de los suelos en esta zona.

En general, las subcuencas de estos ríos presentan un patrón de drenaje paralelo a subdendrítico con escasos tributarios. Esta característica es cónsona con el carácter permeable de los suelos locales, los cuales, en general, poseen granulometría o texturas con elevados contenidos de arena desde la superficie. Durante la temporada seca, el caudal de estos ríos disminuye considerablemente, y en el caso de algunas quebradas, desaparece.

En la figura 7 se muestran las cuencas y subcuencas que cubren al bloque Carabobo, a escala 1:100.000, cuyas unidades se presentan en el Cuadro N° 10

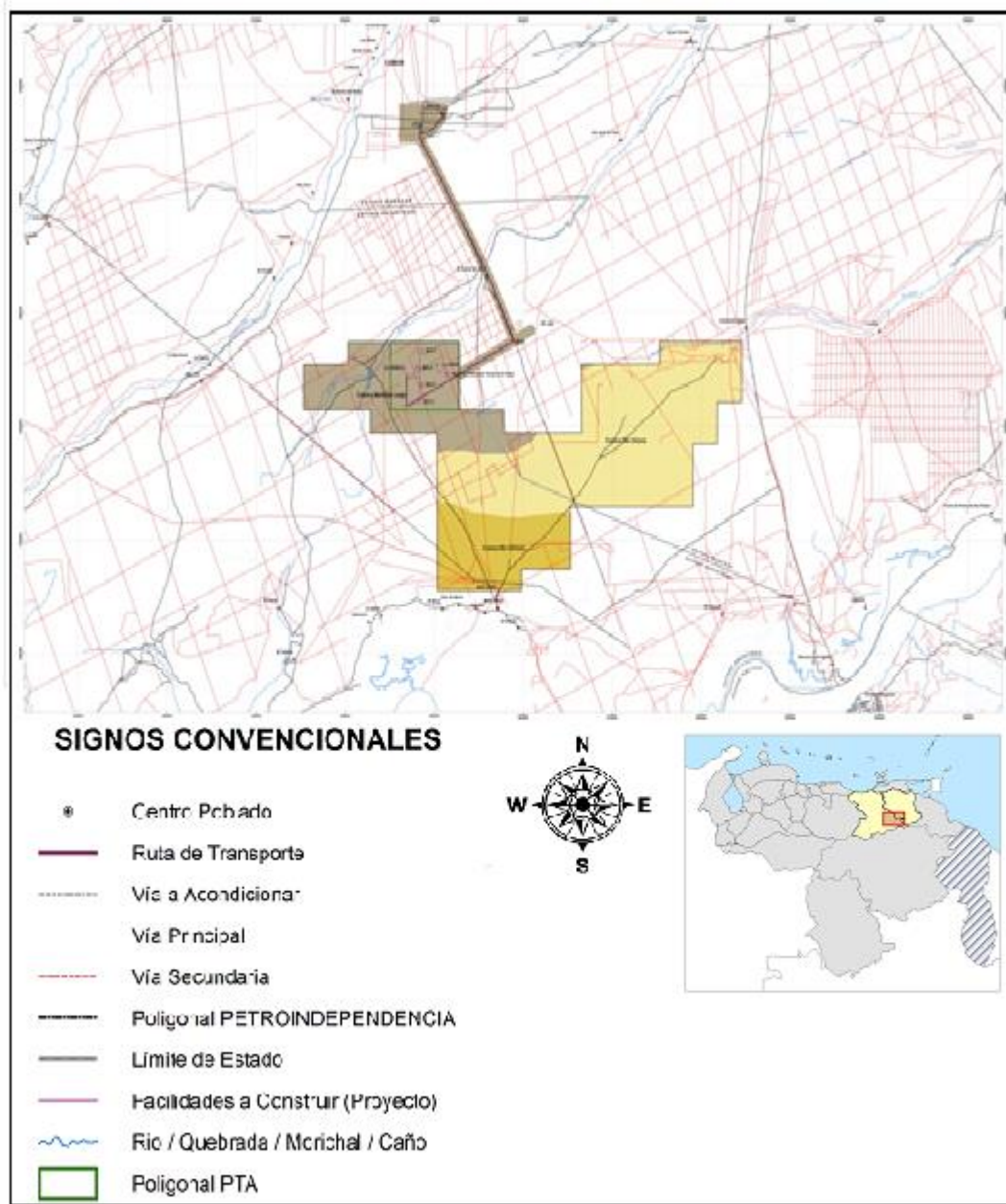


Figura N° 7. Mapa de Cuencas y Subcuencas, Bloque Carabobo Faja del Orinoco.

Fuente: Ecodesarrollo 2000.

Cuadro N° 10. Unidades hidrológicas relacionadas con el Bloque Carabobo.

SUBCUENCA	SÍMBOLO	AREA (KM ²)	LONGITUD CAUCE (KM)
Morichal Largo	M2	262	25
Río Claro	M21	122	17
Yabo	M22	240	15,5
Yabito o Campereño	M22a	121	14
Cogollal	M22b	107	10
Uracoa	U1	618	49
Drenajes al Orinoco	O1	482	-----

Fuente: Ecodesarrollo 2000, modificado por Carlos Hernández

Las cuencas principales corresponden a los ríos Morichal Largo, por intermedio de la subcuenca de su principal tributario, el río Yabo; y el río Uracoa. Las otras áreas de drenaje corresponden a las microcuencas de los ríos Cogollal y Campereño, a través de las cuales se drenan la zona occidental y centro norte del bloque; así como el área de drenes dispersos pertenecientes a la cuenca del río Orinoco en el sur.

Calidad de Aguas Superficiales y Subterráneas

El análisis de calidad de aguas superficiales en el Área Carabobo se obtuvo a través de estudios del laboratorio de la Fundación Instituto de Ingeniería (FII) en el año 2006 y, por la División de Control Ambiental InterLab en monitoreo realizado para Petromonagas tanto para aguas superficiales (campañas 2007 y 2008) como subterráneas (campaña 2007), con respecto a los parámetros establecidos en la Normativa Legal Vigente, Decreto 883, Gaceta Oficial de Venezuela N° 5.021 Extraordinario (18/12/95).

Al analizar los resultados obtenidos por la Fundación Instituto de Ingeniería, con excepción de coliformes totales y fecales en los puntos ML4 y Y3 (Morichal Largo y Yabo respectivamente), y los aceites minerales a lo largo del Río Morichal Largo (ML1, ML2 y ML3), los ríos muestreados se

encuentran dentro de los límites establecidos del Decreto 883. En términos generales, las aguas de los ríos sometidos al estudio pudieran entrar dentro de la clasificación de aguas Tipo 4, subtipo 4a, controlando los parámetros antes mencionados, que son el resultado de las actividades de las poblaciones cercanas como El Aceital del Yabo y de asentamientos rurales a lo largo de la ribera del Morichal Largo.

En cuanto a las aguas subterráneas, Interlab recabó muestras de tres pozos, dos de ellos de monitoreo (pozos CNX 1 y CNX 11) ubicados en el área y un pozo profundo en El Aceital del Yabo; los análisis efectuados indican que las muestras cumplen plenamente con los límites normativos señalados en el Decreto N° 883 para el uso de estas aguas para contacto humano total o parcial. Posteriormente, en Septiembre del mismo año se monitorearon las aguas obtenidas de dos pozos someros (ELSM01 y ELSM02), cuyo análisis indicaron que también cumplen cabalmente con la normativa ambiental y los límites impuestos por esta.

Balance Hídrico:

El “Estudio para el Aprovechamiento de los Recursos Hídricos en la Faja Petrolífera del Orinoco-Demandas de Agua”, Marzo 2010 realizado por el Laboratorio Nacional de Hidráulica del Ministerio del Poder Popular para el Ambiente calculó los balances hídricos para la FPO en las diferentes cuencas y para cada Área, tal como se muestra a continuación en los Cuadros Nos. 11 y 12 reproducidas del referido estudio.

Cuadro N° 11. Balance hídrico de las fuentes de agua superficiales por cuenca para el año 2030

CUENCA	Mínimo gasto medio mensual (m ³ /s)	Gasto medio anual (m ³ /s)	Demanda media año 2030 (m ³ /s)	Balance Hídrico año 2030 (m ³ /s)	% de aprovechamiento
Manapire	0	36,3	1,00	35,30	2,75%
Iguana	0	17,4	0,10	17,30	0,57%
Zuata	0	33,2	0,25	32,95	0,75%
Claro	0	1,5	0,01	1,49	0,67%
San Bartolo	0	2,0	0,06	1,94	3,00%
Mapire	0	7,4	0,25	7,15	3,38%
Sarapio	0	3,1	0,04	3,06	1,29%
Ature	0	2,0	0,02	1,98	1,00%
Cabrutica	0	5,9	0,13	5,77	2,20%
Guaicupa	0	3,1	0,02	3,08	0,65%
Pao	3,0	11,7	1,30	10,40	11,11%
Cicaprio	0	6,1	0,06	6,04	0,98%
Límo	0	7,3	0,15	7,15	2,05%
Caris	7,8	16,6	0,65	15,95	3,92%
La Peña	0	2,5	0,15	2,35	6,00%
Morichal Largo	34,3	46,7	0,60	46,10	1,28%
Tigre	25,4	54,7	2,40	52,30	4,39%

Fuente: Laboratorio Nacional de Hidráulica, Ministerio del Poder Popular para el Ambiente.

Cuadro N° 12. Balance hídrico de las fuentes de agua subterráneas por área para el año 2030

ÁREA	Volumen recuperable (m ³)	Demanda 2008 – 2030 (m ³)	Demanda / Disponibilidad (%)
Carabobo	1,54 x 10 ¹¹	6,6 x 10 ⁸	0,43%
Ayacucho	1,52 x 10 ¹¹	1,09 x 10 ⁸	0,72%
Junín	9,95 x 10 ¹⁰	6,99 x 10 ⁸	0,70%
Boyacá	3,58 x 10 ¹¹	3,76 x 10 ⁸	1,05%
Total	7,64 x 10 ¹¹	6,21 x 10 ⁸	0,81%

Fuente: Laboratorio Nacional de Hidráulica, Ministerio del Poder Popular para el Ambiente.

Por otra parte, el “Estudio de Suelos del Área Carabobo, Proyecto Magna Reserva”, Enero 2009, elaborado por Hidroimpacto C. A. grafica el balance hídrico elaborado a partir de los registros de la Estación El Merey que se muestra en la Figura N° 8.

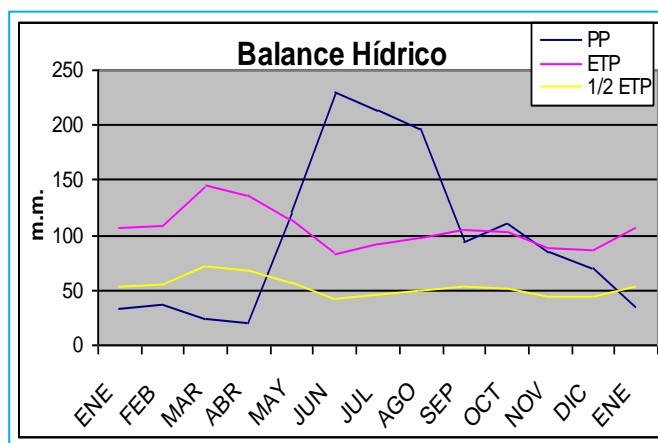


Figura N° 8. Balance hídrico

Nota: PP (Precipitación producida) y ETP (Relación evaporación, temperatura, precipitación)

Fuente: Estudio de Suelos del Área Carabobo, Proyecto Magna Reserva, Enero 2009, Hidroimpacto C. A.

De su análisis se extrae lo siguiente: El déficit hídrico se presenta entre Enero y Mayo, para luego, entre Mayo y Junio con el inicio de las lluvias ocurre una etapa pre-húmeda, antes del período húmedo propiamente, de Junio a Octubre con gran disponibilidad de agua en el suelo para las plantas; a partir de Octubre hasta Diciembre la evapotranspiración se corresponde con la precipitación sucediendo una temporada de post-humedad, disminuyendo paulatinamente la disponibilidad de agua aprovechable en el suelo para las plantas.

El período húmedo comprende alrededor de cuatro meses, mientras que el período de crecimiento alcanza a casi 8 meses.

III.3.4.- GEOLOGÍA

El Bloque Carabobo se localiza en la Región Fisiográfica de los Llanos Orientales, formando parte de la Provincia Geológica Cuenca de Venezuela Oriental, específicamente en el sector Noreste de la Faja Petrolífera del Orinoco. Se caracteriza por el acuñaamiento progresivo de las unidades del subsuelo hacia el Sur. La columna estratigráfica comienza en el Terciario, descansando sobre el basamento pre-Cámbrico.

La deposición sedimentaria en el Terciario ha ocurrido en ciclos de transgresiones y regresiones desde el Mioceno Inferior hasta el Mio-Plioceno; la unidad basal es la Formación Oficina, predominantemente arenosa, sobre ella se presenta la segunda transgresión del Terciario compuesta por una secuencia de lutitas de ambiente marino identificada como Formación Freites donde se depositaron arenas regresivas marinas que cubren la unidad infrayacente. Sobre estas arenas se acumularon en forma discordante los sedimentos continentales de la Formación Las Piedras, y sobre esta yacen los sedimentos continentales de la Formación Mesa que modeló el relieve durante el Pleistoceno.

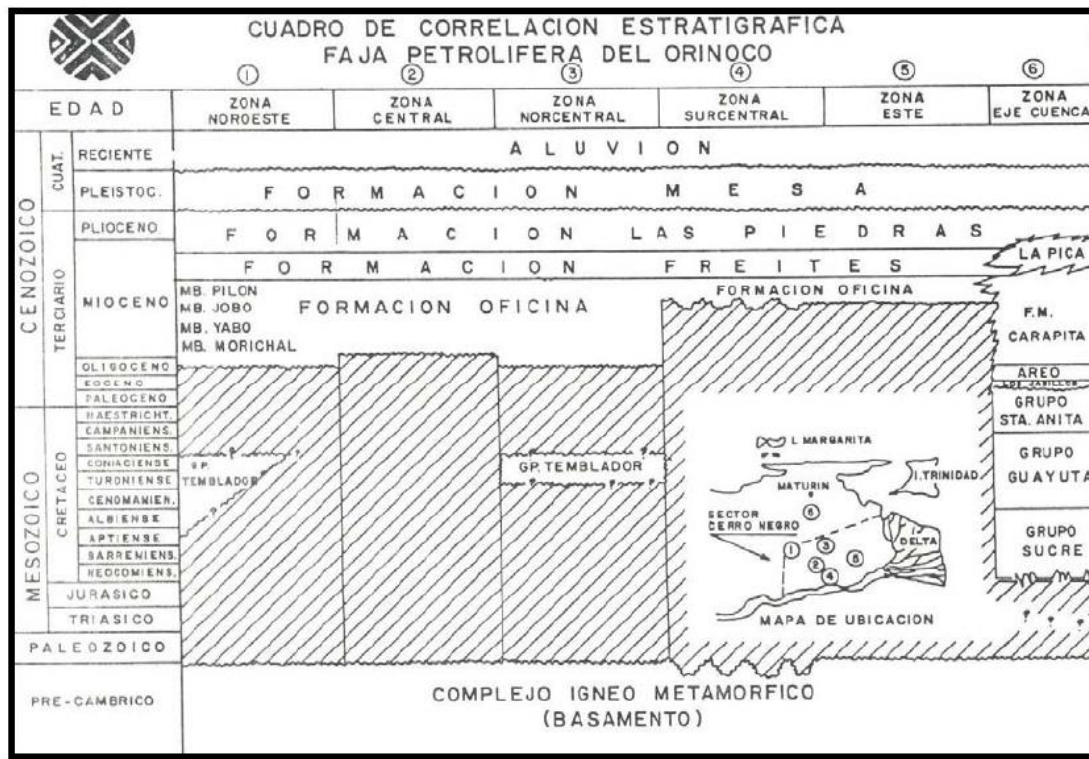


Figura N° 9. Columna Estratigráfica tipo del área, tomado de Fiorillo, 1983.

Estratigrafía

En síntesis en el área en estudio se manifiesta la presencia de las siguientes formaciones:

- Formación Mesa:

La Litología de la Formación Mesa es compleja. Los sedimentos están representados por cantos rodados, gravas y granzón, arenas, arcillas y limos. Los primeros son raros en la zona de estudio; las gravas y el granzón son algo más abundante en la zona, especialmente como material basal y en áreas donde la inversión del relieve ha hecho aflorar estos materiales. Así, los sedimentos más abundantes son los materiales finos con dominancia de la fracción arenosa ya que las texturas dominantes van desde arenosa hasta Franco arenosa. La mayor presencia de arcilla ocurre en las cubetas y

lagunas de sufusión, especialmente hacia la zona más oriental del estudio. Sus acuíferos son extensos, profundos y de excelente calidad.

- **Formación Las Piedras**

Es una Formación de edad Terciaria, del Plioceno Inferior, la conforman depósitos de ambiente marino, de agua salobre, constituidos por Areniscas, Lutitas y Lignitos mal consolidados. En el área de estudio no hay afloramientos de esta Formación, sin embargo, hacia el Norte, en la zona de piedemonte, entre los tramos medios de los ríos Guarapiche, Aragua y Amana, se observan algunos afloramientos importantes. Es importante la buena calidad de los acuíferos presentes en las arenas basales.

La Formación Las Piedras es de origen marino o por lo menos corresponde a un ambiente de aguas salobres a dulce, mientras que la Mesa, totalmente detrítica y terrestres, representa un cambio total en las condiciones ambientales de origen de la Formación. Estos dos hechos, cambio de condiciones ambientales y un período de intensa erosión Post–Pliocénica, permiten relacionar a la Formación Mesa con el principio del Pleistoceno (Cuaternario).

- **Aluviones Recientes**

Además de la extensa presencia de la Formación Mesa, en el área Carabobo se localizan otros materiales más recientes, como los materiales retomados y depositados en el fondo de los vallecitos coluvioaluviales por los morichales y ríos encajonados, tales como Morichal Largo y Yabo, que drenan la mesa en la zona; corresponden a materiales de granulometría variable de origen reciente de la misma mesa, llegados al fondo del valle por efecto de la gravedad y el arrastre por las aguas de esorrentía.

Hidrogeología

Hidrogeológicamente, los acuíferos del área potencialmente aprovechables se encuentran entre las formaciones geológicas Mesa y Las Piedras. La primera es superficial y la segunda subyacente. La profundidad en la cual se encuentran las arenas saturadas se encuentra entre los 6 hasta 150 m, dentro de la cual se encuentran unos seis (6) estratos de arenas saturados. A profundidades mayores se encuentran arenas saturadas, pero estas son denominadas como aguas de formación, las cuales se encuentran a partir de la Formación Freites y generalmente están asociados a yacimientos petrolíferos y no son utilizables para fines de potabilización y aprovechamiento como fuente de agua.

III.3.5.- GEOMORFOLOGÍA

Durante el Pleistoceno ocurrieron una serie de eventos de erosión y acumulación sucesivos, responsables del modelado del paisaje de las Mesas Orientales.

La Región Natural de las Mesas Orientales, donde se ubica el Bloque Carabobo presenta dos paisajes claramente diferenciados: la altiplanicie de mesa como posición dominante y los valles de los ríos Morichal Largo y Yabo encajados en ella.

Como consecuencia del basculamiento de los Llanos Orientales hacia el Sur y el Este, los valles de los ríos Morichal Largo y Yabo presentan un entalle más pronunciado en su ribera derecha, con una vertiente accidentada y de mayor pendiente y escasos depósitos aluviales. Por el contrario, en la margen izquierda la pendiente es suave y con presencia de depósitos aluviales recientes.

Se describe adicionalmente una unidad de origen eminentemente antrópico como consecuencia de la mala praxis de ingeniería en la construcción de carreteras y el tendido de tuberías, actividades muy extendidas en la industria petrolera.

Paisaje de Mesa

Constituye una altiplanicie de relieve tabular formada principalmente por materiales no consolidados como arenas y gravas y, en menor proporción materiales finos como arcilla y corazas ferruginosas. Los leves cambios de pendiente inciden en la variación de la topografía local y los procesos geomorfológicos. En posiciones altas con topografía plana predomina la infiltración, escurrimiento difuso y laminar y la erosión eólica, en general con bajo potencial erosivo en condiciones naturales; conforme aumenta la pendiente se incrementa la erosión hídrica, disectando las mesas con erosión regresiva produciendo localmente ambientes con sistemas de cárcavas (*badlands*).

Paisaje de Valle

Corresponde a los valles de los ríos Morichal Largo y Yabo y constituye la posición topográfica más baja. Se presenta como una franja estrecha, alargada sin casi desarrollo lateral y se encuentra encajado en la mesa; su origen se debe a la erosión lineal regresiva conjuntamente con erosión laminar y escurrimiento difuso en las vertientes. Su pendiente longitudinal es mínima con valores por debajo del 2% y menos.

Unidad de Origen Antrópico

Existe un corredor de servicios que pasa al Suroeste del Bloque Carabobo, construido originalmente para el gasoducto Anaco-Puerto Ordaz utilizado en la actualidad como ruta de una serie de tuberías de la industria petrolera instalada en la zona como es el caso de Petromonagas, igualmente funciona como vía de comunicación para los productores agropecuarios, residentes del área y para las operaciones de las extensas plantaciones de pino.

III.3.6.- SUELOS

Los suelos presentes en el Bloque Carabobo, están originados a partir de los materiales de la Formación Mesa del Pleistoceno Inferior, por lo que son tan antiguos como los sedimentos de los cuales se generaron, dominando el paisaje de la altiplanicie. Los suelos recientes son escasos y son el resultado del transporte y redistribución de los suelos de mesa.

Tipos de suelos:

- Suelos de Mesa

Los suelos de la altiplanicie correspondientes a las mesas conservadas plana, ondulada e inclinada, presentan en la superficie texturas gruesas, disminuyendo en profundidad. La capacidad de intercambio catiónico es baja, así como la saturación de bases; el pH es fuertemente ácido, la permeabilidad es muy rápida a rápida y la fertilidad natural es baja. Se clasifican como Psamments.

- Suelos de Valle

En los valles de los ríos Morichal Largo y Yabo, los suelos de morichal son de origen deposicional. Son muy orgánicos en superficie y limo-arcillosos en profundidad, saturados en agua. Están en constante renovación por aportes continuos de material por las corrientes de agua. Se clasifican principalmente como Tropaquepts.

Calidad de los Suelos

El resultados de los análisis físico-químicos realizados por el laboratorios TRAC, S.A. 2011 a las muestras de suelo natural captados en tres (3) sitios del campo Carabobo y los métodos utilizados en la determinación de cada variable concluyen que los valores medidos en las muestras de suelo natural son típicos de la zona de recolección, los cuales pueden ser considerados como referencia de un suelo sin contaminación.

III.3.7.- CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA

Vegetación

De acuerdo con la clasificación de Zonas de Vida de Venezuela (Ewel, Madriz, Tosi, 1976), el área en estudio corresponde a la Zona de Vida del Bosque Seco Tropical. Los principales tipos de vegetación natural corresponden a Morichales, Bosques de Galería y Sabanas arbustivas principalmente; las unidades de uso corresponden a Plantaciones forestales, Áreas cultivadas, Áreas Pobladas, Suelos desnudos y Vías e instalaciones petroleras.



Figura N° 10. Mapa de Vegetación y Uso Actual a escala 1:25.000, Bloque Carabobo.

Fuente. Imágenes Landsat ETM+ a 15m de resolución

Sabanas (S):

Las sabanas ocupan extensiones relativamente importantes en el área. Son en general sabanas arbustivas caracterizadas por presentar dos estratos verticales:

- El estrato arbóreo ó arbustivo:

Con cobertura muy discontinua y en general rala, está conformada por pequeños grupos de árboles o por individuos aislados, con una altura promedio inferior a los 3 m., donde las especies más importantes son: Chaparro (*Curatella americana*), Manteco (*Byrsonima crassifolia*), Manteco

orejón (*Byrsonima verbascifolia*), Fruta de burro (*Xylopia aromatica*), Merey (*Anacardium occidentale*), Chaparrillo (*Palicourea rígida*) y Tortolito (*Casearia sylvestris*).

- El estrato herbáceo de estas sabanas:

Presenta por lo general una densidad de cobertura más o menos continua, que varía de media a rala, y una altura que en promedio no supera 1 m., dominado por gramíneas y ciperáceas, con frecuentes elementos leñosos y sufrútices. Entre las especies más importantes se observan hierbas como: Paja peluda (*Trachypogon vestitus*), *Andropogon leucostachyus*, *Bulbostylis capillaris* y *Andropogon sp.*; arbustos y sufrútices como: Guayabita sabanera (*Psidium guineense*), Pegapega (*Desmodium barbatum*), Cruceta (*Chromolaena odorata*), Bretónica (*Melochia tomentosa*, *M. fasciculata*, *M. spicata*), Tornillo (*Helicteres guazumaefolia*), Arestin (*Mimosa sensitiva*), Cariaquito (*Lantana camara*), Mastranto (*Hyptis suaveolens*), Carcanapire (*Croton conduplicatus*), Guaritoto (*Cnidocolus urens*), *Turnera scabra* y *Chamaecrista flexuosa*; hierbas rastreras y trepadoras como: Lecherito (*Euphorbia hyssopifolia*), Bejuco chaparrillo (*Davilla kunthii*), *Evolvulus sericeus*, *E. filipes*, *Passiflora foetida* y *Kallstroemia* máxima. Ver figura N° 10.



Figura N° 11. Fotografía de sabana arbustiva.

Fuente. PDVSA. Petrocarabobo.

Formaciones Arbóreas:

Según el Mapa de Vegetación de Venezuela (Huber y Alarcón, 1988) las principales áreas boscosas en el Área de Estudio corresponden a Bosques de Galería Semidecuidos; estos bosques ocupan una superficie relativamente grande, localizándose primordialmente a lo largo de los principales cursos de agua. Desde el punto de vista fisonómico y florístico se pueden diferenciar dos tipos de bosques: Morichales y Bosques de galería; que se describirán a continuación.

- Morichales (Mo)

Los morichales, son comunidades vegetales en las cuales la presencia de individuos adultos de la palma arbórea Moriche (*Mauritia flexuosa*), conforma el elemento más conspicuo (González, 1987). En el área de estudio los morichales se localizan en las orillas y a lo largo de los ríos Morichal Largo al norte y Yabo al sur del área de Proyecto; ocupando superficies relativamente pequeñas en relación con las otras unidades de vegetación y uso en el área. Estos morichales presentan frecuentemente, una estructura vertical con dos estratos y sotobosque; con el dosel dominado por la especie Moriche (*Mauritia flexuosa*); presentándose de manera frecuente otras especies como: Palma Manaca (*Euterpe precatoria*), Tacamajaco (*Protium heptaphyllum*), Coloradito (*Iryanthera hostmannii*), Uvero (*Coccoloba caracasana*), San Rafael (*Jacaranda obtusifolia*), Alatrique (*Cordia sericicalyx*), Patillo (*Tapirira guianensis*), Yagrumo (*Cecropia peltata*), *Ficus maxima*, *Tabebuia insignis*, *Dyospiros sp.* y *Vitex compressa*. El estrato medio, con una altura que varía entre 8 m. y 10 m., presenta usualmente una cobertura continua y una densidad que va de media a densa; las especies más importantes son allí: Moriche (*Mauritia flexuosa*), Patillo (*Tapirira guianensis*), Icaquillo (*Hirtella paniculata*), San Rafael (*Jacaranda obtusifolia*), Cuajo (*Virola surinamensis*), Coloradito (*Iryanthera hostmannii*), Cachicamo (*Calophyllum brasiliense*), Tacamajaco (*Protium heptaphyllum*), Lacre

(*Vismia cayennensis*), Coco de mono (*Gustavia augusta*) y Matapalo (*Ficus maxima*). El sotobosque con una altura que no supera los 4 m., presenta generalmente una cobertura densa y continua, observándose entre las especies más importantes: Caña de la India (*Costus arabicus*), Pendanga (*Eugenia uniflora*), Guamo cinta (*Inga lateriflora*), Camuare (*Desmoncus orthacanthos*), Sierrito (*Ouratea grossourdyi*), Uvero (*Coccoloba caracasana*), Pico de loro (*Connarus venezuelenus*), Piñuela (*Bromelia pinguin*), Cafecito (*Psychotria sp*), Lacre (*Vismia cayennensis*), Cordoncillo (*Piper arboreum*, *P. umbellatum*), Zarzaparrilla (*Byttneria rhamnifolia*), *Callicarpa sp.* *Miconia ciliata*; en los sitios donde la lámina de agua se conserva por más tiempo a lo largo del año, es común observar colonias de especies como: Platanillo (*Heliconia psittacorum*), Rábano (*Montrichardia arborescens*), Platanillo (*Calathea sp*), *Eleocharis filiculmis*, *Sagittaria guyanensis* y *Cyperus odoratus*. Entre los helechos más comunes en el sotobosque sobresale la presencia de especies como: *Cyclodium meniscioides*, *Blechnum serrulatum*, *Adiantum tetraphyllum*, *Ceratopteris pteridoides*, *Oceoclades maculata* y *Achrosticum aureum*. Es notable la presencia de plantas con hábito trepador que hacen impenetrables algunos sitios, destacándose entre estas especies como: Uña de gato (*Uncaria guianensis*), Picatón (*Philodendron acutatum*), Bejuco chaparrillo (*Davilla kunthii*), Mano de sapo (*Cissus erosa*), Cortadera (*Scleria melaleuca*), *Doliocarpus dentatus* y *Mikania micrantha*. La existencia de plantas epífitas es generalmente escasa. Ver figura N° 12.



Figura Nº 12. Fotografía de vegetación de morichal en la orillas del río Yabo, zona sur del área Carabobo.

Fuente. PDVSA Petrocarabobo.

- **Bosques de Galería (Bg)**

Los Bosques de Galería son comunidades que se localizan adyacentes a los morichales, entre estos y las sabanas; a lo largo de los principales ríos al norte y al sur del área de influencia del Proyecto. Estos bosques ocupan superficies de mediana extensión, presentando por lo general coberturas densas y continuas, con alturas que en promedio no superan los 18 m. en las áreas más cercanas al Morichal hasta un promedio de 4 m a 5 m. en la transición entre éstas comunidades y las sabanas circundantes; exhibiendo una estructura vertical conformada por dos estratos y sotobosque. El dosel, frecuentemente discontinuo, presenta una densidad que varía de media a densa donde las especies más importantes son: San Rafael (*Jacaranda obtusifolia*), Palma Manaca (*Euterpe sp*), Tacamajaco ó Currucay (*Protium heptaphyllum*), Alatrique (*Cordia sericicalyx*), Jobo (*Spondias Bombin*), Sunsun (*Schefflera morototoni*), Patillo (*Tapirira guianensis*), Bosúa (*Zanthoxylum sp*), Apamate (*Tabebuia rosea*), Yagrumo (*Cecropia peltata*), Tortolito (*Casearia guianensis*) y *Vitex sp.*

El estrato medio, habitualmente con una densidad de cobertura media, presenta una altura promedio de que varía entre 5 m. y 7 m.; las especies más importantes observadas en este estrato son: Tacamajaco (*Protium heptaphyllum*), Aceite (*Copaifera officinalis*), Icaquillo (*Hirtella paniculata*), San Rafael (*Jacaranda obtusifolia*), Uvero (*Coccoloba caracasana*), Palma Manaca (*Euterpe precatoria*), Sunsun (*Schefflera morototoni*), Manteco de agua (*Calophyllum brasiliense*), Merecurillo (*Parinari campestris*), Cuajo (*Virola surinamensis*), *Casearia sp*, *Bahunia unguolata* y *Sinphonia globulifera*.

El sotobosque se presenta en general, con una densidad de cobertura que oscila de media a rala y una altura que no supera los 3 m.; entre las especies más importantes se destacan: Palma Manaca (*Euterpe sp*), Tacamajaco (*Protium heptaphyllum*), Caña de la india (*Costus arabicus*), Cuajo (*Virola surinamensis*), Platanillo (*Heliconia psittacorum*), Icaquillo (*Hirtella paniculata*), Cafecito (*Psychotria sp*), Alatrique (*Cordia sericicalyx*), Cortadera (*Scleria lithosperma*), Piñuela (*Bromelia pinguin*), Riqui riqui (*Heliconia bihai*), *Coccoloba caracasana*, *Sinphonia globulifera*, *Spathiphyllum sp.*, *Cyperus odoratus*. Y la orquidea terrestre *Oeceoclades maculata*.

La presencia de plantas con hábito trepador es relativamente frecuente; entre las especies observadas están: Camuare (*Desmoncus orthacantus*), *Geophila repens*, Bejuco chaparrillo (*Davilla kunthii*), Cortadera (*Scleria melaleuca*), Bejuco de corona (*Smilax sp*), Bejuco barquí (*Arrabidaea coralina*), Bejuco de cadena (*Bauhinia sp*), Bejuco cuatro fillos (*Pleonotoma varibilis*), *Doliocarpus dentatus*, *Philodendron acutatum*, *Lygodium volubile*. La presencia de plantas epífitas es escasa. Ver figura N° 13.



Figura N°. 13. Fotografía del Bosque de Galería del río Morichal Largo zona norte del área Carabobo.

Fuente. PDVSA. Petrocarabobo.

III.3.8.- Fauna

La fauna silvestre que se registró en las diferentes áreas del Bloque Carabobo y que son comunes al tipo de vegetación existente en la zona como lo son: Sabanas, Morichales y Bosques de Galería se describen a continuación:

Mastofauna

La mastofauna de la zona comprende la típica fauna que caracteriza a los llanos orientales (La Salle 1983; U. C. V. 1984 y C. V. G. – Proforca 1990). No obstante, el área es una zona con baja capacidad para soportar una elevada diversidad y abundancia de mamíferos, por estar sometida a una fuerte presión debido a las actividades antrópicas.

El bloque Carabobo presenta una mastofauna muy poco abundante debido probablemente que al ir desapareciendo la vegetación graminoide, ya sea por sustitución de plantaciones de pino, o por efecto del cerramiento del dosel del Bosque introducido, disminuyen las posibilidades de alimentación,

reproducción y refugio sobre todo para las especies de granívoros, herbívoros y principalmente para las especies frugívoras por la desaparición casi total de especies vegetales frutales.

Dos especies de mamíferos parecieran estar colonizando el pinar con relativo éxito como son el cachicamo sabanero (*Dasyopus sabanicola*) y el venado caramerudo (*Odocoileus virginianus*).

Por último, los mamíferos carnívoros presentan poblaciones extremadamente bajas en la zona. Las prácticas cinegéticas de estos mamíferos parecen ser poco utilizadas, por tanto su poca abundancia puede ser indicador de la escasez de sus presas principalmente pequeños mamíferos.

Entre los mamíferos distribuidos para estas áreas están: el oso hormiguero (*Tamandua tetradactyla*), el rabipelado (*Didelphis marsupialis*), el cachicamo (*Dasyopus sabanicola*), el zorro común (*Cerdocyon thous*), el mapurite (*Conepactus semistriatus*), venado caramerudo (*Odocoileus virginianus*) y el conejo sabanero (*Silvilagus floridanus*).

Ornitofauna

Para los llanos altos de los estados Monagas y Anzoátegui han sido descritas unas trescientas (300) especies de aves agrupadas en más de 50 familias y cerca de 20 órdenes.

De los ecosistemas estudiados, el morichal mostró la mayor diversidad ornística, 73 especies en total; mientras que la sabana con chaparros presentó 72 especies. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por la C.V.G. – Proforca (1990) en áreas de trabajos similares, en el cual reportan un total de 138 especies, 40 familias y 14 órdenes.

Los Bosques de galería con morichal y las sabanas de chaparros que los bordean conforman un ecotono de vital importancia para las aves, debido a que constituyen sitios de nidificación de la mayoría de las especies que habitan en esta regiones, entre las cuales podemos mencionar: *Tyrannulus savana*, *Ramphastos tucanes*, *Aratinga acuticaudata*, *Columba cayennensis*,

Icterus nigrogularis, *Campylorhynchus griseus*, *Cacicus cela*, *Thraupis episcopus*, *Turdus leucomelas*, *Polioptila plumbea*, *Caprimulgus cayennensis*, *Amazona amazonica*, *Vanellus chilensis*, *Buteogallus meridionalis*, *Buteo nitidus*, entre otros.

Si bien es cierto que los resultados coinciden con estudios previos efectuados en la zona por otros autores, al correlacionar los mismos con la vegetación del área, encontramos evidencias de distorsión en los patrones regulares de distribución y abundancia de algunas especies de aves como el “perico cara sucia” (*Aratinga pertinax*), la cual es una de las especies más representativas de los llanos orientales. Esta especie está asociada a las sabanas con chaparros que en épocas anteriores constituían el ecosistema dominante en la subregión, para ser sustituidas por plantaciones de pino. Los frutos de los chaparros constituyen el alimento principal de esta especie, coincidiendo su época reproductiva con el periodo de fructificación de estas plantas. Aunado a esto, la deforestación de la sabana, para dar paso a las plantaciones forestales, destruyó los sitios de nidificación (comejenes) lo que indudablemente disminuyó las posibilidades de éxito reproductivo de la especie.

En contraposición, se observó una población relativamente importante del “perico Carapaico” (*Aratinga acuticaudata*), colonizando los morichales, generalmente asociados a aquellos espacios que presentan un mayor grado de intervención, producto de la quema de los morichales, usando los mismos como sitios de nidificación. Esta particularidad los convierte en presa fácil de los cazadores furtivos que los venden como mascota, en tal sentido, se evidenció esta práctica, sobre todo en las nacientes del morichal del río Yabo.

Entre las familias de aves reportadas destacan, por el número de especies, las *Tyrannidae*, *Emberizidae*, *Icteridae* y *Columbidae*. Y de estas familias los representantes más conspicuos en el área de estudio son: el caricare encrestado (*Caracara cheriway*), el caricare sabanero (*Milvago chimachima*),

la guacharaca llanera (*Ortalis ruficauda*), la perdiz sabanera (*Colinus cristatus*), el alcaraván llanero (*Vanellus chilensis*), la paloma chaparrera (*Zenaida auriculata*), la palomita maraquera (*Columbina squammata*), el perico cara sucia (*Aratinga pertinax*), el cristofué (*Pitangus sulphuratus*), el pitirre (*Tyrannus melancholicus*), la paraulata llanera (*Mimus gilvus*), el tordito (*Quiscalus lugubris*) y el gonzalito (*Icterus nigrogularis*).

Para los llanos altos del estado Anzoátegui han sido descritas unas 300 especies de aves agrupadas en más de 50 familias y cerca de 20 órdenes. Entre las familias de aves reportadas se destacan, por el número de especies, las *Tyrannidae*, *Emberizidae*, *Icteridae* y *Columbidae*. Y de estas familias los representantes más conspicuos en el área de estudio son: el caricare encrestado (*Caracara cheriway*), el caricare sabanero (*Milvago chimachima*), la guacharaca llanera (*Ortalis ruficauda*), la perdiz sabanera (*Colinus cristatus*), el alcaraván llanero (*Vanellus chilensis*), la paloma chaparrera (*Zenaida auriculata*), la palomita maraquera (*Columbina squammata*), el perico cara sucia (*Aratinga pertinax*), el cristofué (*Pitangus sulphuratus*), el pitirre (*Tyrannus melancholicus*), la paraulata llanera (*Mimus gilvus*), el tordito (*Quiscalus lugubris*) y el gonzalito (*Icterus nigrogularis*).

Herpetofauna

La caracterización de las comunidades herpetológicas de los llanos orientales está escasamente descrita probablemente debido al poco interés que ha despertado en la comunidad científica del país, si la comparamos con el conocimiento actual del resto de los vertebrados terrestres. Para el sur del estado Anzoátegui se han registrado un total de 32 especies, lo que demuestra lo insuficiente del conocimiento de estas taxas para la región. Como ejemplos de estas taxas se pueden mencionar: el sapo común (*Bufo marinus*), la iguana (Iguana iguana), el tuqueque (*Gonatodes humeralis*), el mato de agua (*Tupinambis nigropunctatus*), la tragavenado (*Boa constrictor*) y las cascabeles (*Crotalus spp*).

III.3.9.- CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL

Definición del Área de Influencia Socioeconómica y Cultural

El Área Carabobo ocupa una superficie de 6.913,22 km², en jurisdicción de los municipios Independencia del estado Anzoátegui, Libertador y Maturín del estado Monagas.

Se estima que su área de influencia indirecta es regional, si se considera el apoyo administrativo, comercial y técnico que ofrecen a la actividad petrolera, los centros urbanos como Soledad, Chaguaramas, Temblador, Ciudad Guayana, Barrancas, Tucupita; además, El Tigre, San José de Guanipa y San Tomé, así como, Maturín y Morichal, representan ciudades de importancia jerárquica en el sistema de ciudades de los estados Anzoátegui y Monagas, por ser polos de desarrollo en la Faja Petrolífera y capital del estado, respectivamente.



Figura N° 14. Sistema de ciudades. Área de influencia estimada del Bloque Carabobo.

FUENTE: Memoria Descriptiva Empresa Mixta Petroindependencia, S.A. 2.011

Para efectuar la caracterización sociocultural del área de influencia indirecta y directa, se consideraron los siguientes niveles de análisis: municipios y

capitales de municipios, centros urbanos y caseríos rurales, haciendo énfasis principalmente en los municipios Independencia y Libertador, con Soledad y Temblador como sus respectivas capitales, las cuales constituyen los principales centros urbanos de la zona, así como en los caseríos rurales El Aceital del Yabo, Chaguaramas y Mamo Arriba.

En el Cuadro 13 se muestra la distribución de los principales centros poblados del área principal de influencia directa (D) e indirecta (I) del Bloque Carabobo.

Cuadro Nº 13. Distribución de Centros Poblados en el Área de Influencia del Bloque Carabobo.

ESTADO	MUNICIPIO	PARROQUIA	CENTROS POBLADOS	TIPO	ÁREA DE INFLUENCIA	POBLACIÓN/ VIVIENDAS/ FAMILIAS	
ANZOATEGUI	INDIENCA	Soledad	Soledad	AU(capital del municipio)	I	18.285 hab	
			Coloradito – La Aldea – Las Bombitas	R	I	1.468 hab *	
		Mamo		Morichal Largo	R	I	58 viv*
				La Esperanza, La Flecha	R	I	40 viv*
				El Cardón	R	I	120 hab *
				Cucasana - El Torreño.	R	I	25 viv*
				Carapa	R	I	587 hab***
				Castillito	R	I	120 hab*
				Mamo Arriba – Nuevo Mamo	AU(capital de parroquia)	D	567 hab *
				El Aceital del Yabo	R	D	1.170 hab *
				Botalón	R	I	424 hab**
				Juajuilla – Paso de Mamo	R	I	629 hab*
				La Tigrita – Camoruco – Los Algodones	R	I	404 hab**
				El Amparo	R	I	192 hab**
				San Rafael de Palital	R(Comunidad Indígena)	I	1.199 hab**
				Macapaima	R(Comunidad Indígena)	I	107 hab
				Bañadores	R(Comunidad Indígena)	I	25 fam*
				El Chucuto	R	I	201 hab**
	Corralito	R	I	124 hab**			
		Simón Rodríguez	Simón Rodríguez	El Tigre	AU (capital del municipio)	I	145.743 hab
	Guanipa	Guanipa	San José de Guanipa	AU (capital del municipio)	I	63.282 hab	
MONAGAS	Maturín	Maturín	Campo Morichal	R	D	765 hab	
			San Jose del Yabo – Yabito	R	I	80 fam*	
			Maturín	AU(Capital del estado)	I		
	Libertador	Capital	Temblador	AU(capital del municipio)	I	25.852 hab	
			Mata de Venado	R	I	680 hab*	
			Mata Negra	R	I	1310 hab*	
			Mantecal del Yabo	R	I	108 hab*	
			El Pelón, Aguas Claritas, Tres Mereyes	R	I	57 viv*	
Chaguaramas	Chaguaramas	R	D	4.416 hab**			
BOLIVAR	Caroní	Unare	Puerto Ordaz (Ciudad Guayana)	AU(capital del municipio)	I	267-983 hab***	

Fuente: INE, Censo 2001 por municipios y parroquias. Primeros resultados. 2002.

* Entrevistas 2011; **Línea Base Carabobo 2006 - 2007(Ecodesarrollo 2000). ***Proyecciones 2010

En atención a las consideraciones presentadas en el Cuadro 13., con respecto a los centros poblados y datos de población, familias y viviendas del área de influencia de actividades de perforación en el bloque Carabobo, podemos destacar que se considera un área despoblada, ya que los centros poblados de El Aceital del Yabo, Campo Morichal, Chaguaramas y Mamo, no superan los 7.000 Habitantes, siendo Chaguaramas el de mayor población estimada, cercana a las 5.000 personas. Estas poblaciones ubicadas en los municipios Independencia del Estado Anzoátegui, Libertador y Maturín del Estado Monagas, cuentan con relaciones funcionales como suministro de mano de obra y servicios al proyecto Petroindependencia.

Localización del área de estudio y división político territorial.

- Municipios Independencia

Desde el punto de vista geográfico, el municipio Independencia se encuentra localizado al Sur del estado Anzoátegui. Posee una extensión territorial de 6.306 Km² y tiene como capital a Soledad. La distancia aproximada en kilómetros con respecto a Barcelona es de 273 Km y a la ciudad de Caracas de 592 km. Limita por el Norte con los Municipios Simón Rodríguez y Freites, por el Este con el Municipio Libertador del Estado Monagas, por el Sur con el río Orinoco que lo separa del Estado Bolívar y por el Oeste con el Municipio Miranda del Estado Anzoátegui.

- Municipio Libertador

El municipio Libertador con una superficie de 2.276 Km² está localizado al sur del Estado Monagas, fundado en 1936, tiene como capital la población de Temblador y está ubicada a 105 Km de Maturín, capital del estado. Limita al norte con el municipio Maturín, al este con el Estado Delta Amacuro y el municipio Sotillo; al sur con el Municipio Independencia Estado Anzoátegui; y

al oeste con los municipios Maturín del Estado Monagas e Independencia del Estado Anzoátegui.

- Municipio Maturín

El Municipio Maturín, por ser la sede de la capital del Estado Monagas, cuenta con todos los servicios necesarios para las actividades económicas del proyecto y es el municipio más grande con una superficie de 13.352 km² siendo el más poblado del Estado Monagas. Se localiza en el centro de la entidad y limita por el Norte con los municipios Cedeño, Piar y Punceres; por el Sur con el Municipio Libertador y el Estado Anzoátegui; por el Este con el Golfo de Paria y el Caño Mánamo y por el Oeste con el Estado Anzoátegui y el Municipio Ezequiel Zamora.

III.3.10.- Características de la Población

La población del estado Anzoátegui es de 1.222.225 habitantes para el año 2001. La entidad experimentó un crecimiento de 42,2% con respecto al censo de 1990, lo que significa que creció a una tasa promedio anual de 3,2%. El municipio Independencia tiene una población, para el año 2001, de 26.141 personas (2,14 % del total del estado) y experimento un crecimiento de 26,3% con relación al censo de 1990, con una densidad de población de 4,5 hab/km². Según los resultados del INE, censo 2001, el estado Monagas tiene una población de 712.626 habitantes. La entidad experimentó un crecimiento de 51,6% con respecto al censo de 1990, lo que significa que creció a una tasa promedio anual de 3,8%.

El municipio Maturín tiene una población de 404.649 habitantes (56,78% del total del estado Monagas) con una densidad de población de 28,1 hab/km². El municipio presenta un crecimiento de 57,4% con respecto al censo de 1990, es decir, que creció a una tasa promedio anual de 4,2%.

El municipio Libertador tiene una población de 35.479 habitantes (4,98% del total del estado) con una densidad de población de 15,2 hab/km². El

municipio presenta un crecimiento poblacional de 87,2% y una tasa de crecimiento promedio anual de 5,8% con respecto al censo de 1990.

Como se mencionó anteriormente, el factor determinante en el crecimiento de la población en estas entidades lo constituye la presencia de la actividad petrolera, ubicada en la región oriental desde la década de 1930, la cual ha ejercido una gran atracción sobre la población en búsqueda de empleo, mayores ingresos y, por ende, del mejoramiento de las condiciones de vida.

En el Cuadro 14 se muestra la población total de los estados Anzoátegui, Monagas, de los municipios Independencia, Maturín y Libertador, así como la densidad de población de cada uno de estos municipios.

Cuadro N° 14. Población total por estado y municipio. Densidad poblacional por municipio

Entidad	Población		Crecimiento Tasa anual Geométrica (%)	Crecimiento Relativo (%)	Densidad poblacional del Municipio (hab/km ²).
	Censo 2001	Censo 1990			
ESTADO ANZOÁTEGUI	1.222.225	860	3,2	42,2	
Municipio Independencia	26.141	20.690	2,1	26,3	4,5
ESTADO MONAGAS	712.626	470.157	3,8	51,6	
Municipio Maturín	404.649	257.027	4,2	57,4	28,1
Municipio Libertador	35.479	18.948	5,8	87,2	15,2

Fuente: Base a datos de la OCEI 1990 e INE 2001

Aspectos sanitarios

Una de las características más resaltantes desde el punto de vista sanitario en el área de influencia del proyecto Petroindependencia, es la deficiencia de servicios médicos, a pesar de la existencia de Ambulatorios Rurales Tipos I y II en regular a mal estado en más del 90 % de los caseríos presentes, ya que no cuentan con médico permanente, ni medicamentos suficientes, sino que son atendidas las emergencias, vacunación y primeros auxilios en general, por personal de enfermería con alta vocación de servicios.

Sistema de transporte terrestre, fluvial y aéreo.

- Transporte Terrestre

El transporte en general para los centros poblados como El Aceital del Yabo y demás caseríos aledaños, son prestados por vehículos particulares (colas) y en algunos casos como la Alcaldía de Independencia y Libertador, que presta servicio escolar a estudiantes, además para las zonas urbanas que prestan el servicio urbano y rural. Hay organizaciones de transporte que cumplen algunos servicios en estas mismas rutas.

- Transporte Fluvial

Para transporte fluvial en el Río Orinoco localizado al sur del Bloque Carabobo, existen los Muelles fluviales de Soledad, Palital, Macapaima, Los Barrancos de Fajardo, Barrancas, entre otros, donde atracan lanchas.

- Transporte Aéreo

Los aeropuertos existentes en el área de influencia del proyecto PTA, le sirven en su conexión aérea a diferentes localidades del país. Entre ellos, el Aeropuerto Internacional José Tadeo Monagas ubicado en Maturín es un terminal aéreo con el mayor tráfico del oriente del país. En la actualidad tiene vuelos diarios a Caracas, Porlamar y Ciudad Bolívar.

También se cuenta con el Aeropuerto de Puerto Ordaz, con vuelos a Maiquetía, Porlamar, Barcelona y conexiones a diferentes ciudades.

Actividades económicas del área Carabobo

La principal fuente de empleos en los caseríos rurales es la agricultura del tipo conuco, ganadería extensiva y algunos empleos a través del SISDEM (Sistema de Democratización de Empleos de PDVSA).

En áreas forestales, los campamentos de la CVG, actualmente traspasados al MAT, representan fuentes de empleo para actividades forestales, a nivel de plantación o viveros.

El resto de la población se vincula al comercio, aprovechamiento artesanal de cultivos como la yuca y el merey, así como la pesca en lagunas ribereñas y cauce del Orinoco.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

IV.1.- Nivel de Investigación.

El tipo de investigación es de tipo descriptiva documental, se realizó una observación detallada de todos los desechos generados por actividades de perforación direccional y los procedimientos llevados a cabo por los centros de tratamiento y recuperación de desechos de perforación de las empresas operadoras del área Carabobo, así como la evaluación de estos para su disposición final.

Según Hernández (2000), los estudios descriptivos miden, evalúan o recolectan datos sobre diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar.

Los estudios descriptivos pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o variables a los que se refieren. Desde luego, pueden integrar las mediciones o información de cada una de dichas variables o conceptos para decir como es y cómo se manifiesta el fenómeno de interés; su objetivo no es indicar como se relacionan las variables medidas.

Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.

IV.2.- Diseño de la investigación.

El diseño de la investigación es una estrategia general que adopta el investigador, una vez que ya se ha alcanzado una claridad teórica suficiente con el fin de orientar y esclarecer las distintas etapas que se realizarán posteriormente para resolver el problema. Según lo señalado por Balestrini (1998), el diseño de la investigación se define en función de los objetivos establecidos en el estudio, para así dar respuesta a las preguntas sugeridas en la misma.

La presente investigación se orienta a un diseño documental, permitiendo de esta forma recabar información disponible o accesible para el análisis del

problema. Esta se orienta a una fase netamente documental, ya que se realizó una amplia revisión bibliográfica, en donde se pudo recaudar información de algunos documentos escritos (libros, enciclopedias, publicaciones técnicas realizadas respecto al tema, documentos multimedia publicados en la Internet y presentaciones en cd-rom), la cual se utilizó para determinar tanto las bases teóricas como los análisis posteriores de la investigación. Arias (1999) señala que “la investigación documental es una modalidad de investigación científica que se propone responder interrogantes mediante la búsqueda y el análisis de todo tipo de material informativo”.

IV.3.- Procedimiento metodológico.

Para lograr el cumplimiento de los objetivos de este trabajo de investigación, se realizó el siguiente procedimiento:

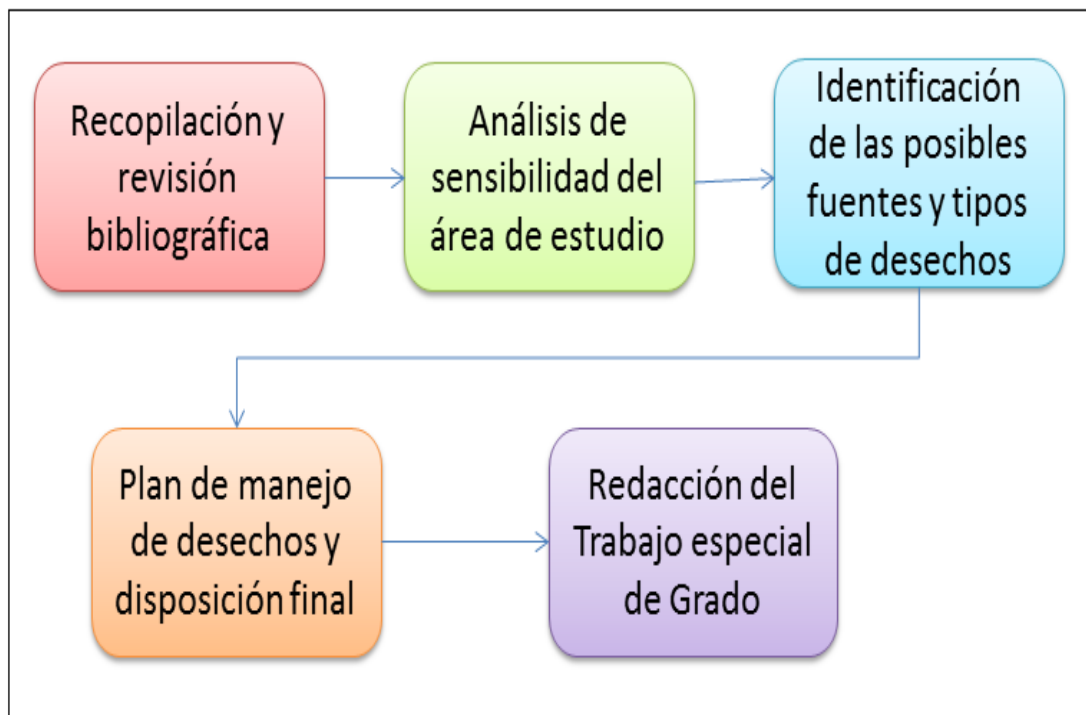


Figura Nº 15. Pasos metodológicos de la investigación

- **Recopilación y revisión bibliográfica.**

En esta etapa se revisaron los libros e informes referentes al área Carabobo. Así como también, la normativa legal venezolana existente para el manejo de desechos de perforación, contaminación del ambiente y normas que se deben cumplir para su disposición final.

La consulta bibliográfica incluyó informes técnicos sobre la Faja Petrolífera del Orinoco específicamente el bloque Carabobo, información sobre las tecnologías aplicadas al manejo, tratamiento y disposición de desechos de perforación de pozos petroleros, artículos técnicos de las empresas petroleras encargadas del desarrollo del área de estudio, así como la revisión de textos académicos, trabajos de grados anteriores y revistas científicas.

Organización de la información adquirida

Una vez recopilada la información se procedió a clasificarla y organizarla de acuerdo a los diferentes tópicos tratados en la investigación, con el fin de ir dando respuestas a los objetivos específicos del proyecto.

La clasificación efectuada se realizó bajo los siguientes parámetros:

- a) Antecedentes y bases teóricas: Ésta clasificación involucra toda la información concerniente con los antecedentes que sientan las bases teóricas de la investigación, como lo son: las técnicas de manejo de residuos y desechos de perforación petrolera y su impacto ambiental asociado, identificación y clasificación de residuos peligrosos y la normativa legal venezolana que regula la perforación petrolera y el manejo de desechos.
- b) Descripción geográfica: Abarca todas las características físicas, hidrográficas, geológicas, biológicas y socioculturales del área Carabobo. Ésta información fue obtenida de las diferentes estaciones climatológicas

que rodean la zona para presentar a través de tablas toda la caracterización climática.

- **Análisis de sensibilidad del Área de estudio.**

En esta etapa se determina con base a la información obtenida en la revisión bibliográfica sobre la caracterización ambiental del área, cuáles son los componentes ambientales con mayor sensibilidad a manifestar cambios de tipo estructural, espacial y temporal como consecuencia de una perturbación causada por actividades de perforación de pozos petroleros.

La sensibilidad mide el grado de susceptibilidad del ambiente y para su estudio se presentan tres niveles correspondientes a: áreas menos susceptibles que no evidencian grandes alteraciones, áreas con grado moderado de perturbación y áreas de elevado interés ambiental que exigen un alto costo de inversión.

Los componentes analizados fueron los siguientes:

- a) Medio Físico: Se analizan las unidades geomorfológicas del área Carabobo vinculadas con el cambio del relieve, observándose tres paisajes característicos representados por: Mesa conservada, Mesa disectada y el valle de los ríos Yabo y Morichal. De acuerdo al grado de erodabilidad y cambios producidos en el terreno estos paisajes pueden considerarse estables o inestables y en base a esta información se construyeron los cuadros con su respectivo nivel sensibilidad.
- b) Medio biológico: Se analiza el componente biótico del área Carabobo, comunidades vegetales y sus comunidades faunística asociada. De las comunidades vegetales se estudiaron los criterios: complejidad estructural, riqueza florística y protección legal o especies endémicas; mientras que de las comunidades faunísticas se estudiaron los

criterios: riqueza faunística, dependencia del hábitat y presencia de especies de interés especial. Después de haber obtenido ésta información se elaboraron los cuadros de sensibilidad de las unidades existentes en la región, considerando la presencia de vegetación y fauna por área de estudio.

c) Medio sociocultural: se analiza el uso de la tierra y los cambios producidos en el medio social. Para determinar la sensibilidad y elaborar los cuadros se tomaron como unidades de análisis el uso dado al terreno, entre los que podemos mencionar: uso residencial, uso industrial o de servicios, uso agrícola y uso protector. De acuerdo a la compatibilidad de los usos de la tierra con la actividad petrolera se determinaron los niveles de sensibilidad de cada zona.

- **Identificación de las posibles fuentes y tipos de desechos generados por las actividades de perforación direccional.**

Esta fase incluye la identificación de todos los materiales y desechos generados en las actividades de perforación direccional, así como la clasificación de acuerdo a las características de peligrosidad y su clase de riesgo.

Después de la identificación de todos los residuos y desechos producidos por la actividad petrolera se procedió a clasificarlos de acuerdo a los lineamientos establecidos en las leyes y normas técnicas ambientales vigentes en la legislación venezolana, las cuales incluyen sus características peligrosas así como su nivel de riesgo.

Las características peligrosas de materiales recuperable y desechos están contenidas en el artículo 6 del Decreto N° 2635 referido a las “Normas para el control de la recuperación de materiales peligrosos y el manejo de desechos peligrosos” publicado en la gaceta oficial extraordinaria N° 5245 del 03 de Agosto de 1998.

Los niveles de riesgo referidos en el artículo 8 del Decreto N° 2635 especifica que los desechos y los materiales peligrosos recuperables se presentan en 5 clases de peligrosidad las cuales deben ser identificadas y evaluadas para definir las medidas de seguridad.

En base a ésta información se elaboraron los cuadros N° 31 y 32 que identifica las características de peligrosidad y estado físico presentados por residuos y desechos potencialmente generados en la actividad de perforación de pozos petroleros.

- **Plan de manejo de desechos y disposición final.**

Después de analizados los desechos generados por la actividad de perforación de pozos petroleros se establecen los lineamientos generales y las técnicas para el manejo de estos, incluyendo características como: origen, forma de minimización y recuperación de residuos, recolección y almacenamiento, transporte, tratamiento y su disposición final.

La elaboración de los cuadros partió de unos ya existentes pertenecientes al Ministerio del Poder Popular para el Ambiente pero a los cuales se les hicieron modificación por no contener todas las etapas necesarias para el manejo de estos productos; entre las etapas agregadas se encuentran la forma de minimización y recuperación de residuos, la recolección, transporte y tratamiento que eran criterios que no presentaban las tablas originales, ya que estas estaban enfocadas solamente en el origen y la disposición final.

Con la adición de estas etapas en el manejo de los residuos y desechos se construyeron los cuadros N° 35, 36, 37 y 38 presentando un enfoque completo en el manejo de cada corriente de desecho producido.

Además se nombran y describen las empresas manejadoras de desechos peligrosos autorizadas por el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente ubicadas en la zona o áreas adyacentes al bloque Carabobo, acompañado de un sistema de registro y seguimiento que garantizan un mayor control del proceso.

En cuanto a las características de almacenamiento se presentan varias unidades contenedoras que dependen de una serie de factores como: volumen, frecuencia de aparición, composición y características específicas y clasificación en términos de riesgo a la salud, de acuerdo a esta información obtenida por documentación de pozos perforados se va a asignar un tipo de envase o contenedor adecuado a cada uno de los residuos producidos.

- **Redacción final del trabajo especial de grado.**

Completando las etapas anteriores se redactó el presente Trabajo Especial de Grado, el cual cumple con todas las reglamentaciones de presentación exigidas por la Facultad de Ingeniería de la UCV y con los requerimientos que la Escuela de Ingeniería de Petróleo exige, con la satisfacción de haber desarrollado cada aspecto, cada capítulo, cada texto, en función del objetivo general y los objetivos específicos trazados en el Capítulo I de este documento.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

V.1.- SENSIBILIDAD AMBIENTAL.

La Sensibilidad Ambiental se concibe como el grado de susceptibilidad del ambiente ante intervenciones antrópicas, referidas a acciones realizadas por el ser humano sobre el planeta. El ambiente, en este sentido, puede definirse como un sistema complejo e integral, conformado por tres grandes componentes: físico, biótico y socioeconómico. Por tanto, el Análisis de Sensibilidad Ambiental tiene como objetivo principal determinar con base a la información obtenida en la Caracterización Ambiental del área, cuáles son los componentes ambientales con mayor sensibilidad a manifestar cambios de tipo estructural, espacial y temporal como consecuencia de una perturbación.

La importancia de realizar el Análisis de Sensibilidad Ambiental en el área Carabobo de la Faja petrolífera del Orinoco, radica en que es posible conocer de antemano dicha susceptibilidad y se puede aproximar con mayor precisión la forma cómo responderá este medio, ante la ejecución de un proyecto o actividad petrolera; determinando cuáles sectores requerirán de aplicación de medidas ambientales de carácter preventivo, mitigante o correctivo.

Este tipo de análisis se basa en la síntesis de los atributos caracterizados, tanto en el área de las perforaciones como en su área de influencia inmediata, categorizando dichas áreas según grados de Sensibilidad Ambiental, tales como: alta, moderada o baja, según los resultados de la aplicación de los criterios establecidos para el análisis.

El análisis de la sensibilidad ambiental se llevó a cabo mediante la aplicación de un método cualitativo y cuantitativo, el cual considera las variables, criterios e indicadores que establecen los niveles de sensibilidad para cada medio. Es importante conocer las siguientes definiciones adoptadas en el análisis.

- Variable: componentes ambientales considerados relevantes en la caracterización de los medios físico, biológico y socioeconómico

- Criterio: Aspectos que permiten describir estas variables en función de su sensibilidad.
- Indicadores: Calificación o intervalo que se asigna para discriminar cualitativamente las diferencias en sensibilidad.

La Figura 15 resume los pasos metodológicos seguidos para el Análisis de Sensibilidad Ambiental:



Figura Nº 16. Pasos seguidos para el análisis de sensibilidad ambiental.

Fuente: AmbioConsult, C.A. 2.011

A continuación, se presenta brevemente los pasos utilizados en el análisis de sensibilidad:

- 1) Se identificaron las unidades de análisis cartográfico.
- 2) Se seleccionaron las variables ambientales relevantes con base a la caracterización ambiental.
- 3) Se asignó un conjunto de criterios e indicadores para cada variable, que permitieran evaluarla en términos de sensibilidad.
- 4) Una vez definidas las variables, criterios e indicadores, se procedió a su valoración para cada variable que corresponde a los niveles: alto, medio y bajo.
- 5) Se elaboró para cada medio (físico, biológico y socioeconómico), una matriz en la cual se presentó para cada unidad de análisis, los resultados de cada variable, a los fines de obtener el valor promedio

de sensibilidad. Para ello, se establecieron los siguientes intervalos para cada nivel de sensibilidad:

Cuadro N° 15. Descripción de los niveles de sensibilidad

NIVEL	DESCRIPCIÓN
<p style="text-align: center;">S1 SENSIBILIDAD BAJA</p>	<p>En este nivel se agrupan todas aquellas áreas que son menos susceptibles a la intervención con fines múltiples, en muchos de los casos el área afectada no evidencia grandes alteraciones ambientales, que pueden ser recuperables por procesos naturales o por la instrumentación de medidas poco complejas y de bajo costo.</p>
<p style="text-align: center;">S2 SENSIBILIDAD MEDIA</p>	<p>Incluye las áreas donde las intervenciones podrían producir un grado moderado de perturbación de los componentes físico-naturales o socio-económicos, necesitando acciones de control y recuperación de un moderado nivel de complejidad y el empleo de recursos materiales y humanos considerables.</p>
<p style="text-align: center;">S3 SENSIBILIDAD ALTA</p>	<p>Corresponde a aquellas áreas de elevado interés ambiental cuya intervención puede generar alteraciones severas al medio físico-natural o socio-económico, de igual forma incluye aquellas áreas cuyos ecosistemas se ven profundamente afectados por la alteración e intervención, la extensión del efecto tiene un gran rango, aunque los daños no son totalmente irreversibles puede haber áreas limitadas afectadas irreversiblemente. Exigen un alto costo de inversión en el diseño y aplicación de programas de recuperación y conservación ambiental.</p>

Fuente: Elaboración propia, Proconsult, 2011.

6) Finalmente, se elaboró un mapa de sensibilidad ambiental por cada medio, con los resultados de las matrices.

V.1.2.- SENSIBILIDAD DEL MEDIO FÍSICO.

Las distintas unidades geomorfológicas presentes en el área del proyecto fueron empleadas como unidades para el Análisis de Sensibilidad del Medio Físico. A continuación se señalan las variables, criterios e indicadores

seleccionados para determinar la sensibilidad de cada unidad en el medio físico.

V.1.2.1.- Identificación de Variables, Criterios e Indicadores para el Medio Físico

- **Morfodinámica**

La variable Morfodinámica se refiere a las variaciones morfológicas a lo largo del tiempo, es decir los cambios producidos en el relieve, y fue empleada para establecer los niveles de sensibilidad para cada unidad en el medio físico del área de influencia. Como criterio para evaluar esta variable fue empleada la erodabilidad de cada unidad, considerando su estabilidad con relación a la erosión o acumulación como indicador.

De esta manera se tiene que en las áreas estables con relación a los procesos morfodinámicos, serán aquellas donde la erosión o acumulación es muy baja, prácticamente imperceptible o muy localizada. Esta categoría también incluye las zonas no inundables y con una importante cobertura vegetal que estabiliza el terreno. Dichas áreas también pueden exhibir una erosión hídrica débil y muy localizada, la cual no compromete la integridad del recurso suelo. La topografía de estas áreas es plana y el material arenoso, con una alta permeabilidad que facilita que el proceso de filtración se desarrolle libremente, siendo la red de drenaje débil. Estas condiciones les confieren una “baja” sensibilidad.

Las áreas moderadamente estables, se presentan donde existen acumulaciones y pérdidas de suelo localizadas, con una mediana cobertura vegetal y asimismo una mediana densidad de drenajes. Dichas áreas están sujetas a inundaciones poco frecuentes o de corta duración. Éstas áreas corresponde a sectores donde la pendiente es más pronunciada entre (5% y 10%), el material es menos arenoso, lo que facilita procesos morfodinámicos como erosión laminar, formación de cárcavas, surcos y deslizamientos. En esta unidad la vegetación juega un papel importante, ya que permite el

equilibrio en los procesos morfodinámicos y meteorización, es por ello que la pérdida de la cobertura boscosa produce reactivación de los mismos. En este caso la sensibilidad asociada es “media” o moderada.

Las Áreas inestables, con elevado potencial morfodinámico, presentan severas limitaciones por su gran susceptibilidad ante una perturbación. En éstas unidades los procesos erosivos son intensos y generalizados. Asimismo, las inundaciones son periódicas o por largos períodos de tiempo. Estas áreas corresponden a sectores donde las pendientes varían de onduladas a abruptas, generalmente se presentan movimientos gravitacionales o en masa, y en la misma, la red de drenaje es más nutrida. Estas condiciones se relacionan con un nivel de “alta” sensibilidad para dichas unidades.

Cuadro N° 16. Variables, Criterios e Indicadores para el Medio Físico

Variable	Criterio	Indicadores	Sensibilidad
Morfodinámica	Erodabilidad	Áreas estables	Baja (1)
		Áreas moderadamente estables	Media (2)
		Áreas inestables	Alta (3)

Fuente: AmbioConsult, C.A., 2011.

V.1.2.2.- Resultados del Análisis de Sensibilidad del Medio Físico.

De acuerdo con al análisis realizado tomando en cuenta las anteriores consideraciones, se identificaron los siguientes niveles de sensibilidad en el área.

- **Áreas de Sensibilidad Alta:** se consideran de alta sensibilidad el valle aluvial de los ríos y quebradas que atraviesan las mesas dado que es un medio dinámico susceptible a procesos erosivos y de acumulación. Se considera además medios de alta sensibilidad a la unidad geomorfológica Mesa disectada ya que presenta un escurrimiento concentrado que genera

pérdida de suelo por taludes descubiertos, escarpes erosivos, movimientos en masa, basculamiento y flujos de detritus.

- **Áreas de Sensibilidad Media:** En el área no se encuentran unidades geomorfológicas asociadas a una sensibilidad media para el área del Bloque.
- **Áreas de Sensibilidad Baja:** Se identificaron como zonas de bajo nivel de sensibilidad, a aquellos sectores de relieve plano, de bajo potencial morfodinámico, con escurrimiento difuso y con baja frecuencia de inundación como es el caso de la mesa conservada, excepto en sus bordes debido a que estos son altamente erosivos y sus taludes susceptibles a la basculamiento y erosión. En el Cuadro 17 se presenta una síntesis de la sensibilidad

Cuadro N° 17. Resultados de Análisis de Sensibilidad del Medio Físico

Unidad de Análisis	Balace Morfodinámico	Sensibilidad
Mesa Conservada	Baja	Baja
Mesa Disectada	Alta	Alta
Valle	Alta	Alta

Fuente: AmbioConsult. 2011.

V.1.3.- SENSIBILIDAD DEL MEDIO BIOLÓGICO

Para el análisis de la sensibilidad ambiental del componente biótico serán empleadas como unidades de análisis las distintas comunidades vegetales que se desarrollan en la zona, bajo el entendido de que cada unidad vegetal presenta una comunidad faunística asociada particularmente a ella. La caracterización del medio Biótico ha permitido describir a cada comunidad y son esos datos los que servirán como insumo para la elaboración del siguiente análisis.

V.1.3.1.- Identificación de Variables, Criterios e Indicadores para el Medio Biótico.

A continuación se describen los criterios e indicadores seleccionados para el análisis de sensibilidad ambiental del medio biótico.

En el Cuadro 18 se pueden apreciar las variables utilizadas como punto de partida en el análisis de la sensibilidad ambiental, en primera instancia está la vegetación como elemento principal o vertical donde recae la interpretación de los valores agregados (criterios ambientales), a cada comunidad biótica identificada para mejor representación cartográfica, aunado a este nivel de interpretación, se complementará con la fauna que este asociada a cada formación vegetal y que va a depender de los niveles de complejidad que cada comunidad. En este caso, la fauna actuará como elemento catalizador para resaltar la sensibilidad de las unidades bióticas.

Cuadro N° 18. Variables y Criterios para Evaluar el Medio Biótico

Medio	Variable	Criterios
Biótico	Vegetación	Complejidad estructural
		Riqueza florística
		Protección legal, o presencia de especies endémicas, emblemática
	Fauna	Riqueza faunística
		Dependencia del hábitat
		Presencia de especies de interés especial

Fuente: AmbioConsult, C.A., 2011.

- **Vegetación**

La vegetación es una manifestación natural dentro de un espacio geográfico que posee vida y que además presenta niveles de especializaciones complejas que les permite adaptarse a un área natural específica basándose en las interrelaciones directas e indirectas entre las diferentes variables que

conforman dicho espacio, como: geología, clima, suelo, hidrografía y geomorfología.

A medida que los flujos o interacciones ambientales son más fuertes y consolidados la comunidad vegetal es más resistente a cualquier alteración ya que, permite la adaptación inmediata de las diferentes especies vegetales que la integran, sin embargo, si la situación es al contrario, las formas vegetales serán mucho más débiles y vulnerables a cambio a partir de cualquier alteración de un elemento dentro de su estado ideal. Esta visión permitió definir los criterios más representativos para tomarlos en cuenta como puntos de partida para la definición de la sensibilidad ambiental de cada biota identificada. A continuación se explican los criterios e indicadores utilizados en este tipo de análisis.

a) **Complejidad estructural:** La complejidad ecológica estructural no es más que determinar a partir de varios indicadores, el sistema como está conformado la formación vegetal de manera vertical y horizontal, lo cual da una idea de que tan compleja podrían ser las relaciones funcionales entre pisos o estratos vegetales dentro de una misma comunidad. En el Cuadro 19 se pueden apreciar la complejidad y los indicadores preestablecidos para determinar la sensibilidad ambiental.

Los indicadores utilizados para conformar este criterio son: el número de estratos presentes en la unidad de vegetación y el número de hábitos de crecimiento de las plantas (hierbas, frútices, arbustos, árboles, trepadoras, rastreras, epífitas, etc.). Estos indicadores permiten determinar los ambientes más complejos que por razones intrínsecas se podrían catalogar como las más sensibles de la zona ya que, han requerido un tiempo ecológico largo para desarrollar esa estructura ecológica.

El número de estratos presentes es un indicador de la complejidad estructural de la comunidad vegetal. En este estudio se diferenciaron tres categorías y sus intervalos: monoestratificada, para referirse a las

comunidades que poseen menos de dos estratos; estratificada, para las comunidades con dos estratos, y pluriestratificada, para aquellas que poseen más de dos estratos.

Adicionalmente, los ambientes estructuralmente complejos ofrecen una variedad de condiciones micro-climáticas que favorecen la coexistencia de un mayor número de especies vegetales con adaptaciones particulares a esta variedad de condiciones. Esta característica es medida en este estudio mediante el indicador número de hábitos de crecimiento (de las plantas) presentes, para lo cual se definieron los intervalos: menos de dos hábitos, entre dos y cuatro hábitos y mayor de cuatro hábitos.

Cuadro N° 19. Complejidad Estructural e Indicadores

Indicadores		Criterio	Sensibilidad
N° de Estratos	N° de Hábitos de crecimiento	Complejidad Estructural	
Pluriestratificada (>2)	> 4	Complejo (3)	Alta
Estratificada (2)	2 a 4	Moderadamente complejo (2)	Media
Monoestratificada (<2)	< 2	Simple (1)	Baja

Fuente: AmbioConsult, C.A., 2011.

b) Riqueza florística: Este criterio se relaciona en este estudio con la diversidad de la vegetación en términos de la riqueza de especies o composición florística dentro de una comunidad específica, es decir, no es más que el número de grupos botánicos observados, sin incorporar el componente de equidad o abundancia numérica, biomasa o frecuencia relativa de las diferentes especies.

En este sentido, las unidades de vegetación con mayor riqueza de especies son más sensibles, ya que constituyen un reservorio mayor de diversidad genética y la posibilidad de su restitución, tomará un tiempo ecológico

prolongado con respecto a comunidades florísticamente más simples o menor composición florística.

Se establecieron tres categorías para diferenciar las comunidades con base a este criterio y observados en una superficie de 100 m².

- Menos de diez especies: comunidades florísticamente pobres.
- Entre diez y veinte especies: comunidades con una riqueza florística moderada.
- Más de veinte especies: comunidades con una riqueza florística elevada.

En el Cuadro 20 se pueden observar los criterios utilizados y los niveles de sensibilidad esperado a este criterio. A niveles de más alta riqueza florística la sensibilidad ambiental es mayor (alta), y a menor número de especies la sensibilidad es menor (baja).

Cuadro N° 20. Riqueza Florística. Indicador

Indicador	Criterio	Sensibilidad
N° de Especies	Riqueza Florística	
> 20	Elevada (3)	Alta
10 a 20	Moderada (2)	Media
< 10	Pobre (1)	Baja

Fuente: AmbioConsult, C.A., 2011

c) Protección legal: En este criterio parte de los instrumentos legales que permiten tener protección restrictiva a una especie vegetal o a una comunidad biótica entera. En ese sentido, se definieron dos niveles de sensibilidad, es decir, no hay sensibilidad media, ya que las formaciones o especies se encuentran protegidas o no, careciendo de una categoría de medianamente protegidas.

Los sectores de baja sensibilidad quedan determinados por aquellos donde la información recabada no señala la presencia de especies particulares protegidas por cualquier instrumento legal y jurídico. Las áreas de alta sensibilidad incluyen comunidades y especies que para su conservación se encuentran amparados legalmente por decretos específicos, o que por su localización se asientan sobre áreas protegidas.

Por otra parte, dentro de este punto, se incluyen aquellas especies consideradas como endémicas o emblemáticas para el área de estudio. Es de hacer notar que este criterio es determinante, categórico, es decir, en caso de existir, la sensibilidad será alta así los demás criterios resulten de valores menores.

En el caso de estudio y su área de trabajo, el Decreto 846 establece protección restrictiva a los ecosistemas de morichales y los humedales asociados a este sistema que por lo general se encuentran ubicados dentro de la vega de inundación directa de los morichales. Los intervalos definidos para el indicador, los resultados correspondientes para el criterio y la sensibilidad asociada, se muestra en el Cuadro 21 a continuación:

Cuadro N° 21. Protección legal. Indicador

Indicador	Criterio	Sensibilidad
Existencia de Normativa	Protección Legal	Sensibilidad
Si	Protegida	Alta
No	No Protegida	Baja

Fuente: AmbioConsult, C.A., 2011

De acuerdo a los criterios de evaluación aplicados a cada comunidad vegetal identificada y cartografiada, se observa en el Cuadro 22 los resultados de la sensibilidad ambiental para la variable vegetación y uso de la tierra. Los

valores entre paréntesis corresponden al nivel de sensibilidad específico obtenido para el criterio.

Cuadro N° 22. Sensibilidad ambiental para la variable vegetación y uso de tierra.

Unidad	Complejidad		Riqueza Florística	Protección Legal	Valor	Sensibilidad
	N° de Estratos	N° de Hábitos	N° de Especies	Existencia de Normativa		
Asociación Bosque de Galería/Morichal	> 2 (3)	> 4 (3)	> 20 (3)	Si	3	Alta
Sabana abierta o arbolada con chaparros	< 2 (1)	< 2 (1)	< 10 (1)	No	1	Baja
Asentamientos rurales, vialidad, corredores y uso petrolero	< 2 (1)	< 2 (1)	< 10 (1)	No	1	Baja

Fuente: AmbioConsult, C.A. 2011

- **Fauna.**

A continuación se presentan los criterios utilizados para el análisis de sensibilidad de la fauna del área.

a) Riqueza Faunística: Este criterio se enfoca en la capacidad de las áreas naturales como reservorios de especies de la fauna silvestre es decir, su riqueza faunística. Esta riqueza se correlaciona directamente con la diversidad vegetal y la variedad de oferta de recursos que la vegetación puede ofrecer para alimentación, refugios, reproducción y pernocta. Una vez que se efectúa una actividad, introduce una perturbación, la recuperación se dará en la medida que se restituyan las condiciones originales del hábitat. El indicador para evaluar este criterio es la variedad de especies animales que

se asocia a una determinada comunidad vegetal. En la medida que la comunidad vegetal sea más diversa y mejor conservada (baja o nula intervención) existe una mayor complejidad estructural y florística, así como una estabilidad mayor en el tiempo, lo que da mayor capacidad de reservorio de especies de la fauna silvestre, es decir la variedad de especies es alta. Asimismo, su restitución puede tomar un tiempo ecológico prolongado, una vez finalizada la perturbación, en función directa de la posibilidad que tenga la vegetación para retornar a su estado original y se reestablezcan los procesos funcionales del ecosistema. Estas condiciones se asocian con un mayor nivel de sensibilidad del recurso fauna. A continuación se resumen los intervalos definidos para la riqueza faunística y los resultados establecidos para el criterio y la sensibilidad correspondiente:

Cuadro Nº 23. Análisis de Sensibilidad a partir de la Riqueza Faunística

Indicador	Criterio	Sensibilidad
Variedad de especies	Riqueza Faunística	
Baja (1)	Pobre (1)	Baja (1)
Media (2)	Moderada (2)	Media (2)
Alta (3)	Elevada (3)	Alta (3)

Fuente: AmbioConsult. 2011.

b) Grado de dependencia del Hábitat: Este criterio se evalúa a través del conocimiento que se tenga sobre la presencia de especies cuyas estrategias ecológicas están estrechamente asociadas con la utilización de los recursos disponibles en una determinada comunidad vegetal.

En la medida que la comunidad vegetal es más diversa o estructuralmente más compleja, la misma representa un reservorio mayor de especies de la fauna silvestre y se encuentra un número mayor de animales especialistas y altamente dependiente de un hábitat específico. Estas especies exhiben

requerimientos que resultan en una baja tolerancia a perturbaciones de medio. Luego de una perturbación, su retorno a la comunidad puede tomar un tiempo ecológico prolongado, lo cual sólo dependerá de la posibilidad de la vegetación para retornar a su estado original y de restituirse los recursos que ésta requiere incluyendo las relaciones depredador presa, sino también las interacciones con otras especies que compiten por los mismos recursos (Ochoa 1.997).

Este criterio considera también la presencia de áreas especiales desde el punto de vista de la fauna, tales como corredores y comunidades adyacentes a los cuerpos de agua. El indicador utilizado para evaluar este criterio, es el nivel de requerimiento de las especies animales hacia su hábitat. Los intervalos definidos para el criterio de grado de dependencia del hábitat y los resultados para la sensibilidad correspondiente se resumen a continuación:

Cuadro N° 24. Análisis de Sensibilidad a partir del Grado de Dependencia del Hábitat.

Indicador	Criterio	Sensibilidad
Nivel de requerimiento de las especies	Grado de dependencia del Hábitat	
Baja (1)	Pobre (1)	Baja (1)
Media (2)	Moderada (2)	Media (2)
Alta (3)	Elevada (3)	Alta (3)

Fuente: AmbioConsult. 2011.

c) Presencia de fauna de interés especial: Se considera la presencia de especies que presentan una situación especial por su distribución geográfica restringida, fragilidad, valor cinegético y/o riesgo de extinción, y cuya conservación es de interés como patrimonio biológico nacional. El indicador utilizado para evaluar este criterio, es la cantidad de especies

animales con condición especial asociadas a una determinada comunidad vegetal.

Se consideran más sensibles las comunidades animales asociadas a los bosques, al ser reservorios principales de fauna variada que incluyen muchas especies clasificadas dentro de alguna condición especial. El menor nivel de sensibilidad se asocia con las áreas herbáceas y ambientes intervenidos en general, como resultado de su aprovechamiento por una parte minoritaria de estas especies de especial interés. A continuación se resumen los intervalos definidos para el criterio de presencia de fauna de interés especial, así como los resultados para el criterio y nivel asociado a la sensibilidad:

Cuadro N° 25. Análisis de Sensibilidad a partir de la Presencia de Fauna de Interés Especial.

Indicador	Criterio	Sensibilidad
Cantidad de especies de interés especial	Presencia de fauna de interés especial	
Escasa presencia de especies de interés	Escasa (1)	Baja (1)
Moderada presencia de especies de interés	Moderada (2)	Media (2)
Elevada presencia de especies de interés	Elevada (3)	Alta (3)

Fuente: AmbioConsult. 2011.

El resumen de los resultados de la sensibilidad ambiental de la variable fauna se presenta en el cuadro N° 26:

Cuadro N° 26. Análisis de Sensibilidad de Fauna.

Unidad	Riqueza faunística	Grado de dependencia de las especies hacia su hábitat	Presencia de especies de interés especial	Sensibilidad
	Variedad de especies	Nivel de los requerimientos de las especies	Cantidad de especies	
Asociación bosque de galería/ morichal	Alta (3)	Alto (3)	Alto (3)	Alta (3)
Sabanas, áreas de uso petrolero, asentamientos rurales, vialidad, corredores y uso petrolero	Baja (1)	Bajo (1)	Bajo (1)	Baja (1)
Ictiofauna	Alta (3)	Alta (3)	Alta (3)	Alta (3)

Fuente: AmbioConsult. 2011.

Las unidades de sensibilidad del Medio Biológico identificadas en el área de estudio se ilustran en el siguiente cuadro. Al resultado de la integración de las variables vegetación y fauna (promedio) se le denominó Valor Ecológico y se asoció el nivel correspondiente de sensibilidad.

Esto a los fines de resaltar que esta integración responde a una realidad y que la sensibilidad de cada unidad es producto de su comportamiento como ecosistema, es decir como un ambiente biológico de permanentes interrelaciones planta-animal:

Cuadro N° 27. Análisis de Sensibilidad Biótica en el Área de Estudio

Unidad	Vegetación	Fauna	Valor ecológico	Sensibilidad
Asociación bosque de galería/ morichal	Alta (3)	Alto (3)	Alta (3)	Alta (3)
Sabanas, áreas de uso petrolero, asentamientos rurales, vialidad, corredores y uso petrolero	Baja (1)	Baja (1)	Baja (1)	Baja (3)
Cuerpos de agua	No	Alto (3)	Alto (3)	Alta (3)

Fuente: AmbioConsult. 2011.

V.1.3.2.- Resultados del Análisis de Sensibilidad del Medio Biótico.

1. Áreas de Sensibilidad Alta: Conformados por aquellas áreas de valles y ríos principalmente Yabo y Morichal cubiertas de vegetación leñosa (Asociación bosque de galería y Morichal), con varios estratos y hábitos de crecimiento, alta diversidad biológica y que contiene relaciones complejas entre sus componentes. Además de la ictiofauna la cual está ligada con los ecosistemas de morichal en su funcionamiento.
2. Áreas de Sensibilidad Media: No se identificaron para el área de estudio áreas de sensibilidad media.
3. Áreas de Sensibilidad Baja: Corresponden a gran porcentaje del área Carabobo, constituidas por aquellas áreas de baja complejidad estructural y ecológica, con una alta intervención del medio, (Sabanas, plantaciones de pino, áreas de uso petrolero).

V.1.4.- SENSIBILIDAD DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO

En el análisis de la sensibilidad ambiental del medio social se utilizarán como unidades de análisis los distintos usos que se desarrollan en la zona, bajo el entendido de que cada unidad de usos presenta un comportamiento y características sociales particulares a ella y distintiva con las demás unidades.

V.1.4.1.- Identificación de Variables, Criterios e Indicadores para el Medio

- **Socioeconómico**

A continuación se presenta la identificación de variables, criterios e indicadores utilizados para la determinación de la sensibilidad socioeconómica. El análisis de sensibilidad sociocultural se realizó tomando como base el uso actual o potencial del área, en tanto que dicha variable permite identificar unidades diferenciables y cartografiables. A partir de este elemento se elaboró el análisis que se corresponde con el nivel de vulnerabilidad del área ante una perturbación exógena. A continuación en el Cuadro 28, se presenta lo anteriormente mencionado:

Cuadro N° 28. Variables, Criterios e Indicadores para Evaluar el Medio Socioeconómico.

Medio	Variable	Criterios
Sociocultural	Uso actual o potencial del espacio	Compatibilidad de usos

Fuente: AmbioConsult, C.A., 2011

Para cada una de las variables y criterios se definen los indicadores que permiten establecer los valores ambientales claves que dichas variables asumen y a partir de allí determinar la susceptibilidad del área ante intervenciones de cualquier índole.

a) Uso Actual o potencial del espacio

La variable uso del espacio se describe tomando como base la presencia o potencial presencia de las distintas actividades económicas o usos, que se desarrollan tradicionalmente en el área de estudio. El criterio refiere al desarrollo de actividades principales que generan empleo e ingresos en el área de estudio, asociándolas por compatibilidad o competencia de uso por el espacio donde estas actividades se localizan de manera armónica y sustentable. El indicador que se establece para este criterio viene dado por la posibilidad de desarrollar las actividades tradicionales del área de manera paralela con los proyectos petroleros, sin que esta situación repercuta en la generación de empleos o ingresos de la población del área, es decir, la capacidad de coexistencia de actividades asociadas a la ganadería, el sector servicios o el uso protector, en tiempo y espacio. Para este indicador la valoración de sensibilidad asignada por equipos técnicos indica que a mayor presencia de actividades o su potencialidad de desarrollo se considera de mayor sensibilidad por competencia entre las mismas (ver Cuadro 29).

Cuadro N° 29. Uso Actual o Potencial del Espacio

Indicador	Criterio	Sensibilidad
Usos no compatibles	El uso adicional del espacio afecta completamente el desarrollo de otros usos (3)	Alta
Usos compatibles pero con efectos sobre el desarrollo de los usos tradicionales	La asignación de usos del espacio afecta moderadamente el desarrollo de otros usos (2)	Media
Usos compatibles	La asignación de usos del espacio no afecta el desarrollo de otros usos (1)	Baja

Fuente: AmbioConsult, C.A., 2011

En el cuadro N° 30 se presentan los criterios y niveles de sensibilidad a aplicar en el medio socioeconómico, basados en las consideraciones anteriores.

Cuadro N° 30. Niveles de Sensibilidad Ambiental del Medio Socioeconómico

Unidad de análisis	Compatibilidad de usos	Valor	Sensibilidad
Uso residencial	No compatible con otros usos (3)	3	Alta
Uso industrial y de servicios	Asignación de usos del espacio no afecta el desarrollo de otros usos industriales (1)	1	Baja
Uso agrícola (vegetal, animal)	La asignación de usos del espacio afecta moderadamente el desarrollo de otros usos (2)	2	Media
Uso protector (*)	No compatible con otros usos (3)	3	Alta

Fuente: AmbioConsult, C.A., 2011

(*): El uso protector para este caso se corresponde con la unidad de vegetación y uso actual de Asociación Bosque-Morichal-Herbazal inundable-Conuco

V.1.4.2.- Resultados del Análisis de Sensibilidad del Medio Socioeconómico

Con base en el área de influencia del medio socioeconómico, la clasificación de las áreas de acuerdo a sus niveles de sensibilidad se indica seguidamente:

- 1) Áreas de sensibilidad alta: Se consideran de alta sensibilidad al uso protector (Zona protectora de ríos y de los morichales) en tanto que el uso petrolero del proyecto afectaría permanentemente el carácter protector de dichos sectores. Los centros poblados con menores servicios y equipamiento urbano conforman los de alta sensibilidad socioeconómica.

- 2) Áreas de sensibilidad media: Para las áreas de sabana con uso ganadero, en tanto que dicha actividad puede coexistir con el uso de proyectos petroleros, sin que se desmejore significativamente la actividad presente. La infraestructura vial se incluye en esta unidad de sensibilidad socioeconómica. Entre los centros poblados más importantes con sensibilidad moderada destacan Chaguaramas, Coloradito, Palital, Aceital y Yabo.
- 3) Áreas de sensibilidad baja: Corresponde a las áreas ocupadas por corredores de servicios y plataformas de perforación petrolera. Los centros poblados Temblador capital del municipio Libertador del Estado Monagas, Soledad capital del municipio Independencia del Estado Anzoátegui y el campo petrolero Morichal, por ser los centros poblados con mejor equipamiento urbano-rural en el Área de influencia del bloque Carabobo.

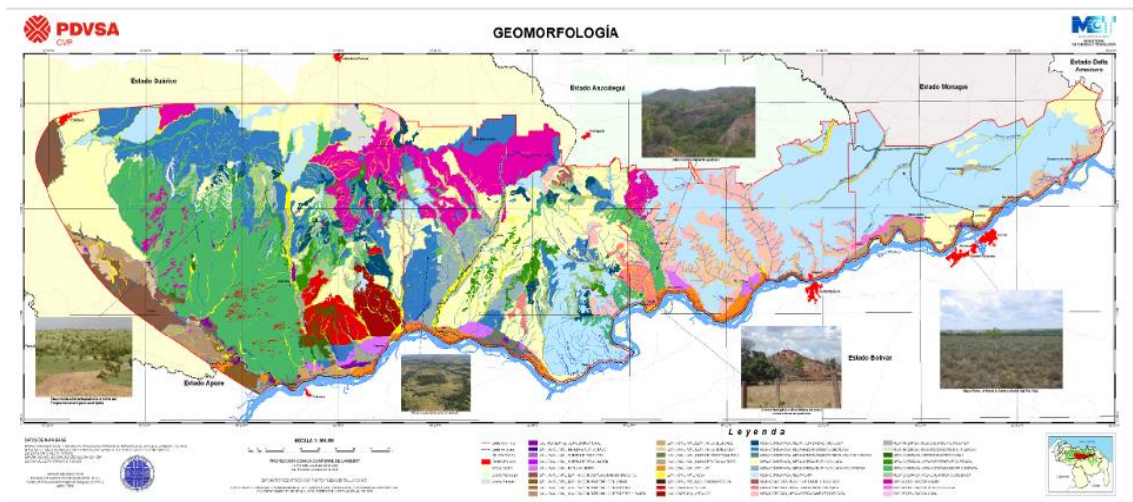


Figura N° 17. Mapa de Sensibilidad Ambiental, Geomorfología. Escala de interpretación: 1:25.000

Fuente: Imágenes Landsat ETM

V.2.- MANEJO DE DESECHOS.

Después haber revisado la normativa legal venezolana acerca de los desechos y residuos generados por actividades de perforación direccional de pozos petroleros, así como las normas internacionales vigentes asociadas al manejo y control de desechos se deben cumplir las siguientes etapas:

- Identificar técnicas de minimización de residuos y desechos.
- Identificar y clasificar los residuos y desechos a ser generados.
- Identificar opciones de manejo de residuos y desechos.
- Elaborar procedimientos para el manejo de residuos y desechos.
- Implantar o proponer la estructura organizativa responsable del Plan de Manejo.

V.2.1.- IDENTIFICACIÓN DE TÉCNICAS DE MINIMIZACIÓN

La aplicación de medidas que reduzcan los volúmenes de desechos generados es una obligación legal, establecida en el Artículo 13º de la Ley sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos, que en su aparte 2 indica: “todo generador debe desarrollar y utilizar tecnologías limpias o ambientalmente seguras, aplicadas bajo principios de prevención que minimicen la generación de desechos, así como establecer sistemas de administración y manejo que permitan reducir al mínimo los riesgos a la salud y al ambiente”.

Las actividades de prevención y minimización que se realizarán durante las diferentes etapas, en conformidad con la filosofía de manejo de desechos, incluyen:

- **Métodos de reducción en la fuente:** Reducción en la fuente significa eliminar o reducir, hasta donde sea factible, el volumen o toxicidad relativa de los desechos generados, utilizando materiales, procesos o procedimientos alternativos. Un ejemplo de esto sería la compra de

materiales a granel cuando sea posible para reducir el número de tambores vacíos que hay que desechar y/o reutilizar; modificación de los procesos a medida que se desarrollen nuevos avances tecnológicos; sustitución de materiales por otros de menor toxicidad; etc.

- **Reutilización beneficiosa:** Esta nueva utilización del material de desecho podría ser en el mismo servicio, en un servicio alterno o en un servicio de menor importancia, o la devolución de materiales no usados para que vuelvan a ser enviados o utilizados en otras industrias. Los ejemplos incluyen: mezcla de sedimentos aceitosos en carreteras a fin de producir material para pavimentar las carreteras.
- **Reciclaje / Recuperación:** Se basan en volver a introducir en el ciclo de producción y consumo productos materiales obtenidos de residuos. El reciclaje y la recuperación se pueden hacer durante el proceso de construcción al optimizar el uso de las instalaciones existente y el reciclo de corrientes.
- **Prácticas de Manejo:** Documentación de todos los procedimientos de manejo para garantizar que todo el personal relacionado con las operaciones conozca las prácticas autorizadas dentro de las instalaciones.
- **Tratamiento:** Se pueden utilizar pasos potenciales de tratamiento para reducir el volumen o toxicidad junto con los métodos de reciclaje / recuperación o con los métodos de disposición. Los métodos de tratamiento incluyen una amplia gama de opciones que son descritas en una sección aparte dentro del plan de manejo de desechos.

- **Disposición responsable:** Las opciones de disposición se consideran después de haber sido incorporados todos los métodos anteriores hasta donde sean factibles. Entre los factores que condicionan la determinación del sitio de disposición final se encuentran; costos de traslado, sistemas existentes de transporte y almacenamiento.

La prevención de la contaminación requiere un mejoramiento continuo en las prácticas de operación. Para ello deberá realizarse una revisión anual de su uso de materiales, procesos, productos, y prácticas para identificar maneras que permitan reducir o eliminar la contaminación.

V.2.2.- Identificación y clasificación de residuos, desechos y efluentes.

Entre los residuos, desechos y efluentes potenciales que pueden generarse en las diferentes actividades de perforación direccional ejecutadas en la Faja Petrolífera del Orinoco se pueden mencionar:

- Desechos Domésticos: papel, cartón, envases de aluminio, restos de comida, botellas de vidrio y plástico
- Material de la deforestación, remoción de la capa orgánica y movimiento de tierra:
 - a. Restos vegetales
 - b. Capa orgánica
 - c. Excedentes del movimiento de tierra (material de bote)
- Desechos Industriales:
 - a. Chatarra metálica
 - b. Asfalto
 - c. Concreto
 - d. Pinturas, anticorrosivos y otros recubrimientos
 - e. Solventes
 - f. Baterías
 - g. Sólidos contaminados

- h. Combustibles y lubricantes
- i. Químicos y aditivos
- j. Madera
- k. Tubería no reciclable
- l. Cauchos
- m. Sacos de productos químicos
- n. Lechada de cemento
- o. Trapos impregnados con aceites
- p. Desechos médicos
- q. Lodos y Ripios
- Efluentes Domésticos:
 - a. Aguas sanitarias y grises
- Efluentes Industriales:
 - a. Aguas Industriales
 - b. Aguas fuera de especificación
 - c. Lodos y Ripios de perforación.
- Emisiones Industriales:
 - a. Emisiones atmosféricas
 - b. Emisiones de ruido
 - c. Emisiones de calor

V.2.2.1.- Clasificación de los Residuos y Desechos

La clasificación de los residuos y desechos se realizará con base en los lineamientos establecidos en las Leyes y Normas Técnicas Ambientales vigentes en la legislación venezolana, las cuales incluyen sus características peligrosas, así como sus niveles de riesgo.

Con relación a las características peligrosas de materiales recuperables y desechos, éstas están contenidas en el Artículo 6° del Decreto N° 2.635 referido a las “Normas para el control de la recuperación de materiales peligrosos y el manejo de desechos peligrosos” publicado en la gaceta oficial

extraordinaria N° 5245 del 03 de Agosto de 1998 conforme a la definición de las Naciones Unidas para el transporte de mercancías de este tipo.

En lo referente a los niveles de riesgo, el Artículo 8° del Decreto N° 2.635, especifica que los desechos peligrosos y los materiales peligrosos recuperables se presentan en cinco (5) clases de peligrosidad creciente las cuales deben ser identificadas y evaluadas, para definir las medidas de seguridad, los planes de contingencia y la contratación de pólizas de seguros contra daños a terceros y daños ambientales.

En el Cuadro 31, se presenta información en cuanto a las características de peligrosidad, según Decreto N° 2.635, de los residuos y desechos a ser potencialmente generados.

Cabe destacar que antes del inicio de cada una de las etapas se verificarán los residuos, desechos y efluentes que serán generados, así como se establecerán en detalle sus técnicas de manejo. En el cuadro 32, se muestra toda la información relevante de los residuos, desechos y efluentes por etapas.

Cuadro N° 31. Características de Peligrosidad de Residuo / Desecho

Residuo/desecho	Clasificación MPPA	Características de peligrosidad	N° de Código ONU	Clase de riesgo
Aceites gastados	Peligroso	Material recuperable, puede contener elementos contaminantes regulados en los anexos B y C del Decreto N° 2.635. No corrosivo, no explosivo.	H12	Clase 2 ó Clase 3
Baterías usadas		Presentan elementos contaminantes (plomo, ácido, níquel, cadmio) y características peligrosas reguladas en los anexos B, C y D del Decreto N° 2.635. Elementos corrosivos, No explosivo, No inflamable. Potencial lixiviación del plomo	H8, H12	Clase 2
Chatarra metálica	No peligroso	NA (No presenta peligrosidad)	NA	NA
Tubería no reciclable			No posee	No posee
Madera				
Trapos y guantes contaminados con hidrocarburos	Peligroso	Impregnados con hidrocarburos (HC). No corrosivo. No explosivo	H4.1	Clase 1
Escombros	No peligroso	NA (No presenta peligrosidad)	NA	NA
Cauchos			No posee	No posee
Lodos gastados en base agua	Peligroso	De acuerdo a su nivel de riesgo Materiales Peligrosos Recuperables (MPR) y/o Desechos Peligrosos (DP) se clasifican como clase 1. No corrosivo. No explosivo	H4.1 – H12	Clase 1
Ripios con traza de hidrocarburo y restos asfálticos	Peligroso	Sustancia tóxica: pueden entrañar efectos retardados o crónicos, incluso la carcinógena. (Peligrosidad H11, Riesgo clase 3). Ecotóxico: pueden tener efectos adversos inmediatos o retardados en el ambiente (Peligrosidad H12, Riesgo clase 2).	H11 – H12	Clase 2 – clase 3
Contenedores contaminados con aceites y lubricantes	Peligroso	Presencia de HC, regulado en los anexos B, C y D del decreto N° 2635	H12	Clase 1

Cuadro N° 31. Características de Peligrosidad de Residuo / Desecho (continuación)

Residuo/desecho	Clasificación MPPA	Características de peligrosidad	N° de Código ONU	Clase de riesgo
Sacos de productos químicos.	La peligrosidad dependerá de la sustancia química que contenga o haya contenido			Clase 1 -3
Cartón y papel	No peligroso	NA (No presenta peligrosidad)	NA	NA
Botellas de vidrio sin usar			No posee	No posee
Recipientes plásticos del desengrasante.	Peligroso	Regulados en los anexos B, C y D del Decreto No 2.635. Depende del tipo de desengrasante	H12	Clase 1 – 3
Guantes de nitrilo y guantes quirúrgicos.		Presencia de HC, regulado en los anexos B, C y D del Decreto No 2.635. No corrosivo, No explosivo.	H4.1	Clase 1
Desechos médicos potencialmente peligrosos (Tipo B)		Regulados por el Decreto No 2.218	H6.1, H6.2	Clase 4
Desechos médicos infecciosos (Tipo C)			H6.2	Clase 4
Desechos médicos especiales (Tipo E)			H6.1, H6.2	Clase 4
Productos químicos fuera de especificación		Peligrosidad depende de las propiedades específicas de cada compuesto (corrosivas, inflamables, oxidantes, tóxicas, entre otros)	H4.3, H5.1, H8	Clase 1-4
Lechada de cemento		Material corrosivo por su alcalinidad	H8	Clase 1
Grasas		Depende del tipo de grasa y sus componentes. Regulado en los anexos B, C y D del Decreto N° 2.635.	H12	Clase 2-3

Cuadro N° 31. Características de Peligrosidad de Residuo / Desecho (continuación)

Residuo/desecho	Clasificación MPPA	Características de peligrosidad	N° de Código ONU	Clase de riesgo
Plásticos	Peligroso (PVC) y resto no peligroso			Clase 1
Desechos domésticos	No peligroso	NA (No presenta peligrosidad)	NA No posee	NA No posee

MPPA: Ministerio del Poder Popular para el Ambiente

Fuente: Decreto 2635 Capítulo II. Artículo 6° y 8°. Y AmbioConsult, C.A., 2.011.

Definiciones de códigos de la ONU y clases de materiales

- **H1 Explosivos:** Sustancia o desecho sólido o líquido (o mezcla de sustancias o desechos) que por sí misma es capaz, mediante reacción química, de emitir un gas a una temperatura, presión y velocidad tales que puedan ocasionar daño a la zona circundante.
- **H4.1 Sólidos inflamables:** Sólidos o desechos sólidos distintos a los clasificados como explosivos, que en las condiciones prevalecientes durante el transporte son fácilmente combustibles o pueden causar un incendio o contribuir al mismo, debido a la fricción.
- **H4.3 Sustancias o desechos que en contacto con el agua, emiten gases inflamables:** Sustancias o desechos que por reacción con el agua, son susceptibles de inflamación espontánea o de emisión de gases inflamables en cantidades peligrosas.
- **H5.1 Oxidantes:** Sustancias o desechos que sin ser necesariamente combustibles, pueden en general al ceder oxígeno, causar o favorecer la combustión de otros materiales.
- **H6.1 Tóxicos (venenos) agudos:** Sustancias o desechos que pueden causar la muerte o lesiones graves o daños a la salud humana, si se ingieren o inhalan o entran en contacto con la piel.
- **H8 Corrosivos:** Sustancias o desechos que por acción química, causan daños graves en los tejidos vivos que tocan o que en caso de fuga, pueden dañar gravemente o hasta destruir otras mercaderías o los medios de transporte, o pueden también provocar otros peligros.
- **H6.2 Sustancias infecciosas:** Sustancias o desechos que contienen microorganismos viables o sus toxinas, agentes conocidos o supuestos de enfermedades en los animales o en el hombre.
- **H11 Sustancias tóxicas (con efectos retardados o crónicos):** Sustancias o desechos que de ser aspirados o ingeridos o de penetrar en la piel, pueden entrañar efectos retardados o crónicos, incluso la carcinogénesis.

- **H12 Ecotóxicos:** Sustancias o desechos que si se liberan tienen o pueden tener efectos adversos inmediatos o retardados en el ambiente, debido a la bioacumulación o los efectos tóxicos en los sistemas bióticos.
- **Clase 1.** Se aplica a compuestos en estado sólido, poco solubles, no inflamables, ni reactivos, ni corrosivos que aunque contienen elementos que pueden ser perjudiciales al ambiente, los mismos no se liberan ni pasan al ambiente en forma inmediata; si se dispersan sobre el suelo, pueden ser recolectados con utensilios manuales o mecánicos sin exigir equipos de protección completa del trabajador.
- **Clase 2.** Materiales y desechos semisólidos o líquidos, hidrosolubles, no inflamables ni reactivos, ni corrosivos, con elementos tóxicos en concentraciones que no puedan causar un envenenamiento masivo, ni perdurable en el ambiente; no son irritantes ni tóxicos por inhalación; su riesgo mayor está relacionado con su condición fluida que dificulta su recuperación en caso de derrame.
- **Clase 3.** Sólidos o líquidos, combustibles o inflamables solo en presencia de llama, pueden tener ciertas características irritantes, corrosivas o tóxicas pero no requieren para su manejo equipos de protección total; potencial de dispersión limitado, cantidad transportada que no exceda de 3 toneladas, ni 25 metros cúbicos, con un daño esperado moderado, en áreas puntuales y sin efectos perdurables en el ambiente.
- **Clase 4.** Sólidos o líquidos, explosivos o inflamables sin presencia de llama, corrosivos, reactivos o tóxicos; con efectos potenciales peligrosos y perdurables en las personas o el ambiente, pero en razón a las cantidades transportadas no es factible que ocurran situaciones de destrucción ni contaminación alejadas del lugar del accidente, hay posibilidades técnicas de controlar la diseminación del agente o detener su efecto.

Cuadro N° 32. Clasificación y categorización de desechos no peligrosos

Descripción	Estado	Procedencia/Origen
Aguas residuales de tipo doméstico	Líquido	- Instalaciones provisionales - Áreas administrativas - Comedor
Chatarra	Sólido	- Talleres y áreas de servicio - Equipos, tubos y herramientas inservibles
Biomasa vegetal	Sólido	- Deforestación y desmalezamiento - Reemplazo de mobiliario
Desechos domésticos (desperdicios de alimentos, papel, plástico, cartón, vidrio)	Sólido	- Acondicionamiento de campamentos - Talleres - Áreas administrativas - Cocina -Comedor - Depósitos
Efluentes residuales no contaminados (aguas de incendio, de lluvia y de pruebas hidrostáticas)	Líquido	- Talleres y áreas de servicio - Áreas afectadas por incendios - Sistema de drenaje de aguas de lluvia - Pruebas hidrostáticas
Equipo recuperable	Sólido	- Talleres y taladro - Guayas y cableado reutilizable - Partes y piezas - Herramientas
Escombros	Sólido	- Construcción y desmantelamiento
Plásticos	Sólido	- Reemplazo de mobiliario - Mantenimiento general - Embalajes y contenedores usados
Polvo	Sólido	- Perforación de pozos - Movimiento de tierra - Tránsito en vías no pavimentadas. - Arrastre del viento en suelos desnudos o áreas no pavimentadas
Recipientes y envases no contaminados	Sólido	- Talleres, taladro y áreas de servicio - Comedores - Depósitos de materiales
Tierra excedente	Sólido	- Acondicionamiento de campamentos - Perforación de pozos
Vidrio	Sólido	- Oficinas, depósitos, comedores - Recipientes o contenedores de vidrio

Fuente: Proconsult, C.A. 2.011

V.2.3.- Opciones para el manejo de desechos.

Luego de identificados y clasificados los residuos, desechos y efluentes como no peligrosos y peligrosos se procederá, para cada uno de ellos, a identificar la opción de manejo más viable; la cual dependerá del volumen generado, disposición de la tecnología de tratamiento y costo de la misma.

La metodología a ser usada será:

- a. Recopilación de información sobre materiales y químicos que no deben ser utilizados ya que son catalogados como materiales peligrosos.
- b. Lineamientos generales para el manejo
- c. Se describe el manejo de residuos y desechos,
- d. Recopilación sobre las empresas manejadoras de desechos peligrosos autorizadas por el MPP Ambiente que se encuentren en la zona o áreas adyacentes al proyecto,
- e. Lineamiento de registro de seguimiento,
- f. Consideraciones de almacenamiento.

V.2.3.1.- Recopilación de información sobre materiales y químicos que no deben ser utilizados como aditivos ya que son catalogados como materiales peligrosos.

La generación de desechos peligrosos debe ser evitada al máximo, una manera de limitar la generación de estos es controlando el tipo de materiales peligrosos a utilizar. En el Cuadro 33, se presenta un listado de materiales que no debe ser incluido en los planes de compra de las empresas contratistas.

Cuadro N° 33. Materiales y Químicos que deben ser Evitados

Materiales a ser evitados	Alternativas
Bifenilos Policlorados (PCBs)	Siliconas, esterres, resinas.
Productos de asbestos fácilmente desmenuzables de Asbestos	Materiales alternativos se encuentran ya disponibles para usos como aislantes y techos
Pentaclorofenol (PCP) y formaldehído (biocidas)	Glutaraldehído, Isotlazolin (u otros con biocida de baja toxicidad).
Clorofluorocarbonados (CFCs)	Dependiendo de su uso específico pueden ser sustituidos. La USEPA ha publicado un listado de varias alternativas aceptadas para diversos usos.
Pinturas plomadas	Pinturas no-plomadas. También, las formulaciones basadas en solventes de baja volatilidad o en base agua pueden reducir efectos de salud potenciales de las pinturas en base aceite.
Solventes clorados (.p.e., tetracloruro de carbono, tricloroetileno)	Solventes a base hidrocarburos no clorados, limpieza con vapor.
Ácido Nafténico (Naftenato de Plomo) (lubricante)	Lubricantes libres de plomo.
Inhibidores de corrosión	Inhibidores de corrosión de compuestos de sulfitos o de fosfatos con toxicidad reducida.
Baritas defectuosas con trazas de mercurio. Fuera de especificaciones.	Tomar baritas con criterios de selección rigurosos asegurándose de que éstas se encuentren dentro de especificaciones de seguridad aprobadas

Fuente: ESSO Exploration & Production Chad, Inc. Waste Management Plan.

Además de la restricción en el uso de estos materiales se debe limitar y controlar la generación de desechos que contengan Bifenilos Policlorados (PCB's), solventes clorados, o cualquier otro material "restringido".

V.2.3.2.- Lineamientos generales para el manejo.

En el cuadro N° 34 se explican brevemente las etapas y lineamientos propuestos para el manejo de desechos y residuos.

Cuadro N° 34. Lineamientos generales para el manejo

Etapa	Lineamientos propuestos
Generación y Minimización	<p>Establecer mecanismos que conduzcan a minimizar las cantidades y peligrosidad de residuos y desechos</p> <p>Optimizar los aspectos constructivos de las obras previstas</p> <p>Utilizar materiales de alto rendimiento, biodegradables y de bajo riesgo para la salud y el ambiente</p> <p>Mantener un estricto control de inventario de los materiales, equipos, residuos y desechos en particular de los considerados peligrosos</p> <p>Racionalizar el uso de agua de servicio</p> <p>Utilizar aceite dieléctrico libre de bifenilos policloruros (BPC) o en su defecto transformadores secos</p> <p>Minimizar el desmalezamiento y la deforestación</p> <p>Cumplir con los programas de mantenimiento preventivo y correctivo</p> <p>Prevenir la manifestación de contingencias operacionales en particular derrames, incendios forestales y explosiones</p> <p>Activar en forma oportuna los planes de contingencia en caso de emergencia</p> <p>Caracterizar todos los desechos considerados peligrosos</p>
Recolección	<p>Establecer procedimientos para la recolección segregada de residuos y desechos</p> <p>Diseñar los sistemas de drenaje de acuerdo con las normas vigentes</p> <p>Evitar la mezcla de desechos químicamente incompatibles entre sí</p> <p>Disponer de equipos apropiados para realizar las labores de recolección y almacenamiento temporal (recipientes, contenedores, retenedores de derrames)</p>
Recuperación (Reuso regeneración y reciclaje)	<p>Maximizar la recuperación de los residuos y la minimización de los desechos destinados a disposición final.</p> <p>Especificar procedimientos de recuperación que sea posible desde el punto de vista técnico, legal y económico</p>
Almacenamiento	<p>Disponer de áreas apropiadas para el almacenamiento temporal de residuos y desechos de acuerdo con su volumen y peligrosidad</p> <p>Mantener segregados los desechos peligrosos y no peligrosos.</p> <p>Garantizar un ambiente de trabajo limpio y seguro</p> <p>Identificar los recipientes de desechos según normativa COVENIN</p> <p>Mantener un control de inventario de todos los residuos y desechos almacenados</p>

Cuadro N° 34. Lineamientos generales para el manejo (continuación)

Etapa	Lineamientos propuestos
Transporte	<p>Contratar empresas autorizadas para el traslado de residuos y desechos peligrosos.</p> <p>Transportar los residuos y desechos utilizando vehículos adecuados.</p> <p>Cubrir con lonas los camiones que transportan tierra u otro material granular.</p> <p>Seleccionar las rutas de transporte más confiables y seguras.</p> <p>Supervisar todos los despachos de residuos y desechos.</p> <p>Cumplir con los límites de velocidad y demás normas de transporte terrestre.</p> <p>Prohibir la exportación de desechos peligrosos.</p>
Tratamiento	<p>Seleccionar las técnicas de tratamiento más adecuadas desde el punto de vista legal, económico y ambiental.</p> <p>Contratar empresas de manejo de desechos peligrosos autorizadas por el MPPA.</p> <p>Priorizar la realización de tratamiento in situ para evitar el transporte excesivo de residuos y desechos.</p> <p>Consultar a las autoridades competentes (MPPA, alcaldías) en caso de no contar con un sitio adecuado de tratamiento de desechos.</p> <p>Prohibir la dilución con agua limpia de efluentes previo a su descarga al ambiente.</p>
Disposición final	<p>Seleccionar las técnicas de disposición final más adecuadas desde el punto de vista legal, económico y ambiental.</p> <p>Contratar empresas de manejo de desechos peligrosos autorizadas por el MPPA.</p> <p>Priorizar la realización de disposición final in situ para evitar el transporte excesivo de residuos y desechos.</p> <p>Inyectar en pozos específicos los efluentes líquidos previamente tratados.</p> <p>Consultar a las autoridades competentes (MPPA, alcaldías) en caso de no contar con un sitio adecuado de disposición final.</p> <p>Prohibir la descarga de desechos peligrosos en el suelo sin previo tratamiento.</p> <p>Prohibir la descarga de desechos sólidos a cuerpos de agua con las excepciones que dicte la normativa vigente.</p>

Fuente: Ministerio del Poder Popular para el Ambiente

V.2.3.3.- Propuesta para el manejo de residuos y desechos.

Después de analizar los cuadros de manejo de desechos existentes hasta la fecha se propone modificarlos incorporando varias etapas en el manejo de los mismos las cuales no se encuentran contenidas, entre ellas podemos incluir: forma de minimización y recuperación de residuos, la recolección, transporte y tratamiento que eran criterios que no presentaban las tablas originales, ya que estas estaban enfocadas solamente en el origen y la disposición final.

En cuanto a las etapas incorporadas se puede describir su función:

Las técnicas de minimización y recuperación de residuos sirven para maximizar la recuperación de residuos y la minimización de los desechos destinados a la disposición final y especificar el procedimiento de recuperación que sea posible desde el punto de vista técnico, legal y económico.

La recolección permite establecer procedimientos para la recolección segregada de residuos y desechos, así como las normas para establecer los equipos apropiados para realizar las labores de recolección y almacenamiento temporal (recipientes, contenedores, retenedores de derrames).

El transporte permite identificar cuáles son los vehículos adecuados para trasladar los residuos y desechos desde el sitio del taladro hasta la zona de disposición final.

El tratamiento garantiza seleccionar técnicas más adecuadas priorizando el tratamiento *in situ* para evitar el transporte excesivo de residuos y desechos

A fin de lograr las metas y objetivos del Ministerio del Poder Popular para el Ambiente se propone un esquema de gestión de residuos y desechos considerando su origen y naturaleza, los recursos disponibles y la aplicación sistemática de las mejores prácticas de ingeniería relativas a la

caracterización, recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de conformidad con la legislación vigente.

A continuación se presenta una serie de propuestas de manejo orientadas bajo criterios técnicos de efectividad y minimización de riesgos, procurando recuperar la mayor cantidad de residuos posibles, y reducir la cantidad de desechos que se deben disponer finalmente en sitios adecuados para ese propósito.

En los cuadros N° 35, 36, 37 y 38 respectivamente se presentan las propuestas de manejo de residuos y desechos considerando la peligrosidad y el ciclo de vida desde el origen hasta su disposición final.

Cuadro N° 35. Manejo de residuos y desechos no peligrosos

Descripción	Origen	Minimización y Recuperación de Residuos	Recolección y almacenamiento temporal	Transporte	Tratamiento	Disposición Final
Biomasa vegetal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Movimiento de tierra ▪ Deforestación ▪ Desmalezamiento ▪ Descartes de madera desechable ▪ Embalajes ▪ Paletas de madera inservibles 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Control de áreas de remoción de vegetación y reciclaje de paletas de madera ▪ Donar material leñoso a las comunidades cercanas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recolección in situ ▪ Acopio/Almacenamiento temporal en áreas alejadas de fuentes de ignición 	Camión de volteo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Esparcimiento controlado como abono en sitios estratégicos del área ▪ Reutilización como encofrado de paletas de madera 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Acuerdo con las cooperativas que se encargarán del corte y retiro de material vegetal aprovechable ▪ Confinamiento en suelo de vegetación de desecho ▪ Relleno sanitario de restos de paletas y cajas de madera en mal estado
Chatarra metálica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mantenimiento de estructuras metálicas y tuberías ▪ Desmantelamiento de campamentos ▪ Guayas y cableado inservible ▪ Desincorporación de equipos dañados u obsoletos ▪ Descarte de contenedores metálicos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Racionalización de uso de materiales metálicos ▪ Recuperación para reúso ▪ Optimizar mantenimiento de equipos metálicos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recolección in situ y acopio en campamentos ▪ Segregar chatarra ferrosa y no ferrosa ▪ Traslado a patio de chatarra de PDVSA en Anaco 	Camión de volteo Camión de estacas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fundición 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Disposición en relleno sanitario del Campo.
Escombros	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Acondicionamiento y desmantelamiento de obras civiles de campamentos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Control de obras ▪ Relleno de depresiones de terreno, cárcavas, áreas con potencial erosión 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Almacenamiento transitorio en escombrera 	Camión de volteo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Trituración 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Préstamo ubicado en el Campamento, debidamente permitido para este tipo de desecho ▪ Saneamiento de préstamos

Cuadro Nº 35. Manejo de residuos y desechos no peligrosos (continuación)

Descripción	Origen	Minimización y Recuperación de Residuos	Recolección y almacenamiento temporal	Transporte	Tratamiento	Disposición Final
Desechos domésticos	<ul style="list-style-type: none"> Instalaciones provisionales (campamento base) Campamentos en frentes de trabajo (áreas de oficina, cocina, comedores, talleres y depósitos) Mantenimiento general 	<ul style="list-style-type: none"> Diversificación en la recolección Reciclaje de plásticos, papel y aluminio Empresa especializada para reciclaje (según material) Hacer compras de materiales al mayor o a granel Reutilización como abono de restos de alimentos compostados 	<ul style="list-style-type: none"> Recolección periódica in situ Almacenamiento temporal en contenedores adecuados. Evitar la mezcla con desechos peligrosos. Segregar en lo posible plásticos, papel, aluminio y vidrio Barrido periódico de campamentos 	Camión de volteo Camioneta (3 veces por semana)	<ul style="list-style-type: none"> Compactación Compostaje de restos de alimentos 	<ul style="list-style-type: none"> Disposición en relleno sanitario del Campamento.
Plásticos	<ul style="list-style-type: none"> Áreas de oficinas, comedores, talleres o depósitos Recipientes y envases no contaminados Paletas de plástico inservibles Reemplazo de mobiliario 	<ul style="list-style-type: none"> Establecer acuerdos para retornar a suplidores de materiales 	<ul style="list-style-type: none"> Segregación por tamaño, color y tipo de plástico Almacenamiento temporal en depósito. 	Camión de volteo	<ul style="list-style-type: none"> Compactación Lavado Trituración y recuperación por empresas autorizadas 	<ul style="list-style-type: none"> Disposición en relleno sanitario del Campamento.
Tierra excedente	<ul style="list-style-type: none"> Movimiento de tierra Construcción de vialidad Perforación de pozos Acondicionamiento de campamentos 	<ul style="list-style-type: none"> Usar capa vegetal para fines agrícolas Control e movimiento de tierra en campamentos 	<ul style="list-style-type: none"> Apilamiento transitorio en sitios de movimiento de tierra y perforación 	Tractores Volquetas Camión de volteo	<ul style="list-style-type: none"> Conformación de terraplenes y diques 	<ul style="list-style-type: none"> Distribuir en áreas adyacentes de préstamos
Efluentes no peligrosos	<ul style="list-style-type: none"> Drenaje de aguas de lluvia Aguas de incendio Pruebas hidrostáticas 	<ul style="list-style-type: none"> Mantener limpios el sistema de drenaje Reúso como agua de servicio 	<ul style="list-style-type: none"> Captación en tanquillas de drenaje 	Canales de drenaje de aguas no contaminadas	<ul style="list-style-type: none"> Sedimentación de sólidos por gravedad 	<ul style="list-style-type: none"> Aspersión en suelo
Vidrio	<ul style="list-style-type: none"> Reemplazo de bombillos incandescentes Contenedores de vidrio inservibles 	<ul style="list-style-type: none"> Reciclaje de vidrio 	<ul style="list-style-type: none"> Recolección en tambores metálicos Segregación por color 	Camionetas	<ul style="list-style-type: none"> Trituración y recuperación por empresas autorizadas 	<ul style="list-style-type: none"> Disposición en relleno sanitario del Campamento.

Fuente: Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, modificado por Carlos Hernández

Cuadro N° 36. Manejo de residuos y desechos peligrosos Sólidos

Descripción	Origen	Minimización y Recuperación de Residuos	Recolección y almacenamiento temporal	Transporte	Tratamiento	Disposición Final
Baterías usadas	<ul style="list-style-type: none"> Reemplazo de acumuladores eléctricos de plomo ácido de maquinaria y vehículos Descarte de baterías de celulares y computadores 	<ul style="list-style-type: none"> Retorno al fabricante para reciclaje Mantenimiento preventivo de equipos y baterías Acidulación periódica 	<ul style="list-style-type: none"> Almacenamiento en depósito adecuado 	<ul style="list-style-type: none"> Furgoneta Camioneta Camión de estacas 	<ul style="list-style-type: none"> Drenar completamente el líquido acidulado y neutralizar con hidróxido de potasio Desmontar y fundir las de placas de plomo 	<ul style="list-style-type: none"> Devolución a fábricas o empresas procesadoras
Cauchos gastados	<ul style="list-style-type: none"> Rotura o desgaste de banda de rodamiento de neumáticos Reemplazo de neumáticos 	<ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento preventivo para cambios menos frecuentes Verificar presión de la cámara Alineamiento de ejes Distribuir la carga uniformemente en los vehículos Cambiar de posición los neumáticos Venta a empresa recuperadora Vulcanización 	<ul style="list-style-type: none"> Recolección en áreas de servicio y talleres Almacenamiento temporal en depósitos adecuados (cubiertos) 	<ul style="list-style-type: none"> Camión de estacas Camioneta 	<ul style="list-style-type: none"> Trituración por empresas autorizadas 	<ul style="list-style-type: none"> Devolución a fábricas o empresas procesadoras
Cartuchos de tinta usados	<ul style="list-style-type: none"> Impresoras y fotocopiadoras 	<ul style="list-style-type: none"> Recargar cartuchos con tinta Retornar a proveedor 	<ul style="list-style-type: none"> Recolección en bolsas plásticas 	<ul style="list-style-type: none"> Furgoneta 	<ul style="list-style-type: none"> N/A 	<ul style="list-style-type: none"> Devolución a fábricas o empresas procesadoras
Desechos médicos	<ul style="list-style-type: none"> Enfermería Medicinas vencidas Jeringas usadas Gasa usada Equipo médico inservible 	<ul style="list-style-type: none"> Retorno a suplidores Control de inventario Optimización del plan de compras 	<ul style="list-style-type: none"> Recolección en contenedores herméticos 	<ul style="list-style-type: none"> Furgoneta 	<ul style="list-style-type: none"> Esterilizar 	<ul style="list-style-type: none"> Devolución a fábricas o empresas procesadoras

Cuadro N° 36. Manejo de residuos y desechos peligrosos Sólidos (continuación)

Descripción	Origen	Minimización y Recuperación de Residuos	Recolección y almacenamiento temporal	Transporte	Tratamiento	Disposición Final
Filtros usados	<ul style="list-style-type: none"> Reemplazo de filtros de aceite por mantenimiento de equipos y maquinarias 	<ul style="list-style-type: none"> Lavado periódico de filtros Retornar al fabricante 	<ul style="list-style-type: none"> Recolección y almacenamiento en tambores metálicos Utilizar malla metálica para drenar, escurrir y reciclar el aceite extraído 	<p>Furgoneta</p> <p>Camión de estacas</p>	<ul style="list-style-type: none"> Lavado con solventes 	<ul style="list-style-type: none"> Devolución a fábricas o empresas procesadoras
Lodos biológicos	<ul style="list-style-type: none"> Evacuación y limpieza de baños ecológicos portátiles Planta de tratamiento de efluentes 	<ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento de baños ecológicos portátiles 	<ul style="list-style-type: none"> Recolección con vacuum por empresa especializada 	<p>Camión Vacuum</p>	<ul style="list-style-type: none"> Digestión aeróbica Secado en lechos de arena 	<ul style="list-style-type: none"> Recolección con vacuum por empresa especializada
Recipientes y envases vacíos con remanentes de químicos o hidrocarburos	<ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento de equipos y maquinarias empleadas 	<ul style="list-style-type: none"> Retorno a suplidores Comprar materiales a granel o en recipientes reciclables Reutilización previo lavado Reciclaje de envases plásticos Hacer compras al mayor 	<ul style="list-style-type: none"> Recolección y escurrimiento con malla metálica de contenido residual Almacenamiento temporal en depósito 	<p>Camión de estacas</p>	<ul style="list-style-type: none"> Compactación Lavado de envases metálicos, de plástico o de vidrio (Triple enjuague) 	<ul style="list-style-type: none"> Retorno a suplidores
Ripios de perforación impregnados con lodos base agua	<ul style="list-style-type: none"> Perforación de pozos a la salida de la centrifuga del sistema de control de sólidos 	<ul style="list-style-type: none"> Perforar los pozos de acuerdo a lo programado hasta las formaciones objetivo Reutilizar como material de construcción 	<ul style="list-style-type: none"> Acopio temporal in situ en cajas metálicas 	<p>Camión de volteo</p>	<ul style="list-style-type: none"> Mezcla con suelo hasta alcanzar niveles de concentración de contaminantes para proceder al esparcimiento en suelo 	<ul style="list-style-type: none"> Entrega a empresas manejadoras
Tubos fluorescentes dañados	<ul style="list-style-type: none"> Reemplazo de tubos fluorescentes o bombillos ahorradores 	<ul style="list-style-type: none"> Control de encendido de sistema de iluminación Retorno a proveedor o fabricante Reciclaje 	<ul style="list-style-type: none"> Recolección en cajas de cartón 	<p>Camioneta</p>	<ul style="list-style-type: none"> Trituración y recuperación de mercurio por empresas autorizadas 	<ul style="list-style-type: none"> Devolución al proveedor o enviar a planta recuperadora

Cuadro N° 36. Manejo de residuos y desechos peligrosos Sólidos (continuación)

Descripción	Origen	Minimización y Recuperación de Residuos	Recolección y almacenamiento temporal	Transporte	Tratamiento	Disposición Final
Suelo, sedimentos, ripios o material absorbente impregnado con hidrocarburos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Áreas de lavado ▪ Área de llenado de combustible y lubricantes ▪ Perforación de pozos ▪ Desarenamiento de crudo ▪ Saneamiento de derrames ▪ Talleres 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Protección de suelos en áreas de servicio y talleres ▪ Planes de contingencia para control de derrames 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recolección in situ por saneamiento del área afectada por derrame ▪ Acopio temporal in situ en cajas metálicas de ripios de perforación 	Camión de volteo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mezcla con suelo y nutrientes (estiércol, gallinaza o fertilizantes amoniacales) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entrega a empresas manejadoras
Textiles impregnados de hidrocarburos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mantenimiento de equipos y maquinarias ▪ Limpieza de partes y piezas motrices ▪ Limpieza de derrames 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Optimización del uso y reutilización de textiles 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recolección en tambores metálicos y acopio en depósitos 	Camión de volteo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Extracción con solventes 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entrega a empresas manejadoras

Fuente: Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, modificado por Carlos Hernández

Cuadro N° 37. Manejo de residuos y desechos peligrosos Líquidos

Descripción	Origen	Minimización y Recuperación de Residuos	Recolección y almacenamiento temporal	Transporte	Tratamiento	Disposición final
Aguas aceitosas	<ul style="list-style-type: none"> Lavado y descontaminación de equipos Limpieza periódica de oleoductos y gasoductos Aguas de lluvia contaminadas con hidrocarburos 	<ul style="list-style-type: none"> Minimizar la frecuencia de lavado Mantener limpios el sistema de drenaje y patios de almacenamiento 	<ul style="list-style-type: none"> Captación en tanquillas de drenaje de sistema receptor de aguas de servicio Recolección y escurrimiento en área contaminada con hidrocarburos Almacenamiento temporal en tanques metálicos. 	Camión Vacuum Camión Cisterna	<ul style="list-style-type: none"> Separación de aceites sobrenadantes por gravedad en trampas de grasa 	<ul style="list-style-type: none"> Aspersión en suelo de efluentes tratados previa caracterización Lavado de equipos
Agua salada	<ul style="list-style-type: none"> Separación de Agua de formación asociada al crudo Desalado de crudo diluido 	<ul style="list-style-type: none"> Racionalizar el uso de agua limpia en el desalado del crudo 	<ul style="list-style-type: none"> Almacenar en tanques 	Acueducto. Camión Vacuum	<ul style="list-style-type: none"> Inyección de agentes desincrustantes, anticorrosivos y biocidas para el control de microorganismos 	<ul style="list-style-type: none"> Inyección en el subsuelo a través de pozos dedicados a este fin.
Aceites gastados	<ul style="list-style-type: none"> Áreas de talleres y reparaciones menores Mantenimiento de equipos motrices Reemplazo de lubricantes de equipos motrices 	<ul style="list-style-type: none"> Optimizar mantenimiento de equipos Minimizar frecuencia de cambio Venta a empresa especializada en recuperación Retornar al proveedor Utilizar lubricantes de alto rendimiento. Control de inventario 	<ul style="list-style-type: none"> Recolección en cuñetes y tambores herméticos Almacenamiento temporal en depósito dedicado. 	Camión Vacuum Camión Cisterna Camión de estacas Furgoneta	<ul style="list-style-type: none"> Separación de agua por gravedad Filtrado 	<ul style="list-style-type: none"> Mezclar con crudo en plantas mejoradoras o estaciones de flujo cercanas

Cuadro N° 37. Manejo de residuos y desechos peligrosos Líquidos (continuación)

Descripción	Origen	Minimización y Recuperación de Residuos	Recolección y almacenamiento temporal	Transporte	Tratamiento	Disposición final
Efluentes domésticos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Campamentos (áreas de oficinas, talleres y depósitos) ▪ Baños portátiles 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso racional del agua ▪ Utilizar piezas sanitarias de bajo volumen ▪ Mantenimiento regular de piezas sanitarias ▪ Reúso de efluente tratado en preparación de lodos, lavado o riego de áreas verdes 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistema de drenaje incluyendo piezas sanitarias de bajo volumen, sumideros, tuberías, tanquillas y tanque de retención 	Camión Vacuum	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Separación de sólidos ▪ Degradación biológica por aireación extendida con lodos activados ▪ Clarificación y cloración de efluente final 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aspersión en suelo de efluentes tratados como supresor de polvo
Lodos de perforación gastados	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Perforación de pozos (sistema de control de sólidos) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Perforar los pozos de acuerdo a lo programado hasta las formaciones objetivo ▪ Utilizar preferiblemente lodos base agua 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Acopio temporal in situ en tanque o cisternas metálicas 	Camión vacuum	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Neutralización Floculación ▪ Centrifugación 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Esparcimiento en suelo de sedimentos remanentes de centrifugación
Pintura gastada	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pintado de obras civiles de campamentos ▪ Protección anticorrosiva ▪ Remanentes del mantenimiento de instalaciones, equipos y maquinarias 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Retorno al fabricante ▪ Utilizar pinturas de alto rendimiento ▪ Reutilización en sitios no críticos ▪ Control de inventarios 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recolección en cuñetes ▪ Almacenamiento temporal en depósito dedicado. 	Camioneta Furgoneta	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dilución con solventes 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entrega a empresas manejadoras

Fuente: Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, modificado por Carlos Hernández

Cuadro N° 38. Manejo de emisiones atmosféricas

Descripción	Origen	Minimización Recuperación	Recolección	Tratamiento	Disposición final
Gases de combustión*	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Funcionamiento de equipos, maquinarias y vehículos con motores de combustión interna ▪ Uso de planta eléctrica ▪ Quema de gas natural en mechurrios ▪ Incendios ocasionales 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estimular el uso de Gas licuado del Petróleo (LPG) o de Gas Natural Vehicular (GNV) ▪ Uso de mechurrios sin humo de alto rendimiento ▪ Control de relación aire combustible de equipos motrices ▪ Suministro de gas o gasoil con bajo contenido de azufre ▪ Control de fuentes de ignición ▪ Verificar la presencia de convertidores catalíticos en los vehículos a gasolina ▪ Mantenimiento oportuno 	N/A	<p>Conversión catalítica (Fuentes móviles a gasolina)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Atmósfera
Material particulado (polvo y cenizas)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tránsito de vehículos por vías de tierra o áreas no pavimentadas ▪ Movimiento de tierra ▪ Deforestación ▪ Construcción de obras civiles ▪ Manejo de aditivos en polvo para la preparación de lodos de perforación ▪ Manejo de material granular ▪ Perforación de pozos ▪ Acción erosiva del viento ▪ Incendios ocasionales. ▪ Limpieza de pavimentos. ▪ Desgaste de banda de rodamiento de neumáticos ▪ Desmantelamiento de instalaciones temporales ▪ Uso de plantas eléctricas y otros motrices de combustión interna 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Control de emisiones de material particulado durante la preparación de lodos de perforación. ▪ Control de relación aire combustible de equipos motrices ▪ Humidificación periódica de terreno desnudo y apilamientos de tierra ▪ Asfaltado o engrazonado de vías terrestres. ▪ Restringir el uso de vehículos en carreteras no pavimentadas ▪ Control de fuentes de ignición ▪ Cubrir con lonas cargamentos de aditivos de lodos de perforación y tierra ▪ Mantenimiento oportuno y uso eficiente de equipos motrices 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Barrido periódico de la vialidad interna y pavimentos de campamentos ▪ Colocar polvo resultante en contenedores cerrados convenientemente 	N/A	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Atmósfera

Cuadro N° 38. Manejo de emisiones atmosféricas (continuación)

Descripción	Origen	Minimización Recuperación	Recolección	Tratamiento	Disposición final
Emisiones Fugitivas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fugas o venteos de gas natural ▪ Fugas de gases refrigerantes a base de Clorofluorocarbonos (CFC) y/o Hidrofluorocarbonos (HFC) ▪ Evaporación de compuestos orgánicos volátiles almacenados en tanques ▪ Descomposición de materia orgánica (biogás) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso de mecurrios sin humo de alto rendimiento ▪ Instalación de venteos elevados ▪ Uso de equipos de refrigeración, aire acondicionado y solventes libres de CFC ▪ Prohibir el uso agentes de extinción de incendios a base Halones ▪ Cubrir tanques donde se almacena combustibles y solventes ▪ Mantenimiento preventivo y correctivo de motores y equipos conexos ▪ Almacenamiento adecuado de combustible líquido y solventes 	N/A	N/A	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Atmósfera

Fuente: Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, modificado por Carlos Hernández

NOTAS: (*) Sumatoria del material particulado y gases de combustión, incluyendo: Óxidos de Azufre, Monóxido de Carbono, Óxidos de Nitrógeno, Dióxido de Carbono e Hidrocarburos sin quemar

N/A: No aplica

V.2.3.4.- Empresas de transporte y manejo de desechos peligrosos autorizadas por el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente

A continuación se presenta en el cuadro 39 una lista detallada sobre las empresas manejadoras de residuos y desechos autorizadas por el MPPA que se encuentren en la zona o áreas adyacentes.

Cuadro N° 39. Empresas Manejadoras de Desechos Peligrosos

Empresa	Actividad	Ubicación
ECOLOGIA INTEGRAL ECOINCA, C.A.	Recolección y transporte terrestre y Tratamiento de lodos y rípios de perforación base agua y base aceite, aguas petrolizadas, aguas con hidrocarburos, limpieza de tanques, suelos contaminados con hidrocarburos, cegado de fosas, aplicando la técnica de biorremediación o biotratamiento, esparcimiento y confinamiento en suelo, en el sitio del generador. Igualmente se autoriza el Transporte y Almacenamiento Temporal de aceite gastado y trapos impregnados con hidrocarburos en las instalaciones de la empresa.	Anzoátegui
SERVICIOS TÉCNICOS AGRONOMICOS, C.A. (STACA)	Transporte y almacenamiento temporal de materiales y/o desechos peligrosos constituidos por lodos y rípios de perforación, base agua y base aceite, aceites usados, trapos y guantes impregnados con hidrocarburos.	Anzoátegui
TRANSPORTE Y SOLDADURAS TÉCNICAS, C.A. TRANSOTESA	Transporte de sustancias, materiales y desechos peligrosos constituidos por lodos y rípios de perforación, crudo, parafinas, gasoil, combustibles, agua salada, lodos y rípios de perforación base agua y base aceite, aguas residuales industriales y domésticas, desechos de mantenimiento de instalaciones petroleras (como fondos de tanques de crudos limpieza de tuberías).	Anzoátegui
TRANSPORT DÍAZ VIÑA, C.A.	Transporte de desechos peligrosos constituidos por lodos y rípios de perforación base agua y base aceite, aguas residuales industriales, desechos de mantenimiento de instalaciones petroleras (como limpieza de tuberías).	Sucre

Cuadro N° 39. Empresas Manejadoras de Desechos Peligrosos (continuación)

Empresa	Actividad	Ubicación
TRANSPORTE ADRIATICA, C.A.	Recolección, transporte terrestre, tratamiento y disposición final de lodos y rípios de perforación, restos de hidrocarburos, aguas petrolizadas, aguas residuales domésticas e industriales, suelos contaminados con hidrocarburos producto de la actividad petrolera, aplicando las técnicas de dewatering, biorremediación, esparcimiento y confinamiento en suelo, biotratamiento en el centro de manejo El Rollo, Fundo El Rollo, Aguasay, estado Monagas.	Monagas
CONSTRUCTORA ACOMAR, C.A.	Recolección y transporte terrestre a nivel nacional, de desechos peligrosos constituidos por lodos y rípios de perforación base agua y base aceite, suelos contaminados, axial como tratamiento en sitio de generación de desechos peligrosos constituidos por lodos y rípios de perforación base agua y base aceite, saneamiento de fosas y restauración de áreas afectadas, mediante la aplicación de biotratamiento y/o biorremediación a través de técnicas de landfarming y composting, dentro de las instalaciones del generador.	Monagas
EVERGREEN SERVICE, C.A	Tratamiento biológico de suelos impactados por las operaciones de perforación, exploración y producción petrolera, y manufacturación industrial. Tratamiento de aguas residuales de origen industrial y doméstico. Incineración de desechos sólidos contaminados (desechos médicos y sólidos tales como: filtros, trapos, guantes, materiales absorbentes, resinas, geotextiles etc.) Centro de acopio de hidrocarburos residuales en donde son tratados por técnicas exclusivas de separación física y química para ser devueltos al campo industrial con el fin de aprovechamiento. Equipos y personal especializado para dar la mejor y más rápida respuesta ante derrames de hidrocarburo y productos químicos. Venta y alquiler de equipos y productos para el control de derrames de hidrocarburos en suelo y cuerpos de agua.	Anzoátegui

Cuadro N° 39. Empresas Manejadoras de Desechos Peligrosos (continuación)

Empresa	Actividad	Ubicación
CONSOLEFCA	Tratamiento y disposición de lodos, rípios de perforación y arenas contaminadas con hidrocarburos. Centro de acopio permisado. Diseño y construcción de equipos para separación y control de sólidos, móviles, modulares y compactos, equipos móviles para limpieza rápida de residuos sólidos petrolizados de perforación, producción y refinación, almacenamiento, transporte y dosificación (landspreading) de residuos acondicionados. Equipos especiales para limpieza de fosas. Tratamiento y conversión de rípios de perforación, y otros sólidos contaminados, en agregados para mezcla asfáltica.	Monagas
PROAMSA	Procesamiento de tierras y excavación de pozos. Manejo, tratamiento y disposición final de Rípios y efluentes. Saneamiento de fosas y lodos de perforación. Transporte de Desechos peligrosos. Importación, alquiler y venta de equipos petroleros y de transporte. Restablecimiento de áreas y cobertura natural, etc.	Monagas
SERVICE ROSJU, C.A. (SEROCA).	Tratamiento y disposición final de desechos provenientes de la perforación, completación y reparación de pozos petroleros en el oriente del país	Anzoátegui
AMAZON TECH'S	Control de sólidos, control ambiental, saneamiento de pasivos, soldadura marina, transporte de desechos, tratamiento de desechos en centro de acopio, biotratamiento, dewatering, tratamiento físico-químico de aguas residuales industriales, tratamiento biológico de aguas residuales servidas.	Monagas

Fuente: MPP Ambiente. Dirección General Sectorial de Calidad Ambiental.

V.2.3.5.- LINEAMIENTOS DE REGISTRO DE SEGUIMIENTO

A fin de garantizar un adecuado manejo y control de los desechos generados por el Proyecto, se debe seguir los siguientes pasos:

Identificación y cuantificación de los desechos

Es necesario identificar continuamente los desechos generados en el proceso, con la finalidad de poder detectar la generación de algún desecho nuevo que no haya sido tomado en cuenta en los inventarios anteriores. Una vez identificados, estos desechos deben ser cuantificados para conocer la tasa de generación de cada uno de ellos y así poder determinar si los sitios de almacenamiento y de disposición final están adecuados para su manejo, por sospechas de afectación o impactos a terceros que conduzcan a una investigación o remediación del sitio.

Todos estos datos deben ser debidamente registrados en la Hoja que se muestra en la Figura 17.

FECHA: / /			SECTOR / ÁREA:			ELABORADO POR:		
Desecho	Operación / Equipo que lo genera	Volumen	Frecuencia de generación	Características	Clasificación	Disposición final	Opciones de manejo	Contratista / Unidad Operativa

Figura Nº 18. Hoja de Identificación y Cuantificación de los Desechos

Seguimiento y control

Se debe hacer un seguimiento de los tipos de desechos efectivamente generados y de las opciones de disposición, reciclaje / reutilización realmente consideradas para las mismas. Este seguimiento permite detectar la fuente

de generación de los desechos y a su vez abre paso a la oportunidad de desarrollar opciones que permitan la reducción de los mismos. Para poder llevar un efectivo control de este seguimiento el mismo debe realizarse utilizando la Hoja de Seguimiento para el manejo de materiales peligrosos recuperables y desechos peligrosos generados por las actividades petroleras. De igual manera se debe llenar la Hoja de Seguimiento emitida por el Ministerios del Poder Popular para el Ambiente que para el caso de desechos peligrosos está compuesta por un original y seis copias, las cuales serán distribuidas de la siguiente manera:

- Original, para el generador del desecho.
- Copia N° 1 para el transportista.
- Copia N° 2 para el centro de almacenamiento.
- Copia N° 3 para el generador del desecho, una vez recibida por el destinatario.
- Copia N° 4 para la Zona de Saneamiento Sanitario Ambiental del Ministerio de Sanidad y Desarrollo Social, en cuya jurisdicción esté ubicado el centro de manejo de desechos peligrosos.
- Copia N° 5 para el MPPA Dirección Regional.
- Copia N° 6 para el Comando de la Guardia Nacional que hará el chequeo del producto en tránsito.

Una vez que el área de almacenamiento ha colmado su capacidad, el Coordinador de Manejo de Desechos llenará y firmará la Nota de Transferencia en forma clara y legible, sin enmiendas y preferiblemente a máquina, para enviarla junto con el transporte del desecho.

Después de realizar la entrega de los desechos, el generador conservará el original y dejará todas las copias al transportista, excepto la copia N° 6, la cual deberá llevar de inmediato al Comando de la Guardia Nacional que le corresponda, quien hará el chequeo del material en tránsito. El generador debe asegurarse que el transportista firme la hoja de seguimiento que le

corresponde y recordarle que la persona que reciba el desecho, haga lo mismo. El transportista entregará las copias al conductor, quien a su vez las entregará junto con la carga al destinatario, excepto la copia N° 1, la cual reservará para sí mismo.

El destinatario conservará la copia N° 2 y enviará las restantes al generador, en un plazo no mayor de diez (10) días continuos.

El generador conservará la copia N° 3, y en un plazo no mayor de diez (10) días continuos enviará las copias N° 4 y N° 5 a las dependencias antes indicadas.

Si el generador realiza por sí mismo el manejo de sus desechos, conservará la copia N° 2 y distribuirá las copias N° 4 y N° 5.

Finalmente, toda la data recolectada en las Hojas de Seguimiento debe ser introducida en una base de datos electrónica que permita clasificar con mayor rapidez todos los parámetros contemplados en la misma, para así facilitar el control sobre los residuos y poder generar con mayor facilidad todos los informes pertinentes al caso.

V.2.3.6.- CONSIDERACIONES DE ALMACENAMIENTO

El almacenamiento adecuado de los desechos en cada una de las etapas, desde su generación hasta su disposición final es fundamental para garantizar el manejo adecuado de los mismos, así como la minimización de accidentes.

El manejo de los desechos y su almacenamiento depende de una serie de factores tales como el volumen (cantidad) de los mismos; la frecuencia de aparición del desecho; su composición y características específicas; y, su clasificación en términos de riesgo potencial a la salud o al ambiente en general, entre otros. Estos factores, determinarán el tiempo de permanencia del desecho en el lugar donde se genere o en el sitio donde se disponga temporalmente, su reutilización o su rápida disposición en áreas adecuadas, permisadas y de estricto control o regulación.

En líneas generales, las unidades de almacenamiento seleccionadas deben ser diseñadas y posteriormente operadas para manejar la cantidad de desechos esperada durante el desarrollo de proyectos de perforaciones petroleras y sobre todo minimizar el potencial de contaminación de aquellos materiales que pudieran ser liberados al ambiente.

Los requisitos mínimos que debe contemplar la actividad de manejo de desechos a ser generados durante el desarrollo de perforaciones de pozos direccionales en el Área Carabobo de la Faja Petrolífera del Orinoco, en términos de un adecuado almacenamiento de los mismos, son entre los más esenciales, los siguientes:

Almacenamiento en unidades contenedoras (Barriles, envases, etc.)

Muchos de los desechos a ser generados serán almacenados in situ dentro de contenedores, sobre todo aquellas corrientes de desechos producidas en pequeñas cantidades y con poca frecuencia, como por ejemplo, en las áreas de mantenimiento de máquinas y equipos, cuyos elementos de bote son filtros de aceites, piezas mecánicas, piezas metálicas, etc.; una vez lleno el contenedor, se trasladan los materiales a una unidad de almacenamiento central, que consiste en un depósito de mayores dimensiones y múltiples recipientes.

Como requisitos generales para cumplir con un adecuado manejo de desechos en las unidades de contención, se tiene que:

- Los desechos deben ser almacenados en contenedores, cuya estructura se encuentre en buenas condiciones físicas, compacta, sin defectos como abombamientos, fisuras, etc.
- Los contenedores a utilizar deben ser compatibles con el tipo de desecho a disponer, evitando reacciones no deseadas que pudieran afectar la vida útil del *container* y generar corrientes de elementos contaminantes adicionales hacia el exterior de la unidad.

- Los contenedores deben permanecer cerrados, con excepción obviamente durante la disposición de los desechos.
- Cada uno de los contenedores individuales ubicados en las áreas de trabajo y la unidad central de almacenamiento deberán ser inspeccionadas una vez por semana o cuando sea necesario, con la finalidad de supervisar su estructura física o posibles goteos, lixiviados, sobre el suelo.
- Evitar en lo posible de almacenar en los contenedores desechos clasificados como de alto riesgo por un tiempo mayor a 90 días.
- Evitar mezclar dentro de un mismo container diferentes tipos de desechos.
- Aquellos desechos cuya composición contiene líquidos, como por ejemplo, paquetes de laboratorio; deben ser envueltos con un material absorbente, que sea capaz de absorber y no reaccionar con líquidos, en caso de que sean liberados de manera ocasional por su empaque primario.
- Los contenedores deberán estar cubiertas en su interior con membranas impermeables, tanto en el fondo como en los laterales de la unidad; cuyo material protector deberá ser diseñado de forma tal que soporte el peso de los desechos agregados y que, además, permita el traslado del container (cuando éste se encuentre lleno) de forma fácil.
- La estructura exterior de los contenedores deberá soportar la incidencia climática (viento, temperatura, lluvia, etc.) y mantener su integridad física.
- Cada container debe estar identificado con etiquetas visibles y cuya información facilite la seguridad y el manejo apropiado de los desechos. Las etiquetas deben incluir, como información principal, a saber: nombre del desecho, su composición y estado físico, sus propiedades (riesgo), nombre de la actividad o proceso generadora del desecho y la localidad, y la fecha de inicio del llenado del container.

Almacenamiento en tanques

Los tanques, por lo general, son usados mayormente para contener desechos líquidos (aguas aceitosas, solventes líquidos, etc.). Son unidades grandes que al igual que los contenedores, deben ser supervisadas para evitar riesgos a la salud y al ambiente en general. Entre los requerimientos generales para lograr un adecuado almacenamiento de los desechos en estas unidades, se tiene que los más esenciales se restringen a que:

- Los desechos deben ser almacenados en tanques con buenas condiciones estructurales, compatibles con el tipo de desecho a disponer; además, cada tanque debe permanecer cerrado.
- Los tanques deberán ser diariamente inspeccionados, para evitar posibles daños, lixiviados, etc.
- Evitar en lo posible de almacenar desechos clasificados como de alto riesgo por un tiempo mayor a 90 días.
- Evitar mezclar diferentes tipos de desechos dentro de un mismo tanque.
- El interior de los tanques debe estar cubierto con membranas impermeables, tanto en el fondo como en los laterales, a fin de evitar daños en su estructura y posibles goteos de sustancias líquidas.
- Los tanques que contengan sustancias orgánicas volátiles deben ser manejados adecuadamente para evitar posibles incendios o explosiones.
- El diseño de los tanques debe contemplar el control de presión atmosférica y de las fluctuaciones de la temperatura. Así mismo, reducir el potencial corrosivo del material metálico que contiene la estructura del tanque, mediante la protección catódica, bandas sintéticas bajo el tanque, etc.
- Los tanques deberán estar protegidos contra la incidencia externa del viento, temperatura, lluvia, etc.) y mantener su integridad física.
- Los tanques deben estar identificados con información que facilite la seguridad y el manejo apropiado de los desechos. Su identificación se basa en básicamente, en el nombre del desecho, su composición y

estado físico, sus propiedades (riesgo), nombre de la actividad o proceso generadora del desecho y la localidad, y la fecha de inicio del llenado del tanque.

Almacenamiento en empaques a granel

Suelen ser apropiados para el manejo de desechos de baja toxicidad y sin contenido líquido, por ejemplo, suelo con aceites contaminados. Los requerimientos generales para su manejo son, entre otros, los siguientes:

- Deben estar ubicados en lugares secos, que no halla riesgo de que el agua penetre dentro de ellos.
- El fondo del empaque y sus paredes deben estar protegidos por membranas impermeables o bandas sintéticas, a fin de evitar una rotura y posible precolación de sustancias.
- Cada empaque debe estar identificado con el nombre del desecho, sus propiedades, nombre de la actividad o proceso generadora del desecho y la localidad, y la fecha de inicio de almacenamiento.
- La base de los empaques deben estar en buenas condiciones y ser compatible con el tipo de desecho a disponer.
- Evitar mezclar diferentes tipos de desechos dentro de un mismo empaque.

V.2.3.6.- Implantación de la estructura organizativa responsable del plan de manejo.

Para llevar a cabo en forma eficiente y eficaz un plan de manejo de residuos y desechos se debe contar con una estructura organizativa responsable que se cumplan los lineamientos y procedimientos de manejo. Los entes involucrados en un plan de manejo son: generadores, manejadores y gerencias de apoyo (SIAHO, logística, mantenimiento, entre otras).

Lineamientos para el manejo de residuos y desechos.

En esta sección se presentará como se debe llevar el plan para poder cumplir con lo establecido en el mismo. A título de ejemplo se presenta la Figura 18.

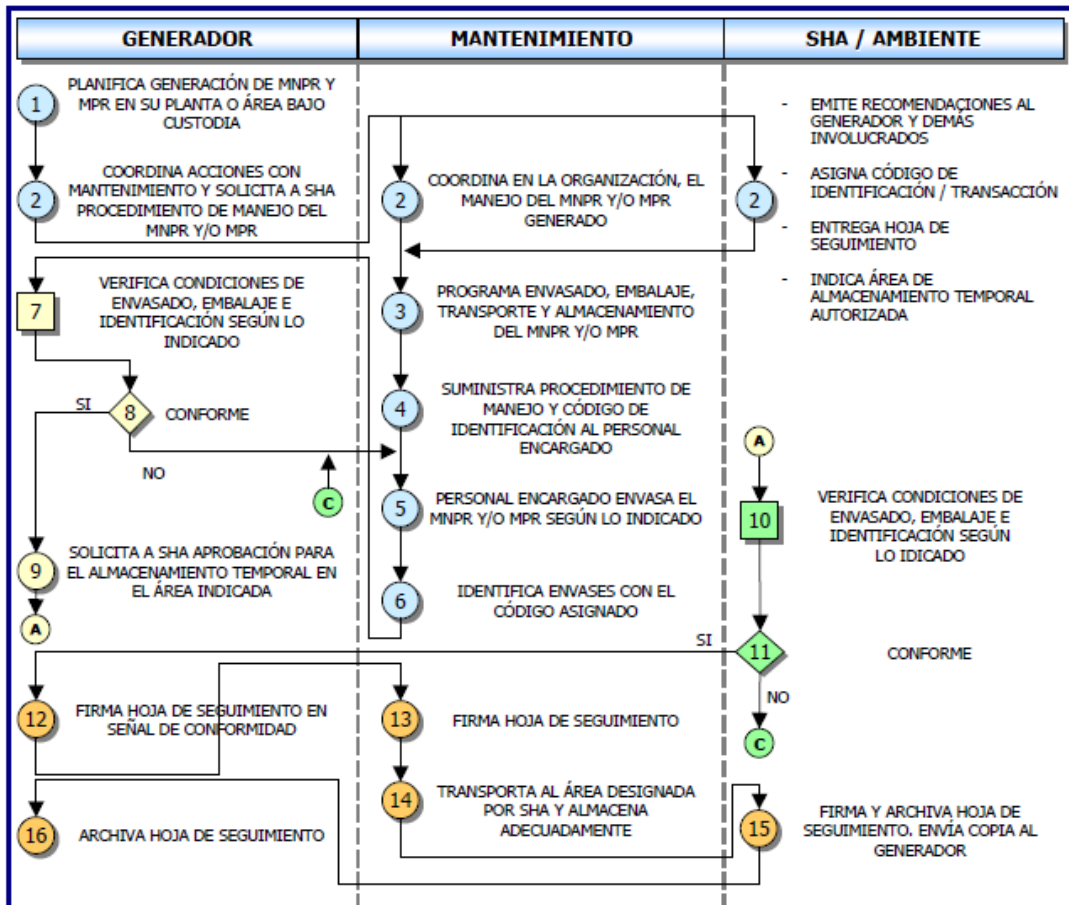


Figura N° 19. Flujograma General del Manejo de Residuos y Desechos

Fuente: "Procedimiento para el Manejo de Materiales Peligrosos Recuperables (MPR) y Desechos Peligrosos (DP) generados en el Refinería". Procedimiento N° SI.524, Rev. 00, Fecha: 30/05/2002. Centro de Refinación Paraguaná 2002.

V.3.- IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS POR LA GENERACIÓN Y EL MANEJO DE LOS DESECHOS Y RESIDUOS EN LA PERFORACIÓN DIRECCIONAL

Haciendo referencia a los cambios, alteraciones y modificaciones del medio físico, biológico y sociocultural que podrían ocurrir al originarse los desechos y residuos y al realizar las prácticas de manejo de los mismos, se pueden describir en el cuadro 35 las actividades generadoras de impactos y su afectación al medio físico – natural y sociocultural.

Asimismo cabe destacar que el cuadro 35 sólo presenta las afectaciones que pueden producirse por el manejo de los desechos y no incluye los impactos generados en todas las etapas de la perforación direccional, ya que, no corresponden al tema central de estudio.

Un estudio realizado por la Corporación Venezolana de Petróleo CVP (2011) tomó un total de 312 pozos perforados en el área de la Faja Petrolífera del Orinoco, usando un diseño direccional/Horizontal (3 secciones) y lodo de perforación base agua, calculando un promedio de la longitud y el diámetro de cada una de las secciones del pozo tal como se muestra en la figura 19.

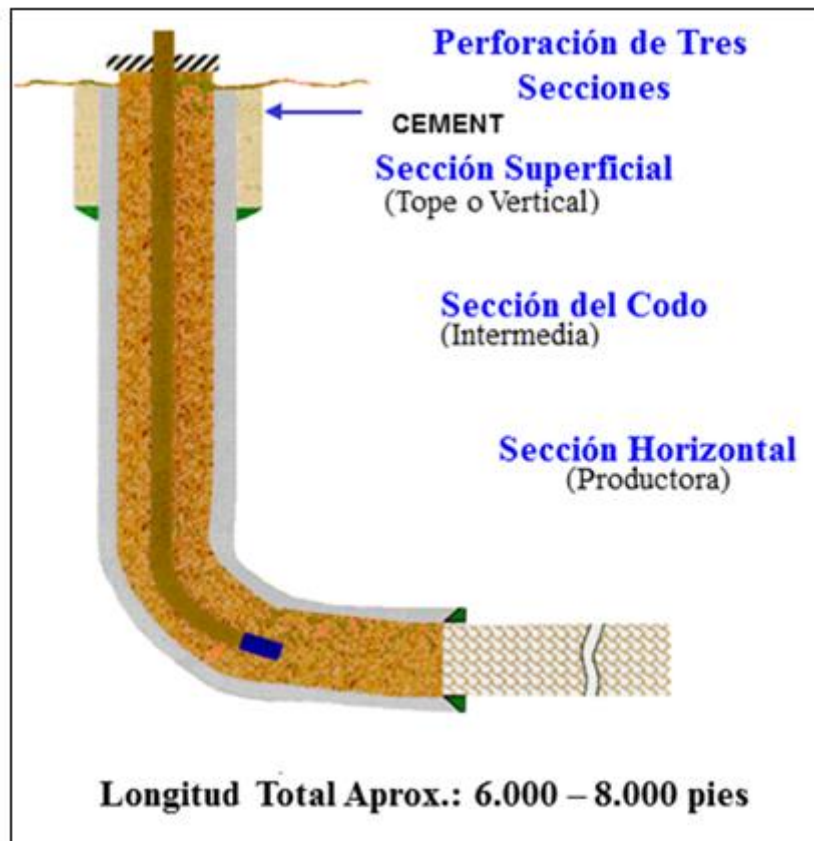


Figura Nº 20. Diseño de pozo Horizontal en la Faja Petrolífera del Orinoco

Fuente: CVP (2011)

De los 312 pozos perforados usados en el estudio se obtuvo un promedio de los lodos de perforación usados y de los ripios generados en cada una de las secciones del pozo, entre los cuales podemos cuantificar:

RIPIOS DE PERFORACION (2,350 bbls/pozo)

- Sección Superficial (560 bbls/pozo)
- Sección Intermedia o Codo (920 bbls/pozo)
- Sección Horizontal (870 bbls/pozo)

LODOS DE PERFORACION (3,900 bbls/pozo)

- Sección Superficial (1.000 bbls/pozo)
- Sección Intermedia o Codo (1.100 bbls/pozo)
- Sección Horizontal (1.800 bbls/pozo)

Para poder obtener un estudio de impacto ambiental aproximado se debe conocer el total de pozos que se van a perforar en cada uno de los 5 bloques del área Carabobo, ya que, conociendo el número de pozos se puede obtener un promedio del volumen de ripios que se van a generar.

Por otra parte, se debe mencionar que el estudio realizado por la CVP sólo menciona los ripios de perforación, y no hace referencia a los otros residuos y desechos generados por las actividades de perforación direccional en la Faja del Orinoco.

Cuadro N° 35. Impactos identificados por la generación y manejo de desechos en la perforación direccional.

Actividad			Impactos	
Etapas	Fases	Etapas	Medio Físico-Natural	Medio Sociocultural
Perforación	Manejo de los residuos y desechos petrolizados	<ul style="list-style-type: none"> Recepción / Registro de Desechos en el Centro de Tratamiento Temporal de Residuos. Almacenamiento Temporal. Muestreos y Análisis. Tratamientos. Monitoreo. Mantenimiento de las instalaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> Contaminación de los suelos. Alteración de la calidad de las aguas subterráneas. Incremento de los niveles de ruidos. Afectación de la calidad del aire. 	<ul style="list-style-type: none"> Afectación de la cotidianidad. Riesgo de accidentes laborales. Riesgo sobre la salud de los trabajadores. Deterioro de la vialidad por tránsito de vehículos, maquinarias y equipos. Afectación temporal del normal tránsito vehicular. Incremento del riesgo de accidentes de tránsito. Aportes a la economía local. Aumento en la demanda de servicios. Expectativas de empleos. Generación de empleos.
	Transporte de los Residuos de Perforación, Desechos y Efluentes	<ul style="list-style-type: none"> Transferencia desde los tanques hasta la instalación temporal para procesamiento de los desechos (lodos y ripios). Transferencia de las agua de producción a facilidades de inyección existentes. Transferencia del exceso de cemento a fosas de préstamos. Transporte de desechos sólidos domésticos y aguas sanitarias. Transporte de residuos industriales peligrosos. Transporte de residuos y desechos petrolizados hasta el Centro de Tratamiento Temporal de Residuos 	<ul style="list-style-type: none"> Contaminación de los suelos. Incremento de los niveles de ruidos. Afectación de la calidad del aire. 	<ul style="list-style-type: none"> Riesgo de accidentes laborales. Riesgo sobre la salud de los trabajadores. Deterioro de la vialidad por tránsito de vehículos, maquinarias y equipos. Afectación temporal del normal tránsito vehicular. Incremento del riesgo de accidentes de tránsito. Aportes a la economía local. Aumento en la demanda de servicios. Expectativas de empleos. Generación de empleos.

FUENTE: ECODESARROLLO 2000. 2011. Modificado por Carlos Hernández

CONCLUSIONES

- La información obtenida por parte del Ministerio del Poder Popular para el Ambiente sobre la generación y manejo de desechos generados por actividades de perforación direccional en la Faja Petrolífera del Orinoco fue suficiente para desarrollar plenamente el trabajo, debido a que éste organismo es el ente oficial en Venezuela encargado de manejar las normas y regulaciones en materia ambiental y cuenta con toda la documentación vigente sobre las prácticas de manejo de desechos , incluyendo la información sobre el manejo que realizan las empresas petroleras y de servicios que operan en el área de estudio.
- El análisis de la sensibilidad ambiental sirve para determinar cuáles son los componentes ambientales con mayor sensibilidad a manifestar cambios de tipo estructural, espacial y temporal como consecuencia de una perturbación por la actividad petrolera.
- Para identificar los residuos y desechos generados por actividades de perforación direccional de pozos petroleros en la faja Petrolífera del Orinoco se deben considerar criterios como: origen, naturaleza y grado de riesgo, así como la cuantificación y frecuencia de generación en las diferentes etapas de la perforación.
- Para obtener las mejores prácticas en el manejo de los desechos producidos por la actividad de perforación direccional de pozos petroleros cada uno de éstos debe ser clasificado de manera independiente en cuanto a la peligrosidad y cada etapa del proceso se debe manejar de manera individual hasta su disposición final. Cada desecho o residuo presenta un manejo diferente.

RECOMENDACIONES

- Para el manejo de desechos se recomienda hacer un plan de emergencia y contingencia que permita identificar los riesgos inherentes a la naturaleza de sus operaciones, estableciéndose mecanismos que permitan reducir la ocurrencia de eventos lesivos para la salud humana, el ambiente y las instalaciones así como coordinar con mayor flexibilidad las acciones de respuesta dirigidas a reducir los daños una vez que ocurran estos eventos.
- Hacer un plan de supervisión que le permitirá al Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (MPPA) y a PDVSA, el seguimiento y control en la ejecución de las medidas recomendadas en el Estudio de Impacto Ambiental y Sociocultural (EIASC) de proyectos de perforación de pozos petroleros.
- Hacer un plan de seguimiento ambiental para identificar cambios atribuibles a proyectos de perforación petrolera, y verificar el cumplimiento de los parámetros de calidad ambiental establecidos en la normativa ambiental vigente, tal como lo establece el artículo 3 del Decreto N° 1.257 de las Normas sobre evaluación ambiental de actividades susceptibles de degradar el ambiente publicado en la gaceta oficial N° 35946 del 25 de Abril de 1996.
- Al momento de replantar las áreas deforestadas se debe hacer con vegetación propia de la zona, ya que si se incorporan especies de plantas ajenas al lugar se produce un rechazo por parte de la fauna existente creando un desequilibrio asociado a un impacto ambiental negativo.

REFERENCIAS

[1] Díaz, P. y Méndez, A. (2007). Fundamento teórico práctico de perforación de pozos, problemas de hoyo, perforación direccionada, revestimientos, cementación y nuevas tecnologías. Tesis de pregrado. Universidad Central de Venezuela. Caracas.

[2] Gamboa, A y Gonzales, T. (2003). Determinación de la productividad máxima en pozos horizontales en función de la longitud o sección horizontal. Trabajo especial de grado. Universidad Central de Venezuela. Caracas

[3] M.I. (2001). Drilling fluids Engineering Manual.

[4] Guzmán, D. (2009). Lodos de perforación. [Consulta: 2013, Febrero 15]. Disponible en: <http://www.slideshare.net/daviddesing/semana2-fluidos-de-perforacion>.

[5] PDVSA. (Sin fecha). Aditivos para los fluidos de perforación. [Consultado: 2013, Febrero 28]. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/56618252/Aditivos-Para-los-Fluidos-de-Perforacion>.

[6] Hache, C. (2004). Manejo de desechos de perforación petrolera. Anzoátegui. Venezuela.

[7] Cuevas, M. y Silva, H. (2010). Guía para el manejo ambiental de las actividades y descargas operacionales en las instalaciones de exploración y producción de hidrocarburos costa afuera. Tesis de pregrado. Universidad Central de Venezuela. Caracas.

[8] Alfaro, L. (2009). Diseño de un centro de tratamiento y disposición de desechos producidos por la actividad de perforación petrolera en las regiones de Tomoporo y Tiajuana. Tesis de pregrado. Universidad Rafael Urdaneta. Maracaibo. Venezuela.

[9] ARPEL. (Sin fecha). Tratamiento y eliminación de desperdicios de perforación de exploración y producción. Montevideo. Uruguay. De Viana J.

[10] Quiroz, F (2003). Elaboración de un método de evaluación del sistema de control de sólidos, basado en una nueva definición de los objetivos funcionales de los equipos y en un nuevo concepto de eficiencia. Tesis de pregrado. Universidad Central de Venezuela. Caracas.

[11] MISWACO. (2004). Curso de control de sólidos. [Consulta: 2013, Marzo 01]. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/7391632/Curso-Control-de-Solidos>

[12] Sanabria, M. (2010). Evaluación de las prácticas de manejo de rípios de perforación en la Faja Petrolífera del Orinoco. Tesis de pregrado. Universidad Central de Venezuela. Caracas.

[13] Nápoles, J. y Abalos, A. (Sin fecha). Biorremediación de sistemas contaminados con xenobióticos. Trabajo de grado. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba. [Consultado: 2013, Febrero 15]. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/52116760/6>

[14] Infante, C. (2001). Biotratamiento de áreas impactadas por crudo por medio de Intebios y Biorize. Interciencia.

[15] Ameiven (2002). Estudio ambiental instalación y operación del centro de tratamiento y recuperación de desechos. Arocha A u otros.

[16] Veracierta, Luis. (2006). Evaluación de las técnicas realizadas por el centro de tratamiento y recuperación de desechos en el campo Hamaca, estado Anzoátegui. Tesis de pregrado. Universidad de Oriente. Núcleo Monagas. Maturin.

[17] Ingepet. (1999). Aplicación de la tecnología de la molienda de ripios de perforación, en la preservación ambiental de las áreas petroleras del oriente venezolano. Oscar o. [Consultado: 2013, Febrero 16]. Disponible en: http://www.ingepet.com/form_trabajos.asp

BIBLIOGRAFÍA

Alfaro, L. (2009). **Diseño de un centro de tratamiento y disposición de desechos producidos por la actividad de perforación petrolera en las regiones de Tomoporo y Tiajuana.** Tesis de pregrado. Universidad Rafael Urdaneta. Maracaibo. Venezuela.

Arias, F. (1999). **El Proyecto de Investigación: Guía para su elaboración. 3era edición.** Caracas. Editorial: Episteme.

Aristiguieta, L. 1973. **Familias y Géneros de los Árboles de Venezuela.** Instituto Botánico. MAC. Caracas, Venezuela.

ARPEL. (Sin fecha). **Tratamiento y eliminación de desperdicios de perforación de exploración y producción.** Montevideo. Uruguay. De Viana J.

Balestrini A., M. (1998). **Como se Elabora un Proyecto de Investigación.** Editorial: Venezuela.

Barrio Amorós, C. L. 1998. **Sistemática y Biogeografía de los Anfibios (AMPHIBIA) de Venezuela.** Acta Biologica Venezuelica 18(2): 1-93.

Bisbal E., F. J. 1988. **Impacto humano sobre los hábitats de Venezuela.** Interciencia 13(5): 226-232.

Boher B., S. y Ojasti, J. 1985. **Sobre la mastofauna de Anzoátegui Central. 1. Fauna regional.** Resúmenes Convención Anual AsoVac. Mérida. p. 39.

Consultado: 02 de Marzo del 2013 Disponible en:

<http://www.semarnat.gob.mx/transparencia/transparenciafocalizada/impactoambiental/Paginas/impactoambiental.aspx>

Cuevas, M. y Silva, H. (2010). **Guía para el manejo ambiental de las actividades y descargas operacionales en las instalaciones de exploración y producción de hidrocarburos costa afuera**. Tesis de pregrado. Universidad Central de Venezuela. Caracas.

ENSO FOREST DEVELOPMENT LTD, 1994. **La Clave del Éxito para la Reforestación**. Imatra, Finlandia.

Ewel, J. J., A. Madriz & J. A. Tosi, Jr. 1976. **Zonas de Vida de Venezuela**. Segunda Edición. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura y Cría. Caracas. 265 p.

Fundación para la Defensa de la Naturaleza (FUDENA). 2003. **ECOLLANOS: Sistema de información ambiental de los llanos de Venezuela**. FUDENA – GEF, Caracas.

Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela No. 39.074 del 5 de Diciembre del 2008. Obtenida el 16 de Febrero del 2013, de <http://www.tsj.gov.ve/gaceta/diciembre/051208/051208-39074-14.html>

Ginés, Hno. 1959. **Familia y género de anfibios - Amphibia - de Venezuela**. Memoria Sociedad Ciencias Naturales La Salle 19(53): 85-146.

González V. (1987). **Los morichales de los Llanos Orientales. Un enfoque ecológico**. Corcoven. Caracas

La Constitución Bolivariana de Venezuela. Ediciones Juan Garay. Enero 2001. Reedición.

LAGOVEN S. A., Mobil y VEBA OEL-Ingeniería Caura. 1997 “**Evaluación Ambiental Específica.** Etapa de Producción. Campo Cerro Negro”.

Ley de Diversidad Biológica. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela No. 5.468 Extraordinario del 24 de Mayo del 2000.

Ley de Protección de la Fauna Silvestre. Gaceta Oficial de la República de Venezuela No. 29.289 del 11 de agosto de 1970.

Ley de Protección y Defensa del Patrimonio Cultural. Gaceta Oficial de la República de Venezuela No. 4.623 Extraordinario del 03 de Noviembre de 1993.

Ley No. 55. Ley sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela No. 5.554 Extraordinario del 13 de Noviembre de 2001.

Ley Orgánica de Hidrocarburos. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela No. 37.323 de fecha 13 de Noviembre de 2001.

Ley Orgánica del Ambiente. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela No. 5.833 Extraordinaria del 22 de Diciembre del 2006.

Ley Penal del Ambiente. Gaceta Oficial de la República de Venezuela No. 4.358 Extraordinario del 03 de Enero de 1.992.

Marin, G., L. Bastides, J. Muon, O. Olivares, R. Navarro & B. Marciano. 2007. **Perfil ecológico de la avifauna de los llanos orientales en función de los impactos entrópicos.** Interciencia 32(6): 391-395.

Mikaty, M. (2009). **Instructivo para la Presentación de Tesis de Pregrado, Postgrado, Doctorados y Trabajos de Ascenso.** Universidad Central de Venezuela Facultad de Ingeniería. Caracas.

Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (MARN). 1990. **Diagnóstico de la fauna silvestre en las plantaciones de Pino Caribe ubicadas al sur del Estado Monagas. Informe Técnico Final para C.V.G., Productos Forestales de Oriente, C. A. E I Merey, Estado Monagas, Venezuela.**

Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (MARN). 1999. **Principales problemas ambientales en Venezuela.** Fundación de Educación Ambiental y Fundación Polar, Caracas.

Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (MARN). 1999. **Principales problemas ambientales en Venezuela.** Fundación de Educación Ambiental y Fundación Polar, Caracas.

Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (MARN). 2003. **Estudio de caracterización e inventario de la fauna silvestre y acuática en la zona de operaciones petroleras de la Empresa PECOM Bloques ACEMA – MATA, Estados Monagas y Anzoátegui. Maturín, Estado Monagas, Venezuela.**

Ministerio del Poder Popular para el Ambiente-Laboratorio Nacional e Hidráulica. Marzo. 2010. **“Estudio para el aprovechamiento de los recursos hídricos en la Faja Petrolífera del Orinoco”**. Informe de avance N°2. Tomo I Aguas Superficiales. Tomo II Aguas Subterráneas y Tomo III Demandas de Agua.

Norma Venezolana Covenin 2670 y 3402. Materiales Peligrosos. **Guía de respuesta de emergencias e incidentes o accidentes con materiales peligrosos y directrices para la atención de incidentes y accidentes**. 3era revisión del año 2001.

Norma Venezolana Covenin 3058. **Materiales Peligrosos. Guía de respuesta a emergencia que debe acompañar la guía de despacho del transportista**. 1era revisión del año 2002.

Norma Venezolana Covenin 3059. **Materiales Peligrosos. Requisitos mínimos que debe cumplir la hoja de datos de materiales no radiactivos**. 1era revisión del año 2002.

Norma Venezolana Covenin 3060. Materiales Peligrosos. **Clasificación, Símbolos y Dimensiones de Señales de Identificación**. 1era revisión del año 2002.

Norma Venezolana Covenin 3061. Materiales Peligrosos. **Guía para el entrenamiento de personas que manejan, almacenan, y/o transportan materiales peligrosos**. 1era revisión del año 2002.

Normas para el Control de la Recuperación de Materiales Peligrosos y el Manejo de los Desechos Peligrosos. Decreto 2635. Gaceta oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 5245 de fecha 03 de abril de 1998.

Normas para la Clasificación y Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes Líquidos. Decreto 833. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela No. 5.021 Extraordinario, de fecha 18 de diciembre de 1995.

Normas para la Evaluación Ambiental de Actividades Susceptibles de Degradar el Ambiente. Decreto 1257. Gaceta oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 35946 de fecha 25 de Abril de 1996

Normas Sobre la Calidad del Aire y Control de la Contaminación Atmosférica. Decreto N° 638. Gaceta oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 4899 de fecha 19 de mayo de 1995.

Operadora Cerro Negro- PROCONSULT C. A. 2000. **“Acciones para la inserción socioeconómica del Proyecto Cerro Negro”**. Caracas.

PDVSA, Ingeniería y Gestión Ambiental. 2004. **Estudio de Impacto Ambiental Proyecto San Cristóbal, Fase T. Caracterización Ambiental.** Petróleos de Venezuela, S.A. Caracas.

PDVSA-CVP-CPDI-ECODESARROLLO 2000. 2006 **“Estudio de Impacto Ambiental y Sociocultural Construcción y Perforación de 11 Pozos Estratigráficos, Área Carabobo, Bloque Carabobo, Estados Anzoátegui y Monagas”** elaborado por en julio para Proyecto MAGNA RESERVA.

PETROCARABOBO-PROCONSULT, C.A. 2011. **Estudio de Impacto Ambiental y Sociocultural del Proyecto de Levantamiento Sísmico 3D Carabobo 1 Norte y Central.** Área Carabobo. Faja Petrolífera del Orinoco. Caracas.

PROFORCA-PROCONSULT C. A .1991. **“Impacto Ambiental Programa de Desarrollo Forestal del Oriente de Venezuela, Segunda etapa (PRODEFOR II)”** .Caracas.

Sanabria, M. (2010). **Evaluación de las prácticas de manejo de rios de perforación en la Faja Petrolífera del Orinoco.** Tesis de pregrado. Universidad Central de Venezuela. Caracas.

SEMARNAT (2012). **Impacto ambiental y tipos.** Distrito Federal. México.

Twynan, A Melchor. (1998). **Operating in Environmentally Sensitive Areas: International Operators Perspective of Overcoming the Challenge of Waste Management in Eastern Venezuela.** Caracas. Paper SPE 46599.

Universidad Central de Venezuela. 2007. **Evaluación sistémica de las condiciones socio-ambientales en el Área de Producción del Distrito San Tomé, División Oriente. Informe Final.** Instituto de Zoología Tropical e Instituto de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias y Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA). Caracas. 776 p.

Universidad Central de Venezuela. 2008. **Evaluación sistémica de las condiciones socio-ambientales en el Área de Junín de la Faja Petrolífera del Orinoco a Escala 1:100.000. Informe Final.** Instituto de Zoología Tropical e Instituto de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias y Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA). Caracas.