

**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
CENTRO DE ESTUDIOS DEL DESARROLLO (CENDES)**

**EVALUACIÓN DE IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA ENDRILL PARA  
EL TRATAMIENTO DE RIPIOS DE PERFORACIÓN EN LOS POZOS DE  
PDVSA DISTRITO PUNTA DE MATA ESTADO MONAGAS, VENEZUELA.**

Autor: Ing. Deliana Cabello

Trabajo que se presenta para optar al grado de  
Especialista en Evaluación de Impacto en Salud y Ambiente

Tutor: Ing. M.Sc. Mauricio Ramos

**Caracas, Febrero 2012**

## **DEDICATORIA**

*A mi esposo Jesus Armando por brindarme su apoyo incondicional, por su ejemplo de constancia y por ser el compañero de mi vida, te amo mi vida.*

*A mis Padres Ruben y Adelia, por dedicarme toda su vida, por enseñarme los principios y valores que me han permitido desarrollarme como persona y profesionalmente, son mi mayor ejemplo.*

*A mis hermanos Ruben Dario y Patricia por ser los mejores hermanos del mundo y por su amor incondicional.*

*Gracias a Dios por tenerlos a mi lado.*

**Deliana C.**

## **AGRADECIMIENTOS**

*A Dios, por guiarme en todo momento y permitirme alcanzar esta meta.*

*A mi tutor Ing. Mauricio Ramos Álvarez, por su tiempo, por ponerme a la disposición todo el material y brindarme sin reservas todos sus conocimientos sobre el tema.*

*A mi familia por estar siempre a mi lado, eternamente agradecida por su amor y apoyo incondicional.*

**Deliana C.**

**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
CENTRO DE ESTUDIOS DEL DESARROLLO**

**“Evaluación de Impacto de la Tecnología Endrill para el  
tratamiento de rипios de perforación de los pozos de PDVSA Distrito  
Punta de Mata estado Monagas, Venezuela”**

**Autor: Ing. Deliana Cabello**

**Tutor: MSc. Ing. Mauricio Ramos Álvarez**

**Fecha: Febrero 2012**

**RESUMEN**

La presente investigación se realizó en los Centros de Tratamiento de Ripios de Perforación ubicados en la jurisdicción de los Municipios Santa Bárbara, Aguasay, Cedeño y Ezequiel Zamora del Estado Monagas, Venezuela, durante el período 2010-2011, con el objetivo general de evaluar el Impacto Tecnológico de la implantación de la tecnología Endrill para el tratamiento de los rипios base aceite. Esta tecnología promueve el tratamiento de los rипios en línea con su producción, su estabilización y encapsulamiento, sin lixiviación y su disposición es ambientalmente segura, la cual surge como respuesta alternativa a la técnica de Biotratamiento. El estudio corresponde a una investigación de campo no experimental de nivel descriptivo. En principio, se describieron los aspectos teóricos de la perforación y las tecnologías de tratamiento de rипios de perforación, la caracterización físico natural del área de estudio y la identificación de la normativa legal aplicable. Se aplica luego un diagnóstico del estado actual de las tecnologías de tratamiento de rипios en el Distrito Punta de Mata, utilizando un cuestionario diseñado para tal fin. Seguidamente, se determinó la necesidad de implantar la tecnología Endrill en el tratamiento de los rипios base aceite, utilizando una metodología basada en los fundamentos teóricos de Hetman denominada *“Matriz de Indicadores de necesidades de introducir la tecnología Endrill para el tratamiento de los rипios base aceite de perforación de pozos en el Distrito Punta de Mata.* Finalmente, se analizaron comparativamente, los beneficios y efectos indeseados de la implantación de esta tecnología a implantar para el tratamiento de rипios. Entre las principales conclusiones se tiene que de acuerdo a la evaluación de los aspectos sociales, físico naturales, jurídicos, económicos, y de seguridad contemplados para las tecnologías de Biotratamiento y Endrill, la puntuación resultó ser más beneficiosa para la instalación de la tecnología Endrill; también se demostraron los beneficios de la implantación de la tecnología Endrill para el tratamiento de los rипios base aceite, tal como: el reuso del material, cumplimiento de normativa legal vigente, superando los efectos y resistencias que la misma tecnología conlleva. Todo esto muestra un impacto positivo para que esta tecnología sea aplicada en el Distrito Punta de Mata. Palabras Claves: Biotratamiento, Evaluación de Impacto Tecnológico, Tecnología Endrill, Ripios Base Aceite.

## INDICE GENERAL

Contraportada.....	i
Constancia de Aprobación.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Resumen .....	v
Índice General.....	vi
Lista de Tablas.....	viii
Lista de Figuras.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	01
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1 Contextualización y Planteamiento del Problema.....	03
1.2 Objetivos de la investigación.....	11
1.2.1 Objetivo general.....	11
1.2.2 Objetivos específicos.....	11
1.3 Justificación.. ..	12
1.4 Delimitación de la Investigación.....	13
1.4.1Caracterización físico natural del área de estudio.....	15
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	
2. 1 Antecedentes Bibliográficos de la Investigación.....	24
2. 2 Bases Teóricas.....	25
2.2.1 Evaluación de Impacto Tecnológico.....	26
2.2.2 Micro Evaluación de Impacto Tecnológico.....	27
2.2.3 Marcos Conceptuales de la Evaluación de Impacto Tecnológico.....	28
3.1 Descripción de la Construcción de Pozos de Perforación.....	33
3.1.1 Características de los Pozos en el Distrito Punta de Mata del Estado Monagas.....	41
3.1.2 Características de los Fluidos de Perforación.....	42
3.1.3 Estratigrafía y Sedimentología en el Área Norte de Monagas.....	44
4. 1 Descripción de las Tecnologías de Tratamiento de Ripios... ..	47
4.1.1 Descripción de la Tecnología de Biotratamiento (INTEBIOS).....	47
4.1.2 Descripción de la Tecnología Estabilización y Solidificación (Endril).....	58
4.1.3 Descripción de la Tecnología de Desorción Térmica.....	70
4.1.4 Descripción de la Tecnología de Incineración.....	74
5. 1 Marco Legal Ambiental Aplicable a las Actividades de Manejo y Tratamiento de Ripios de Perforación de Pozos Petroleros....	78

5.1.1 Convenios o Tratados Internacionales.....	78
5.1.2 Marco Jurídico Venezolano.....	79
<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>	
3.1 Diseño de la Investigación.....	98
3.2 Tipo y Nivel de la Investigación.....	98
3.3 Población y/o Muestra.....	101
3.4 Fases de la Investigación.....	101
3.5 Operacionalización de las Variables.....	106
3.6. Instrumentos de Recolección de Datos.....	109
3.7 Validez y Confiabilidad del Instrumento.....	113
<b>CAPÍTULO IV. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	
4.1 Resultados del cuestionario aplicado a los actores sociales vinculados al tratamiento de rípios base aceite de perforación de pozos petroleros del Distrito Punta de Mata.....	115
4.2 Diagnostico de la aplicación de la tecnología de Biotratamiento en los Centros de Tratamiento de Desechos Peligrosos.....	128
4.2.1. Determinación de los Impactos Ambientales presentes durante el Tratamiento de los Rípios Base Aceite a través de la Tecnología de Biotratamiento.....	132
4.3 Resultados sobre la Determinación de la Necesidad de Implantación de la Tecnologías Endrill para el Tratamiento de Rípios Base Aceite en el Distrito Punta de Mata.....	134
4.4 Resultados de la Comparación entre los Beneficios (apoyos) y efectos (Resistencias) de la Implantación de una nueva tecnologías (Endrill) para el tratamiento de los rípios de los pozos de PDVSA.....	138
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
Conclusiones.....	141
Recomendaciones.....	143
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	144
<b>ANEXOS.....</b>	148
A. Reportes emitidos por la Dirección de Hidrología y Meteorología, Sistema Nacional de Información Hidrológica y Meteorológica (SINAIHME) Estación Maturín, Junio de 2010.....	149
B. Cuestionario para el diagnóstico del tratamiento de los rípios base aceite de perforación de pozos en el Distrito Punta de Mata.....	154
C. Lista de Chequeo para el Diagnóstico de los Centro de Tratamiento de desechos.....	158
D. Diagrama Causa – Efecto del Tratamiento de Rípios Base Aceite por la Tecnología de Biotratamiento en los Centros de Tratamiento de Desechos.....	159

## LISTA DE TABLAS

N°	Título	Pág.
01	Precipitación Estación Tejero 2007-2009.....	16
02	Principales especies animales presentes en el área de estudio.....	20
03	Población y vivienda, según Municipio, Censo 2001.....	22
04	Actores sociales involucrados en la evaluación de impacto tecnológico para rípios base aceite. Intereses y roles.....	23
05	Funciones de la Tecnología en los diferentes modelos de EIT.....	30
06	Propiedades de los fluidos de perforación (Distrito Punta de Mata).....	43
07	Plan de monitoreo en el Biotratamiento.....	55
08	Propiedades Geomecánicas.....	62
09	Características de muestras, acorde al decreto 2.635, Art. 49.....	63
10	Resultados de los ensayos de lixiviación, rípio encapsulado prueba auditada.....	64
11	Características de los materiales estabilizantes.....	65
12	Cantidad de equipos mínimos requeridos para el tratamiento de rípios con desorción térmica.....	71
13	Diseño de la Investigación.....	100
14	Operacionalización de la variable "Aspectos teóricos de la perforación de pozos y tecnologías de tratamiento de rípios".....	106
15	Operacionalización de la variable "Caracterizar los aspectos físico naturales del área donde se ubican los Centros de tratamiento de rípios base aceite de perforación de pozos petroleros del Distrito Punta de Mata".....	106
16	Operacionalización de la variable "Determinar el marco legal aplicable al tratamiento de rípios base aceite de perforación de pozos petroleros.....	107
17	Operacionalización de la variable "Diagnostico de la situación actual del tratamiento de rípios base aceite en el distrito Punta de Mata".....	107
18	Operacionalización de la variable "Necesidad de introducción la tecnología Endrill en el tratamiento de rípios base aceite de la perforación de pozos petroleros en el Distrito Punta de Mata".....	108
19	Operacionalización de la variable "Beneficio y efectos de la introducción de la tecnología Endrill".....	108

20	Rangos y valores de la Condición del Centro de Tratamiento.....	110
21	Matriz de indicadores de Necesidad para el Uso de la tecnología Endrill en el Distrito Punta de Mata.....	111
22	Matriz de beneficios (apoyos) y efectos (resistencias) de la implantación de la tecnología Endrill en el tratamiento de rípios base aceite de perforación de pozos petroleros en el Distrito Punta de Mata.....	112
23	Representación porcentual del número de personas encuestadas.....	115
24	Resultados del cuestionario aplicado a los actores sociales vinculados con el tratamiento de rípios de perforación en el Distrito Punta de Mata.....	116
25	Distribución porcentual de las frecuencias absolutas sobre el uso de la tecnologías de Biotratamiento para el tratamiento a los rípios de perforación de pozos petroleros.....	117
26	Distribución porcentual de las frecuencias absolutas sobre el cumplimiento con la normativa ambiental en la aplicación de la tecnología de Biotratamiento para el tratamiento a los rípios base aceite de perforación de pozos petroleros.....	118
27	Distribución porcentual de las frecuencias absolutas sobre la afectación de los suelos por la aplicación de la tecnología de Biotratamiento a los rípios base aceite de perforación de pozos.....	119
28	Distribución porcentual de las frecuencias absolutas sobre la afectación de las aguas subterráneas por la aplicación de la tecnología de Biotratamiento a rípios base aceite de perforación de pozos.....	120
29	Distribución porcentual de las frecuencias absolutas sobre afectación sobre las aguas superficiales de la aplicación de la tecnología de Biotratamiento a los rípios base aceite de perforación de pozos petroleros.....	121
30	Distribución porcentual de las frecuencias absolutas sobre la afectación a la fauna por la aplicación de la tecnología Biotratamiento a los rípios base aceite de perforación de pozos petroleros.....	122
31	Distribución porcentual de las frecuencias absolutas sobre la afectación a la población en la aplicación de la tecnología Biotratamiento a los rípios base aceite de perforación de pozos petroleros.....	123
32	Distribución porcentual de las frecuencias absolutas sobre	

	las acciones para mitigar los efectos de la aplicación de la tecnología de Biotratamiento.....	132
33	Distribución porcentual de las frecuencias absolutas sobre la aplicación de una nueva tecnología como es la tecnología Endrill para el beneficio de la población.....	125
34	Distribución porcentual de las frecuencias absolutas con relación a la aplicación de otra tecnología como es la tecnología Endrill para el tratamiento de rípios base aceite en el Distrito Punta de Mata.....	126
35	Valor de los criterios de evaluación.....	128
36	Rangos y valores de la condición del los Centros de Tratamiento.....	128
37	Diagnostico de los Centros de Tratamiento de Desechos....	130
38	Resultados del diagnostico de la aplicación de la tecnología de Biotratamiento en los centros de Tratamiento.....	131
39	Matriz de indicadores de necesidad para el uso de una nueva tecnologías (la implantación de la tecnologías Endrill para el tratamiento de rípios base aceite en los pozos de PDVSA).....	134
40	Matriz de beneficios (apoyos) y efectos (resistencias) de la implantación de una nueva tecnologías, tecnologías Endrill para el tratamiento de rípios base aceite de perforación de pozos.....	139

## LISTA DE FIGURAS

N°	Título	Pág.
01	Ubicación Geográfica de los Centros de Tratamiento en los municipios Santa Barbara, Aguasay, Cedeño y Ezequiel Zamora del estado Monagas.....	14
02	Fotos de los Principales Ríos ubicados en el área de estudio.....	18
03	Fotos de la Vegetación del Área de Estudio.....	19
04	Diagrama mecánico del Pozo en el área Norte de Monagas.....	46
05	Esquema representativo de la tecnología INTEBIOS.....	49
06	Fotos del Biotratamiento.....	56
07	Esquema del proceso de la tecnología de Biotratamiento....	57
08	Fotos del tratamiento de ripio con Endrill, estado Barinas....	68
09	Esquema de proceso de la Tecnología Endrill.....	69
10	Fotos de los equipos de desorción térmica.....	72
11	Esquema de proceso de la tecnología desorción térmica.....	73
12	Procesos de incineración.....	76
13	Esquema de proceso de la tecnología de incineración.....	77

## INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años Petróleos de Venezuela Sociedad Anónima (PDVSA), empresa petrolera venezolana, ha venido realizando esfuerzos para garantizar el continuo desarrollo de sus operaciones en armonía con el ambiente. Sin embargo, el daño ambiental asociado a sus operaciones representa una amenaza a la calidad de vida de la población y al desarrollo de otras actividades económicas en el mediano y largo plazo. En este sentido el estado venezolano ha promulgado una serie de normas destinadas a la protección ambiental, a las cuales PDVSA debe dar cumplimiento. Esta investigación se centra en la realización de perforación de pozos petroleros, como una de las actividades de la cadena de producción de PDVSA, vista en el marco del cumplimiento del Decreto 2.635.

En esta actividad de perforación, el tratamiento de ripios ha transitado desde el uso de técnicas de floculación en taladros de perforación, pasando por el cambio de localizaciones secas (saneamiento de fosas), hasta llegar a la aplicación de tecnologías como estabilización y solidificación, desorción térmica, incineración. Esta ventana de oportunidades puede ser utilizada en la actualidad, gracias al empleo de la tecnología Endrill, que permite la transformación de los ripios de perforación base aceite en materiales con propiedades geomecánicas adecuados para su empleo en obras civiles, como rellenos de tierra, construcción de terraplenes de localizaciones y llenantes de mezclas asfálticas para vías de penetración secundaria en campos petroleros.

El presente trabajo de investigación está estructurado de la siguiente manera: el Capítulo I, contiene la contextualización y el planteamiento del problema, los objetivos generales y específicos, la justificación e importancia de la investigación, la delimitación del estudio y caracterización físico natural del área de estudio. En este capítulo se presenta la problemática actual de la aplicación de la tecnología de Biotratamiento en los Centros de Tratamiento de Desechos Peligrosos ubicados en los Municipios Santa Barbara, Aguasay, Cedeño y Ezequiel Zamora del Estado Monagas.

En el Capítulo II, referido al Marco Teórico, se presenta una breve reseña de trabajos de investigación que se han realizados en áreas directamente relacionadas con el tema abordado en la presente investigación como antecedentes bibliográficos. También se incluyen bases conceptuales sobre la Evaluación de Impacto Tecnológico, el proceso de perforación de pozos petroleros y las diferentes técnicas de tratamiento de ripsos base aceite, tales como: Biotratamiento (INTEBIOS), estabilización y solidificación (Endrill), desorción térmica e incineración.

Posteriormente, el Capítulo III contiene la Metodología de la Investigación, en el cual se presenta la estrategia metodológica para la obtención de los objetivos planteados, definiéndose como una investigación de campo, no experimental, la cual se desarrollará en cinco (05) fases en donde el investigador cumplirá con los objetivos trazados.

El capítulo IV contiene la presentación de los datos y el análisis de los resultados, y finalmente, se presenta el conjunto de conclusiones y recomendaciones.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 Contextualización y Planteamiento del Problema**

Petróleos de Venezuela Sociedad Anónima (P.D.V.S.A). es la corporación estatal de la República Bolivariana de Venezuela que se encarga de la Exploración, Explotación, Transporte, Almacenamiento, Refinación y Comercialización de los hidrocarburos, y tiene como objetivo desarrollar sus actividades de manera eficiente, rentable, segura, transparente y comprometida con la protección ambiental, con el fin último de motorizar el desarrollo armónico del país.

Exploración: Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para la búsqueda de hidrocarburos naturales, mediante la utilización de diversas técnicas geológicas, geofísicas y geoquímicas.

Explotación: Consiste en el conjunto de operaciones empleadas para traer a la superficie los hidrocarburos naturales, utilizando la energía natural del yacimiento (conocida como extracción primaria) o mediante la aplicación de otros métodos de extracción (denominada extracción adicional).

Transporte: Consiste en el conjunto de operaciones requeridas para llevar los hidrocarburos naturales y los productos obtenidos de su refinación a los sitios de almacenamiento o centros de consumo.

Almacenamiento: Consiste en la colocación y retención de los hidrocarburos naturales y productos de su refinación en depósitos en el suelo o en el subsuelo inmediato (tanques superficiales y subterráneos para guardar productos refinados). Se trata de una actividad que está muy relacionada con el transporte de hidrocarburos.

Refinación: Constituye el conjunto de operaciones unitarias físicas y químicas requeridas para separar y transformar los hidrocarburos, con el fin de obtener productos de determinadas especificaciones cuyas composiciones son hidrocarburos. Dentro del conjunto de operaciones unitarias se pueden mencionar las de adsorción, absorción, refrigeración, destilación y la de mezcla o manufactura, entre otras.

Comercialización: Está compuesto por la actividad de mercadeo interno y la de comercio internacional de hidrocarburos. El comercio exterior de hidrocarburos comprende la exportación de los mismos así como de los productos refinados y todas las actividades que le son inherentes. Esta fase del negocio petrolero es la más importante y constituye la operación que origina los ingresos para la industria de los hidrocarburos.

Esta empresa nacional realiza actividades que son consideradas como dañinas al ambiente por el decreto 1.257 "Normas sobre Evaluación de Actividades Susceptibles de Degradar el Ambiente". Esto ocurre en parte, por la cantidad de desechos peligrosos generados durante las operaciones, seguido del riesgo de derrames de crudo. En este sentido, es de vital importancia prevenir o minimizar los impactos ambientales durante sus operaciones, y a la vez, cumplir con la legislación ambiental vigente.

Como ejemplo de lo mencionado en el párrafo anterior, la actividad de perforación de pozos en el Distrito Punta de Mata del Estado Monagas consiste en la realización de procesos necesarios para cubrir las cuotas de producción convenidas; esta actividad representa una de las etapas más riesgosas y determinantes de la industria petrolera y el éxito de sus resultados, de alguna manera, define la permanencia y magnitud del desarrollo de la industria.

La perforación petrolera es una actividad susceptible de degradar el ambiente, tanto por los posibles derrames, como los desechos líquidos y sólidos contaminados con hidrocarburos que se generan.

En este sentido, en el pasado la disposición de ripios provenientes de la perforación de pozos petroleros, consistía en su colocación en una fosa que se construía al lado de la localización del pozo, dichas fosas hoy en día representan para PDVSA un gran pasivo ambiental, el cual está siendo saneados a nivel nacional.

En la actualidad, se procesan por separado los fluidos de perforación y los ripios. Los ripios son separados del lodo de perforación, a través de centrifugas; son secados y dispuestos en tanques de cuatro caras llamados “canoas” en las adyacencias del pozo de perforación. Posteriormente, los son transportados por empresas contratistas hasta los Centros de Tratamiento para su disposición final, donde se aplica la tecnología de *Biotratamiento*, que consiste en una tecnología basada en los procesos de biodegradación, utilizada para eliminar/disminuir la toxicidad de desechos aceitosos, mediante la transformación de las fracciones de saturados y aromáticos en CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O y biomasa microbiana. En este sentido, el Instituto de Tecnología Venezolana para el Petróleo (INTEVEP) ha desarrollado la tecnología INTEBIOS, de

Biodegradación o Biorremediación para el tratamiento de desechos orgánicos; es una formulación y metodología de biotratamiento que incluye la composición y dosificación de biomasa vegetal, estiércol y fertilizantes para acelerar el proceso de biorremediación de diferentes desechos orgánicos de la industria petrolera, así como los procedimientos y control de la Tecnología, tanto a nivel de laboratorio para evaluar la factibilidad de uso del proceso como en el campo, para garantizar su efectividad y cumplir con las exigencias de la normativa ambiental. El conocimiento de los aspectos técnicos de INTEBIOS permite aplicar correctamente un proceso de biodegradación, sin hacer dilución del contaminante, evitando el lavado o lixiviación al nivel freático, y con un eficiente uso de los nutrientes.

Dentro de las especificaciones técnicas de PDVSA para los servicios de Control Ambiental en Taladros de perforación de pozos petroleros es de obligatorio cumplimiento por las empresas del sector privado nacional obtener la licencia por INTEVEP para la aplicación de la tecnología INTEBIOS. Sin embargo, en algunos Centros de Tratamiento no se cumple con las especificaciones técnicas descritas en el Manual de esta Tecnología, principalmente en los siguientes aspectos: la cuantificación del contenido de Saturados, Aromáticos, Resinas y Asfaltenos (análisis SARA) el cual debería realizarse mensualmente y el análisis de respirometría mediante la colocación de cámaras en el área de Biotratamiento para cuantificar la actividad microbiana mediante la captura y titulación del CO<sub>2</sub> producido, el cual debería realizarse una o dos veces por semana, no se realiza actualmente en los Centros de Tratamiento. Del mismo modo, desde el año 2006 estos centros vienen reutilizando suelos que ya han sido tratados, práctica que no ha sido autorizada por el Ministerio del Ambiente del Estado Monagas.

En este sentido, se puede decir que en los Centros de Tratamiento no existe control y seguimiento de los contaminantes, especialmente en el tratamiento de los rípios base aceite; por falta de control adecuado del Biotratamiento, el cual debe evaluarse a la luz de la normativa ambiental vigente y de las consideraciones técnicas de PDVSA.

Por lo anterior, se prevé la búsqueda de una técnica de tratamiento de rípios basada en la Estabilización - Solidificación, usada ampliamente por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (EPA), en trabajos de saneamiento de áreas contaminadas. Consiste en la utilización de aditivos de aluminio-silicatos que inmovilizan y fijan los contaminantes en su forma menos soluble a una matriz sólida que impide su migración al ambiente.

Sobre lo anteriormente expuesto, existe una gran variedad de técnicas para el tratamiento de rípios de perforación base aceite. Entre algunas de las técnicas utilizadas en la actualidad podemos nombrar: Estabilización - Solidificación (Endrill), Inyección de Rípios, Desorción Térmica, Incineración, Lavado de Suelos, Biotratamiento, entre otras.

En el Estado Monagas existe un total de siete (07) Centros de Tratamiento de desechos ubicados en los Municipios Santa Bárbara, Aguasay, Cedeño y Ezequiel Zamora, en los cuales se está aplicando dicha técnica para el tratamiento y disposición final de los rípios base aceite de perforación. En esta técnica se emplean sustancias bioestimuladoras *in situ* y *ex situ* que promueven el crecimiento de bacterias capaces de degradar hidrocarburos alifáticos y aromáticos hasta convertirlos a través de diferentes

rutas metabólicas en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), agua (H<sub>2</sub>O) y materia orgánica estabilizada.

El empleo de la tecnología de Biotratamiento tiene como inconveniente que requiere grandes extensiones de terreno para que las sustancias degradadoras reduzcan las concentraciones de aceites y grasas hasta los niveles exigidos por la normativa ambiental venezolana (Decreto 2.635 “Normas para el Control de la Recuperación de Materiales Peligrosos y el Manejo de Desechos Peligrosos”). Actualmente, es un hecho reconocido que estos Centros de Tratamiento se encuentran colapsados y que no se ha hecho seguimiento del impacto ambiental de éstas técnicas en el tiempo, con la consiguiente afectación y deterioro del recurso suelo y en ocasiones hasta de acuíferos; como prueba de ello puede citarse el hecho de que el ente regulador, Ministerio del Ambiente en su sede del Estado Monagas, ha puesto serias restricciones en el otorgamiento de permisos para funcionamiento de nuevos Centros de Tratamiento, tal como lo expresa en su oficio N° 0057 de fecha 11 Marzo 2011 “Recaudos para la Elaboración de los Estudios de Suelos, contemplados en la realización de los Estudios de Impacto Ambiental, asociados a la ejecución de Proyectos para el establecimiento/construcción de Centros de Manejo de Materiales y Desechos Peligrosos, donde se establecen los análisis de suelo requeridos para el establecimiento de los Centros de Manejo”.

En el año 2001, INTEVEP presentó la tecnología Endrill, fundamentada en los principios físico químicos universales de Estabilización - Solidificación, que permiten la transformación de los ripsos de perforación en materiales de valor, mediante el encapsulamiento de los contaminantes potenciales (aceites, sales y metales), con propiedades geomecánicas apropiadas para su uso como relleno de tierra en localizaciones petroleras,

sub-base para vialidades o en mezclas asfálticas. Esta tecnología Endrill ha sido aplicada con éxito en el estado Barinas y Apure. En el año 2008 se inició una prueba piloto de esta tecnología en el Distrito Punta de Mata del estado Monagas.

La Gerencia de Ambiente Exploración y Producción Oriente tiene en proyecto la realización de un “Centro de Manejo de Desechos Peligrosos Nivel II para el Distrito Punta de Mata” propio de PDVSA con el objetivo de darles a los rípios una disposición de manera ambientalmente segura y a un costo económicamente rentable, esto motivado a que desde 1.996 hasta hoy, los rípios generados en el Distrito Punta del Estado Monagas empresas contratistas los han tratado mediante el Biotratamiento.

En este sentido, PDVSA observa con preocupación que no existe un análisis de la situación actual de la disposición final de los rípios base aceite de perforación de pozos en el Distrito Punta de Mata del Estado Monagas, que permita conocer los impactos que ha generado la aplicación de la tecnología de Biotratamiento, lo que causa cierta incertidumbre con respecto al tratamiento de este tipo de desecho en los próximos 20 años. Por otro lado, la empresa carece de una análisis comparativo de la introducción y aplicación de la tecnología Endrill versus el Biotratamiento por ejemplo, para la disposición final de los rípios base aceite de perforación de pozos en el Distrito Punta de Mata del Estado Monagas.

En relación con lo anteriormente expuesto, se plantean las siguientes preguntas: ¿Cuales son las tecnologías de tratamiento de rípios base aceite de perforación de pozos existentes? ¿Cuales son los aspectos legales aplicables a las tecnologías de tratamiento y disposición final de rípios base

aceite? ¿Cuál es la situación actual de las tecnologías que se aplican actualmente en el Distrito Punta de Mata para la disposición final de rípios base aceite de la perforación de pozos?, ¿Cuáles son los *beneficios* de la aplicación de la tecnología Endrill para el tratamiento y disposición final de los rípios base aceite de perforación de pozos de PDVSA en el Distrito Punta de Mata en comparación con los *beneficios* de la tecnología utilizada actualmente (Biotratamiento)?, ¿Cuáles son los *efectos indeseados* o resistencias de la aplicación de la tecnología Endrill para el tratamiento de rípios base aceite de perforación en el Distrito Punta de Mata del estado Monagas en comparación con los efectos indeseados de la tecnología utilizada actualmente? y ¿Cuál es el impacto en términos de beneficios y efectos indeseados (directos, indirectos, a largo plazo) de la introducción y aplicación de la tecnología Endrill en el tratamiento y disposición final de los rípios base aceite de los pozos de perforación del Distrito Punta de Mata del Estado Monagas?

## **1.2 Objetivos de la Investigación**

### **1.2.1 Objetivo general**

Evaluar el impacto (beneficios versus efectos indeseados) de la introducción y aplicación de la tecnología Endrill para el tratamiento de los “ripios base aceite” de perforación en los pozos de PDVSA del Distrito Punta de Mata del Estado Monagas, Venezuela.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Describir los aspectos teóricos de la perforación de pozos y tecnologías de tratamiento de rípios de perforación de pozos.
- Caracterizar los elementos físico naturales del área de estudio.
- Determinar el marco legal aplicable a las tecnologías de tratamiento de rípios de perforación de pozos en el Distrito Punta de Mata del estado Monagas, Venezuela.
- Diagnosticar el estado actual las tecnologías de los sitios donde se lleva a cabo el tratamiento de “ripios base aceite” de perforación en los pozos de PDVSA del Distrito Punta de Mata del Estado Monagas, Venezuela.
- Analizar comparativamente los beneficios (apoyos) y efectos indeseados (resistencias) de la introducción y aplicación de la tecnología Endrill para el tratamiento de los “ripios base aceite” de perforación en los pozos de PDVSA del Distrito Punta de Mata del Estado Monagas.

### **1.3 Justificación**

Los ripsos de perforación representa el mayor volumen de desechos generados durante la actividad de perforación. Por ello la importancia de realizar un manejo ambientalmente adecuado para su disposición final.

La investigación es considerada innovadora por el uso de la Evaluación de Impacto Tecnológico (Technology Impact Assessment) como técnica para investigar y conocer los beneficios y efectos indeseados de introducir una nueva tecnología (Endrill) para el tratamiento de estos ripsos. Los resultados, facilitarán la toma de decisiones a la Gerencia de Ambiente Exploración y Producción Oriente para la evaluación de la introducción de la tecnología Endrill, la cual surge como respuesta alternativa a la técnica de Biotratamiento utilizada actualmente, siendo esta investigación el punto de partida para el análisis comparativo de la situación actual y la práctica de tratamiento de ripsos a través de la aplicación de la tecnología Endrill en búsqueda del menor impacto al ambiente y a los pobladores.

La estrategia actual de PDVSA a nivel nacional es la de construcción de los "Centros de Recuperación de Materiales Peligrosos Recuperables y Tratamiento de Desechos Peligrosos" propios de la empresa, en vista que los Centros de Tratamiento existentes en el país no están cumpliendo su rol, tal como fue descrito anteriormente, y se están convirtiendo en pasivos ambientales.

La tecnología Endrill promueve el tratamiento de los ripsos base aceite en línea con su producción, su estabilización y encapsulamiento, sin

lixiviación y su disposición ambientalmente segura en otros ciclos de producción como es la construcción de localizaciones petroleras.

Por otro lado, la presente investigación permitirá a PDVSA conocer los efectos colaterales del tratamiento de los rípios base aceite generados por esta actividad de perforación de pozos, además de la participación de los diferentes actores sociales involucrados (comunidades, universidades, alcaldías) con relación al manejo de los rípios en el Distrito Punta de Mata, a la cual se le atribuye gran importancia, principalmente para conocer la manera como se están viendo afectados por el tratamiento actual de los rípios base aceite y el impacto que causaría la aplicación de la tecnología Endrill.

En este sentido, la investigación responderá a una necesidad que presenta esta empresa en relación con la aplicación de una tecnología que le permita realizar el tratamiento de este tipo de desechos con el mínimo impacto al ambiente y a la sociedad. Esta investigación podría ser utilizada para el Distrito Furrial ubicado en el estado Monagas, al igual que otros Distritos que generen desechos manejables con dicha tecnología.

#### **1.4 Delimitación de la Investigación**

La investigación se aplicará a siete (07) Centros de Tratamiento ubicados en el Estado Monagas, el cual posee una extensión de 28.900 km<sup>2</sup>, representado el 3,7% del territorio nacional, específicamente los Municipios Santa Bárbara, Aguasay, Cedeño y Ezequiel Zamora. En la figura N° 1 puede apreciarse la ubicación geográfica de los mismos.

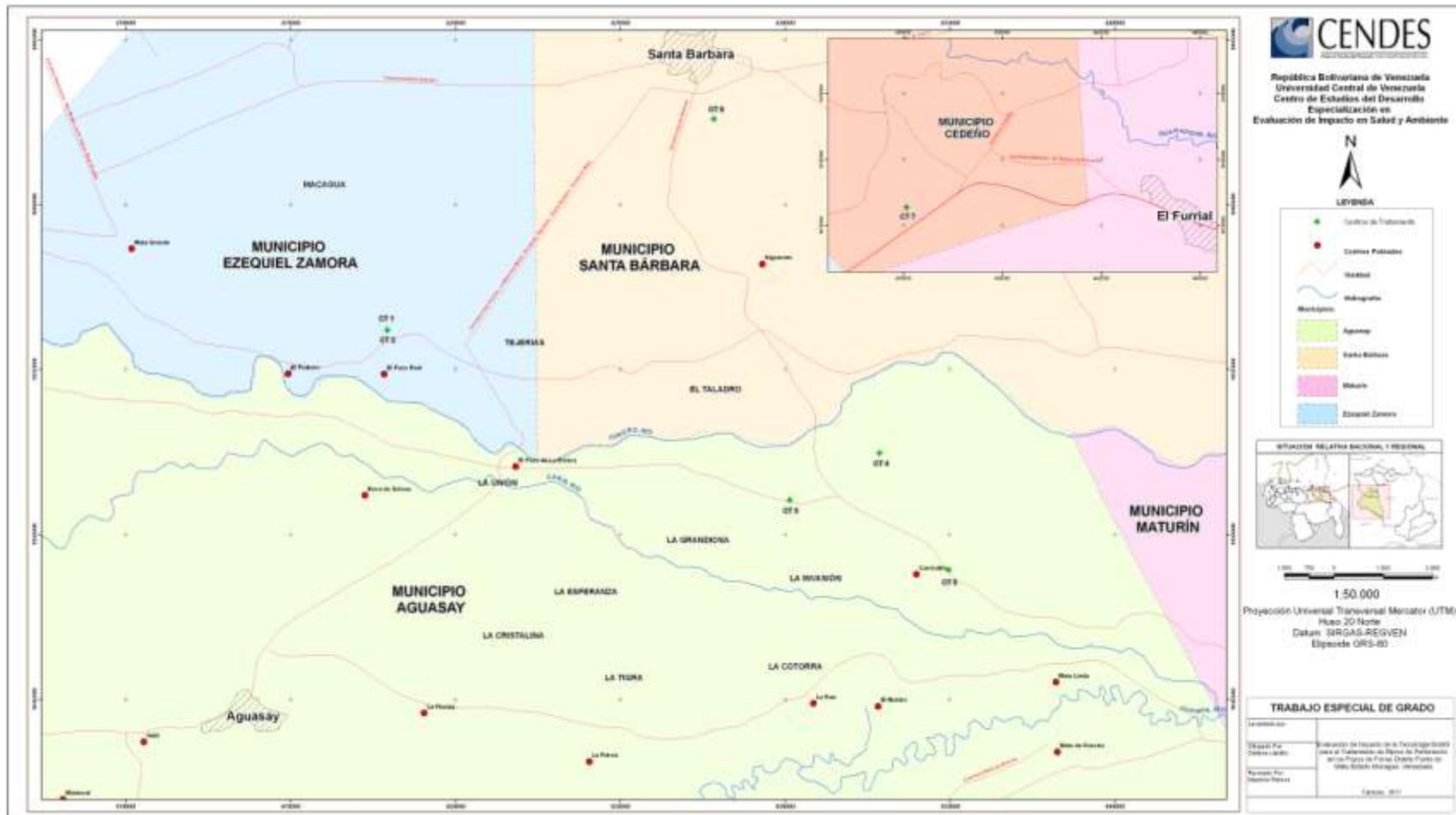


Figura N° 01.

Ubicación Geográfica de los Centros de Tratamiento en los Municipios Santa Bárbara, Aguasay, Cedeño y Ezequiel Zamora del estado Monagas

### **1.4.1 Características físico naturales del área de estudio**

*Municipios Santa Bárbara, Aguasay, Cedeño y Ezequiel Zamora.*

#### *Clima*

El clima de una región, en su forma más general, es la síntesis de los elementos del tiempo atmosférico que conforman un patrón de comportamiento durante un período largo.

La Evaluación Ambiental del área operacional de Punta de Mata realizada por PDVSA –PALMAVEN (2002) indica lo siguiente: “según la clasificación de Zonas de Vida de Holdridge el área de estudio correspondiente a una zona de Bosque Seco Tropical (bs-T) y de acuerdo con la clasificación climática de Thornthwaite, en la zona de Clima Semiárido, hay poco o ningún exceso de agua en invierno, mega térmico o cálido”.

#### *Precipitación*

Las lluvias en estos Municipios son de tipo convectivo, tal como es característico en las zonas de los Llanos Venezolanos; en este caso, están determinadas fundamentalmente por los vientos alisios que penetran en el espacio de los Llanos de Monagas por el Noreste, cargados de la humedad de la fachada Atlántica, lo cual le confiere al régimen pluviométrico dos características particulares: la de disminuir en sentido Este- Oeste y la de presentar un marcado carácter unimodal (PDVSA –PALMAVEN 2002).

En la tabla N° 01 se muestran los datos mensuales de precipitación de la estación El Tejero.

**Tabla N° 01.**

**Precipitación Estación Tejero 2007-2009**

<b>Año</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Marz</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Anual</b>
<b>2007</b>	27.6	18.4	14.3	19.3	26.0	112.7	175.0	140.3	30.9	108.7	27.4	20.6	791.6
<b>2008</b>	11.3	32.4	7.3	44.2	28.4	117.6	115.4	129.9	58.6	144.5	71.4	6.1	721.4
<b>2009</b>	55.9	16.5	6.8	18.6	6.7	84.9	135.2	108.3	29.0	38.3	50.6	94.0	767.1
<b>PROM</b>	31.2	16.5	6.8	18.6	6.7	84.9	135.2	108.3	29.0	38.3	50.6	94.0	644.8

*FUENTE: Dirección de Hidrología y Meteorología. Sistema Nacional de Información Hidrológica y Meteorológica*

Según los datos mensuales de precipitación de la Estación El Tejero (SINAIHME) del Ministerio del Ambiente, en su reporte al 17-06-2010 se menciona que en el área en general se presentan en tres períodos con el régimen pluviométrico; éstos son: un período lluvioso que va de mayo a septiembre, aunque se prolonga hasta octubre en la zona de El Tejero, en donde los meses de junio y agosto se concentra el 60% de las precipitaciones; un período de transición de octubre a diciembre, y una estación seca de enero a abril.

*Temperatura*

Los valores de temperatura en la zona son bastante uniformes en el tiempo, presentándose un promedio anual de 27,7 °C en la estación Maturín-Aeropuerto, con una amplitud de 2,3°C entre el mes más caliente (mayo) y el mes más frío (diciembre). La temperatura mínima media promedio anual reportada en el período 2000-2005 fue de 23,6°C, la temperatura media promedie fue de 27,7°C y la temperatura máxima media registrada fue de 31,7 °C. En el anexo A se presentan los reportes emitidos por la Dirección de Hidrología y Meteorología, Sistema Nacional de Información Hidrológica y Meteorológica (SINAIHME) Estación Maturín, Junio de 2010.

## *Hidrografía.*

### *Municipio Santa Bárbara*

Entre los principales recursos hídricos del Municipio Santa Bárbara destacan los ríos: Amana, Tonoro, Mapirito y Queregua.

### *Municipio Aguasay*

La red hidrográfica de este Municipio está conformada por los ríos Guanipa, Carís y Tonoro, los cuales tienen escurrimientos estrechamente relacionados con las fluctuaciones de los acuíferos de la Formación Mesa; entre las corrientes emanadas del río Guanipa en el Municipio se tiene el río Maniral.

### *Municipio Cedeño*

El recurso hídrico de mayor importancia en este Municipio lo constituye el río Guarapiche, que nace en el macizo montañoso del Turimiquire, cuyos tributarios más importantes son los ríos Capiricual, Guatatal y río Oro.

### *Municipio Ezequiel Zamora*

La hidrografía en el Municipio Ezequiel Zamora del estado Monagas forma parte de uno de los dos grandes sistemas de drenajes que conforman la red hidrográfica del Estado Monagas. Los principales cauces de agua permanentes que surcan el área operacional su capital Punta de Mata son los correspondientes al Río Guarapiche y al Río Amana. Luego le siguen en orden de importancia los cauces del Río Queregua, Río Areo y Río Tácata. También está presente un sistema de quebradas y morichales de régimen permanente y/o intermitente que, en su conjunto, conforman un patrón de

drenaje paralelo medianamente denso, entre los cuales cabe mencionar las quebradas San José, Muri, Los Chorritos, Arapia, Masacua y Las Guabinas.



*Río Queregua*



*Río Amana*

**Figura N° 02.**

**Fotos de los principales ríos ubicados en el área de estudio**

### *Vegetación.*

En los Municipios Santa Bárbara, Aguasay, Cedeño y Ezequiel Zamora las formaciones vegetales están directamente relacionadas con el clima imperante en la región y las variaciones locales se pueden atribuir al efecto del suelo a través de sus características pedológicas y en mayor grado por los regímenes de disponibilidad de humedad. La vegetación corresponde al bioclima del bosque Seco Tropical, donde predomina la formación vegetal de sabana abierta, según Holdridge (en BIOSFERA 2001), siendo representantes arbóreas de esta zona el araguaney, indio desnudo, siete capas, aletrique y hueso pescado y donde las especies características típicas de sabana son la paja peluda, granadillo, mastranto, chaparro, etc. La continuidad de las sabanas se interrumpe por la presencia de morichales y bosques de galería.



*Morichales*

*Sabana (Chaparro)*

**Figura N° 03.**

**Fotos de la vegetación del área de estudio**

*Fauna*

En relación con la fauna, en los Municipios Santa Bárbara, Aguasay, Cedeño y Ezequiel Zamora existen dos grandes biomas el relativo a la sabana y el correspondiente a las formaciones boscosas. Entre las formaciones boscosas existe una diversidad de hábitats, consecuencia de las diferentes situaciones en relación con el drenaje y a las propias formaciones vegetales. Algunas de las especies encontradas fueron: garcita blanca, paloma turca, loro real, periquito, guacharaca, venado caramerudo, conejo sabanero, mono araguato, rabipelado, morrocoy sabanero, iguana, mato de agua y varias especies de ranas. Otras especies citadas por ÖKO-Datenservice, (2001) muestran en la tabla N° 02:

**Tabla N° 02.**

**Principales especies animales presentes en el área de estudio.**

<b>Nombre Científico</b>	<b>Nombre Común</b>
<b>Mamíferos</b>	
<i>Cerdocyon thous</i>	Zorro común
<i>Dasyus sabanicola</i>	Cachicamo sabanero
<i>Didelphis marsupialis</i>	Rabipelao
<i>Silvylagus floridanus</i>	Conejo sabanero
<b>Aves</b>	
<i>Aratinga sp.</i>	Perico
<i>Collinus cristatus</i>	Perdiz encrestada
<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero común
<i>Gymnomystax mexicanus</i>	Tordo maicero
<i>Pitangys sulphuratus</i>	Cristofué
<i>Quiscalus lugubris</i>	Tordo negro
<i>Tharaupis episcopus</i>	Azulejo
<b>Reptiles</b>	
<i>Bothropos colombiensis</i>	Mapanare
<i>Crotalus durissus</i>	Cascabel
<i>Iguana iguana</i>	Iguana
<i>Oxybelis aeneus</i>	Bejuca
<b>Anfibios</b>	
<i>Bufo marinus</i>	Sapo común

Fuente: ÖKO-Datenservice, Unterfrauner 2001

### *Contexto Social*

#### Principales Centros Poblados

##### *Municipio Santa Bárbara*

Los principales centros poblados de este Municipio son: Santa Bárbara, Morón, El Silencio y La Valentina.

### *Municipio Aguasay*

Los principales centros poblados en este Municipio son: Aguasay, La Florida, El Guamo, Pirital, Aribi, Altamira, El Arenal, Las Casitas, El Nato, San José de Ñato, Periquito, La Pulbia, El Guamo, Boca de Tonoro, El Piñal, Onado, Las Gaviotas, Oritupano, Pericoque, Los Conucos, El Cedral, Carpintero, Las Colmenas y El Caro.

### *Municipio Cedeño.*

Los principales centros poblados en este Municipio son: Caicara, Areo, San Félix, Viento Fresco, Los Cardones, San José, San Juan, Altos de San Juan, Tácata, Boladrero, Buenos Aires y Quebrada Seca.

### *Municipio Ezequiel Zamora*

Los principales centros poblados en este Municipio son: Punta de Mata, El Tejero, Casupal, Mata Grande, El Pedrero, Cabeceras de Queregua, La Dominga, La Esperanza, Punta Gorda, El Pescado, Mangotín, El Carito, Musipan, San José de Amana.

### **Población**

El estado Monagas presenta una población de 712.626 habitantes, donde a escala Municipal Ezequiel Zamora capital Punta de Mata, presenta el mayor crecimiento poblacional del estado (129%), seguido por el Municipio Santa Bárbara (103,8%) el Municipio Aguasay (39,4%) y por último el Municipio Cedeño (15,8%) (Censo de Población y Vivienda, 2.001).

Las viviendas registradas en el estado mantienen una distribución espacial acorde con la distribución de la población, concentrándose más de la mitad de las viviendas (56,4%) en el Municipio Maturín, la mayor área urbana y donde se desarrolla la mayor actividad económica de la entidad

(www.ine.gov.ve). En la tabla N° 3 se muestra el censo 2001 de población y vivienda.

**Tabla N° 03.**  
**Población y vivienda, según Municipio, Censo 2001.**

<i>Municipio</i>	<i>Población</i>						<i>Vivienda</i>	
	<b>Censo 2001</b>		<b>Censo 1990</b>		<b>Crecimiento de tasa anual Geométrica (%)</b>	<b>Crecimiento Relativo (%)</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
	<b>Total</b>	<b>%</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>				
<b>Santa Bárbara</b>	7709	1,1	3783	0,8	6,7	103,8	2198	1,1
<b>Aguasay</b>	9853	1,4	7066	1,5	3,1	39,4	3098	1,6
<b>Cedeño</b>	27894	3,9	24081	5,1	1,3	15,8	7755	3,9
<b>Ezequiel Zamora</b>	52122	7,3	22764	4,8	7,8	129%	16003	8,1
<b>ESTADO MONAGAS</b>	712626	100	470157	100	3,8	51,6	2557	1,3

Fuente: www.ine.gov.ve (Censo de Población y Vivienda 2001)

Nota: No se incluye la población empadronada en el Censo de Comunidades Indígenas

En el contexto social vale la pena destacar los diferentes actores que están involucrados directa e indirectamente con las actividades de tratamiento de rios en el Distrito Punta de Mata, en este sentido se determinan los intereses o roles que los mismos en lo relacionado con el tratamiento de rios de perforación. (Ver tabla N° 04)

**Tabla N°04.**

**Actores sociales involucrados en la evaluación de impacto tecnológico para rípios base aceite. Intereses y roles**

<b>ACTORES INVOLUCRADOS</b>	<b>INTERESES</b>	<b>ROLES</b>
<b>Universidades</b>	Difusión y desarrollo de tecnologías para la adopción de tecnologías adecuadas para el tratamiento de rípios de perforación de pozos	1. Concienciación sobre la importancia de la aplicación de nuevas tecnologías en el tratamiento de rípios de perforación 2. Concienciación sobre uso y conservación de los suelos. 3. Participación de las Universidades en el desarrollo de tesis de grado relacionadas al manejo de los rípios de perforación y nuevas tecnologías. 4. Interacción entre universidades, empresas contratistas, sociedad y PDVSA.
<b>Consejos Comunales</b>	Promover actividades que redunden en mejoras socioeconómicas de la comunidad	1. Motivación y convocatoria de la comunidad para la realización de talleres u otras actividades de formación. 2. Contraloría social de los planes y proyectos propuestos para el manejo de los rípios de perforación.
<b>Centros de Tratamiento de Desechos</b>	Cumplimiento de la normativa legal ambiental Incrementar el ingreso de personal Mejorar el tratamiento de los rípios de perforación	1. Asistir a los talleres de formación sobre nuevas tecnologías de tratamiento de rípios. 2. Ejecución y Supervisión constante en el tratamiento y disposición final de los rípios base aceite. 3. Disposición final de los rípios base aceite generados por las operaciones de perforación de Pozos
<b>Alcaldía (Desarrollo Urbano)</b>	Planificar las obras de infraestructura en mejoras para la población	1. Aprobación de permisología para la realización de proyectos 2. Delimitación de espacios actos para realización de proyectos
<b>Empresas Manejadoras de los Desechos peligrosos</b>	Evitar enfermedades ocupacionales y manejar de forma segura los este tipo de desecho peligroso	1. Tomar las medidas de seguridad establecidas de acuerdo al puesto de trabajo (botas de seguridad, bragas, mascarillas)
<b>Expertos en Eivalucion de Impacto Tecnológico</b>	Promover la evaluación para la identificación de impactos y posibles opciones del manejo de rípios de perforación	1. Identificar y analizar los posibles impactos de las nuevas tecnologías de tratamiento y disposición final de rípios base aceite. 2. Proponer opciones técnicas en caso de ser necesario.
<b>PDVSA. Ambiente y Perforación</b>	Cumplimiento de la legislación ambiental. Desarrollo de las operaciones con el menor impacto ambiental	1. Supervisión constante del manejo, tratamiento y disposición final de los rípios de perforación. 2. Formulación y ejecución del proyectos correspondientes.

Fuente: el autor, 2011

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes Bibliográficos de la Investigación**

Los antecedentes presentados a continuación se basan en trabajos de investigación relacionados con el presente estudio:

En primer lugar se tiene como antecedente el trabajo realizado por Veracierta (2006) “Evaluación de las Técnicas realizadas en el Centro de Tratamiento y Recuperación de Desechos en el Campo Hamaca, estado Anzoátegui”, el cual tuvo como objetivos: 1. Identificar los aspectos ambientales significativos asociados a los procesos en el Centro de Tratamiento, 2. Especificar los procedimientos para el manejo de lodos y rípios de perforación en el Centro de Tratamiento, 3. Examinar la condición de los lodos y rípios de perforación para su disposición final, 4. Evaluar los procedimientos para el manejo de rípios y lodos en el Centro de Tratamiento. Este trabajo aporta a la investigación en curso, así como las técnicas de la tratamiento de rípios de perforación.

Seguidamente, Flores y Salcedo (PDVSA INTEVEP, 2004) trabajo titulado: “INTEBIOS y BIORIZE: Soluciones Tecnológicas para el Biotratamiento de cortes de perforación impregnados con lodos base aceite”, el cual presenta los resultados obtenidos con la aplicación de estas tecnologías para el biotratamiento “in situ” de rípios de perforación, utilizando las prácticas combinadas de “landfarming/composting”.

Siguiendo la temática, la investigación el trabajo realizado por Ramos (2001), titulado: *“Impacto Tecnológico de las TICs (Internet y WWW) en Educación. El Caso de la Academia Militar de Venezuela”*, cuyo objetivo general consistió en determinar los efectos de las TICs (Internet y World Wide Web) en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Academia Militar de Venezuela (AMV). En esta investigación se determinó la necesidad de introducir y desarrollar las TICs en comparación con otros medios instruccionales en uso en el sistema educativo de la Academia Militar de Venezuela; también se justificó la factibilidad del proyecto tecnológico-educativo de introducir las TICs, al comprobarse que los apoyos de estas tecnologías (beneficios primarios, secundarios, terciarios) excedían las resistencias (efectos primarios, secundarios y terciarios).

Finalmente, se revisó en trabajo de Brito (2008) titulado: *“Impacto Tecnológico de la Implantación de un Sistema de Información Automatizado (Red Inalámbrica), en la Gestión de Mantenimiento de la Empresa Diques y Astilleros Nacionales Compañía Anónima (DIANCA)”* en el cual se analizaron comparativamente los beneficios (apoyos) y efectos indeseados (resistencias) de la implantación de un sistema de información automatizado (Red Inalámbrica) en el control de la gestión de mantenimiento en esta empresa.

## **2.2 Bases Teóricas**

Las bases teóricas sobre las cuales se desarrollará el presente trabajo de investigación serán fundamentadas con la Evaluación del Impacto Tecnológico, la Construcción de Pozos de Perforación y las Tecnologías de tratamiento de rípidos.

### 2.2.1 Evaluación de Impacto Tecnológico (EIT)

El término “*Evaluación de Impacto Tecnológico (EIT)*”, proviene de una traducción al castellano del vocablo inglés “*Technology Impact Assessment*”, el cual podría también traducirse al idioma español como: “*Evaluación Tecnológica*”, “*Evaluación de Impacto en Tecnologías*”, “*Evaluación de Tecnologías*”. Este término, desde su consolidación en la década de los años 1970, se considera un intento de aplicar enfoques racionales y sistemáticos en el área de políticas públicas, relacionadas con la gerencia y la regulación de la tecnología (Berg, 1975).

Una de las definiciones comúnmente usadas, envuelve un tipo de políticas las cuales examinan sistemáticamente los efectos en la sociedad que ocurren cuando una tecnología es introducida, expandida o modificada con especial énfasis en aquellos efectos directos, indirectos o sin intención (Coates, 1971). Más tarde, la EIT ha sido definida *en el contexto de la gerencia de tecnología*, como un esfuerzo sistemático para predecir las consecuencias de introducir una tecnología particular en todas las esferas que interactúan con ella (Braun, 1998). También, *la EIT participativa* incorpora la participación pública en los estudios de EIT, así como a los actores envueltos o afectados por la intervención tecnológica como un resultado del carácter socio-político que poseen tales estudios (Hennen, 1999; Durant, 1999, San Martín, 1992).

Resumiendo, según las definiciones recogidas de varios autores, evaluar una tecnología particular es lo mismo que evaluar sus usos, lo cual supone identificar y analizar los efectos directos e indirectos provenientes del uso de la tecnología misma. En este caso, se enfatizará en el estudio de los efectos directos (primarios) e indirectos (secundarios, terciarios, últimos) de acuerdo con la definición de Coates.

Como se puede inferir de las definiciones anteriores, el concepto de EIT mismo ha evolucionado en las últimas tres décadas. Acerca de la evolución, y asuntos actuales y futuros de EIT, ver Loveridge (1996), Janes(1996), Tien Nguyen *et al.* (1996), Van Langenhove y Berloznik (1996), Dale y Loveridge (1996), Leyten y Smits (1996). Para los propósitos de este caso de estudio específico, se usarán los pasos metodológicos de la Micro Evaluación de Impacto Tecnológico (Porter *et al.*, 1991; Braun,1998), los cuales deberán responder las siguientes preguntas:

- ¿A cuáles tecnologías nos estamos refiriendo en el estudio? ¿en qué consisten?
- ¿Cómo se desempeñan estas tecnologías?¿Cuáles son las aplicaciones de estas tecnologías?
- ¿Cuáles beneficios (pros) y cuáles efectos indeseados (resistencias): primarios, secundarios y últimos se esperan de la introducción de estas nuevas tecnologías?¿son estos beneficios mayores que los efectos indeseados, desde las perspectivas: educativas, ambientales, culturales, económicas, técnicas y de rentabilidad, u otras?
- ¿Cuáles necesidades satisfacen estas tecnologías?
- ¿Por qué son mejores estas nuevas tecnologías, en comparación con otros medios actualmente en uso?
- ¿Cuáles riesgos envuelven estas nuevas tecnologías?
- ¿Cuáles apoyos o controles requieren estas tecnologías? ¿cuáles opciones están disponibles para usarlas y mantenerlas?

### **2.2.2. Micro Evaluación de Impacto Tecnológico (Micro EIT)**

Como explica Porter *et al.* (1991), la Micro EIT, guarda las características siguientes:

- Es cualquier tipo de estudio que provee una evaluación rápida, realizada por una o dos personas en corto tiempo, consultando a otros como se requiera; o a través de un taller, o un tipo de proyecto, o una combinación de varios esfuerzos. Esta Micro EIT se relaciona con el rango de las opciones tecnológicas y políticas que la sociedad posee para un mismo propósito.
- Supone que un moderado esfuerzo de evaluación puede parcialmente identificar el impacto y las opciones de políticas, es decir, no pueden identificarse absolutamente todos los efectos de introducir una nueva tecnología.
- Está basada en la literatura y opiniones disponibles para evaluar la (o las) tecnología(s) particular(es).
- Como producto de la evaluación del impacto, puede obtenerse un documento corto que enfatiza lo siguiente: un rango de posibles desarrollos, impactos y consideraciones de políticas sobre una tecnología particular.
- Podría presentar diferentes cursos de acción para una futura EIT más desarrollada o más completa.
- Orienta sobre elementos más elaborados de evaluaciones previas o una evaluación en desarrollo; también para una revisión crítica de una Evaluación de Impacto Ambiental (aunque tiene más cobertura que ésta) o para determinar cómo desarrollos recientes alteran hallazgos de evaluaciones anteriores.

### **2.2.3 Marcos Conceptuales de Evaluación de Impacto Tecnológico**

Como marcos teórico-conceptuales de la EIT, se han identificado los siguientes, en orden cronológico, los cuales poseen diferentes énfasis o focos de atención (Ramos, 1999):

- El Modelo Teórico Conceptual de Evaluación de Impacto Tecnológico de Baram (1973), el cual tiene como foco de atención a *los procesos de toma de decisiones originados por las aplicaciones tecnológicas*.
- El Modelo de Evaluación de Impacto tecnológico de Hetman (1975), el cual tiene como foco de atención a *la relación entre la evaluación tecnológica y los objetivos sociales*.
- El Modelo Participativo de Evaluación de Impacto Tecnológico de Goulet (1994), el cual tiene como foco de atención a los requerimientos institucionales y metodológicos para capacitar a los países en desarrollo para elaborar EIT apropiadas.

#### *Funciones de la EIT*

Entre las funciones inherentes a la Evaluación de Impacto Tecnológico, están las siguientes:

- Reforzamiento de una posición en el proceso de toma de decisiones.
- Apoyo a una política en curso.
- Inicio y desarrollo de una política futura.
- Predicción temprana de las consecuencias negativas (impacto) de una tecnología, proceso, producto o proyecto de desarrollo tecnológico- industrial.
- Expansión del proceso de toma de decisiones en referencia al número de actores que intervienen (y su cuota de participación).
- Evaluación de Impacto Tecnológico (EIT) constructiva.
- Promoción de la aceptación pública de la tecnología.

#### *Funciones de la Variable Tecnológica según los Diferentes Modelos de EIT*

Estos tres modelos, a su vez, consideran a la tecnología desde diferentes perspectivas, según puede observarse en la tabla N° 05.

**Tabla N°05.**

**Funciones de la Tecnología en los diferentes modelos de EIT**

MODELO TEÓRICO-CONCEPTUAL	FUNCIONES DE LA TECNOLOGÍA
<p><b>Michael Baram</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La tecnología es dependiente de los procesos que ocurren en cuatro contextos interrelacionados: investigación básica, investigación aplicada, desarrollo de prototipos de prueba y experimentación, y producción y utilización.</li> <li>• Aunque es difícil trazar la trayectoria de un desarrollo específico, es claro que muchas tecnologías como procesos, productos o técnicas, se producen por la interacción entre la gente y los contextos antes mencionados.</li> </ul>
<p><b>Francois Hetman</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La tecnología se considera como un factor social que puede orientarse a fines deseables; ya no es una variable independiente del modelo macro social, sino una variable dependiente.</li> <li>• El considerar a la tecnología como variable dependiente significa que la innovación social debe preceder el cambio tecnológico.</li> </ul>
<p><b>Dennis Goulet</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La tecnología es racionalidad aplicada a la solución de problemas, con una visión de ejercer control sobre la naturaleza, el comportamiento humano y las instituciones sociales.</li> <li>• La tecnología debe ser evaluada en función de los objetivos de desarrollo de una nación, de los valores que la nación defiende y de la necesidad de mantener una medida de la libertad sobre la tendencia natural de que la tecnología y su gestión se informa sobre éstos.</li> </ul>

Fuente: Ramos,1999

*Implicaciones de EIT para la Formulación de Políticas*

Según Seki (1992), la EIT tiene ciertas implicaciones para la formulación de políticas, y son las siguientes:

- Al proveer información relevante a los planificadores de políticas sobre como la tecnología evoluciona y es diseminada, la EIT podría decir en

detalle acerca de las condiciones y ambientes para estimular la innovación y difusión de tecnologías. Los planificadores de políticas estarían mejor sustentados para desarrollar políticas que crean estas condiciones favorables.

- A través de la EIT, se profundiza sobre la realidad de la interdependencia de las actividades industriales más allá de las fronteras naturales. A qué extensión se depende de fuentes foráneas para obtener servicios y tecnología no es tan relevante como el asunto de como maximizar los beneficios de la interdependencia, si se mantienen relaciones sostenibles y estables entre países.

#### *Puntos de Acuerdo en el Debate sobre los Procedimientos de EIT*

Según McBrierty (1988), estos puntos de acuerdo son los siguientes:

- La necesidad de referirse a la EIT como un proceso y no como una técnica analítica.
- La contribución crítica de EIT por los parlamentarios y aquellos responsables de las decisiones sobre ciencia y tecnología.
- El reconocimiento de que la calidad de la opinión consensual entre científicos es más importante que la cantidad.
- El valor (costo) de las redes globales para acceder a las fuentes de información más permanentes, amenaza los requerimientos de independencia, calidad y relevancia.
- El involucramiento de científicos y tecnólogos del más alto calibre, reconociendo que su insumo al proceso de EIT, debe ser apreciado y no visto como una contribución a un debate amorfo.
- La necesidad en ser selectivos al escoger las áreas a ser examinadas.

- La habilidad para enfrentar disparidades al percibir escalas temporales, entre parlamentarios y la comunidad científica y tecnológica.
- La necesidad de tener cuidado con el riesgo, donde buena información sobre EIT puede ser subsecuentemente un instrumento de distensión entre diferentes ramas de la legislatura.
- El reconocimiento de que establecer los límites del juicio científico del conocimiento tecnológico que afecta los mayores acontecimientos, es el insumo científico más valioso de la EIT. Esto requiere que los riesgos y beneficios sean clarificados en el mediano y largo plazo, ya que la factibilidad no es sinónimo de aceptabilidad.

### *Perfil de una Nueva Tecnología Deseada*

Si se pudiese tener un mayor conocimiento de las opciones tecnológicas, sería importante saber en qué forma las tecnologías co-existen, cómo surgen, cómo se expanden. Como Hetman (1975) afirma, para identificar la necesidad de una nueva tecnología, se deben analizar las tecnologías existentes. Luego de hacer una lista de todas las tecnologías existentes para un mismo propósito en un contexto particular, cada tecnología es considerada bajo un examen general de insuficiencia.

Se podría rescatar el argumento de Hetman sobre que luego de examinar las tecnologías existentes, sus insuficiencias principales pueden ser tomadas como punto de partida para determinar un *perfil de la nueva tecnología deseada*. Las discrepancias observadas entre la “capacidad funcional deseada” y las tecnologías existentes resultan útiles para indicar la orientación y objetivos de una posible investigación. Este análisis también

permite identificar una perspectiva de investigación y desarrollo, y las características fundamentales de una nueva tecnología deseada. Esto implica no solamente un análisis detallado de las consecuencias inmediatas de la introducción de esta nueva tecnología, sino también sus efectos secundarios, terciarios y últimos, tal que se hace necesaria una evaluación tecnológica hacia el interior de un “vector de capacidad funcional” que represente en este caso, todos los criterios de evaluación: educativo, ambiental, de salud, económico y de rentabilidad, entre otros.

### **3.1 Descripción de la Construcción de Pozos de Perforación**

Las operaciones de construcción de pozos petroleros comprenden una serie de actividades inherentes a la perforación y completación de un pozo que permite la inyección o extracción de cualquier fluido desde el yacimiento hasta la superficie y viceversa, lo cual lleva consigo la generación de distintos tipos de desechos peligrosos, entre los cuales se encuentran los residuos de perforación.

Estas operaciones de construcción de pozos se realizan de acuerdo con la descripción del *Manual de Normas Estándar de Perforación de Alto Riesgo para el Norte de Anzoátegui y Monagas* (NEPAR,1991), en este sentido, los pozos profundo también llamados “pozos de alto riesgo” son pozos difíciles, tanto por su alta presión como por su gran profundidad (15.000 a 17.500 pies) y temperatura de perforación (320°F/350°F) además de la presencia de H<sub>2</sub>S en algunos de ellos (NEPAR, 1992-03). Todos estos pozos profundos son denominados de alto riesgo, para establecer una diferencia con los pozos clásicos de poca profundidad (de 3.000 pies a 6.000 pies) existentes en el área.

Las operaciones del pozo están agrupadas en cuatro (4) etapas que corresponden a actividades técnicamente independientes: Perforación, Geología, Evaluación y Completación:

**Perforación:** Ésta se inicia cuando la primera mecha pasa a través de la mesa rotatoria y culmina cuando la última sarta de perforación y/o limpieza ha sido quebrada, después de probar el último revestidor y/o colgador de camisa. La etapa de perforación se subdivide en fases por diámetros de perforación (26", 17 1/2", 8 3/8", 5 7/8"). Cada subdivisión se inicia cuando la primera mecha del diámetro correspondiente empieza a perforar el nuevo hoyo.

**Geología:** Ésta incluye los tiempos relacionados con los registros eléctricos necesarios inherentes a geología/geofísica y la toma de núcleos. Se inicia cuando la última sarta de perforación y/o limpieza ha sido sacada y culmina cuando se empieza a armar la siguiente sarta de perforación y/o limpieza. La etapa de Geología se subdivide en fases por diámetros de perforación (26", 17 1/2").

**Evaluación:** Incluye los tiempos relativos a las operaciones de evaluación del yacimiento. Se inicia cuando la última sarta *de perforación* ha sido quebrada, después de haber probado el último revestimiento y/o el colgador de la última camisa y culmina cuando la última sarta *de evaluación* ha sido quebrada.

**Completación:** Incluye los tiempos relativos a la completación del pozo. Se inicia cuando la última sarta de perforación o de evaluación ha sido quebrada y culmina cuando el pozo está listo para llevar el fluido hacia la estación.

### *Fases de la construcción de pozos petroleros.*

En relación con el “Manual PDVSA de Análisis de Tiempos de Construcción y Rehabilitación de Pozos” (Exploración y Producción Oriente, 1999), las fases del proceso de construcción de pozos de la industria petrolera son siete (07) correspondientes a actividades técnicamente independientes, denominadas de la siguiente manera: mudar, perforar, evaluar el yacimiento, completar, reentrar, hincar y abandonar.

#### Mudar

Corresponde a las actividades que involucran el movimiento del equipo de perforación desde un pozo a otro, de un patio o dique a un pozo o viceversa. Su inicio se presenta en cualquiera de las siguientes situaciones:

- Si la mudanza se hace desde un pozo, comienza desde la desvestida del equipo de perforación, después de probar el “árbol de navidad” satisfactoriamente y/o asegurar el pozo.
- Si la mudanza es desde un patio nacional, comienza con el primer movimiento de carga.
- Si la mudanza es desde un patio en el exterior, comienza con el primer movimiento de salida del puerto de origen, después de realizados los trámites legales.

El movimiento de mudanza se da por terminado cuando:

- La primera mecha pasa a través de la mesa rotatoria.
- Se realice el inicio de los preparativos hasta hacer el hincado del conductor, en el caso de que el equipo de perforación realice esta fase.
- Se inicien las actividades de preparación o acondicionamientos del pozo original en caso de una reentrada.

Esta fase comprende las siguientes etapas:

- Desvestir.

- Transportar.
- Vestir.
- Mantener.

*Etapa de Desvestir (DE).* Consiste en:

Desvestir Equipo (DEQ): Incluye el tiempo asociado a la preparación del equipo de perforación para la Fase de Mudar, desde el momento en que se haya probado “el árbol de navidad” del pozo anterior o asegurado el pozo, hasta que se haya iniciado el movimiento de cargas entre las localizaciones, para el equipo de tierra, o el inicio de levar anclas en gabarras o levantar patas en jack-up.

Quebrar Tubería (QTB): Mide el tiempo requerido por la operación de sacar la tubería del hoyo, junta por junta, siempre que se asocie a la Fase de Mudanza.

Esperar la Luz del Día (ELD): Incluye el tiempo de inactividad del equipo por espera de la luz del día para comenzar las operaciones cuando esta espera ha sido programada o por norma establecida.

*Etapa de Transportar (TR).*

Incluye el tiempo asociado al movimiento de cargas entre dos lugares (localizaciones, localización/patio o viceversa), desde el inicio del movimiento de la primera carga hasta que se haya completado el movimiento de la última carga.

*Etapa de Vestir (VE)*

Incluye el tiempo asociado a la preparación del equipo de perforación para iniciar la fase de Perforación, la fase de Hincar, o la fase de Reentrada del Hoyo.

Se inicia una vez completado el movimiento de la última carga de la localización anterior. Finaliza cuando: a) Haya pasado la primera mecha de perforación del primer hoyo a través de la mesa rotatoria para la Fase

Perforación, o b) Se realice el inicio de los preparativos para hacer el Hincal, o c) Se inicien las actividades de control del pozo de la fase Reentrada.

#### *Etapas de Mantener (MA)*

Incluye el tiempo necesario dentro de la fase de mudanza, para realizar el mantenimiento programado y/o acondicionamiento del equipo de perforación.

#### *Perforar*

Esta fase consta de 3 etapas: Perforar, Evaluación Geológica y Petrofísica, y Revestidores. Esta fase comienza cuando la primera mecha pasa a través de la mesa rotatoria en el primer hoyo y para los hoyos subsiguientes, al comenzar a perforar el primer pie de formación. Termina luego de sacar la sarta de perforación o de limpieza, después de acondicionar el hoyo. En caso de reentrada, esta etapa se inicia cuando se comienza a perforar la formación con sarta de navegación.

*La primera etapa perforar.* Incluye el tiempo que se tarda perforando el hoyo, realizando las conexiones cualquiera que sea el tipo de ensamblaje de fondo ("Rotaria", "Motor de fondo", "Turbina", "Coiled Tubing", otros), o el tipo de hoyo ("Vertical", "Direccional"). Excluye el tiempo de perforación asociado a operaciones específicas (desvío no productivo, ampliación del hoyo, toma de núcleos, entre otras) que tienen sus propias actividades.

*La segunda etapa de Evaluación Geológica y Petrofísica.* Esta actividad corresponde a las operaciones relacionadas con la toma de perfiles eléctricos necesarios para definir las características petrofísicas y geológicas del pozo, y la toma de Núcleos. Comienza cuando se inicia la vestida del equipo para correr registros o núcleos y finaliza después de sacar la sarta de

limpieza, si se va continuar con la actividad de perforación o cuando se comienza a vestir el equipo para bajar el revestidor/camisa.

Adicionalmente, corresponden a esta actividad: a) El tiempo requerido para los viajes de limpieza entre dos corridas de perfiles eléctricos o en el caso que las herramientas no alcancen la profundidad de registro, y b) El tiempo empleado para repasar o ampliar el intervalo del hoyo correspondiente a la longitud de núcleo tomado.

*La tercera etapa de Revestidores. Consiste en:*

Bajar revestidor/Liner (Camisa) (BRL): Incluye el tiempo de preparación de los equipos (cuñas, elevadores, llaves, cambio y prueba de ranas, cambio líneas del bloque, entre otros) y arreglo de la planchada para bajar el revestidor, liner (camisa) o enlace (tie-back) del liner (camisa), así como también incluye las circulaciones durante la bajada y el acondicionamiento normal del lodo antes de iniciar la cementación. Cabe destacar que la bajada de un Liner ranurado forma parte de la fase de completar.

Cementar (CMT): Incluye la preparación y prueba de los equipos de superficie, el bombeo y desplazamiento de los espaciadores y lechadas de cemento, los viajes de herramientas de cementación (*stinger*) y el tiempo de espera por fraguado del cemento. Incluye también las cementaciones planificadas de tope o anillo superior ("*Top Job*").

Viaje Tie-Back Paker (TBP): Colocación de una empackadura en el tope del liner (camisa) para lograr aislamiento mediante cementación y extensión del revestidor hasta la superficie. Incluye todos los viajes (limpieza, bajada de empackadura, entre otros) relacionados a esta actividad.

Instalar- Desinstalar Cabezal (ICV): Incluye el tiempo para asentar el revestidor, cortar y biselarlo, desinstalar, instalar y probar el cabezal.

Registros (REG): Incluye el tiempo requerido para la corrida de los registros en hoyo entubado para verificación/calibración de un revestidor/camisa y/o de una cementación.

Limpiar revestidor/Liner (CAMISA) (LRC): Incluye el tiempo tomando en cuenta los viajes y circulaciones asociados a la limpieza de cemento y equipos flotadores, la limpieza del revestidor y/o camisa, la realización de la prueba de presión o volumétrica del revestidor y/o liner(camisa) y el cambio del sistema de fluido.

Pruebas (PRB). Incluye el tiempo necesario para la prueba seca/afluencia de un colgador u otras pruebas. Incluye el viaje de limpieza relacionada a éstas pruebas. También incluye las operaciones específicas (circulación y observación, entre otras)

*Evaluar el Yacimiento:* Comprende las actividades relacionadas con las operaciones de evaluación de yacimientos. Comienza en alguna de las siguientes situaciones: a) Después de sacar la sarta de limpieza del revestidor, b) Después de interrumpir la fase de perforación para realizar evaluación del hoyo abierto o, c) Cuando se inicia el cambio de fluido para evaluar. Termina después de sacar la sarta de evaluación de la última prueba y, en el caso de continuar perforando, termina al reiniciar la perforación. Esta fase comprende las siguientes etapas: a) Preparar el hoyo/pozo, y b) Evaluar.

*Preparar el hoyo/pozo:* Actividad relacionada con la preparación del hoyo o pozo previas a la evaluación de yacimientos. Comienzan en alguna de las siguientes situaciones: después de sacar la sarta de limpieza del revestidor; después de interrumpir la fase de perforación para realizar evaluación del hoyo abierto; o cuando se inicia el cambio de fluido para

evaluar. Termina cuando el pozo está listo para bajar la sarta de evaluación o para correr registros.

*Evaluar:* Corresponde al grupo de actividades asociadas al proceso de evaluación propiamente dicho. Incluye las corridas de registros de correlación, cañoneo, evaluación, estimulación, control y posibles aislamientos temporales requeridos para evaluar otra zona o su abandono definitivo. Se inicia con los preparativos para correr registros o al comenzar a armar la sarta de evaluación. Finaliza cuando el pozo está acondicionado para bajar el revestidor/liner(camisa), bajar la completación o al estar listo para abandonar el pozo.

*Completar:* Corresponde a las actividades asociadas a las operaciones de completación del pozo; así como la preparación del hoyo/pozo, control de arena y completación. Comienza cuando luego de sacar la sarta de evaluación al iniciar el cambio de fluido de perforación por el de completación, después de sacar la sarta de prueba del último revestidor/liner (camisa) y luego de que el pozo esté en condiciones para ser completado, y finaliza cuando el fluido del pozo está listo para salir hasta la estación de flujo una vez probado satisfactoriamente bajo las norma de Seguridad de la empresa.

*Evaluar el Yacimiento:* Esta etapa corresponde a las actividades relacionadas con la toma de perfiles eléctricos necesarios para definir las características petrofísicas y geológicas del pozo, y la toma de núcleos. Comienza con la vestida del equipo para correr registros o núcleos y finaliza después de sacar la sarta de limpieza, y si se va a continuar la actividad de perforación o cuando comienza a vestir el equipo para bajar el revestidor/camisa.

*Reentrar:* Corresponde al grupo de operaciones asociadas a la perforación de un hoyo nuevo partiendo de un pozo productor o inyector existente, ya sea a través de una ventana o de la profundización del pozo.

*Hincar:* Comprende las actividades asociadas al proceso de hincamiento del tubo conductor o estructural con el equipo de perforación. Comienza con los preparativos para vestir el equipo de hincar del tubo conductor. Finaliza cuando la primera mecha de perforación del primer hoyo pasa a través de la mesa rotatoria. La fase hincar consta de una sola etapa, la cual tiene su mismo nombre.

*Abandonar:* Corresponde a las actividades de abandono definitivo o temporal de un pozo. Se inicia bajo dos condiciones: a) Cuando se esté trabajando en un pozo y se tome la decisión de abandonarlo, y b) Cuando se trata de un abandono programado y se instalan las líneas de control del pozo. Esta etapa finaliza en ambos casos cuando el pozo queda asegurado según normas y procedimientos de seguridad.

### **3.1.1 Características de los Pozos en el Distrito Punta de Mata del estado Monagas.**

*Fases de Perforación:* Las fases de perforación se estandarizaron y se dividieron en cuatro para el área del Distrito Punta de Mata. Estas fases se describen a continuación.

*Fase 26"*. Esta fase también es conocida como hoyo conductor; el diámetro del hoyo es de 26", el revestidor para este hoyo es de 20" y el fluido utilizado es un fluido Base Agua, agua gel.

*Fase 17 ½"*. Esta fase también es conocida como hoyo de superficie; el diámetro del hoyo es de 17 ½", el revestidor para este hoyo es de 13 3/8" y el fluido utilizado es fluido Base Agua, semidisperso (Lignosulfonato).

*Fase 12 ¼"*. Esta fase también se conoce como hoyo intermedio, el diámetro del hoyo es de 12 ¼" y es revestido por un Casing de 9 5/8" y el fluido utilizado es Base Aceite 100 % mineral.

*Fase 8 3/8"*. Esta fase también se le conoce como Hoyo de Producción, el diámetro del hoyo es de 8 3/8" y es revestido por un Casing de 6 ½", en ocasiones en esta fase se perfora otro hoyo adicional de diámetro 6 ½", revestido por un Casing de 5 ½". Para ambos casos se usa fluido base aceite 100% mineral.

### **3.1.2 Características de los Fluidos de Perforación**

En la tabla N°06 se muestran las características genéricas de los fluidos por fase utilizados en el Distrito Punta de Mata del Estado Monagas.

**Tabla N° 06.**

**Propiedades de los fluidos de perforación (Distrito Punta de Mata)**

<b>FASE</b>	<b>26"</b>	<b>17 ½ "</b>	<b>12 ½ "</b>	<b>8 3/8"</b>
Hoyo	Conductor	Superficie	Intermedio	Producción
Tipo de lodo	Base Agua	Base Agua	Base Aceite	Base Aceite
Propiedades	Agua Gel	Semidisperso	100% mineral	100% mineral
Densidad (lpg)	8.6 - 9.2	9.2 – 10. 4	15.0 – 16.4	14.4 – 12.0
Visc. Embudo(seg/qto)	45 – 50	50 – 65	---	---
Visc. Plástica	12 – 18	18 – 26	30 – 40	22 - 32
Pto. Cedente (lb/100 ft2)	10 – 14	14 – 18	16 – 22	18 - 14
Geles (lb/100 ft2)	3/8 – 4/10	6/12 – 5/18	8/16 – 12/32	8/15 – 10/22
L6/L3 (lb/100 ft2)	---	---	17/16 – 15/14	14/12 – 13/12
Sól. De baja gravedad (%v/v)	---	---	< 6	< 6
Filtrado API (CC/30 min)	< 12	8 – 5	---	---
Filtrado HP-HT (cc/30 min)	---	---	7 – 5	< 3
PH	9.5 – 10.0	9.5 – 10.0	---	---
MBT (lb/bls)	25- 30	30 – 40	---	---
Estabilidad Eléctrica	---	---	> 2000	> 2000

Fuente: Informe técnico, Exploración y Producción Gerencia de Perforación Oriente, Maturín PDVSA 2002.

En este sentido, en las dos primeras fases la perforación se realiza con lodo base agua, y para la perforación de las dos últimas fases se utiliza lodo base aceite (Vassa), el cual es una fracción de Petróleo altamente refinada y luego postfraccionada, el nombre Vassa se debe al nombre de la empresa que realiza el proceso de fraccionamiento. Este fluido tiene una toxicidad relativamente reducida, principalmente por su bajo contenido de aromáticos (menores de 1%).

### 3.1.3 Estratigrafía y Sedimentología del área Norte de Monagas.

Sobre la base de diferentes estudios sedimentológicos y estratigráficos realizados en el Distrito Punta de Mata, se definieron distintas unidades litoestratigráficas. (Informe Técnico, Gerencia de Perforación Distrito Punta de Mata, 2011)

- *Formación Mesa - Las Piedras.* Formación del Plioceno, de ambiente fluvio-deltaico a continental, caracterizada principalmente por arcillas rojizas y grisáceas, plásticas, altamente hidratables, con intercalaciones de arena poco consolidadas de granos medios a gruesos en ocasiones microconglomerática, y limonitas asociadas con pequeñas capas de carbón.
  
- *Formación La Pica.* De edad Plioceno a Mioceno Superior, de ambiente Nerítico-Costero. Esta unidad estratigráfica está caracterizada litológicamente en su parte superior por una secuencia de arcillas grises, solubles e hidratables que gradan a lutitas grises verdosas moderadamente blandas, limosas con intercalaciones de areniscas de grano fino a medio, mal consolidadas. La parte media basal de esta formación está compuesta por lutitas grises a verdosas, moderadamente compactadas con intercalaciones de areniscas de grano fino. La base de esta formación está definida por una discordancia de tipo erosiva que define el tope de la Formación Carapita.
  
- *Formación Carapita.* De edad Mioceno, representada por una secuencia de lutita de color gris a negra asociada con la presencia de glauconita, se divide bioestratigráficamente en cinco (05) zonas: A,B,C,D y E. Hacia la parte basal de la Formación Carapita se encuentra un cuerpo arenoso llamado Marcador E1 de grano fino a muy fino y calcáreo. La Formación

Carapita se encuentra en forma concordante y transicional sobre la Formación Naricual; su ambiente de depositación corresponde a un ambiente marino que abarca desde Nerítico somero a Batial.

- *Formación Naricual.* Constituye el objetivo de la producción más importante del área y está conformada por dos (02) miembros: Superior/Medio e Inferior, que se caracterizan por areniscas de grano grueso a medio interestratificados con lutitas y limolitas carbonosas. El Miembro Superior/ Medio de la Formación Naricual se depositó en un ambiente marino próximo costero con facies representativas de barras litorales; este miembro corresponde a una secuencia globalmente regresiva, compuesta de niveles arenosos y arcillosos, datada Oligoceno-Mioceno. La base de esta secuencia corresponde a un ambiente de plataforma que varía de media a externa, el cual es un sistema encadenado transgresivo datado en el Eoceno Medio que incluye al miembro Superior; esta secuencia se caracteriza por la ocurrencia de una facie arcillosa de un nivel muy rico de glauconita en la parte inferior de la secuencia. En el Miembro inferior de la facie de sedimentación están representadas por la progradación de lóbulos deltaicos dentro de ambientes depositaciones interdelticos o prodelticos, esta secuencia compuesta de una alternancia de arenas y arcillas está datada Cretáceo – Paleoceno.
- *Formación Los Jabillos (Cretáceo).* Es una de las formaciones con mayor producción. Se ha identificado localmente como una secuencia de areniscas petrolíferas de grano fino a medio, subredondeada a subangular, intercaladas por pequeños cuerpos de lutitas de color oscuro, duras y limonitas gris oscuras. En las secciones inferiores, las areniscas tienden a ser más arcillosas y hacia la base, su matriz es predominantemente calcárea. La formación Los Jabillos es de ambiente

continental/deltaico, compuesta por un apilamiento de canales fluviales que pasan hacia el tope a un ambiente más litoral; esta secuencia data del Cretáceo.

En la figura N° 04 se presenta el diagrama mecánico general de los pozos en el área Norte de Monagas, donde se observan las formaciones descritas.

<b>FORMACIÓN</b>	<b>FASE/ REVESTIDOR</b>	<b>FLUIDO (Vol. Estimado)</b>
MESA LAS PIEDRAS	26"/20" @1000'	Base Agua 2300 bls
LA PICA	17 ½" / 13 3/8" @7600'	Base Agua Lignosulfonato (7600 bls.)
CARAPITA	12 ¼" / 9 5/8" @16619'	Base Aceite 100% Mineral (6600 bls)
CARAPITA "E"		
NARICUAL	8 3/8" / 6 ½" @17913'	Base Aceite 100% Mineral Drill in (3500 bls)
LOS JABILLOS	6 ½" / 5 ½" @18000'	

Fuente: Informe Técnico E y P Oriente, Gerencia de Perforación, Maturín PDVSA (2011)

**Figura N° 04**  
**Diagrama mecánico del Pozo en el área Norte de Monagas**

#### **4.1 Descripción de las Tecnologías de Tratamiento de Ripios**

Las estrategias de manejo que se proponen a continuación, se sustentan en la norma PDVSA MA-01-02-01, contenidas en el Manual de Ambiente “Manejo de Ripios y Fluidos Residuales de Perforación”, revisado en 2010 , así como en la norma en proceso de aprobación MA-01-02-07, del Manual “Manejo de Materiales Recuperables y Desechos Contaminados con Hidrocarburo”. Las cuales destacan los siguientes aspectos para el manejo de los ripios y fluidos residuales producto de la perforación de pozos:

- *Los lodos agua gel y Lignosulfonato* se trataran por Coagulación Floculación;
- *Los sólidos residuales* serán tratados por Esparcimiento (D. 2635);
- *El fluido base aceite recuperado* a reuso; el tratamiento aplicado es Co-procesamiento Térmico;
- *Los sólidos remanentes* se trataran por Estabilización /Solidificación;
- *Las salmueras y lodos de Rehabilitación de pozos* serán tratados a través de la tecnología de inyección.

##### **4.1.1 Descripción de la Tecnología de Biotratamiento (INTEBIOS)**

La tecnología INTEBIOS se fundamenta en el proceso de Biodegradación que ocurre en suelos, el cual permite la transformación de compuestos tóxicos, tales como los compuestos saturados y aromáticos presentes en un crudo, convirtiéndolos en compuestos menos tóxicos como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y el agua (H<sub>2</sub>O). El proceso se efectúa por la estimulación de microflora autóctona (bacterias, levaduras y hongos), añadiendo los nutrientes necesarios para adecuar las relaciones de carbono y nitrógeno (C/N) y carbono/fósforo (C/P), ajustando la humedad, el pH, y aireando para favorecer la actividad microbiana.

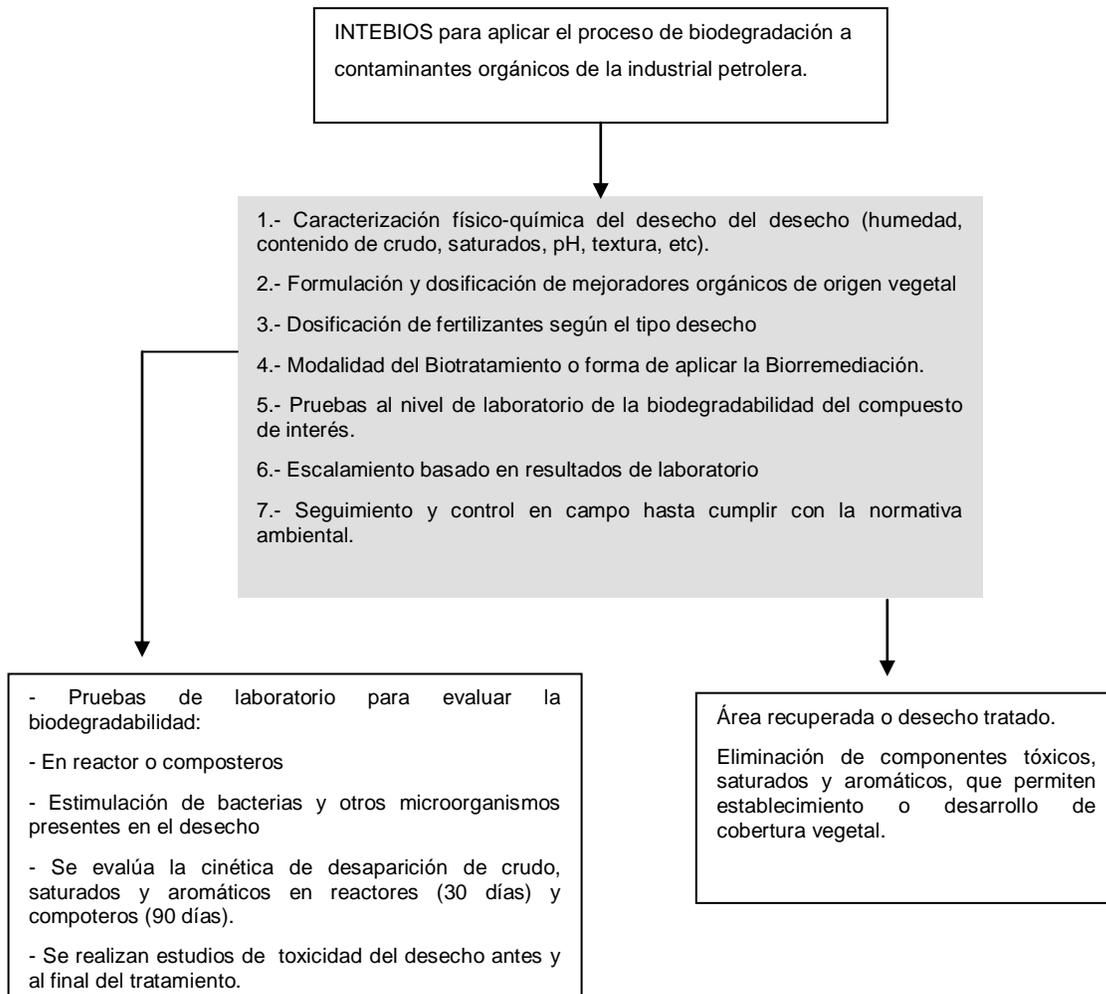
Se utilizan diferentes materiales orgánicos o biomasa vegetal para acelerar y/o mejorar el proceso de biodegradación. Los materiales orgánicos o biomasa vegetal, además de ser fuente de nutrientes mejoran las propiedades físicas de la mezcla suelo/desecho, y la estructura de la mezcla y facilitan los procesos de aireación y mezclado, permitiendo acelerar el proceso de biodegradación. La competitividad de INTEBIOS radica no solamente en sus bajos costos, comparados con otras tecnologías de tratamiento de desechos, sino en la flexibilidad de emplear diferentes modalidades para el manejo de los desechos.

La tecnología INTEBIOS incluye no sólo la composición y dosificación de las biomásas vegetales, sino los procedimientos y control de la tecnología, tanto a nivel de laboratorio, para evaluar factibilidad, como en el campo, donde se requiere garantizar su efectividad y cumplir con las exigencias de la normativa ambiental (Infante, 1999). Esta tecnología está acorde a lo establecido en la normativa ambiental vigente; adicionalmente, cuenta con el reconocimiento y aprobación del Ministerio del Poder Popular para el Ambiente mediante oficio N° 909 de fecha 31 de julio de 2002.

Por ejemplo, se puede llevar a cabo el Biotratamiento *in situ* de manera más efectiva, o aplicación en el mismo lugar donde se encuentre el contaminante o desecho, sin necesidad de extraerlo y transportarlo. Con esta modalidad, como en el caso de las fosas (sitio de almacenamiento temporal de desechos en tierra), se reducen costos al eliminar aquellos que están asociados a la remoción y transporte del contaminante, lo que además evita los riesgos ambientales por traslado y manipulación del desecho. Por el contrario, cuando se generan desechos diariamente, como es el caso durante las actividades de perforación en la obtención del petróleo, la mejor modalidad es la denominada *composting-landfarming*. Ésta se refiere a la disposición y tratamiento en suelo del desecho, formando pilas de hasta

50cm de altura, tratando siempre de utilizar la menor extensión de terreno para aplicar la tecnología.

En la figura N° 05 se presenta un esquema de la tecnología INTEBIOS para aplicar el proceso de Biodegradación:



**Figura N°05.**  
**Esquema representativo de la tecnología INTEBIOS**

Así mismo, puede ser aplicada en diferentes modalidades según el problema ambiental, por lo que es una tecnología con alta flexibilidad. A continuación se describen las modalidades de Biotratamiento en las cuales se puede aplicar la tecnología INTEBIOS.

*Landfarming*: es la modalidad fundamentada en el esparcimiento del material contaminado sobre la tierra, donde el contaminante o desecho es tratado en los primeros 30 cm de suelo. La tecnología INTEBIOS está concebida para decidir la modalidad de tratamiento a utilizar, dependiendo de factores tales como tipo y volumen de desecho, disponibilidad de terreno y de recursos, y riesgos ecológicos de acuerdo con la peligrosidad del desecho (Flores y Salcedo-PDVSA INTEVEP, 2004).

La operación de Landfarming se estimula, monitorea y controla mediante los siguientes parámetros: Mezclado, sistema de recolección de lixiviados, cubierta impermeable de suelo, contenido de humedad, nivel de oxigenación, nutrientes, pH, capacidad de carga de aire en el suelo y temperatura.

*Composting*: es la modalidad de Biotratamiento que puede ser aplicada a diferentes tipos de desechos orgánicos generados en las operaciones de exploración y producción de la industria petrolera. Para ello se conforma/dispone el material o desecho en pilas de hasta 3 m de altura. Posteriormente el desecho con los acondicionadores y mejoradores de INTEBIOS es aireado y mezclado con la maquinaria adecuada (Flores y Salcedo-PDVSA INTEVEP, 2004). Entre las principales ventajas del *composting* se destacan:

- No requiere grandes extensiones de terreno para tratar el contaminante como es el caso de un *landfarming*.

- Los costos del *composting* son comparativamente inferiores a los de un *landfarming*, haciendo a este último uno de los más económicos entre las técnicas de Biotratamiento.
- El contaminante se puede tratar de una manera más localizada y con mayor control.
- Se genera un material de buena calidad nutricional que sirve como acondicionador o mejorador de suelo.
- Es el tratamiento de Biorremediación recomendable para ecosistemas o ambientes de alta sensibilidad donde se requiere perturbar lo menos posible el ecosistema.

*Proceso de Biotratamiento INTEBIOS.*

- *Caracterización del área receptora:*

Se deben realizar Estudios Geoquímicos para conocer las condiciones iniciales de fertilidad y microelementos del área receptora y análisis microbiológicos del suelo, para determinar las unidades formadoras de colonia y decidir sobre los requerimientos de estimulación microbiana.

- *Acondicionamiento del Área de Tratamiento:*

Esta actividad abarca la delimitación del área para la disposición final del desecho, el estacado y ubicación en coordenadas UTM, y señalización con valla del área de tratamiento establecida para la disposición final de los desechos generados por proyecto manejado.

- *Caracterización de los Desechos:*

La selección y el diseño del sistema de tratamiento más adecuado para los desechos a manejar, dependerán de las características físico - químicas de los desechos y de los volúmenes a manejar. Esta fase inicial consiste en la captación, preservación y análisis de todas las muestras del

desecho durante la perforación del hoyo; se deben tomar muestras cada 1000 pies de profundidad o cada vez que se cambie el fluido de perforación, esto con la finalidad de caracterizar los desechos.

Los análisis fisicoquímicos de los desechos se realizarán de acuerdo a lo estipulado en el decreto 2.635 en su artículo 53; los mismos se aplicaran tanto a los desechos sin tratar como a los incorporados en la capa arable durante el proceso de tratamiento. Los análisis serán realizados por un laboratorio especializado y autorizado por el Ministerio del Ambiente.

- *Suministro y Aplicación de acondicionadores agrícolas:*

Si el desecho presenta un pH inferior a 6, se añadirá cal de uso agrícola. Así mismo, si el desecho presenta una concentración de aceites y grasas superior al 10%, este valor puede ser reducido mezclando el desecho con suelo autóctono, suelo de préstamo y/o materiales orgánicos. Ya que se ha comprobado que valores superiores al 10% en mezcla suelo-desecho, son tóxicos para los microorganismos e inhiben el proceso de biodegradación.

Los desechos serán mezclados con acondicionadores agrícolas, preferiblemente de ganado vacuno, en proporciones de 1:1 o hasta conseguir una textura adecuada. Esta actividad se debe realizar una sola vez, al inicio de la aplicación de la técnica de INTEBIOS®. La mezcla desecho/material orgánico no debe exceder el 50% de humedad, de acuerdo a lo establecido en el Decreto N° 2635.

- *Transporte y Disposición de los Desechos Acondicionados en el Área Receptora.*

Esta fase contempla, una vez preparada el área de disposición final y acondicionados los desechos, su transporte al sitio de disposición, colocándolos en pilas, de manera tal que se faciliten las operaciones. Una vez dispuesto el desecho en pilas se tomarán las muestras para determinar el contenido de aceites y grasas y el contenido de hidrocarburos biodegradables totales (TPH), a fin de calcular la cantidad de fertilizantes orgánicos e inorgánicos que deben ser añadidos a la mezcla.

- *Incorporación y Mezclado:*

Luego de disponer los desechos en pilas, se dispersan sobre el terreno acondicionado para el Biotratamiento y se incorporan con maquinaria agrícola (como rastras), mezclándolos con 4 ó 6 pases, a los primeros treinta (30) cm de suelo. Esta labor contribuye a homogeneizar la concentración de los constituyentes del desecho y a mezclar el suelo con el residuo, maximizándose el contacto entre el residuo, la flora autóctona y los aditivos químicos, y proporcionándose la aireación necesaria para la degradación.

- *Aplicación de Fertilizante:*

Comprende la aplicación de fertilizantes (urea y difosfato de amonio) para conseguir una relación de carbono/nitrógeno y carbono/fósforo de  $C/N=60$  y  $C/P= 800$ . El fertilizante se aplicará al voleo directamente a las parcelas, facilitando su incorporación al material a tratar en el momento de la mezcla.

- *Riego:*

Seguidamente a la aplicación de los fertilizantes, se debe aplicar agua, requiriéndose aproximadamente 30.000 litros por hectárea en cada aplicación, para contar con algo de humedad para el proceso de

biodegradación. Durante el Biotratamiento se regará por lo menos 4 veces la mezcla, la primera vez será inmediatamente después de aplicar los fertilizantes, posteriormente se regará cuando sea necesario a fin de mantener la mezcla suficientemente húmeda (40%).

- *Aireación Mecanizada:*

Esta práctica consiste en la roturación y volteado del suelo para adicionar oxígeno a la mezcla. Esta labor se debe realizar inmediatamente después de la adición de los fertilizantes, y durante el tratamiento cuantas veces sea necesario hasta obtener un contenido de TPH y de aceites y grasas menor o igual a 1%.

- *Conformación mecanizada:*

Esta labor consiste en conformar el terreno para devolverle su aspecto original, o acercarse a éste, en las superficies recuperadas, se ejecutará empleado maquinaria tipo patrol o payloader, respetando las condiciones de pendiente.

- *Monitoreo de la muestra:*

Durante todo el proceso se lleva a cabo un control y seguimiento del tratamiento a través de la captación y análisis físico - químicos de muestras compuestas de los desechos en proceso de Biotratamiento, después de cada una de sus fases (inicio, intermedio y final).

Si la muestra cumple con los límites establecidos se procede a la disposición final, previa autorización del Ministerio del Ambiente. Si algún parámetro estuviera fuera del intervalo establecido en el art. 53 del decreto 2.635, se tomarán los correctivos necesarios. Los muestreos serán

realizados por laboratorios registrados ante el Ministerio del Ambiente y según el plan de monitoreo mostrado en la tabla N° 07.

**Tabla N° 07.**

**Plan de Monitoreo en el Biotratamiento.**

<b>TIEMPO</b>	<b>ANALISIS A REALIZAR</b>
Inicio del tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contenido de aceites y grasas</li> <li>- Contenido de Hidrocarburos Biodegradables Totales (TPH)</li> <li>- Crecimiento Bacteriano (UFC / g suelo)</li> <li>- TCLP</li> <li>- Respirimetría</li> <li>- Análisis SARA</li> <li>- Parámetros contenidos en el Art. 49 y Anexo D del Decreto N° 2635</li> </ul>
Tercera semana	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contenido de aceites y grasas</li> <li>- Contenido de hidrocarburos biodegradables totales (TPH)</li> <li>- Crecimiento bacteriano (UFC / g suelo)</li> <li>- Respirimetría</li> <li>- Análisis SARA</li> <li>- Parámetros contenidos en el Art. 50 y Anexo D del Decreto N° 2635</li> </ul>
Octava semana	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contenido de aceites y grasas</li> <li>- Contenido de hidrocarburos biodegradables totales (TPH)</li> <li>- Crecimiento bacteriano (UFC / g suelo)</li> <li>- Respirimetría</li> <li>- Análisis SARA</li> <li>- Parámetros contenidos en el Art. 50 y Anexo D del Decreto N° 2635</li> </ul>
Décima semana	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contenido de aceites y grasas</li> <li>- Contenido de hidrocarburos biodegradables totales (TPH)</li> <li>- Crecimiento bacteriano (UFC / g suelo)</li> <li>- TCLP</li> <li>- Análisis SARA</li> <li>- Parámetros del Art. 50 y Anexo D del (Decreto 2.635)</li> </ul>

De acuerdo a lo establecido en el decreto 2.635, para la aplicación de la técnica de Biotratamiento se deben cumplir con las siguientes condiciones:

- Contenido de hidrocarburos biodegradables en el desecho entre 1 y 10 por ciento (1%-10%).

- El desecho no exceda las concentraciones máximas permisibles en lixiviados establecidas en el Anexo D del decreto.
- El desecho tenga un pH entre 6 y 8.
- Para la aplicación de la técnica de Biotratamiento sobre el suelo arable: El área del terreno debe estar conformada por suelos de textura franca, o franco arenosa o franco limosa o franco arcillosa, o acondicionado artificialmente.
- La profundidad del nivel freático debe ser mayor de 4 metros.
- El área del terreno no debe ser inundable.

En la figura N° 06 y 07 se muestran las fotos y el esquema del proceso de la tecnología de Biotratamiento.



Descarga del Residuo



Área de Mezcla



Diseñación



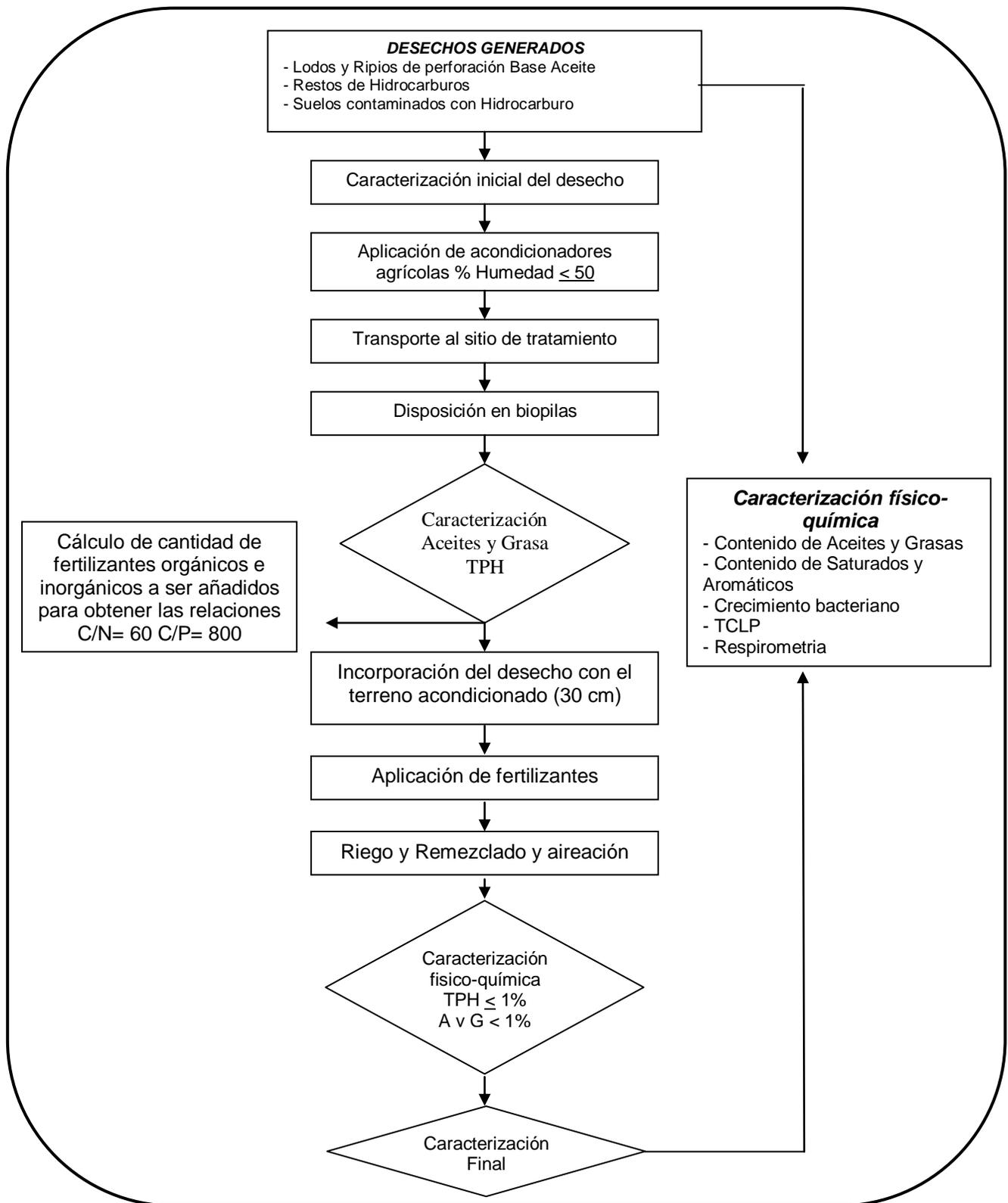
Aireación de la



Establecimiento de Cobertura Vegetal



**Figura N° 06**  
**Fotos del Biotratamiento**



**Figura N° 07.**  
**Esquema del Proceso de la Tecnología de Biotratamiento**

#### **4.1.2. Descripción de la Tecnología de Solidificación y Estabilización (Endrill)**

##### *Descripción de la Tecnología.*

La tecnología Endrill desarrollada por INTEVEP, tiene sus fundamentos en los principios físico-químicos universales de Estabilización – Solidificación, que permiten la transformación de los ripios de perforación en materiales de valor, mediante el encapsulamiento de los contaminantes potenciales (aceites, sales y metales) en una matriz sólida inerte al ambiente con propiedades geomecánicas apropiadas para su uso como relleno de tierra en localizaciones petroleras. Esta técnica no aplica a desechos impregnados con gasoil o con alta conductividad eléctrica y elevada concentración de cloruros.

En forma general, la *Estabilización* es la técnica para convertir un desecho en su forma menos soluble, siendo la *Solidificación* el proceso que permite hacer sólidos con alta integridad, acorde a la referencia dada por la Agencia Ambiental de Estados Unidos (EPA). Esta agencia ha propuesto una medida indirecta del grado de transformación química del desecho, mediante un ensayo “Unconfined Compressive Strength Test” (Prueba de compresión no confinada) señalando que un valor mínimo de 50 psi es adecuado, ya que esta cercano al nivel de resistencia de muchos suelos.

La tecnología Endrill ha sido diseñada para transformar los cortes de perforación (ripios) en un material que sirva como agregado para obra de tierra, al fijar e inmovilizar las sustancias contaminantes (aceites y metales) en una matriz sólida mediante el empleo de aditivos, tipo cemento portland y un absorbente como la bentonita. El proceso es llevado a cabo a la salida de los equipos de control de sólido, mediante el empleo de un tanque mezclador en el cual se adiciona en forma proporcional el ripio, los aditivos y agua. La

reacción de transformación ocurre en menos de 20 min, requiriendo luego el extendido del material en capas de 10-15 cm, por un tiempo mínimo de 8 horas, para su deshidratación y endurecimiento.

El objetivo del proceso es encapsular los hidrocarburos en una matriz cementante compuesta por arcillas, semejante a un suelo sintético, que pueda ser compactada acorde con su densidad y humedad máxima, para su empleo como relleno en plataformas de perforación, con la cual se reduce la permeabilidad del sólido y reduce la lixiviación de los contaminantes por debajo de los máximos establecidos en la norma ambiental.

Una de las principales ventajas de la tecnología Endrill es que promueve el reuso del desecho minimizando el impacto ambiental durante las prácticas de construcción y mantenimiento de pozos. En Venezuela el Ministerio del Ambiente ha fijado una serie de disposiciones de orden técnico y administrativos para el uso de la tecnología de Estabilización-Solidificación, además en la actualidad se incorporan los lineamientos técnicos de la tecnología de Estabilización y Solidificación.

#### *Alcance de la tecnología.*

La tecnología Endrill contempla la estabilización de ripios provenientes de los pozos petroleros, aplicando el proceso por lotes de 10 a 20 m<sup>3</sup> por día. Los ripios son almacenados temporalmente en un tanque metálico (30 m<sup>3</sup>), luego se extraen volúmenes constantes, mediante la pala de una retroexcavadora y se colocan en un tanque mezclador de 0,5 a 1 m<sup>3</sup>, con la finalidad de añadir y homogeneizar los reactivos (cemento, bentonita y agua) en proporción a la cantidad de hidrocarburos presentes en el ripio, acorde a una formulación previamente establecida. Posteriormente se mezclan

durante 20 minutos, y se descargarán en un tanque metálico de tres caras, recogido por la retroexcavadora y finalmente se llevan a un lugar de deshidratación o curado, extendiéndolos en capas de 10 a 15cm de espesor por un lapso de 8 a 10 horas. Al concluir el tiempo de tratamiento (entre 7 y 14 días), el material encapsulado alcanza una resistencia mayor a 50 psi, estando en condición de ser usado en obras de tierra como sub-base o vías de penetración de localizaciones petroleras.

Los materiales, equipos y procedimientos empleados en la tecnología son:

- Un tanque metálico para el almacenamiento temporal de los ripios, con una capacidad de 30 m<sup>3</sup> por día.
- Reactivos encapsulantes: cemento Portland-Bentonita-Agua, en proporción a los contenidos de aceite en el ripio.
- Tanque metálico de mezcla, con una capacidad de 0,5 a 1 m<sup>3</sup>, capaz de trabajar con un material viscoso, producto de la mezcla de ripios y aditivos.
- Tanque metálico de tres caras (10m<sup>3</sup>) para recolectar ripios encapsulados.
- Retro-excavadora para transportar ripios sin tratar y tratados
- Caracterización físico-química de ripio y material encapsulado, acorde a normativa ambiental, Decreto 2.635 Art.49 Anexo D (prueba de lixiviación) para determinar el cumplimiento de los máximos permisibles.
- Determinación de las características del material encapsulado para uso como material de relleno.
- Uso del material encapsulado, como relleno en la construcción de localizaciones de pozos petroleros y sub base de vías de entrada a pozos.

### *Caracterización de ripios encapsulados*

En el informe técnico “Uso de Ripios Encapsulados como Subbase de Localizaciones Petroleras” (PDVSA INTEVEP, 2001) se señala lo siguiente: Esta tecnología consiste en la utilización de aditivos de aluminio- silicatos que inmovilizan y fijan los componentes en su forma menos soluble a una matriz sólida que impide su migración al ambiente. El concepto empleado por la tecnología es tratar ripios con bajos contenidos de sustancias potencialmente contaminantes, que sean más amigables al ambiente en las especificaciones siguientes: hidrocarburos minerales con bajo contenido de aromáticos, niveles de metales pesados totales en las especificaciones de la norma ambiental (Decreto 2.635 Art. 49); bajos niveles de sales (<500 ppm), expresados como cloruros y límites de sustancias lixiviantes por debajo de los máximos de concentración exigidos en el anexo D del Decreto 2.635.

De igual importancia que las características químicas, referidas al cumplimiento de los niveles de sustancias potencialmente contaminante son las propiedades geomecánicas de los materiales de relevancia, ya que mejora la dureza, la capacidad de compactación y reduce el nivel de lixiviación de las sustancias contenidas. Estas son utilizadas como indicador de transformación química impartida en los ripios encapsulados.

En la tabla N° 08 se muestra la definición de las propiedades geomecánicas, utilizadas como indicador de la transformación química impartida en los ripios encapsulados.

**Tabla N° 08.**  
**Propiedades Geomecánicas**

PARAMETRO	SIGNIFICADO
<b>RCI</b>	<i>Resistencia a la Compresión Inconfinada</i> ; mide el grado de endurecimiento del material con el tiempo.
<b>CBR</b>	<i>Relación de Índice Californiano</i> , permite clasificar la conveniencia de uso de un material como base o subbase en vías.
<b>Grado de compactación</b>	Mide la resistencia de un suelo bajo condiciones de densidad y humedad controlada.
<b>Conductividad Hidráulica</b>	Es un indicador del grado de aislamiento de un contaminante, ya que evalúa el movimiento interno del agua en un material y el potencial de lixiviación de contaminantes.

En la tabla N° 09 se muestra un resumen de las principales propiedades químicas de los ripios sin tratar y tratados en función de los parámetros que exceden la norma (Decreto 2.635, Artículo 49). En cuanto al pH, se determinó un intervalo de 10,4 a 12,3 unidades en las muestras, la norma Decreto 2.635 art.49 fija un valor máximo de 9 unidades para los ripios sin tratamiento para los ripios tratados por Estabilización – Solidificación, un valor de 12 unidades, en la norma en revisión. La conductividad y RAS, determinados en los sólidos tratados y no tratados se mantienen por debajo de los valores de la norma (<12).

**Tabla N° 09.**

**Características de muestras, acorde al Decreto 2.635, Art. 49.**

<b>Parámetros</b>	<b>Norma D-2.635. Art.49</b>	<b>Ripio sin tratar Auditado</b>	<b>Encapsulado Prueba Auditada</b>	<b>Encapsulado Caípe-12-x Auditada</b>	<b>Data Histórica Encapsulado</b>
pH(unidades de pH)	6-9	10,4	12,0-12,3	12,0-12,1	8,5-12,7
Conductividad (mmhos/cm)	< 12	0,26 - 0,60	8,5 – 9	7,1 - 9,2	2 -11
RAS	<12	2,4 - 5,6	7,5 – 11	6,2 - 9,7	1 - 9
Cloruro total	N.D	23 - 26	21 – 25	46 – 53	30 - 200
Aceite y grasas(%)	< 3	7,1 – 7,8	1,26-1,34	2,2 – 2,1	2 - 5
Contenido total de metales	40 – 40.000	< Norma	< Norma	< Norma	< Norma

Fuente: Art. 49 Decreto 2.635

Otro de los parámetros de interés es la concentración de *cloruros* presentes en las muestras, determinados en el rango de 23 a 53 mg/l. Aunque el parámetro no esté regulado en la norma se considera de importancia, ya que puede aportar sustancias que interfieren en la calidad del encapsulado a utilizar en las obras de tierra.

En cuanto a la concentración de *Aceites y Grasas*, se debe señalar que de un valor promedio de 7,4% existente en los ripios, excediendo el máximo de la norma que es <3%, disminuyó a un valor promedio de 1,3% en las muestras de encapsulados de la prueba auditada, lo cual se atribuye en parte al agregado de aditivos en un 25% y a la fijación química en el encapsulado.

El nivel potencial de sustancias peligrosas lixiviables (tabla N° 09) cumple con los niveles máximos establecidos en el decreto 2.635, encontrándose valores de 1,0 a 2,2 mg/l, por debajo del valor máximo establecido.

Las características de los materiales estabilizantes (Cemento y Bentonita) no presentan aporte significativo a los contenidos de sustancias del ripio encapsulado, de acuerdo con los contenidos reportados en tabla N° 10. Sin embargo, un punto de atención es el valor de conductividad momentáneo que puede aportar el cemento al material tratado (tabla N°11), por lo cual las mezclas cementantes deben ser expuestas a un período de deshidratación y endurecimiento adecuado para optimizar sus propiedades.

**Tabla N° 10.**  
**Resultados de los ensayos de lixiviación, ripio encapsulado prueba auditada**

Parámetros	Concentración máxima permisible mg/l	Valor Prueba Auditada mg/l	Valor Pozo Caipe 12-X Auditada	Valor Data Histórica
Aceites y Grasas	<i>N.E</i>	< 1 – 2,2	< 1 – 2,0	1- 5
Arsénico	5,0	< 0,001	< 0,001	0,005
Bario	100,0	0,6 – 2,3	0,3 – 0,5	0,1 – 6,2
Cadmio	1,0	< 0,01	< 0,01	0,01
Cromo	5,0	< 1	< 1	0,1
Selenio	1,0	< 0,001	< 0,001	0,001
Plata	5,0	0,001	< 0,01	0,01
Plomo	5,0	< 0,1	< 0,1	0,01
Níquel	5,0	< 0,01	< 0,01	0,01
Mercurio	0,2	< 0,001	< 0,001	0,005

**Tabla N° 11.**  
**Características de los materiales estabilizantes.**

<b>Elemento (mg/l)</b>	<b>Cemento</b>	<b>Bentonita</b>
pH	12,2	8,4
Conductividad (mmhos/cms)	13,050	1,150
RAS	1,17	40
Aceites y Grasas	< 0,01	< 0,02
Valores de lixiviados	< Norma	< Norma

Al igual que las características físico-químicas de los ripios encapsulados, que permiten determinar la concentración de las sustancias potencialmente contaminantes, las propiedades geomecánicas de los materiales permiten definir su uso y el grado de aislamiento de estas sustancias. Así, para las muestras auditadas los valores de CBR (Relación de Índice Californiano) son del orden de 13 a 32, adecuados para uso de material como subbase de acuerdo con las referencias de la EPA Stabilization/Solidification of CERRCLA and RCRA waste, que lo fijan de 7 a 20, así mismo los parámetros de RCI (Resistencia Compresión Inconfinada); densidad y humedad óptima son del mismo orden del material de préstamo.

Otro de los parámetros de importancia es la Conductividad Hidráulica (CH), que es una medida relativa a la capacidad de aislar los contaminantes en la matriz sólida, actúa como indicador del grado de movilidad interna del agua y como medida potencial de la contaminación del agua subterránea. El valor de la data histórica acumulada para los ripios encapsulados indica que la CH se encuentra en el orden de  $10^{-6}$  cm/seg, adecuados para materiales estabilizados con cemento, acordes con la referencia de la EPA, que los ubica en un rango de  $10^{-5}$ .

De acuerdo con los resultados obtenidos en estas pruebas, se afirma que el proceso de tratamiento de los rípios de perforación por la tecnología Endrill permite la transformación química y mecánica de los rípios de perforación en un material tipo suelo, aprovechable como relleno de tierra.

*Proceso de encapsulamiento de rípios /Endrill.*

- *Caracterización físico- química inicial.*

En primer lugar se recolectan los rípios a la salida de los equipos de control de sólidos (zaranda o centrífuga), en un tanque de tres caras en la taladro de Perforación. De los rípios almacenados en el tanque tres caras, se debe recolectar una muestra representativa para su caracterización físico-química (dos por hoyo perforado), también se debe determinar el % de aceite presente en el rípio por retorta, ya que, como se verá es la base para el tratamiento.

- *Acondicionamiento del rípio.*

La carga de alimentación del proceso se hace con un cargador frontal, desde el tanque de tres caras al tanque mezclador, en una cantidad constante de rípios o batch, establecida de antemano en base a la capacidad del equipo de mezclado y en función de las cantidades de aditivos que deben ser agregados. Con base en el % de hidrocarburo presente en el rípio se fija la relación de aditivos a emplear, un % < del 26% requiere una dosis 4:2 (cemento/ bentonita), para contenidos entre 26-36% de hidrocarburos se requiere una relación de aditivos de 5:2.

Allí se realizará una mezcla homogénea durante 30 minutos de cuatro Sacos de Cemento, dos Sacos de Bentonita y 300 Lts de aguas por cada

metro cúbico de Ripio impregnado de aceite mediante el sistema bidireccional de los tornillos mezcladores. De acuerdo a lo establecido en el Manual de la tecnología la mezcla de rípios y aditivos debe ser efectuada por <20 minutos.

- *Deshidratación y endurecimiento del materia encapsulado.*

Una vez completado el mezclado de materiales (ripio + aditivos) son descargados por gravedad en un tanque receptor a la salida del equipo de mezclado. Posteriormente los rípios encapsulados (agregados) son trasladados mediante una retro-excavadora hasta el área designada para el curado (deshidratación y endurecimiento) de los agregados y extendidos en el suelo para formar capas de ~20 cms, de forma de promover y acelerar el fraguado de las mezclas en un periodo de ~8 horas. Después de secado el material encapsulado, se acumula para su disposición final.

- *Caracterización Final.*

Finalmente son recolectadas las muestras de rípios sin y con tratamiento para su caracterización. Por otra parte, es necesario mencionar que las transformaciones físico-químicas y mecánicas realizadas al ripio, permiten pasar de un material sin trabajabilidad a uno con propiedades mecánicas, tales como la resistencia a la compresión confinada (qu) de 70 a 169 psi, la Relación de Soporte Californiano (CBR) de 17 a 25% y el Proctor Modificado de un 95%. El material debe presentar cambios físicos (color terroso) en unos 5 días.

- *Disposición final del encapsulado.*

Se procede al uso del material encapsulado como sub-base de obras de tierra en localizaciones petroleras, de acuerdo con las especificaciones

estructurales determinadas. En la figura N° 08 se muestra una aplicación de la tecnología Endrill en el estado Barinas y la disposición final de los rípios encapsulados en localizaciones, respectivamente.



**Figura N° 08.**

**Fotos del tratamiento del rípio con Endrill, estado Barinas**

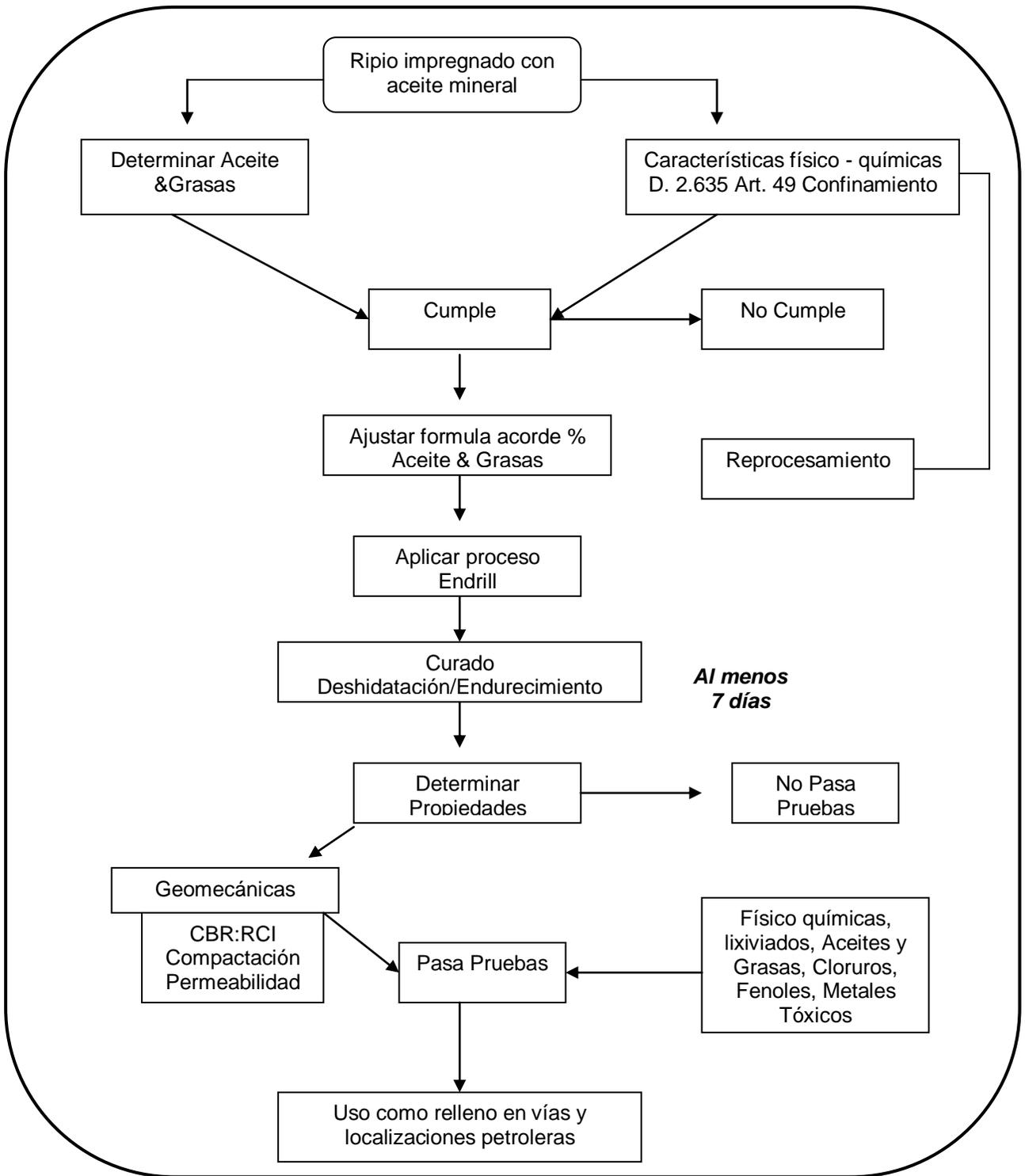


Figura N° 09.

## **Esquema de proceso de la Tecnología Endrill**

### **4.1.3. Descripción de la Tecnología de Desorción Térmica**

La desorción térmica es una técnica utilizada para tratar la tierra contaminada con desechos peligrosos calentándola a una temperatura de 90°C a 540°C a fin de que los contaminantes con un punto de ebullición bajo se vaporicen (se conviertan en gases) y, por consiguiente, se separen de la tierra (EPA, 1996). Los contaminantes vaporizados se recogen y se tratan, generalmente con un sistema de tratamiento de emisiones.

Esta técnica es más eficaz para remover hidrocarburos livianos, aromáticos y otros compuestos volátiles que los hidrocarburos pesados y es recomendable para ripsos de perforación en base aceite y sedimentos impregnados con hidrocarburo producto del mantenimiento de instalaciones (tanques, filtros, separadores, etc.), y cualquier otro desecho con alto contenido de hidrocarburo. Para el caso de los ripsos en base agua, sólo se recomienda si contienen un nivel significativo (> 5%) de impregnación de hidrocarburos. Se ha demostrado que estos equipos son capaces de reducir o eliminar casi totalmente el contaminante del suelo, de acuerdo con análisis realizados a fluidos de cortes de perforación base aceite, obteniéndose un material 99,99% libre de contaminación de hidrocarburo.

En la tabla N° 12 se muestran los equipos mínimos requeridos para la instalación de una planta de desorción térmica.

**Tabla N° 12.**  
**Cantidad de equipos mínimos requeridos para el tratamiento de rípios con desorción térmica.**

Equipos	N° de Equipos
Unidad térmica completa (cabina de control con unidad de condensación y unidad de transferencia de calor, contenedor de herramientas).	1
Catch tank (o semejante), con techo para aforo y almacenamiento de rípios base aceite y/o sedimentos impregnados con hidrocarburos.	2
Tanques de 100 barriles para almacenamiento de agua residual y de aceite recuperado (en caso de requerir).	2
Tanque vertical de 200 barriles para separación de fases agua – aceite recuperado.	1
Líneas de transferencia de fluidos recuperados	1
Bomba 2x2 eléctrica para transferencia de fluidos	1
Catch tank de 140 barriles (o semejante) para almacenamiento de ceniza obtenida en el proceso	1
Camión volteo de 7 mt <sup>3</sup>	1
Retroexcavadora	1
Planta de generación eléctrica de 120 kva.	1

Existen dos modalidades de Desorción Térmica: la de baja temperatura que se utiliza cuando se requiere recuperar el hidrocarburo (aceite), y la de alta temperatura, cuando se requiera la destrucción del aceite y todos los compuestos orgánicos presentes.

Las emisiones de gases y vapores húmedos con particulados (polvo), extraídos de la unidad de calentamiento, pasan por una línea de transferencia a la unidad de condensación, pasando por un equipo

intercambiador de calor donde se enfrían y se condensan el agua y los hidrocarburos. Los vapores no condensados son tratados y absorbidos con un filtro de carbón activado que finaliza la limpieza antes de expulsarlos a la atmósfera.

Los líquidos condensados son inyectados a la línea de transferencia para enfriar los vapores y condensar la mayoría de éstos en un tanque. Los aceites recolectados son bombeados a través de un filtro hacia el radiador, donde son enfriados. Dependiendo de sus características finales, puede utilizarse como combustible en el mismo proceso, o ser transportados a un tanque de 500 Bbls para almacenar fluidos recuperados (aceite vassa, agua e hidrocarburo). (Ver figuras 10 y 11).



Tolva de Alimentación



Equipo de Desorcion

**Figura N° 10**  
**Fotos de los equipos de desorción térmica**

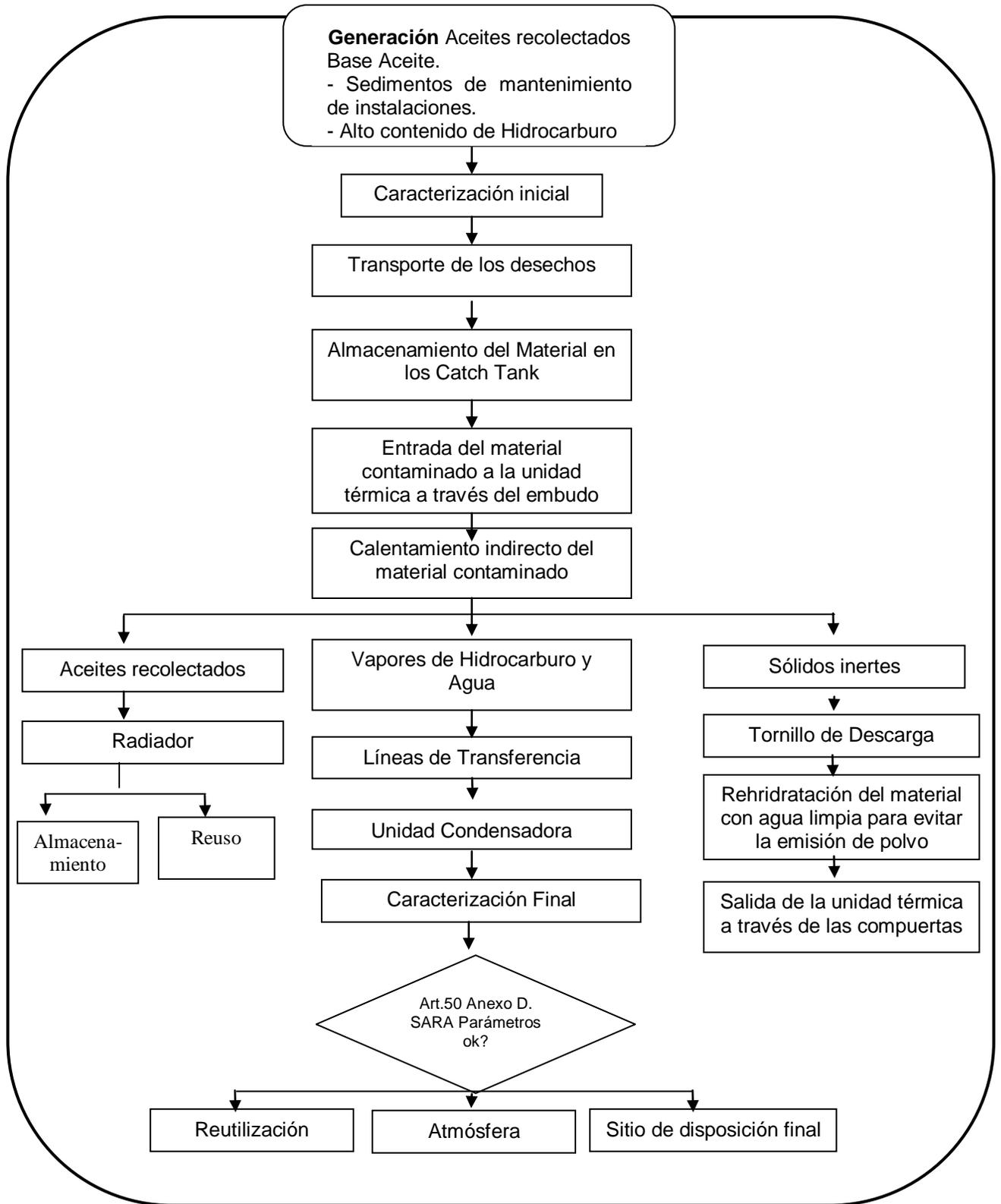


Figura N. 11.

## **Esquema de proceso de la tecnología desorción térmica**

### **4.1.4. Descripción de la Tecnología de Incineración**

La incineración es el proceso por el cual se queman materiales peligrosos a fin de destruir contaminantes nocivos. La incineración también reduce la cantidad de material que se necesita eliminar en un vertedero controlado. Si bien la incineración destruye una variedad de contaminantes tales como bifenilos policlorados, solventes y plaguicidas, no destruye metales.

Un incinerador es un tipo de horno que quema materiales, como suelos contaminados, a una temperatura controlada lo suficientemente elevada como para destruir contaminantes. Se puede transportar un incinerador al sitio contaminado, o se puede transportar el material contaminado en camiones desde el sitio hasta un incinerador.

#### *Proceso de Incineración.*

- Selección, empaçado y pesaje del desecho.

Es necesario seleccionar y empaçar los desechos sólidos en bolsas, para continuar con el pesaje de la misma y respetar el límite de carga en Kilogramo/hora del incinerador.

- Arranque de los sistemas de incineración.

Se debe activar el sistema de lavado de gases antes de encender los equipos de incineración para que las emisiones de arranque y operación de los equipos sean controlados por el lavador de gases.

Los operadores deberán encender cada unidad para el calentamiento de las cámaras primarias y secundarias, de esta forma tener las unidades listas para la primera alimentación con los desechos contaminados.

- Alimentación de los equipos de incineración.

Se introduce el material contaminado en el incinerador y a fin de aumentar la cantidad de químicos nocivos destruidos, los técnicos controlan la cantidad de calor y de aire en su interior. A medida que los contaminantes se calientan, se transforman en gases que pasan a través de una llama. Gracias a la llama, los gases alcanzan una temperatura lo suficientemente elevada que provoca su descomposición en componentes de menor tamaño. Estos se combinan con oxígeno para formar gases menos nocivos y vapor de agua (combustión).

Los gases producidos en el incinerador pasan a través de un equipo de control de contaminación del aire, donde se elimina cualquier metal, ácido y partícula de ceniza remanente. Tales desechos son nocivos y deben desecharse en forma adecuada en un vertedero autorizado. Los otros gases más limpios, como el vapor de agua y el dióxido de carbón, se liberan al aire a través de una chimenea. (Ver figura 12).

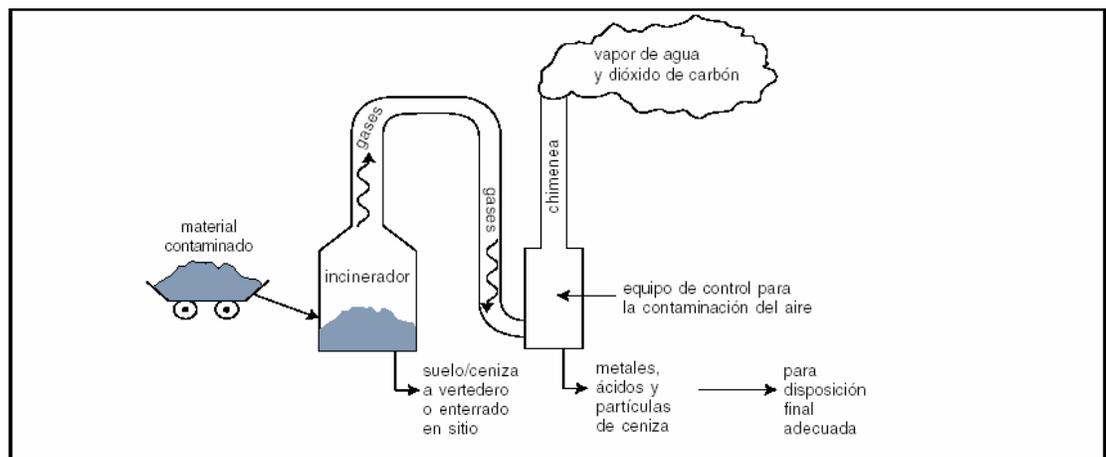
- *Tiempo de degradación*

Los equipos deben de ser programados por los operadores en el panel de control en donde determinará el tiempo real de degradación.

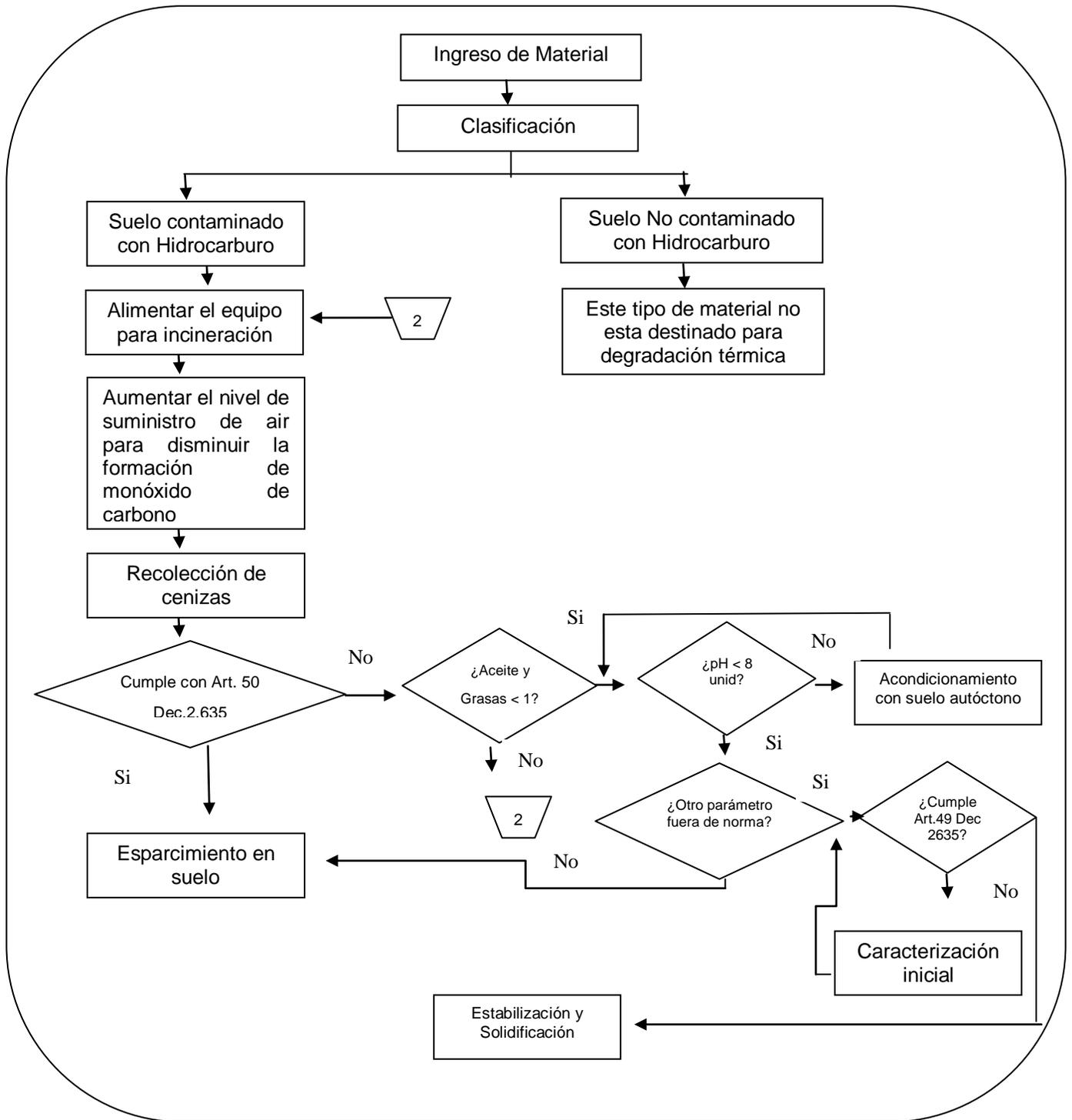
- *Análisis de cenizas.*

Una vez finalizado el ciclo de incineración, las cenizas serán extraídas por el personal y depositadas en contenedores para que laboratorios autorizados para que las autoridades ambientales tomen las muestras necesarias para los análisis finales.

Si los análisis determinan que existen parámetros que no cumplen con lo enunciado en el decreto 2.635, en su artículo 50, se procede a reincinerar las cenizas o aplicarle otro tratamiento. En caso contrario, el suelo o la ceniza remanente después de la incineración se puede eliminar en un vertedero o enterrar en el sitio. La cantidad de material que requiere eliminación es muy inferior a la cantidad inicial de material contaminado.



**Figura N° 12.**  
**Proceso de Incineración**



**Figura N° 13.**  
**Esquema de proceso de la tecnología de Incineración**

## **5.1 Marco Legal Ambiental Aplicable a las Actividades de Manejo y Tratamiento de Rípios de Perforación de Pozos Petroleros**

### **5.1.1 Normas o tratados internacionales**

De acuerdo con lo expresado por Ríos (2.005) en “Principios de Derecho Ambiental”; los principios generales del derecho ambiental se encuentran derivados de los documentos internacionales, fundamentalmente de las declaraciones de Principios de las Conferencias de Estocolmo y de Río, y de la Carta Mundial de la Naturaleza, estos principios son universalmente aplicables y en su origen tenían solo carácter indicativo. Hoy en día sirven de sustento a las normas jurídicas ambientales de los diferentes países.

En la legislación venezolana, el artículo 4 del Código Civil señala lo siguiente: “A la Ley debe atribuírsele el sentido que aparece evidente del significado propio de las palabras, según la conexión de ellas entre sí y la intención del legislador. Cuando no hubiere disposición precisa de la ley, se tendrán en consideración las disposiciones que regulan casos semejantes o materias análogas, y si hubiere todavía dudas, se aplicarán los principios generales del derecho.

Por lo anterior, vale la pena destacar algunos principios generales del derecho ambiental planteados por Ríos (2.005):

1. Principio de la compatibilidad ambiente/ desarrollo
2. Principio de sustentabilidad
3. Principio del daño permisible o tolerable

4. Principio de la soberanía de los estados sobre sus recursos naturales y el ambiente.
5. Principio de la dependencia de los problemas ambientales del estadio de desarrollo.
6. Principio de no causar daños al ambiente de otros estados.
7. Principio de intercambio de información.
8. Principio de prevención de danos transfronterizos.
9. Principio de la responsabilidad común pero diferenciada.
10. Principio de prevención.
  - Reconocimiento de la planificación como mecanismo esencial.
  - Obligación de tomar en cuenta los Estudios de Impacto.
11. Principio quien contamina paga.
12. Principio quien infringe será sancionado.
13. Principio de la abolición de derechos adquiridos
14. Principio de la participación ciudadana
  - Derecho de acceso a la información
  - Derecho a la educación ambiental
  - Derecho a la indemnización por causas ambientales.
15. Principio de precaución
16. Principio de la paz como requisito del desarrollo sustentable.
17. Principio del multilateralismo
18. Principio de la primacía de las normas internacionales sobre las internas.

### **5.1.2. Marco Jurídico Venezolano**

*Constitución de la República Bolivariana de Venezuela.*

Gaceta Oficial Extraordinaria N° 5.453 de la República Bolivariana de Venezuela. Caracas, viernes 24 de marzo de 2000.

## **Capítulo IX**

### **De los Derechos Ambientales**

Art. 127. Es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí misma y del mundo futuro. Toda persona tiene derecho individual y colectivamente a disfrutar de una vida y de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado. El Estado protegerá el ambiente, la diversidad biológica, los recursos genéticos, los procesos ecológicos, los parques nacionales y monumentos naturales y demás áreas de especial importancia ecológica. El genoma de los seres vivos no podrá ser patentado, y la ley que se refiera a los principios bioéticos regulará la materia.

Es una obligación fundamental del Estado, con la activa participación de la sociedad, garantizar que la población se desenvuelva en un ambiente libre de contaminación, en donde el aire, el agua, los suelos, las costas, el clima, la capa de ozono, las especies vivas, sean especialmente protegidos, de conformidad con la ley

*Art. 128.* El Estado desarrollará una política de ordenación del territorio atendiendo a las realidades ecológicas, geográficas, poblacionales, sociales, culturales, económicas, políticas, de acuerdo con las premisas del desarrollo sustentable, que incluya la información, consulta y participación ciudadana. Una ley orgánica desarrollará los principios y criterios para este ordenamiento.

Art. 129 Todas las actividades susceptibles de generar daños a los ecosistemas deben ser previamente acompañadas de estudios de impacto ambiental y socio cultural. El Estado impedirá la entrada al país de desechos tóxicos y peligrosos, así como la fabricación y uso de armas nucleares,

químicas y biológicas. Una ley especial regulará el uso, manejo, transporte y almacenamiento de las sustancias tóxicas y peligrosas. En los contratos que la República celebre con personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, o en los permisos que se otorguen, que involucren los recursos naturales, se considerará incluida aún cuando no estuviera expresa, la obligación de conservar el equilibrio ecológico, de permitir el acceso a la tecnología y la transferencia de la misma en condiciones mutuamente convenidas y de restablecer el ambiente a su estado natural si éste resultara alterado, en los términos que fije la ley.

#### *Leyes Orgánicas.*

- ✓ Ley Orgánica del Ambiente. *Gaceta Oficial N° 5.833 de fecha 22-12-2006.*

La Ley tiene por objeto establecer las disposiciones y los principios rectores para la gestión del ambiente, en el marco del desarrollo sustentable como derecho y deber fundamental del Estado y de la sociedad, para contribuir a la seguridad y al logro del máximo bienestar de la población y al sostenimiento del planeta, en interés de la humanidad.

De igual forma, establece las normas que desarrollan las garantías y derechos constitucionales a un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado

- ✓ Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación. *Gaceta Oficial N° 37.291 de fecha 26-09-2001*

La Ley tiene por objeto desarrollar los principios orientadores que en materia de ciencia, tecnología e innovación y sus aplicaciones, establece la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, organizar el Sistema

Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, definir los lineamientos que orientarán las políticas y estrategias para la actividad científica, tecnológica, de innovación y sus aplicaciones, con la implantación de mecanismos institucionales y operativos para la promoción, estímulo y fomento de la investigación científica, la apropiación social del conocimiento y la transferencia e innovación tecnológica, a fin de fomentar la capacidad para la generación, uso y circulación del conocimiento y de impulsar el desarrollo nacional.

### *Leyes Ordinarias*

- ✓ Ley sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos. Gaceta Oficial N° 5.554 Extraordinario de fecha 13-11- 2001

Esta Ley tiene por objeto regular la generación, uso, recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de las sustancias, materiales y desechos peligrosos, así como cualquier otra operación que los involucre, con el fin de proteger la salud y el ambiente

- ✓ Ley Penal del Ambiente. Gaceta Oficial N° 4.358 Extraordinario de fecha 03-01- 1992

La Ley tiene por objeto tipificar como delitos aquellos hechos que violen las disposiciones relativas a la conservación, defensa y mejoramiento del ambiente, y establece las sanciones penales correspondientes. Así mismo, determina las medidas precautelativas, de restitución y de reparación a que haya lugar.

- ✓ Ley de Aguas. Gaceta Oficial N° 38.595 del 02/01/2007

Esta ley tiene por objeto establecer las disposiciones que rigen la gestión integral de las aguas, como elemento indispensable para la vida, el bienestar humano y el desarrollo sustentable del país, y es de carácter estratégico e interés de Estado.

- ✓ Ley de Gestión de la Biodiversidad Biológica. Gaceta Oficial N° 39.070 del 01/12/2008

La Ley tiene por objeto establecer las disposiciones para la gestión de la diversidad biológica en sus diversos componente, comprendiendo los genomas naturales o manipulados material genérico y sus derivados, especies, poblaciones, comunidades y los ecosistemas presentes en los espacios continentales, insulares, lacustres y fluviales, mar territorial, áreas marítimas interiores y el suelo, subsuelo y espacios aéreos de los mismos, en garantía de la seguridad y soberanía de la Nación; para alcanzar el mayor bienestar colectivo, en el marco del desarrollo sustentable.

- ✓ Ley de Bosques y Gestión Forestal. Gaceta Oficial N° 38.946 del 05/06/2008

El objeto del Decreto con Rango, Valor y Fuerza de Ley es establecer los principios y normas para la conservación y uso sustentable de los bosques y demás componentes del patrimonio forestal, en beneficio de las generaciones actuales y futuras, atendiendo al interés social, ambiental y económico de la Nación.

- ✓ Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio. Gaceta Oficial N° 3.238 del 11/08/1983

La Ley tiene por objeto establecer las disposiciones que regirán el proceso de ordenación del territorio en concordancia con la estrategia de Desarrollo Económico y Social a largo plazo de la Nación

*Decretos Ambientales*

- ✓ *Decreto N° 2.226 “Normas Ambientales para la Apertura de Picas y Construcción de Vías de Acceso”. Gaceta Oficial N° 4418 Extraordinario, del 27-04-1992.*

<b>Objeto de la norma</b>
Establecer las medidas y prácticas conservacionistas que deben ejecutarse en las vías de acceso, para atenuar los efectos ambientales adversos
<b>Obligaciones aplicables a PDVSA</b>
Art. 4. Solicitar AOT para trochas, picas, vías de acceso y penetración para el paso frecuente de vehículos y vías o líneas de transporte, y AARNR para la construcción de cualquier pica o vía de acceso que contemple deforestación, tala de vegetación alta o mediana, rozas, quemas, desmonte y cualquier otra actividad que implique destrucción de vegetación.
Art.5. Para la construcción de vías de acceso y penetración para el paso frecuente de vehículos y para transporte que por sus dimensiones y trazado afectan extensiones considerables, cumplir disposiciones técnicas de normas COVENIN 2000-80 Parte I, referentes a carreteras. En las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial, tomar en cuenta las disposiciones que establezcan los respectivos reglamentos de Uso.
Art.6. La planificación, el diseño y las técnicas de construcción de trochas, picas de acceso y vías de acceso y penetración para el paso frecuente de vehículos y para transporte que por sus dimensiones y trazado afectan extensiones considerables, deberán ajustarse a las características topográficas y del suelo y

<b>Obligaciones aplicables a PDVSA (cont.)</b>
los problemas ambientales que pueden presentarse, de acuerdo al tipo de terreno, sobre todo en la época de mayor pluviosidad.
Art.7 y 8. Cumplir características y límites de afectación de recursos naturales para la construcción de picas y vías de acceso: Anchura máxima a deforestar, tipo de vegetación a eliminar, nivelación del terreno, cortes y rellenos, cambios en el escurrimiento y en los drenajes naturales, profundidad de cunetas, prevención de erosión.
Art. 10 y 12. Cumplir condiciones para pasos de vías provisionales o definitivas a través de cursos de agua, según el tipo de lecho y la altura del talud, evitando el represamiento del mismo. Períodos de retorno de las crecidas a utilizar para el diseño y cálculo de puentes y medidas para evitar socavación de las bases y fenómenos de erosión.
Art. 13, 14 y 16. Seguir criterios de diseño para obras de drenaje (datos de crecidas, diámetros mínimos, pendientes). Construir sumideros, alcantarillas y drenajes en vías tipo IV y V. Infraestructura hidráulica en diques carretera construidos en zonas inundables, para permitir el drenaje a través de ellos.
Art. 15 Cumplir condiciones para cortes y rellenos establecidas en la norma. Estas condiciones pueden ser modificadas si se justifica mediante estudios geológicos y geotécnicos.
Art. 17. Cumplir condiciones para préstamos según estudio geotécnico: Dimensiones máximas, ubicación, número de préstamos por kilómetro de vía
Art.19. Disponer adecuadamente los desechos de desmonte, tala y otras actividades, que no tengan uso posterior, en zanjas ubicadas en localizaciones aceptadas por el Ministerio del Ambiente. En su defecto, incinerarlos según plan de quema previamente aceptado por el Ministerio del Ambiente.
Art. 20. Desarrollar programas de recuperación para picas o vías temporales (< 2 años), préstamos y áreas afectadas, y programas de mantenimiento de vías permanentes.

- ✓ *Decreto N° 2.220 “Normas para Regular las Actividades Capaces de Provocar Cambios de Flujo, Obstrucción de Cauces y Problemas de Sedimentación” Gaceta Oficial: 4.418 Extraordinario, del 27-04-1992.*

<b>Objeto de la norma</b>
Controlar el desarrollo de actividades que, por generar cambios en los sistemas de control de obras hidráulicas, obstrucción de cauces y escorrentías y producción artificial de sedimentos, son susceptibles de ocasionar daños como inundaciones, déficit de agua, inestabilidad de cauces, alteración de calidad de aguas.
<b>Obligaciones aplicables a PDVSA</b>
Art. 2. Solicitar AARNR para toda actividad capaz de provocar cambios de flujo, obstrucción de cauces y problemas de sedimentación.
Art. 5 y 9. Cumplir condiciones técnicas para realizar las actividades.
Art. 10. Para actividades de reforestación, repoblación e introducción de especies vegetales, presentar recaudos para solicitar AARNR.
Art.11. Solicitar AOT de acuerdo con los recaudos presentados. El Ministerio del Ambiente determinará la necesidad de un EIA.

- ✓ *Decreto No. 1.257 “Normas sobre Evaluación de Actividades Susceptibles de Degradar el Ambiente” Gaceta Oficial: 35.946 del 25-04-1996*

<b>Objeto de la norma</b>
Establecer los procedimientos conforme a los cuales se realizará la evaluación ambiental de actividades susceptibles de degradar el ambiente.
<b>Obligaciones aplicables a PDVSA</b>
Art. 4,7, 10, 13 y 23. Programas o proyectos complementarios o conexos a la producción de hidrocarburos y a la exploración y explotación minera:

### **Obligaciones aplicables a PDVSA (Cont.)**

- Presentar un Documento de Intención al MARN, al inicio de los estudios de factibilidad.
- Elaborar la propuesta de términos de referencia de los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) de acuerdo a la información requerida.
- Solicitar al Ministerio del Ambiente la Autorización para la Ocupación del Territorio (AOT).
- Solicitar al Ministerio del Ambiente la Autorización de Afectación de Recursos Naturales Renovables (AARNR)

Art. 15, 16, 17, 19 y 20. Exploración y producción de hidrocarburos y exploración y explotación minera:

- Solicitar al Ministerio del Ambiente la Autorización para la Ocupación del Territorio (AOT).
- Llenar Cuestionario Ambiental para tramitar la Autorización de Ocupación del Territorio.
- Solicitar al Ministerio del Ambiente la Autorización de Afectación de Recursos Naturales Renovables (AARNR) para la exploración.
- Presentar el EIA para explotación temprana y perforación exploratoria, cuyos términos de referencia se ajustarán al art. 7° de la norma.
- Solicitar al Ministerio del Ambiente autorización para la afectación de recursos naturales renovables para la producción de hidrocarburos. Presentar EIA, cuyos términos de referencia se ajustarán al art. 7° de la norma.

*Art. 28.* La supervisión ambiental de los programas y proyectos se adelantará conforme a lo previsto en un Plan de Supervisión Ambiental.

*Art. 30.* El responsable de la actividad o el Consultor Ambiental, según sea el caso, presentará al Ministerio del Ambiente, conforme a lo establecido en el correspondiente Plan de Supervisión Ambiental, informes sobre el avance en la ejecución de medidas y condiciones establecidas en el Estudio y la autorización o aprobación correspondiente

<b>Obligaciones aplicables a PDVSA (Cont.)</b>
<i>Art. 40.</i> En caso de cambios en los programas o proyectos objeto de un Estudio de Impacto Ambiental, los responsables de los mismos deberán realizar un Estudio de Impacto Ambiental adicional o una Evaluación Ambiental Específica, a fin de prevenir, mitigar y corregir los efectos ambientales no considerados originalmente. El Ministerio del Ambiente determinará la procedencia de la Evaluación o el Estudio, según el alcance y complejidad de los impactos potenciales de las modificaciones propuestas.
<i>Art. 45.</i> A los fines de garantizar la ejecución de las medidas contempladas en los Estudios de Impacto Ambiental, Evaluaciones Ambientales Específicas y las autorizaciones y aprobaciones correspondientes, los promotores de las actividades constituirán fianzas a favor y satisfacción de la República, por órgano del Ministerio del Ambiente.

- ✓ *Decreto No. 2.219 “Normas para Regular la Afectación de Recursos Naturales Renovables Asociada a la Exploración y Extracción de Minerales” Gaceta Oficial: 4.418 Extraordinario, del 27-04-1992.*

<b>Objeto de la norma</b>
Establecer los requisitos para obtener autorizaciones y aprobaciones para la ocupación del territorio y para la afectación de los recursos naturales renovables, así como lineamientos que permitan controlar las actividades de exploración y extracción de minerales metálicos y no metálicos a cielo abierto.
<b>Obligaciones aplicables a PDVSA</b>
<i>Art. 5.</i> Para realizar actividades de exploración o extracción de minerales metálicos y no metálicos, solicitar Autorización para la Ocupación del Territorio (AOT) y para la afectación de Recurso Naturales (AARN).
<i>Art. 13.</i> Presentar recaudos para obtener Autorización de Afectación de Recursos Naturales Renovables (AARN) para la fase exploratoria.

<b>Obligaciones aplicables a PDVSA (Cont.)</b>
Art. 18 y 19. Presentar recaudos para obtener Autorización de Afectación de Recursos Naturales (AARN) para la extracción de minerales
Art. 22 y 24. Cumplir disposiciones técnicas relativas al drenaje, altura de taludes y ancho de bermas en las actividades de extracción de minerales
Art. 27. Acatar prohibición de afectar recursos naturales en cursos de agua que constituyan límites internacionales o de estados
Art. 32. Acatar prohibición de afectar recursos naturales en embalses para consumo humano o hidroelectricidad.
Art. 34. Disponer adecuadamente los materiales comerciales y estériles, para evitar la interrupción del libre flujo de las aguas y la producción de sedimentos.
Art. 35. Recuperar los daños ambientales ocasionados por la actividad de exploración y extracción de minerales.
Art.36. Cumplir las medidas de control de emisiones, efluentes, desechos y ruido establecidas en la legislación vigente.
Art. 38. Acatar prohibición de disponer material de desecho en laderas, barrancos, drenajes u otro lugar donde se pueda alterar la calidad y el flujo del agua y el paisaje.
Art. 39. Acatar prohibición de intervenir áreas con puntos de control topográfico
Art. 41. Presentar al Ministerio del Ambiente los cambios a los proyectos autorizados antes del comienzo de la ejecución de los trabajos.
Art. 44. Los titulares de autorizaciones para la afectación de recursos naturales renovables deben presentar al Ministerio del Ambiente en un plazo de 90 días a partir de la publicación de este decreto, un informe de la actividad que incluya las medidas de recuperación y saneamiento ambiental adoptadas.

- ✓ *Decreto No. 2.945 “Plan Nacional de Ordenación del Territorio” Gaceta Oficial: 36.571 del 30-10-1998*

<b>Objeto de la norma</b>
Orientar la localización de la población, de las actividades económicas y la infraestructura física, armonizando criterios de crecimiento económico, desarrollo social, seguridad y defensa y conservación del ambiente.
<b>Obligaciones aplicables a PDVSA</b>
Art. 10 y 11. Estudiar la incorporación de nuevas áreas de producción de hidrocarburos. Elaborar planes para los sectores hidrocarburos y petroquímico, los cuales deberán insertarse en los procesos de planificación del desarrollo, ordenación del territorio y conservación del ambiente. Construir, mantener y administrar la red de infraestructura de transporte, refinación, comercialización y de servicios propia de las actividades de hidrocarburos en el contexto de los planes nacionales y estatales de desarrollo y de ordenamiento territorial.

- ✓ *Decreto No. 1.400 “Normas sobre Regulación y Control del Aprovechamiento de los Recursos Hídricos y las Cuencas Hidrográficas” Gaceta Oficial: 36.013 del 02-08-1996.*

✓

<b>Objeto de la norma</b>
Desarrollar las disposiciones sobre recursos hídricos y cuencas hidrográficas, mediante el establecimiento de regulaciones relativas a su conservación y racional aprovechamiento.
<b>Obligaciones aplicables a PDVSA</b>
Art. 23. Participar en acciones de conservación de la cuenca de la cual se es concesionario.

<b>Obligaciones aplicables a PDVSA (Cont.)</b>
Art. 27. Solicitar concesiones cuando se pretenda realizar el aprovechamiento de aguas.
Art. 42. Cumplir con los planes de calidad de aguas y participar en el financiamiento de proyectos y obras que desarrollen dichos planes.
Art. 62. Registrar los aprovechamientos de agua en las dependencias regionales del Ministerio del Ambiente.

- ✓ *Decreto N° 2.635 “Normas para el Control de la Recuperación de Materiales Peligrosos y el Manejo de los Desechos Peligrosos”.*  
*Gaceta Oficial: No. 5.245 Extraordinario del 03-08-1998*

<b>Objeto de la norma</b>
Regular la recuperación de materiales y el manejo de desechos, cuando los mismos presenten características, composición o condiciones peligrosas representando una fuente de riesgo a la salud y al ambiente.
<b>Obligaciones aplicables a PDVSA</b>
Art. 9. “La recuperación de los materiales peligrosos tendrá como objetivo fundamental el reuso, el reciclaje, la regeneración o el aprovechamiento de dichos materiales a escala industrial o comercial”.
Art. 16, 20 y 140. Cumplir las condiciones para el almacenamiento y transporte de los materiales peligrosos recuperables.
Art. 21. Inscribir a la actividad de generación de materiales recuperables en el Registro de Actividades Susceptibles de Degradar el Ambiente (RASDA).
Art. 24. Mantener en archivo copia de las planillas de seguimiento con la información relativa a los materiales peligrosos recuperables que han sido procesados
Art. 26. Cumplir condiciones para la comercialización de los materiales peligrosos recuperables.

<b>Obligaciones aplicables a PDVSA</b>
Art. 34. Acatar prohibición de verter desechos peligrosos en el suelo, subsuelo y cuerpos de agua, en contravención a las normas.
Art. 35. Ningún desecho peligroso puede permanecer más de cinco (5) años en un almacén o sitio de carácter temporal. Los desechos peligrosos que ofrezcan riesgos de tipo 4 ó 5 no pueden permanecer en condiciones de almacenamiento temporal durante más de un año, sin haber sido tratados o tomado las medidas necesarias, de manera que se haya minimizado el riesgo ambiental y peligro a la salud.
Art. 37, 41 y 140. Cumplir las condiciones para el tratamiento, almacenamiento, transporte y disposición final de desechos peligrosos
Art. 60. Inscribir la actividad de generación de desechos peligrosos en el RASDA y llevar relación anual sobre generación y manejo de los desechos
Art. 61. Presentar, al Ministerio del Ambiente, cronograma anual de operaciones de manejo de los desechos.
Art. 62. Iniciar un proceso de adecuación de los desechos de perforación que estén almacenados a la fecha de publicación del Decreto.
Art. 64-68. Cumplir las condiciones para el manejo de los desechos peligrosos de actividades de exploración y explotación de minerales
Art. 69-70. Presentar cronograma y plan de adecuación de los desechos que sean generados desde la publicación de la norma.
Art. 100, 118, 124 y 125. Cumplir condiciones para el diseño, construcción, operación, clausura y post-clausura de rellenos de seguridad.
Art. 139. Conocer las características peligrosas y el nivel de riesgos para establecer medidas de prevención y de respuesta acordes, informar y entrenar al personal que esté en contacto con dichos materiales sobre el cumplimiento de las medidas y acciones en caso de accidentes.

- ✓ Decreto N° 883 “Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes Líquidos”  
Gaceta Oficial: 5.021 Extraordinario del 18-12-1995.

<b>Objeto de la norma</b>
Establecer límites y condiciones para la descarga de vertidos líquidos y el procedimiento para la adecuación a estas disposiciones.
<b>Obligaciones aplicables a PDVSA</b>
Art. 10. Cumplir con los rangos y límites máximos de calidad de descargas de efluentes líquidos a ríos, estuarios, lagos y embalses.
Art. 15. Cumplir con los rangos y límites máximos de calidad de descargas de efluentes líquidos a redes cloacales
Art. 16-18. Cumplir con las condiciones para descargas o infiltración de efluentes líquidos en el suelo o el subsuelo.
Art. 19. Acatar prohibición de: Uso de sistemas de drenaje de aguas pluviales para la disposición de efluentes líquidos, descarga de desechos sólidos a los cuerpos de aguas y redes cloacales y dilución de efluentes líquidos con agua limpia para cumplir con los límites establecidos en la norma.
Art. 24 y 25 Inscribirse en el Registro de actividades susceptibles de degradar el ambiente (RASDA).
Art. 26. Presentar, al Ministerio del Ambiente, caracterización trimestral de efluentes.
Art. 27. Mostrar la constancia de inscripción en el RASDA y de la caracterización o evaluación correspondiente, a las autoridades, cuando así lo requieran.
Art. 29-33, 25 y 26. Presentar, al , Ministerio del Ambiente plan de adecuación de los efluentes líquidos a las condiciones y límites de la norma.
Art. 40. Notificar, al MARN, a la brevedad posible, de emergencias y vertidos imprevisibles.

- ✓ Decreto N° 638 “Normas sobre Calidad del Aire y Control de la Contaminación Atmosférica” Gaceta Oficial: No. 4.899 Extraordinario del 19-05-1995.

<b>Objeto de la norma</b>
Establecer las normas para el mejoramiento de la calidad del aire y la prevención y control de la contaminación atmosférica producida por fuentes fijas y móviles capaces de generar emisiones gaseosas y partículas.
<b>Obligaciones aplicables a PDVSA</b>
Art. 3. Cumplir con los límites máximos de calidad del aire medidos en las áreas externas a las instalaciones, de libre acceso al público.
Art. 6, 13 y 14. Cumplir las condiciones para medir calidad de aire y emisiones contaminantes.
Art. 10. Cumplir los límites máximos de emisión de contaminantes del aire
Art. 11. Para empresas que utilicen compuestos orgánicos volátiles en tanques mayores de 150 m <sup>3</sup> , excepto tanques subterráneos de gasolina: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Presión de vapor &lt; 76 mmHg, instalar respiradero de conservación.</li> <li>- 76 mmHg &lt; Presión de vapor &lt; 570, instalar techo flotante.</li> <li>- Presión de vapor &lt; 570 mmHg, instalar sistema de recuperación de vapor</li> </ul>
Art. 12. Cumplir condiciones para diseño de chimeneas
Art. 15. Acatar prohibición de utilizar técnicas de dilución o dispersión para cumplir con los límites establecidos en la norma
Art. 17. Cumplir condiciones para realizar trabajos generadores de polvo en zonas urbanas o vecinas a centros poblados.
Art. 18. Cumplir condiciones para controlar generación de polvo fuera de áreas urbanas.
Art. 19. Límite máximo de opacidad para emisiones de vehículos con motor diesel
Art. 24 y 25. Inscribir la actividad en el Registro de actividades susceptibles de degradar el ambiente (RASDA).

<b>Obligaciones aplicables a PDVSA (cont.)</b>
Art. 26. Presentar al Ministerio del Ambiente la caracterización anual de emisiones.
Art.29-36. Presentar al Ministerio del Ambiente el plan de adecuación de las emisiones atmosféricas a las condiciones y límites de la norma.
Art. 40. Notificar al Ministerio del Ambiente las emergencias y emisiones imprevisibles.
Art. 45. Pagar los costos de inspecciones y comprobaciones del Ministerio del Ambiente durante el proceso de adecuación.

- ✓ *Decreto 2.216 “Normas para el Manejo de los Desechos Sólidos de Origen Doméstico, Comercial, Industrial o de Cualquier otra Naturaleza que no sean Peligrosos”. Gaceta Oficial: 4.418 Extraordinario del 27-04-1992.*

<b>Objeto de la norma</b>
Regular las operaciones de manejo de los desechos sólidos de origen doméstico, comercial, industrial, o de cualquier otra naturaleza no peligrosa, con el fin de evitar riesgos a la salud y al ambiente.
<b>Obligaciones aplicables a PDVSA</b>
Art. 5 – 7, 22 – 24. Cumplir condiciones para el almacenamiento, transporte, procesamiento y reciclaje de los desechos.
Art. 25 – 30, 32, 33, 35. Cumplir condiciones para la disposición final de los desechos.
Art. 34. Acatar la prohibición de quema de desechos a campo abierto.

- ✓ *Decreto 2.217 “Normas sobre el Control de la Contaminación Generada por Ruido” Gaceta Oficial: 4.418 Extraordinario del 27-04-1992.*

<b>Objeto de la norma</b>
Establecer las normas para el control de la contaminación producida por fuentes fijas o móviles generadoras de ruido.
<b>Obligaciones aplicables a PDVSA</b>
Art. 5. Cumplir los límites máximos de ruido tolerables en las zonas de influencia de la instalación.
Art. 7. Cumplir los límites de emisión de ruido por vehículos de transporte terrestre.
Art. 13. Realizar, en períodos de días laborables, las actividades regulares de construcción o reparaciones mayores de edificaciones en las zonas I, II y III definidas en el artículo 5 del Decreto
Art.14. Ajustar los niveles de ruido de las fuentes. a los límites establecidos, en un plazo máximo de un año contado a partir de la fecha de publicación del Decreto

- ✓ *Decreto No. 2.214 “Normas para la Administración de las Actividades Forestales en Reservas Forestales, Lotes Boscosos, Áreas Boscosas Bajo Protección y Áreas Boscosas en Terrenos de Propiedad Privada Destinadas a la Producción Forestal Permanente” Gaceta Oficial: No. 4.418 Extraordinario del 27-04-1992.*

<b>Objeto de la norma</b>
Reglamentar la administración y desarrollo de las actividades forestales en Reservas Forestales, Lotes Boscosos, Áreas Boscosas Bajo Protección y Áreas Boscosas en Terrenos de Propiedad Privada destinadas a la producción forestal permanente, a los fines de asegurar que las mismas cumplan los propósitos para los cuales fueron creadas, respetando los principios de conservación, defensa y mejoramiento del ambiente

<b>Obligaciones aplicables a PDVSA</b>
Art. 5, 6,12, 13, 15, 16, 19, 22, 28, 29, 31, 32. Acatar restricción y prohibición de usos y actividades en Reservas Forestales, Lotes Boscosos, Áreas Boscosas Bajo Protección y Áreas Boscosas en Terrenos de Propiedad Privada destinadas a la producción forestal permanente.

*Resoluciones*

- ✓ Resolución N°. 56 “Recaudos para la Evaluación Ambiental de Programas y Proyectos Mineros y de Exploración y Producción de Hidrocarburos”. Gaceta Oficial: 5.079 Extraordinario, del 19-07-1996.

Esta resolución tiene por objeto establecer los recaudos necesarios para la evaluación ambiental de los programas y proyectos mineros y de hidrocarburos.

- ✓ Resolución N°. 40 “Requisitos para el registro y autorización de manejadores de sustancias, materiales y desechos peligrosos” de fecha 27-05-03.

Esta Resolución tiene por objeto establecer los requisitos que deben cumplir las personas naturales o jurídicas, publicas o privadas para la inscripción ante el Registro de Actividades Susceptibles de Degradar el Ambiente llevado por el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, y para obtener la autorización de manejadores de sustancias, materiales y desechos peligrosos, de conformidad con los artículos 65 y 66 de la Ley sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 Diseño de la Investigación**

El presente estudio corresponde a una *investigación no experimental*. Según Hernández, Fernández y Baptista (2007), una investigación no experimental es la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente las variables independientes, se basa en hechos que ya ocurrieron o se dieron en la realidad sin la intervención directa del investigador. Es más natural y cercana a la realidad cotidiana. Es decir, el presente estudio se adecua a los propósitos de un diseño no experimental porque no se manipularán las variables, ya que se aborda el fenómeno tal como ocurrió.

#### **3.2 Tipo y Nivel de la Investigación**

El presente trabajo de investigación será desarrollado bajo una investigación de campo. Se utilizará el tipo *de campo*, porque la información se obtuvo directamente de la realidad y de acuerdo a Sabino (1992): “son los estudios que, se basan en informaciones o datos primarios, obtenidos directamente de la realidad”. (p. 94). También la investigación corresponde al nivel descriptivo, el cual según Hernández, Fernández y Baptista (2007), se caracteriza por lo siguiente:

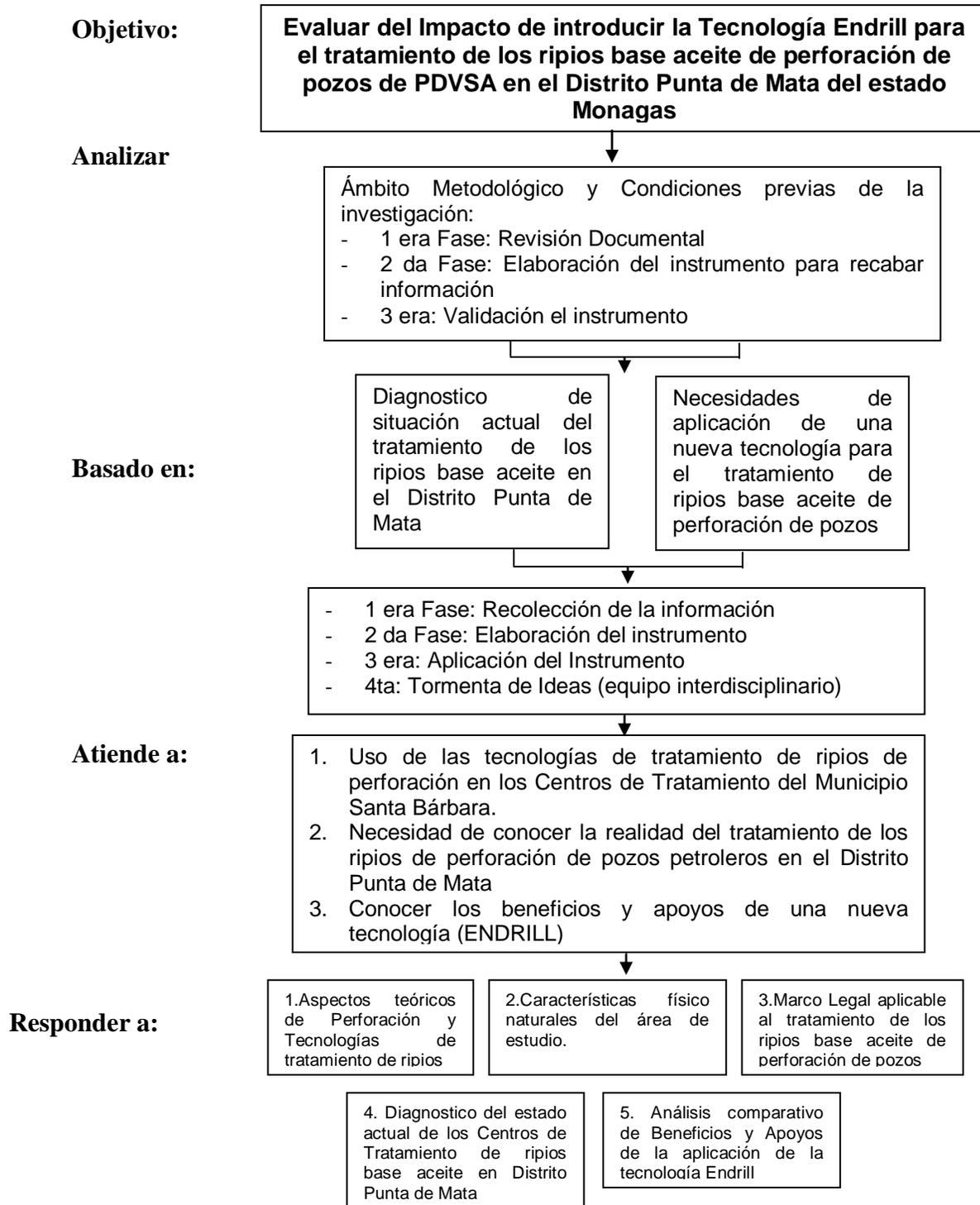
- Su objetivo es especificar las propiedades importantes de las unidades de análisis: grupos, comunidades o fenómenos.

- Evalúan diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar.
- Miden independientemente conceptos y variables a los que se refieren.
- Pueden integrar las variables para explicar los fenómenos (cómo son y cómo se manifiestan); pero no indican cómo se relacionan las variables medidas.
- Requieren considerablemente de conocimientos en el área que se investiga para formular preguntas específicas que se pueden responder.
- Establecen predicciones “incipientes”.

En función de su dimensión temporal o del número de momentos donde se ha de introducir la recolección de los datos, el presente estudio es de nivel transeccional, siguiendo la clasificación de Palella y Martins (2006), ya que los datos serán recolectados en un momento específico.

A través del diseño de la investigación, se desarrolló un esquema a seguir para la realización de cada una de las fases de la investigación para alcanzar con éxito los objetivos deseados, el cual se presenta a continuación en la tabla N° 13.

**Tabla N° 13**  
**Diseño de la Investigación**



### **3.3 Población y/o muestra**

De acuerdo con lo expresado por Hernández, Fernández y Baptista (2007), la población se refiere al conjunto para el cual serán válidas las conclusiones que se obtengan: a los elementos o unidades (personas, instituciones, o cosas) a las cuales se refiere la investigación, y la muestra es un subconjunto representativo de un universo o población. En el presente estudio, la población considerada consiste en los Centros de Tratamiento de Desechos de perforación de pozos petroleros del Distrito Punta de Mata, los cuales tratan los rípios de perforación base aceite generado por los taladros de perforación de pozos en este Distrito. Para el estudio en cuestión, la población esta integrada por los siete (07) Centros de Tratamiento de Desechos Peligrosos.

Dadas las características de la población que es finita, se tomo como muestra el total de la población.

### **3.4 Fases de la Investigación**

La investigación se llevó a cabo en cuatro (04) fases, con las cuales se alcanzaran los objetivos de investigación planteados. Estas fases son las siguientes:

#### *Fase I. Revisión bibliográfica:*

Revisión de fuentes bibliográficas, digitales, Tesis de Grados relacionadas con el tema de la investigación y la recopilación de material que forma parte del Marco Teórico y Metodológico. Consulta de manuales de perforación de pozos petroleros en el Norte de Monagas, tal como el (NEPAR) y los manuales de las distintas tecnologías de tratamiento de rípios

para la identificación de los aspectos teóricos de la perforación de pozos y las tecnologías de tratamiento de rípios. Por otro lado, se realizó consulta a Estudios de Impactos Ambientales para la zona en estudios y la recopilación de datos sociales a través del INEA para la identificación de las características físico naturales del área de estudio. Además, la revisión de la Normativa Ambiental vigente y asesoría del tutor.

*Fase II. Diagnóstico del estado actual de los Centros de Tratamiento de “rípios base aceite” de perforación en los pozos de PDVSA del Distrito Punta de Mata.*

En esta fase se realizó una Encuesta, la cual permitió el análisis de las declaraciones orales o escritas de las personas involucradas en la investigación, a través de un instrumento como el cuestionario, el cual abarcó 10 preguntas, aplicado a 30 personas que representan los entes sociales involucrados con el tratamiento de rípios de perforación de pozos en el Distrito Punta de Mata; dentro de las cuales se encuentran: los representantes de las Alcaldías de los Municipios Ezequiel Zamora, Aguasay, Cedeño y Santa Bárbara, los Consejos Comunales, trabajadores de los Centros de Tratamiento, representantes de las Universidades y trabajadores de PDVSA involucrados en el tema de investigación.

La investigación abarcó el diagnóstico de la situación actual del tratamiento y disposición final de los rípios base aceite realizado en los siete (07) Centros de Tratamiento ubicados en los Municipios Santa Bárbara, Aguasay, Cedeño y Ezequiel Zamora a través de la observación directa con visitas de campo a los Centros de Tratamiento, con la aplicación de una lista de chequeo en campo, que abarcó un total de veinte y cuatro (24) preguntas

relacionas a las exigencias de la normativa ambiental vigentes (Decreto 2.635 y 883) y la normativa interna de PDVSA.

Para este diagnostico se realizó la identificación de los impactos ambientales en el Centro de Tratamiento, utilizando como instrumento la metodología de encadenamiento de impactos “matriz causa – efecto”. Lo que permitió determinar los posibles impactos ambientales que se pueden presentar durante el tratamiento y disposición final de los rípios base aceite en los Centros de Tratamiento ubicados en los Municipios Santa Bárbara, Aguasay, Cedeño y Ezequiel Zamora.

Lo anteriormente expresado, permitió evaluar de una manera integral la situación actual del tratamiento de rípios base aceite en los Centros de Tratamiento ubicados en los Municipios Santa Bárbara, Aguasay, Cedeño y Ezequiel Zamora del estado Monagas.

*Fase III. Análisis Comparativo de Beneficios (Apoyos) y Efectos (Resistencias) de implantación de una nueva tecnología (Endrill) para el tratamiento de rípios base aceite de los pozos petroleros de PDVSA en el Distrito Punta de Mata.*

En la presente investigación se hace uso de una **Micro Evaluación de Impacto Tecnológico**, en este sentido algunos autores señalan lo siguiente:

- Según José San Martín (1992), evaluar las tecnologías equivale a valorar sus usos, lo cual a su vez supone identificar y analizar los efectos directos e indirectos que se derivan del uso de una tecnología misma.

- Para Francois Hetman (1975), se necesita una nueva información, más accesible, para asegurar una mayor discusión de las opciones tecnológicas.
- Según Joseph F. Coates (1971) Una de las definiciones de Evaluación de Impacto Tecnológico más comúnmente usadas envuelve un tipo de estudios de política el cual examina sistemáticamente los efectos de la sociedad que ocurren cuando una tecnología es introducida, extendida o modificada con especial énfasis en aquellas consecuencias indirectas o retardadas o aquellas que no sean intencionales.
- Para Ramos, en su artículo "La evaluación de impacto como herramienta para la toma de decisiones empresariales sobre el desarrollo sostenible" la evaluación de impacto tecnológico ofrece un enfoque más sistémico e integrador sobre los efectos indirectos, retardados y no intencionales como consecuencia de la introducción, expansión y modificación de una tecnología o proyecto/proceso tecnológico. Estas evaluaciones, a su vez, están enriquecidas por los criterios de sostenibilidad al determinar el ciclo completo de vida de una tecnología/proyecto/proceso al evaluar sus efectos últimos (largo plazo).

En esta fase se determinó la necesidad de implementar la tecnología Endrill para el tratamiento de ripo base aceite de perforación de pozos petroleros en el Distrito Punta de Mata, con la realización de una tormenta de ideas (*brainstorming*) con un grupo de tres (03) profesionales pertenecientes al manejo, tratamiento y disposición final de los rípios base aceite en el Distrito Punta de Mata; siguiendo la Metodología de Evaluación de Impacto Tecnológico propuesta por Hetman, F. (1975), quien señala que para identificar la necesidad de una nueva tecnología, se deben analizar las

tecnologías existentes realizándole a cada tecnología un examen de insuficiencia o suficiencia. En este sentido, se analizó la tecnología de Biotratamiento y la nueva tecnología (Endrill), realizando una adaptación de la “Matriz de Indicadores de necesidades de introducir una nueva tecnología” diseñada por Hetman, para su posterior aplicación. En la cual los criterios de necesidad se agruparon en tres (03) grandes aspectos:

1. Aspectos social y jurídico,
2. Aspectos físico natural y
3. Aspectos económico, técnico y de seguridad.

Seguidamente una vez determinada la necesidad de la implementación de una nueva tecnología (Endrill) se identificaron los beneficios (apoyos) y los efectos (resistencias) de implementar la tecnología Endrill en el tratamiento de rípios base aceite de perforación de pozos petroleros en el Distrito Punta de Mata, a través del instrumento diseñado por Hetman, F (1975) denominado “Matriz de Apoyos (beneficios) y Efectos (Resistencias) del Nuevo Proyecto de Desarrollo Tecnológico”.

#### *Fase IV. Conclusiones y recomendaciones:*

Se presentaron las conclusiones de la investigación, permitiendo conocer la factibilidad de implementar la tecnología Endrill en el tratamiento de rípios base aceite de perforación de pozos petroleros y las recomendaciones del investigador.

### 3.5 Operacionalización de las Variables

**Tabla N° 14.**

**Operacionalización de la variable “Aspecto teóricos de la perforación de pozos y tecnologías de tratamiento de rípios”**

VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTO	FUENTES
Aspectos teóricos de la perforación de pozos y tecnologías de tratamiento de rípios de perforación de pozos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecnologías de tratamiento de rípios base aceite conocidas</li> <li>• Obstáculos en el uso de la tecnología existente del tratamiento de rípios de perforación.</li> <li>• Desechos generados de la perforación de pozos petroleros</li> <li>• Perforación o construcción de pozos petroleros</li> </ul>	Bibliografías Consultadas	Manual de Perforación de pozos, manuales de tecnologías de tratamiento de rípios, informes técnicos de la Gerencia de Perforación Distrito. Punta de Mata.

Fuente: el autor, 2011.

**Tabla N° 15.**

**Operacionalización de la variable “Caracterizar los aspectos físicos naturales del área donde se ubican los Centros de Tratamiento de rípios base aceite de perforación de pozos petroleros del Distrito Punta de Mata”**

VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTO	FUENTES
Aspectos físico naturales del área de estudio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precipitación</li> <li>• Temperatura</li> <li>• Suelos</li> <li>• Hidrología</li> <li>• Vegetación</li> <li>• Fauna</li> <li>• Contexto social</li> <li>1. Población</li> <li>2. Vivienda</li> <li>3. Intereses y roles de los actores sociales involucrados en la investigación.</li> </ul>	Bibliografías Consultadas	Estudios Ambientales de PALMAVEN realizados en la Zona, datos del INEA.

Fuente: El autor, 2011.

**Tabla N° 16.**

**Operacionalización de la variable “Determinar el marco legal aplicable al tratamiento de rípios base aceite de perforación de pozos petroleros”**

VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTO	FUENTES
Aspectos legales del tratamiento de rípios base aceite	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Derechos constitucionales</li> <li>• Regulación de normativas estatales</li> <li>• Reglamentación de las actividades de la sociedad y el individuo.</li> </ul>	Bibliografías Consultadas	Constitución de la Republica Bolivariana de Venezuela, Leyes Orgánicas, Leyes ordinarias, Decretos Ambientales, Reglamentos

Fuente: El autor, 2011.

**Tabla N° 17.**

**Operacionalización de la variable “Diagnostico de la situación actual del tratamiento de rípios base aceite en el Distrito Punta de Mata”**

VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTO	FUENTES
Importancia del tratamiento de “rípios base aceite” de perforación en los pozos de PDVSA del Distrito Punta de Mata.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnica de Biotratamiento como uno de los mejores tratamientos.</li> <li>• Cumplimiento con la Normativa Ambiental</li> <li>• Afectación a los recursos (suelo, agua, fauna)</li> <li>• Afectación a la sociedad</li> <li>• Medidas para minimizar efectos por biotratamiento</li> <li>• Implementación de otras técnicas de tratamiento de rípios de perforación de pozos petroleros</li> </ul>	Cuestionario	Alcaldías, Concejos Comunales, técnico de los Centros, profesionales en el área ambiental (Ing. Ambiental, Ing. Forestal y Sociólogo), Gtes. Perforación y Ambiente.
Situación actual del tratamiento de rípios base aceite en los Centros de Tratamiento de Desechos Peligrosos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentación técnica ambiental necesaria para el funcionamiento del Centro de Tratamiento.</li> <li>• Cumplimiento con normativa ambiental vigente (Decretos 2.635 y 883)</li> <li>• Cumplimiento con Normas internas de PDVSA en materia de Seguridad Industrial, Higiene Ocupacional y Ambiente.</li> </ul>	Lista de Chequeo	Observación directa a través de visitas a los siete (07) Centros de Tratamiento de Desechos Peligrosos

Fuente: El autor, 2011

**Tabla N° 18.**

**Operacionalización de la variable “Necesidad de introducir la tecnología Endrill en el tratamiento de rípios base aceite de la perforación de pozos petroleros en el Distrito Punta de Mata”**

VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTO	FUENTES
Necesidad de introducir la tecnología Endrill en el tratamiento de rípios base aceite de la perforación de pozos petroleros en el Distrito Punta de Mata”	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Aspecto social y jurídico</u> Criterio aceptación Social. Criterio Normativa Ambiental.</li> <li>• <u>Aspecto Físico Natural</u> Criterio Aguas subterráneas Criterio Aguas superficiales Criterio Suelo Criterio Vegetación y Hábitat</li> <li>• <u>Aspecto económico, técnico y de seguridad</u> Criterio Riesgos Laborales. Criterio Económico. Criterio Transporte Criterio Técnico Criterio Infraestructura Criterio Rentabilidad. (costos/beneficios)</li> </ul>	Matriz de indicadores de necesidades de Implantación de una nueva tecnología	Tormenta de ideas (Brainstorming) entre profesionales de la Gerencia de Ambiente E y P Oriente.

Fuente: el autor, 2011.

**Tabla N° 19.**

**Operacionalización de la variable “Beneficios y efectos de la introducción de la tecnología Endrill”**

VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTO	FUENTES
Beneficios de la introducción de la tecnología Endrill para el tratamiento de rípios base aceite de perforación de pozos petroleros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efectos Primarios</li> <li>• Efectos secundarios</li> <li>• Efectos terciarios</li> <li>• Ventajas atribuidas a las tecnologías existentes</li> <li>• Sugerencias de modificaciones de las tecnologías existentes.</li> </ul>	Matriz de apoyos y resistencias de la Implantación de la tecnología Endrill en el tratamiento de rípios base aceite de perforación de pozos petroleros en el Distrito Punta de Mata.	Profesionales responsables de la Gestión Ambiental en de residuos y tecnologías en la Gerencia de Ambiente E y P Oriente.
Efectos de la introducción de la tecnología Endrill para el tratamiento de rípios base aceite de perforación de pozos petroleros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beneficios Primarios</li> <li>• Beneficios secundarios</li> <li>• Beneficios terciarios</li> <li>• Alternativas propuestas a la introducción de la tecnología Endrill</li> </ul>		

Fuente: el autor, 2011.

### 3.6 Instrumentos de Recolección de Datos

La investigación se realizó en el marco de lo que implica un estudio cualitativo y cuantitativo; basándose en:

1. La encuesta como método para la recolección de datos, es definida como: “Un método que consiste en obtener información de los sujetos de estudio, proporcionada por ellos mismos, sobre opiniones, actitudes o sugerencias.”p.163 Canales, 2001. Tal información se obtuvo, a través de: la entrevista, la cual se define según Canales, 2001, como: “La comunicación interpersonal establecida entre el investigador y el sujeto de estudio a fin de obtener respuestas verbales a las interrogaciones planteadas sobre el problema propuesto”.p.163. Se utilizaron ambos tipos de entrevistas, es decir, la estructurada y la no estructurada ya que se requiere de información algo confidencial y también de información que pueda ser tabulada fácilmente, (aplicada a los informantes claves). Por lo que también en este aspecto se requirió un estudio cuantitativo. Para conocer la opinión de los diferentes entes sociales involucrados con el tratamiento de los rípios base aceite de perforación de pozos petroleros del Distrito Punta de Mata, se utilizó como instrumento un cuestionario de diez (10) preguntas con una Escala de Likert de intervalos iguales, denominado *“Cuestionario para el Diagnóstico del tratamiento de los rípios base aceite de perforación de pozos petroleros en el Distrito Punta de Mata en los Centros de Tratamiento de Desechos Peligrosos”*. El cual fue aplicado a 30 personas constituidas por comunidades cercanas, consejos comunales, entes gubernamentales como: Alcaldía de los Municipios Santa Bárbara, Aguasay, Cedeño y Ezequiel Zamora, profesionales del área ambiental y Gerencia de Ambiente Exploración y Producción Oriente de PDVSA (ver anexo B).

2. Para el diagnóstico de la situación actual del tratamiento y disposición final de los ríos base aceite y las técnicas empleadas para el tratamiento de los mismos en los siete (07) Centros de Tratamiento de Desechos del Municipio Santa Bárbara, Aguasay, Cedeño y Ezequiel Zamora se elaboró un instrumento de recolección y registro de datos para la tabulación de la información; denominado lista de chequeo (ver anexo C), la cual contiene un total de veinte y cuatro (24) preguntas relacionadas con el cumplimiento de la normativa ambiental vigente (Decreto 1.257, 2.635 y 883) en los Centros de Tratamiento. Esta lista fue aplicada en campo a través de la observación directa de los procedimientos técnicos y documentación requerida por la normativa ambiental. En este sentido, se consideraron dos criterios de evaluación: el primero si cumple con la normativa (1 punto) y el segundo no cumple con la normativa (0 puntos). De esta manera se establecieron los rangos y valores de las condiciones de los Centros de Tratamiento presentados en la tabla N° 20, a estas condiciones de los Centros de Tratamiento (Ideal, Aceptable, Deficiente, Inaceptable) se les dio su respectiva descripción basado en el cumplimiento con la normativa ambiental vigente (Decreto 1.257, 2.635 y 883).

**Tabla N° 20.  
Rangos y Valores de la Condición del Centro de Tratamiento**

	Condición			
	Ideal	Aceptable	Deficiente	Inaceptable
Valor	> 19	15 – 19	14 – 10	< 10

Fuente: el autor, 2011.

3. Para la determinación de la necesidad de implantación de la tecnología Endrill para el tratamiento de los rios de perforación de pozos petroleros en el Distrito Punta de Mata, se utilizó como instrumento una “*Matriz de Indicadores de necesidades de introducir la tecnología Endrill (nueva tecnología) para el tratamiento de rios base aceite de perforación de pozos en el Distrito Punta de Mata* (tabla N° 21). La técnica usada con el propósito de completar esta matriz es la *tormenta de ideas* entre el grupo de tres (03) personas encuestadas en la fase de diagnostico de la investigación, sobre la base a una escala del 0 al 5, calificaron los diferentes criterios de comparación entre la nueva tecnología a introducir (La Tecnología Endrill) y la(s) tecnología(s) usada(s) actualmente (Tecnología de Biotratamiento).

**Tabla N°21.  
Matriz de Indicadores de Necesidad para el Uso de  
la tecnología Endrill en el Distrito Punta de Mata**

<i>Criterios de Necesidad</i>		<i>Tecnología Existente (Biotratamiento)</i>	<i>Nueva Tecnología (Endrill)</i>
<i>Aspecto</i>	<i>Criterio</i>		
<b><i>Aspecto Social y Jurídico</i></b>	Impacto Social		
	Normativa Ambiental		
<b><i>Aspecto Físico Natural</i></b>	Aguas subterráneas		
	Aguas superficiales		
	Suelos		
	Vegetación y hábitat		
<b><i>Aspecto Económico-Técnico y de Seguridad</i></b>	Transporte		
	Infraestructura		
	Riesgos laborales		
	Económicos		
	Técnico		
	Rentabilidad (Costo/beneficio)		

Fuente: el autor (2011), adaptado de Hetman (1975)

4. Por último se completó la “Matriz de Apoyos (beneficios) y Efectos (Resistencias) del Nuevo Proyecto de Desarrollo Tecnológico” desarrollada por Hetman, (1975). En este sentido, se realiza un análisis de las tecnologías existentes (Biotratamiento) realizándole un examen de insuficiencia o suficiencia con el objeto de identificar la necesidad de la utilización de una

nueva tecnología para el tratamiento de rípios base aceite de perforación en el Distrito Punta de Mata del Estado Monagas. (ver tabla N°22).

En este sentido fueron utilizados tanto fuentes primarias, (informantes claves, entrevistas, encuestas y la observación directa), como fuentes secundarias (información bibliográfica) para determinar si los efectos positivos (ventajas, apoyos) de la introducción de la nueva tecnología (Tecnología Endrill) superan o no los efectos negativos (resistencias, desventajas, efectos indeseados).

**TablaN°22.**

**Matriz de beneficios (apoyos) y efectos (resistencias) de la Implantación de la tecnología Endrill en el tratamiento de rípios base aceite de perforación de pozos petroleros en el Distrito Punta de Mata.**

<b>RESISTENCIAS</b>	Efectos primarios	Efectos secundarios	Efectos terciarios	Ventajas atribuidas a las tecnologías existentes	Sugerencias para modificar tecnologías existentes
<b>APOYOS</b>					
Beneficios primarios					
Beneficios secundarios					
Beneficios terciarios					
Beneficios generales asociados a una nueva tecnología					
Alternativas propuestas asociadas al nuevo Proyecto Tecnológico					

**Escala: 0 (ninguno),1 (muy poco), 2 (poco), 3 (neutral), 4 (mucho), 5 ( mucho más)**

Fuente: el autor (2011) adaptado de Hetman (1975)

### **3.7 Validez y Confiabilidad del Instrumento**

#### **Validez**

De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (1998), "la validez en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir"

Primeramente los criterios para la selección de los expertos que participaron en la validación del instrumento fueron los siguientes:

1. Catedráticos de la universidad con título de Master en el área Ambiental o el grado de Doctor en Ciencias Ambientales.
2. Experiencia de más de 10 años en el área de manejo de desechos y tecnologías para el tratamiento de rípios.
3. En caso específico de metodología de la investigación: se requiere un profesional con más de 10 años de experiencia en el área.

La validación del cuestionario aplicado en esta investigación se realizó mediante la consulta de tres (03) expertos, uno (01) en metodología de la investigación y los otros dos (02) en el área técnica de manejo de desechos peligrosos (rípios de perforación), quienes con su criterio validaron de forma cualitativa el cuestionario diseñado.

La investigación se basó en los objetivos específicos de la investigación, la pertinencia con el área temática y la relevancia metodológica para el desarrollo de la investigación.

En cuanto a la validación de la metodología aplicada para la evaluación de una nueva tecnología se aplicó las matices diseñada por Hetman (1975).

## **Confiabilidad**

Según Hernández, Fernández y Baptista (1998) la confiabilidad de un instrumento de medición, se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto produce resultados iguales.

La confiabilidad de un instrumento se refiere a la constitución interna de las personas, a la mayor o menor ausencia de errores de medida. Un instrumento confiable significa que si lo aplicamos por más de una vez a un mismo elemento entonces obtendríamos iguales resultados.

## CAPÍTULO IV

### PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 4.1 Resultados del Cuestionario Aplicado a los Actores Sociales Vinculados al Tratamiento de Rípios Base Aceite de Perforación de Pozos Petroleros del Distrito Punta de Mata.

A continuación se presentarán los resultados obtenidos de la aplicación del cuestionario para diagnosticar el uso de la tecnología de Biotratamiento para los rípios de los pozos de perforación del Distrito Punta de Mata. En este sentido, se presenta los resultados del cuestionario aplicado a los entes sociales presentados en la tabla N° 23.

**Tabla N° 23. Representación porcentual del número de personas encuestadas.**

<i>Actores Encuestados</i>	<i>Cargo</i>	<i>N° de Personas</i>	<i>Porcentaje</i>
1.Alcaldía del Municipio Ezequiel Zamora, Aguasay, Santa Barbara y Cedeno	- Jefe de Desarrollo Urbano	4	13%
2.Consejo Comunal de Municipios Ezequiel Zamora (Punta de Mata, El Tejero), Aguasay, Cedeno y Santa Barbara	- Representantes del CC	7	23%
3.Centros de Tratamientos	- Personal Técnico	10	33%
4.Universidad Experimental Punta de Mata	- Director UEPDM	2	7%
5.Profesionales en el Área Ambiental	- Ing. Ambiental - Ing. Forestal y Sociologo	3	10%
6.Gerencia de Perforación Punta de Mata	- Gerente de Peforación PDM - Líder del Departamento Ambiente Perforación	2	7%
7.Gerencia de Ambiente Distrito Punta de Mata	- Gerente de AHO Dtto. PDM - Líder de Servicios Técnicos	2	7%
<b>Total</b>		<b>30</b>	<b>100%</b>

Los resultados del cuestionario aplicado a los diferentes actores sociales vinculados con el tratamiento de rípios de perforación de pozos en el Distrito Punta de Mata se presentan en la tabla N° 24.

Tabla N° 24

**Resultados del Cuestionario Aplicado a los Actores Sociales vinculados con el tratamiento de rípios de perforación en el Distrito Punta de Mata.**

N°	INDICADOR	Cantidad de Encuestados	Frecuencias absolutas				Distribución Porcentual de Frecuencias Absolutas (%)				
			M	R	B	E	Mala	Regular	Buena	Excelente	Total
1	La técnica de Biotratamiento como uno de los mejores tratamientos para los rípios de perforación de pozo en el Distrito Punta de Mata	30	0	15	12	3	0%	50%	40%	10%	100%
2	Cumplimiento con los requerimientos especificados en la Normativa Ambiental vigente.		9	15	6	0	30%	50%	20%	0%	100%
3	Afectación al recurso suelo por la aplicación de la tecnología de Biotratamiento.		15	12	3	0	50%	40%	10%	0%	100%
4	Afectación del recurso agua (subterráneas) por el uso de la tecnología de Biotratamiento.		18	12	0	0	60%	40%	0%	0%	100%
5	Afectación del recurso agua (superficiales) por el uso de la tecnología de Biotratamiento.		18	12	0	0	60%	40%	0%	0%	100%
6	Afectación del recurso fauna por la aplicación de la tecnología de Biotratamiento.		21	9	0	0	70%	30%	0%	0%	100%
7	Afectación del recurso vegetación por la aplicación de la tecnología de Biotratamiento		10	15	5	0	33%	50%	17%	0%	100%
8	Afectación negativa a la sociedad por la aplicación de la tecnología de Biotratamiento.		21	9	0	0	70%	30%	0%	0%	100%
9	Acciones o medidas para minimizar efectos del tratamiento de rípio por Biotratamiento		15	9	6	0	50%	30%	20%	0%	100%
10	Esta usted de acuerdo en la implementación de otras técnicas de tratamiento de rípios como es el Endrill.		0	6	9	15	0%	20%	30%	50%	100%

Fuente: El Autor, (2011)

**Tabla N° 25**  
**Distribución Porcentual de las Frecuencias Absolutas sobre el uso de la tecnología de Biotratamiento para el tratamiento a los rípios de perforación de pozos petroleros**

N° de ítems	Enunciado	M	R	B	E	Mala	Regular	Buena	Excelente	Total
1	¿Reconoce usted la tecnología de Biotratamiento como una de los mejores tratamientos para los rípios base aceite de perforación de pozos petroleros en el Distrito Punta de Mata?	0	15	12	3	0%	50%	40%	10%	100%

*Fuente: El Autor, (2011)*

De la tabla anterior, puede observarse que un 50% de las personas encuestadas opinó que la tecnología de Biotratamiento utilizada para el tratamiento de los rípios base aceite de perforación de pozos es considerada como regular; en el mismo orden, un 40% de los encuestados consideró que la aplicación de la tecnología de Biotratamiento se considera buena y un 10% de los encuestados, está de acuerdo que la tecnología de Biotratamiento es excelente para el tratamiento de los rípios de perforación de pozos.

**Tabla N° 26**

**Distribución Porcentual de las Frecuencias Absolutas sobre el cumplimiento con la Normativa Ambiental en la aplicación de la tecnología de Biotratamiento para el tratamiento a los rípios base aceite de perforación de pozos petroleros**

N° de ítems	Enunciado	M	R	B	E	Mala	Regular	Buena	Excelente	Total
2	¿Considera usted que durante la aplicación de la tecnología de Biotratamiento a los rípios base aceite de perforación de pozos realizada en los Centros de Manejo del Distrito Punta de Mata se cumple con la Normativa Ambiental vigente?	9	15	6	0	30%	50%	20%	0%	100%

*Fuente: El Autor, (2011)*

En la tabla anterior, puede observarse que un 50% de las personas encuestadas consideró que durante la aplicación de la tecnología de Biotratamiento a los rípios base aceite de perforación de pozos del Distrito Punta de Mata se cumple de manera regular con la Normativa Ambiental vigente; mientras un 30% del personal encuestado consideró que la aplicación de la tecnología de Biotratamiento aplicada a los rípios base aceite de perforación de pozos del Distrito Punta de Mata no cumple con la Normativa Ambiental vigente, o el cumplimiento con la normativa ambiental es malo. Por otro lado, un 20% de los encuestados consideró que la aplicación de la tecnología de Biotratamiento a los rípios base aceite de perforación de pozos en el Distrito Punta de Mata cumple con la normativa ambiental vigente, o el cumplimiento con la normativa ambiental fue considerado como bueno.

**Tabla N° 27**  
**Distribución Porcentual de las Frecuencias Absolutas sobre la**  
**afectación de los suelos por la aplicación de la tecnología de**  
**Biotratamiento a los rípios base aceite de perforación de pozos.**

N° de ítems	Enunciado	M	R	B	E	Mala	Regular	Buena	Excelente	Total
3	¿Cree usted que la aplicación de la tecnología de Biotratamiento afecta al suelo donde se realiza el tratamiento de los rípios base aceite de perforación de pozos?	15	12	3	0	50	40	10	0	100%

*Fuente: El Autor, (2011)*

En la tabla anterior, puede observarse que un 50% del personal encuestado opinó que existe una afectación negativa a los suelos donde se aplica la tecnología de Biotratamiento, por su parte, un 40% de los encuestados piensa que existe una afectación de manera regular a los suelos donde se aplica la técnica de Biotratamiento. Así mismo, un 10 % de los encuestados consideró que la afectación a los suelos donde se aplica la técnica de Biotratamiento, es buena o beneficia al suelo tratado.

**Tabla N° 28**  
**Distribución Porcentual de las Frecuencias Absolutas sobre la**  
**afectación de las aguas subterráneas por la aplicación de la tecnología**  
**de Biotratamiento a rипios base aceite de perforación de pozos**  
**petroleros.**

N° de ítems	Enunciado del cuestionario	M	R	B	E	Mala	Regular	Buena	Excelente	Total
4	¿Cree usted que la aplicación de la tecnología de Biotratamiento a los rипios base aceite de perforación de pozos afecta negativamente a las aguas subterráneas?	18	12	0	0	60%	40%	0%	0%	100%

*Fuente: El Autor, (2011)*

En la tabla anterior, puede observarse que un 60% del personal encuestado consideró que existe una afectación negativa a las aguas subterráneas por la aplicación de la tecnología de Biotratamiento para el tratamiento de los rипios base aceite de perforación de pozos, y un 40% de los encuestados estuvo de acuerdo en que la aplicación de la tecnología de Biotratamiento para el tratamiento de rипios base aceite tiene una afectación regular o moderada sobre las aguas subterráneas.

**Tabla N° 29**

**Distribución Porcentual de las Frecuencias Absolutas sobre Afectación sobre las aguas superficiales de la aplicación de la tecnología de Biotratamiento a los rípios base aceite de perforación de pozos petroleros**

N° de ítems	Enunciado	M	R	B	E	Mala	Regular	Buena	Excelente	Total
5	¿Cree usted que la aplicación de la tecnología de Biotratamiento a los rípios base aceite de perforación de pozos afecta negativamente a las aguas superficiales (río, lagos)?	18	12	0	0	60%	40%	0%	0%	100%

*Fuente: El Autor, (2011)*

Del cuadro anterior, puede observarse que un 60% del personal encuestado consideró que la afectación de manera negativa a las aguas superficiales por la aplicación de la tecnología de Biotratamiento para el tratamiento de los rípios base aceite de perforación es alta y un 40% de los encuestados estuvo de acuerdo en que la aplicación de la tecnología de Biotratamiento para el tratamiento de rípios tiene una afectación media o moderada sobre las aguas superficiales (Ríos, Lagos).

**Tabla N° 30**

**Distribución Porcentual de las Frecuencias Absolutas sobre la afectación a la fauna por la aplicación de la Tecnología Biotratamiento a los rípios base aceite de perforación de pozos petroleros.**

N° de ítems	Enunciado	M	R	B	E	Mala	Regular	Buena	Excelente	Total
6	¿Cree usted que la aplicación de la tecnología de Biotratamiento a los rípios base aceite de los pozos petroleros afecta negativamente sobre el recurso fauna?	21	9	0	0	70%	30%	0%	0%	100%

*Fuente: El Autor, (2011)*

Del cuadro anterior, puede observarse que un 70% de los encuestados consideró que la aplicación de la tecnología de Biotratamiento a los rípios base aceite de perforación de pozos afecta de manera negativa a la fauna, y un 30% del personal encuestado piensa que la aplicación de la tecnología de Biotratamiento a los rípios base aceite de perforación de pozos afecta de forma regular o moderada a la fauna silvestre del lugar.

**Tabla N° 31**

**Distribución Porcentual de las Frecuencias Absolutas sobre la afectación a la población en la aplicación de la Tecnología Biotratamiento a los rípios base aceite de perforación de pozos petroleros.**

N° de ítems	Enunciado	M	R	B	E	Mala	Regular	Buena	Excelente	Total
7	¿Cree usted que la aplicación de la tecnología de Biotratamiento a los rípios base aceite de los pozos petroleros afecta negativamente sobre el recurso Vegetación?	10	15	5	0	33%	50%	17%	0%	100%

*Fuente: El Autor, (2011)*

Del cuadro anterior, puede observarse que un 33% del personal encuestado consideró que la aplicación de la Tecnología de Biotratamiento a los rípios base aceite de perforación de pozos afecta negativamente la vegetación, el 50% consideró que existe una afectación regular de la vegetación del lugar y un 17% de los encuestados estuvo de acuerdo en que la afectación de la aplicación de la Tecnología de Biotratamiento a los rípios base aceite de perforación de pozos, es buena para la vegetación del lugar.

**Tabla N° 32**

**Distribución Porcentual de las Frecuencias Absolutas sobre las acciones para mitigar los efectos de la aplicación de la tecnología de Biotratamiento.**

N° de ítems	Enunciado	M	R	B	E	Mala	Regular	Buena	Excelente	Total
8	¿Se toman medidas o acciones para mitigar los efectos que representa el uso de la tecnología de Biotratamiento en los Centros de Manejo del Distrito Punta de Mata?	15	9	6	0	50%	30%	20%	0%	100%

*Fuente: El Autor, (2011)*

De la tabla anterior, puede observarse que un 50% estuvo de acuerdo en que la aplicación de medidas o acciones para eliminar o mitigar los efectos causados por la aplicación de la tecnología de Biotratamiento en los Centros de Manejo del Distrito Punta de Mata son catalogados como malos, mientras un 30% de los encuestados consideró que la aplicación de medidas o acciones para eliminar o mitigar los efectos causados por la aplicación de la tecnología de Biotratamiento en los Centros de Manejo del Distrito Punta de Mata es regular. Sólo un 20% de encuestados consideró que la aplicación de las medidas o acciones para mitigar los efectos que representa el uso de la tecnología de Biotratamiento en los Centros de Manejo del Distrito Punta de Mata es buena.

**Tabla N° 33**

**Distribución Porcentual de las Frecuencias Absolutas sobre la aplicación de una nueva tecnología como es la Tecnología ENDRILL para el beneficio de la población.**

N° de ítems	Enunciado	M	R	B	E	Mala	Regular	Buena	Excelente	Total
9	¿Cree Ud. que con la aplicación de una nueva tecnología para el tratamiento de rípidos base aceite, como la Tecnología Endrill, se beneficiaría a la población?	0	3	12	15	0	10%	40%	50%	100%

*Fuente: El Autor, (2011)*

De la tabla anterior, puede observarse que un 50% del personal encuestado consideró la aplicación de una nueva tecnología como la tecnología Endrill tendría como valoración excelentes beneficios para la población; así mismo un 40% de los encuestados consideraron la aplicación de una nueva tecnología como la tecnología Endrill como buena. Por otro lado, un 10% de los encuestados, consideraron la aplicación de una nueva tecnología como la Tecnología Endrill como de beneficio regular para la población.

**Tabla N° 34**

**Distribución Porcentual de las Frecuencias Absolutas con relación a la aplicación de otra tecnología como es la tecnología Endrill para el tratamiento de rípios base aceite en el Distrito Punta de Mata.**

N° de ítems	Enunciado	N° de Personas				Distribución Porcentual				Total
		M	R	B	E	Mala	Regular	Buena	Excelente	
10	¿Esta usted de acuerdo con la implementación de otra tecnología, como es la tecnología Endrill para el tratamiento de rípios base aceite de perforación de pozos en el Distrito Punta de Mata?	0	6	9	15	0%	20%	30%	50%	100%

*Fuente: El Autor, (2011)*

De la tabla anterior, puede observarse que un 50% del personal encuestado consideró la aplicación de otra tecnología como la tecnología Endrill para el tratamiento de rípios base aceite en el Distrito Punta de Mata como excelente, así mismo el 30% de los encuestados, estuvo de acuerdo en que la aplicación de otra tecnología como la tecnología Endrill para el tratamiento de rípios base aceite de perforación en el Distrito Punta de Mata, es buena. Por otro lado, un 20% de los encuestados consideró la aplicación de otra tecnología como la tecnología Endrill para el tratamiento de rípios base aceite de perforación en el Distrito Punta de Mata como regular.

### **Inferencia general:**

Como puede observarse del análisis de los resultados, puede inferirse que la tecnología de Biotratamiento no es vista totalmente como la mejor tecnología para el tratamiento de los rios base aceite de perforación de pozos petroleros.

Aparentemente, la mayoría de las personas encuestadas consideraron que durante la aplicación de la tecnología de Biotratamiento a los rios base aceite de perforación de pozos petroleros en el Distrito Punta de Mata puede existir una afectación negativa a los recursos: aguas (subterráneas y superficiales), suelo, vegetación y principalmente a la población; y donde la aplicación de medidas o acciones para mitigar los efectos de dicha afectación ha sido consideradas como malas.

En cuanto al uso de otra tecnología para el tratamiento de los rios de perforación en el Distrito Punta de Mata, como es la tecnología Endrill, se observó un intento por comunicar la importancia de la necesidad de aplicación de otra opción tecnológica, con la aceptación de la población, a objeto de medir los resultados y compararlos con la tecnología actualmente aplicada Biotratamiento.

En ese sentido, se requiere de una evaluación de la tecnología Endrill, para verificar su eficiencia y aplicabilidad en el tratamiento de los rios base aceite de perforación en el Distrito Punta de Mata del Estado Monagas.

#### 4.2 Diagnóstico de la Aplicación de la Tecnología de Biotratamiento en los Centros de Tratamiento de Desechos Peligrosos.

Para la evaluación de los Centros de Tratamiento de Desechos ubicados en los Municipios Santa Bárbara, Aguasay, Cedeño y Ezequiel Zamora se consideraron dos criterios de evaluación referidos a si la empresa cumple (1) y si no cumple (0). Tal como se muestra en la tabla N° 35.

**Tabla N° 35. Valor de los Criterios de Evaluación**

Criterio	Puntos
Cumple	1
No Cumple	0

El valor obtenido de esta manera, es clasificado según su Condición, aplicando el criterio de rangos numéricos presentado en la tabla N° 36:

**Tabla N° 36.  
Rangos y Valores de la Condición del Centro de Manejo**

	Condición			
	Ideal	Aceptable	Deficiente	Inaceptable
Valor	> 19	15 – 19	14 – 10	< 10

*Fuente: El Autor, (2011)*

En ese sentido se considera lo siguiente:

**Ideal:** Se considera una situación ideal, cuando el Centro de Tratamiento de Desechos cumple con más del 79% de las exigencias establecidas en la legislación ambiental venezolana vigente (Decreto 1.257, 2.635 y 883) y las normas internas PDVSA.

**Aceptable:** Se considera una situación aceptable, cuando en el Centro de Tratamiento se cumple entre un 60 y un 79% de las exigencias

establecidas en la legislación ambiental vigente (Decreto 1.257, 2.635 y 883) y las normas internas de PDVSA.

**Deficiente:** Se considera una situación deficiente, cuando en el Centro de Tratamiento se cumple con de menos de un 59% hasta 40% las exigencias establecidas en la legislación ambiental vigente (Decreto 1257, 2635 y 883) y las normas internas de PDVSA. Siendo necesario la adecuaciones menores del mismo.

**Inaceptable:** Se considera una situación inaceptable, cuando en el Centro de Tratamiento se cumple con de menos de un 40% las exigencias establecidas en la legislación ambiental vigente (Decreto 1.257, 2.635 y 883) y las normas internas de PDVSA. Siendo necesario la adecuaciones mayores del mismo.

En ese sentido, se presentan los resultados obtenidos de las visitas de campo realizadas al tratamiento de los rípios base aceite de perforación de pozos en los Centros de Tratamiento de Desechos ubicados en el Municipio Santa Bárbara, la cual estuvo estructurada en base a cinco (05) principales criterios:

1. *Documentación ambiental*
2. *Seguridad Industrial*
3. *Área de recepción de desechos*
4. *Área de tratamiento de rípios base aceite*
5. *Disposición final de los rípios*

**Tabla N° 37.**  
**Diagnóstico de los Centro de Tratamiento de Desechos**

Requisitos	Centros de Tratamiento						
	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5	CT6	CT7
<b>1. Documentación Ambiental</b>							
RASDA	1	1	1	1	1	1	1
AOT	1	1	1	1	1	0	1
AARN	1	1	1	1	0	0	0
Plan Especifico de Seguridad Higiene y Ambiente (PESHA)	0	1	0	0	1	0	1
Plan de Emergencia	1	0	0	1	1	1	1
Certificado del laboratorio por el MinAmb	0	0	0	0	1	1	0
Cadena de custodia de los muestreos	0	0	1	0	0	0	0
Análisis de aguas subterráneas del pozo testigo (Decreto883)	0	0	1	1	0	1	0
Plan de Manejo de Desechos	0	1	0	0	0	1	0
<b>2.Seguridad Industrial</b>							
Operadores con EPP (Dotación del EPP)	1	0	1	0	1	1	0
Area de oficina	1	1	1	1	1	1	1
Area de comedores	0	1	0	0	1	0	1
Extintor en el área de oficina	1	0	1	1	0	0	0
<b>3.Area de recepción de Desechos</b>							
Plataforma de concreto con tranquilas trampa grasa	1	1	1	1	0	1	1
<b>4.Area de Tratamiento de rípios base aceite</b>							
Área de tratamiento sobre suelos de textura franca, o franco limosa o franco arcillosa, o acondicionado artificialmente	1	1	1	1	1	1	1
Profundidad del nivel freático mayor de 4 m	1	1	1	1	1	1	1
Área de terreno no inundable	1	1	1	1	1	1	1
Caracterización inicial del desecho, análisis a realizar: Contenido de aceites, Saturados y Aromáticos (TPH),Crecimiento bacteriano (UFC/g suelo) TCLP (Toxicity Characteristic Leaching Pcedure) y Respirometria	1	1	0	0	1	0	0
Durante el tratamiento existe control y seguimiento de aceites y grasas, saturados y aromáticos, crecimiento bacteriano (UFC/g suelo), respirometria	0	1	0	0	0	0	0
Adición de materiales orgánicos y fertilizantes (urea y disfosfato de amonio)	1	1	0	1	0	0	0
Mezcla de suelo/material orgánico sobre el terreno acondicionado y se incorpora con rastra a los primeros 30 cm	1	1	0	0	1	1	1
Parcelas separadas con taludes bien conformados	1	0	1	1	0	0	1
Parcelas se encuentran identificadas con el tipo de desecho el nombre de cada pozo del que provienen	0	0	0	0	1	1	0
<b>5.Disposicion final de los rípios base aceite</b>							
Caracterización final del desecho	1	1	1	1	1	1	1
<b>Puntaje Total</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>13</b>

Fuente: El Autor, (2011)

**Tabla. N° 38.**  
**Resultados del Diagnóstico de la aplicación de la tecnología de**  
**Biotratamiento en los Centros de Tratamiento**

Centro de Tratamiento	Puntaje obtenido	Condición
CT1	16	Aceptable
CT2	16	Aceptable
CT3	14	Deficiente
CT4	14	Deficiente
CT5	15	Aceptable
CT6	14	Deficiente
CT7	13	Deficiente

En este sentido, se concluye que del 100% de los Centros de Tratamientos ubicados en Municipio Santa Bárbara, Aguasay, Cedeño y Ezequiel Zamora el cincuenta y siete por ciento 57% (04) presentan una condición *Deficiente* en lo que respecta al tratamiento de los rios base aceite de la perforación de pozos petroleros del Distrito Punta de Mata y un cuarenta y tres por ciento 43% (03) se encuentra en condiciones definidas como *Aceptables*.

#### **4.2.1. Determinación de los Impactos Ambientales Presentes Durante el Tratamiento de Ripios Base Aceite a través de la Tecnología de Biotratamiento.**

##### *Descripción de los efectos finales o impactos*

Los efectos finales o impactos fueron determinados por la matriz Causa-Efecto (ver Anexo D). Los impactos que se derivan de las actividades realizadas en el Centro de Tratamiento para el tratamiento y disposición final de los ripios base aceite de la perforación de pozos petroleros se describen a continuación:

##### *Contaminación del recurso suelo:*

El recurso suelo puede verse afectado por actividades como la recepción de ripios base aceite en el suelo desnudo, en ausencia de plataforma de concreto debidamente construida con drenajes para las aguas aceitosas. Principalmente si los niveles de lixiviados en el desecho exceden los límites establecidos en el Decreto 2.635, puede suceder la contaminación de las capas del suelo por la lixiviación de componentes tóxicos.

Por otro lado, en las parcelas donde se realiza la actividad de tratamiento y disposición final de los ripios base aceite, el suelo puede verse afectado principalmente por la falta seguimiento a los procedimientos descritos para la tecnología de Biotratamiento, tales como: pase de rastra, mezcla suelo/desecho sometida al proceso de arado con maquinaria agrícola convencional para facilitar el mezclado y propiciar el intercambio de oxígeno necesario para que ocurra la oxidación microbiológica de las fracciones biodegradables. Sobre la base de lo expuesto, las acumulaciones de Hidrocarburos en el suelo degradan la calidad del mismo, produciendo interferencia con la retención y el flujo de

agua, propiciando la disminución de la biota del suelo y el desarrollo normal de las plantas.

#### *Contaminación del recurso aguas subterráneas:*

Tanto las actividades de recepción de rípios base aceite como las de tratamiento y disposición final del mismo, por las acumulaciones de hidrocarburos en el suelo, los cuales por filtración puede llegar a contaminar las aguas subterráneas.

#### *Contaminación del recurso aguas superficiales:*

Todas las actividades que generan contaminación al recurso suelo como la recepción de rípios base aceite, el tratamiento y disposición final de los mismos, por la infiltración de contaminantes, pueden generar además la contaminación de las aguas superficiales, especialmente las del río Tonoro y Queregua para el caso de los Centros de Tratamiento ubicados en el Municipio Santa Bárbara del este Monagas.

#### *Afectación a la vegetación*

Durante las actividades de recepción de rípios base aceite, tratamiento y disposición final de los mismos, a causa de la afectación de las propiedades físico químicas del suelo, se produce una alteración de la vegetación del área intervenida.

**4.3. Resultados sobre la Determinación de la Necesidad de Implantación de la Tecnología Endrill para el Tratamiento de Ripios Base Aceite en el Distrito Punta de Mata.**

**Tabla N° 39**  
**Matriz de Indicadores de Necesidad para el Uso de una Nueva Tecnología (la Implantación de la Tecnología Endrill para el tratamiento de ripios base aceite en los pozos de PDVSA)**

<i>Criterios de Necesidad</i>		<i>Tecnología Existente</i>	<i>Nueva Tecnología</i>
<i>Aspecto</i>	<i>Criterio</i>	<i>(Biotratamiento)</i>	<i>(Endrill)</i>
<b>Aspecto Social y Jurídico</b>	Aceptación Social	1	3
	Normativa Ambiental	2	3
<b>Aspecto Físico Natural</b>	Aguas subterráneas	1	4
	Aguas superficiales	2	3
	Suelos	2	3
	Vegetación y hábitat	2	4
<b>Aspecto Económico-Técnico y de Seguridad</b>	Transporte	1	3
	Infraestructura	1	3
	Riesgos laborales	2	3
	Económicos	2	2
	Técnico	2	4
	Rentabilidad (Costo/beneficio)	3	3
<b>Total</b>		<b>21</b>	<b>38</b>

**Escala: 0 (Ninguno), 1 (Bajo), 2 (Medio), 3 (Alto) y 4 (Muy Alto)**

Fuente: el autor (2011), adaptado de Hetman (1975)

Los criterios utilizados en la tormenta de ideas (*brainstorming*) entre profesionales responsables del manejo, tratamiento y disposición final de los ripios base aceite de perforación de pozos petroleros en PDVSA Exploración y Producción División Oriente, para la asignación de las puntuaciones subjetivas se realizó la siguiente descripción de los criterios para cada uno de los criterios considerados.

### ***Descripción de los Criterios.***

#### ***Aspecto Socio cultural y jurídico.***

- *Criterio Aceptación Social:* si el uso de la tecnología para el tratamiento de rios base aceite de perforación de pozos petroleros produce alto grado de aceptación social en las comunidades cercanas.
- *Criterio Normativa Ambiental:* si el uso de la tecnología para tratamiento de rios base aceite de perforación de pozos petroleros cumple con la Normativa Ambiental vigente.

#### ***Aspecto Físico Natural.***

- *Criterio Aguas Subterráneas:* Si el uso de la tecnología para tratamiento de rios base aceite no causa impactos negativos sobre las aguas subterráneas. En este sentido, que cumpla con la Norma (Decreto 2.635, Art. N°53) la cual establece expresamente, en relación con la práctica de Biotratamiento, que la misma se llevará a cabo cumpliendo una serie de condiciones, entre la que destaca: “la profundidad del nivel freático debe ser mayor de 4 metros”.
- *Criterio Aguas Superficiales:* Si el uso de la tecnología para tratamiento de rios base aceite de perforación de pozos no causa impactos negativos sobre las aguas superficiales. En este sentido, como medida de protección al recurso agua, la norma (Decreto 2.635, Artículo N° 53) establece para la práctica de esparcimiento en suelos, en el contexto del manejo de desechos peligrosos generados por la exploración y producción de petróleo, se llevará a cabo cumpliendo una serie de condiciones, entre ellas que: "el área de disposición final debe estar alejada por lo menos 500 m de cuerpos de agua".

De manera similar la Ley de Aguas establece las siguientes consideraciones en su Artículo N° 54:

“Las zonas protectoras de cuerpos de agua tendrán como objetivo fundamental proteger áreas sensibles de las cuales depende la permanencia y calidad del recurso y la flora y fauna silvestre asociada.

Se declaran como zonas protectoras de cuerpos de agua, con arreglo a esta Ley:

1. La superficie definida por la circunferencia de trescientos metros de radio en proyección horizontal con centro en la naciente de cualquier cuerpo de agua.

2. La superficie definida por una franja de trescientos metros a ambos márgenes de los ríos, medida a partir del borde del área ocupada por las crecidas correspondientes a un período de retorno de dos coma treinta y tres (2,33) años.

3. La zona en contorno a lagos y lagunas naturales, y a embalses construidos por el Estado, dentro de los límites que indique la reglamentación de esta Ley.”

- *Criterio Suelo:* Si el uso de la tecnología para tratamiento de ripio base aceite de perforación de pozos petroleros no causa impactos negativos sobre suelo y sus componentes. En este sentido, la norma (Decreto 2.635, Art. N° 53) establece expresamente, en relación con la práctica de Biotratamiento, que la misma se llevará a cabo cumpliendo con una serie de condiciones, entre las que destaca: “el área de disposición final debe estar conformada por suelos de textura franca o franco arenosa o franco limosa o franco arcillosa, o acondicionado artificialmente”

- Criterio Vegetación y Hábitat: Si el uso de la tecnología para el tratamiento de rípios base aceite de perforación de pozos petroleros pueda tener un efecto positivo en la vegetación, y modificaciones que no sean adversas a los hábitats de las especies amenazadas o en peligro de extinción.

### ***Aspecto Económico, Técnico y de Seguridad***

- *Criterio Transporte:* Si la tecnología de tratamiento de rípios base aceite de perforación pozos petroleros puede ser realizada en sitio y no necesita transporte para el traslado de los rípios.
- *Criterio Infraestructura:* Si para la aplicación de la tecnología de tratamiento de rípios base aceite de perforación de pozos petroleros no se hace necesario la realización de actividades de deforestación, eliminación de la capa vegetal, movimiento de tierra, nivelación, acondicionamiento de suelos, demolición de infraestructuras abandonadas, levantamiento de cercos y reubicación de instalaciones.
- *Criterio Riesgos Laborales:* Si durante la aplicación de la tecnología para el tratamiento de rípios base aceite de perforación de pozos petroleros no existen o se minimizan los riesgos en la salud e integridad física de los operadores.
- *Criterio Económico:* si el uso de la tecnología para el tratamiento de rípios base aceite de perforación de pozos contribuye a ahorros en el presupuesto bajo la estrategia de PDVSA basada en la prevención de la contaminación a través de reducir, reusar, recuperar y reciclar los rípios base aceite.

- *Criterio Técnico*: si el uso de la tecnología para tratamiento de los rípios base aceite de perforación incrementa la eficiencia y la eficacia de los procesos de manejo y disposición final de estos desechos.
- *Criterio Rentabilidad*: si el uso de la tecnología para el tratamiento de rípios base aceite de perforación incrementa la relación *Beneficio/Costo*.

Como puede observarse en la *Matriz de Indicadores de Necesidad para el Uso de una Nueva Tecnología*, la sumatoria de las puntuaciones promedio asignadas a ambas tecnologías, resultó ser mucho mayor para la instalación de una nueva tecnología (Tecnología Endrill) para el tratamiento de los rípios base aceite de perforación de pozos petroleros en el Distrito Punta de Mata. De estos resultados se puede inferir la necesidad de uso de la Tecnología Endrill para el tratamiento de los rípios base aceite producto de a perforación de pozos en el Distrito Punta de Mata.

#### **4.4 Resultados de la Comparación entre los Beneficios (Apoyos) y Efectos (Resistencias) de la Implantación de una nueva tecnología (Endrill) para el tratamiento de los rípios de los pozos de PDVSA.**

Una vez examinada la necesidad de la aplicación de la tecnología Endrill para el tratamiento de los rípios base aceite de perforación de pozos petroleros en el Distrito Punta de Mata, este sirve como punto de partida para la investigación de los efectos y beneficios de esta nueva tecnología, donde se toma como premisa la disponibilidad de cemento en el país, para el análisis de las consecuencias inmediatas de la tecnología prevista sino también de sus efectos secundarios y terciarios, evaluándose todas las categorías útiles de costes y beneficios, la cual se lleva a cabo a través de la matriz de apoyos y resistencias diseñada por Hetman (1975)

**Tabla 40. Matriz de beneficios (apoyos) y efectos (resistencias) de la Implantación de una nueva tecnología, tecnología ENDRILL para el tratamiento de rípios base aceite de perforación de pozos en el Distrito Punta de mata**

<b>EFFECTOS (RESISTENCIAS)</b>	<b>Efectos primarios:</b> Resistencia al cambio por pérdida de puestos de trabajo	<b>Efectos secundarios:</b> Costos más altos que los de Biotratamiento	<b>Efectos terciarios:</b> Acumulación de material encapsulado por falta de acuerdos de servicios para la utilización del Material encapsulado	<b>Ventajas atribuidas a las tecnologías existentes:</b> fácil uso, menor costo, disposición final de los rípios	<b>Sugerencias para modificar tecnologías existentes:</b> Supervisión y Control de los Centros de Tratamiento de Desechos
<b>BENEFICIOS</b>					
<b>Beneficios primarios:</b> Creación de nuevos tipos de trabajo. Cumplimiento con la Normativa Ambiental Vigente	4	2			
<b>Beneficios secundarios:</b> Incrementa la relación <i>Beneficio/Costo</i>		3 3			
<b>Beneficios terciarios:</b> Reuso del material tratado			4	1	
<b>Beneficios generales asociados a una nueva tecnología:</b> Control Efectivo del tratamiento y disposición final de los rípios base aceite				2 3	
<b>Alternativas propuestas asociadas al nuevo Proyecto Tecnológico:</b> Utilización del material encapsulado como enmienda de suelo o como sub base para localizaciones					1 3

**Escala: 0 (ninguno), 1 (bajo), 2 (medio), 3 (alto), 4 (muy alto)**

Del gráfico anterior, se obtiene la sumatoria de las puntuaciones adjudicadas a los efectos (resistencias), igual a 9 (2+ 3 + 1 + 2 + 1). La sumatoria de las puntuaciones adjudicadas a los beneficios (apoyos), es igual a 17 (4 + 3+ 4+ 3 + 3).

Como puede observarse de los resultados anteriores, la sumatoria de las puntuaciones adjudicadas a los beneficios (apoyos) de la Implantación de la tecnología Endrill para el tratamiento de los rípios base aceite de perforación de pozos petroleros en el Distrito Punta de Mata, supera la sumatoria de las puntuaciones adjudicadas a los efectos (resistencias).

De los resultados anteriores, se infiere que con la aplicación de la tecnología Endrill para el tratamiento de los rípios base aceite de perforación de pozos petroleros en el Distrito Punta de Mata se obtendrían mayores beneficios que efectos primarios, secundarios, y últimos.

## CONCLUSIONES

- Un aspecto importante, es que la aplicación de una tecnología alternativa al Biotratamiento, tal como lo es la tecnología Endrill, es evaluada como una buena tecnología para el tratamiento de este tipo de desecho.
- Entre los efectos finales o impactos sobre las actividades de recepción, tratamiento y disposición final de los rípios base aceite en los Centros de Tratamiento del Estado Monagas, está la posible afectación a los recursos: suelo, aguas subterráneas, aguas superficiales y vegetación y a la sociedad.
- Si bien la tecnología de Biotratamiento tiene una serie de ventajas cuando es correctamente aplicada, esta tecnología afecta grandes extensiones de terreno para el tratamiento de los rípios base aceite lo que puede crear a futuro problemas legales atribuidos a efectos de las tierras donde alguna vez se depósito rípio base aceite producto de la perforación de pozos petroleros.
- La aplicación de cualquier tecnología está sujeta a la falta de control por parte de los responsables de la supervisión en el cumplimiento de los procedimientos; en este sentido, durante la aplicación de la tecnología de Biotratamiento aplicada en los Centros de Tratamiento del Distrito Punta de Mata esta realidad se ve representada.

- Dentro de los aspectos sociales, físico naturales, jurídicos, económicos, técnicos y de seguridad considerados en la aplicación de la *Matriz de Indicadores de Necesidad para el Uso de una Nueva Tecnología*, la sumatoria de las puntuaciones promedio asignadas a ambas tecnologías, resultó ser en un 45% mayor para la instalación de una nueva tecnología (Tecnología Endrill) para el tratamiento de los rípios base aceite que para la utilización del Biotratamiento.
  
- Uno de los principales retos de PDVSA, es sustentar sus operaciones bajo el principio de minimizar impactos ambientales y sociales, además de reducir los costos de tratamiento de rípios. De la presente investigación, se desprende que la tecnología Endrill, permite la transformación de rípios en materiales con valor agregado, que pueden ser utilizados como relleno de locaciones, sub-base de vialidades o llenante de mezclas asfálticas para capas de rodamiento en locaciones asociadas a pozos petroleros. Por otro lado, se minimiza la utilización de suelos para la disposición final de los rípios.
  
- Finalmente, los beneficios o apoyos de la implantación de la tecnología Endrill para el tratamiento de los rípios base aceite de perforación de pozos petroleros en el Distrito Punta de Mata, superan los efectos y resistencias (efectos primarios, secundarios y terciarios) que la misma tecnología conlleva. Todo esto muestra un impacto positivo de este proyecto tecnológico a ser aplicado en el Distrito Punta de Mata.

## RECOMENDACIONES

- Es necesario la aplicación de una nueva tecnología (Endrill) para el tratamiento de rípios base aceite de la perforación de pozos petroleros en el Distrito Punta de Mata, motivado a la búsqueda de nuevas alternativas tecnológicas para el tratamiento de rípios base aceite enmarcadas dentro de las tendencias mundiales que promueven la minimización en fuente, el reuso/reciclaje y por último el tratamiento/disposición.
- Es importante, a efectos de la aplicación de la tecnología Endrill en el Distrito Punta de Mata, planificar la logística para disposición del material encapsulado.
- Una vez utilizado el encapsulado, se recomienda realizar un análisis económico del uso de rípios encapsulados, a fin de determinar los beneficios para reducir los costos durante el tratamiento del mismo.
- Con el objeto de dar continuidad a esta investigación, se estima conveniente la aplicación de una prueba piloto de la tecnología Endrill en el Distrito Punta de Mata, donde se incluyan pruebas de campo y laboratorio necesarias para la caracterización de los rípios encapsulados. Así mismo, la realización de un acuerdo de servicio entre las Gerencias de Ambiente, Perforación e Infraestructura que permita la continuidad en la disposición final del material encapsulado.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALVAREZ, F., BRICEÑO, M. (2.000) y otros. "Prueba de campo de la tecnología de Encapsulamiento de ripios en PDVSA Distrito Sur" Informe Técnico, los Teques.
- BARAM, M. (1973). "Technology Assessment and Social Control", en: Kuehn y Porter, *Science, Technology and National Policy*. New York: Cornell University Press.
- BERG, M. (1975). "The politics of Technology Assessment". *Journal of International Society for Technology Assessment*. Dic., 21 - 32.
- BRAUN, E. (1998). *Technology in Context: Technology Assessment for Managers*. New York: Routledge.
- BRITO, E. (2008). *Impacto Tecnológico de la Implantación de un Sistema de Información Automatizado (red inalámbrica), en la Gestión de Mantenimiento de la Empresa Diques y Astilleros Nacionales Compañía Anónima (DIANCA)*. Trabajo de Grado no publicado. Caracas: UNEFA.
- CANALES, F. y PINEDA, E. (2001). *Metodología de la Investigación*. México: Editorial Limusa, S. A. de C. V. Grupo Noriega Editores.
- COATES, J. (1971). "Technology Assessment: the benefits, the costs, the consequences". *The Futurist*, nº 6. Dec., pp.25 - 231.
- CORPOVEN, FILIAL DE PDVSA. Normas Estándar de Perforación Alto Riesgo para el Norte de Anzoategui y Monagas. Gerencia Distrital Anaco. (1992)
- DALE, A. y LOVERIDGE, D. (1996). "Technology assessment-where is going?". *International Journal of Technology Management*. Special Publication on Technology Management, pp.715-723.
- DATENSERVICE OKO.(2001). "Evaluación Especifica Ambiental Municipio Aguasay. Tecnología de Terrificacion de Desechos Petroleros". Grupo HUSZ, Viena, Australia.
- DE LOS RÍOS, I. (2005). "Principios del Derecho Ambiental" Ed. Isabel de los Ríos, Caracas.

- DURANT, J. (1999). "Participatory technology assessment and the democratic model of the public understanding of science." *Science and Public Policy*. Vol, 5, n° 26, pp.313-319.
- FLORES Y SALCEDO. (2004). INTEBIOS y BIORIZE: Soluciones Tecnológicas para el Biotratamiento de cortes de perforación impregnados con lodos base aceite.
- FRIEND David, National Research Council (EEUU), Transportation Research Board. (1996). Remediation of petroleum contaminated soil. A synthesis of highway practice. Washington DC, National Academy Press.
- GOULET, D. (1994). "Participatory Technology Assessment: Institution and Methods". *Technological Forecasting and Social Change*. Nº 43, Pp. 47-61.
- HENNEN, L.(1999). "Participatory technology assessment: a response to technical modernity". *Science and Public Policy*. 26 (5), 303-312.
- HERNÁNDEZ, R.; FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. (2007). *Fundamentos de Metodología de la Investigación*. Madrid: McGraw Hill.
- HETMAN, F. (1975). *Evaluación Tecnológica y sociedad*. Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos. Madrid: Ediciones del Ministerio de Relaciones Exteriores.
- JANES, M.C. (1996). "A review of the development of technology assessment. *International Journal of Technology Management*". Special Publication on Technology Management, pp.507-522.
- LEVIN, L; GEALT M. (1997). Biotratamiento de residuos tóxicos y peligrosos. Selección, estimación, modificación de microorganismos y aplicación. Edición Mc Graw Hill
- LEYTEN, J. Y SMITS, R. (1996). "The role of technology assessment in technology policy. *International Journal of Technology Management*". Special Publication on Technology Management, pp. 688-702.
- MCBRIERTY, V. (1988). "Technology assessment for parliaments at national and European level". *Futures*, february.
- PALELLA. S. y MARTINS, F. (2006). *Metodología de la Investigación Cuantitativa*. Caracas: Fondo Editorial de la UPEL.

- PETROLEOS DE VENEZUELA SOCIEDAD ANÓNIMA (PDVSA). "Estandarización de Procesos de Construcción de Pozos", Exploración y Producción, Gerencia de Perforación Oriente, Maturín, (1999)
- PRITCHARD P.H. (1997). Cuestiones reglamentarias y de eficacia en la biorremediación de los derrames de petróleo: experiencias con el derrame de Exxon Valdez en Alaske. En: Levin M; M.A Gealtedotores- Biotratamiento de residuos sólidos y peligrosos. Mc- Graw Hill. Madrid
- PORTER, A. L. (1991). *Forecasting and Management of Technology*. Wiley Series in Engineering & Technology Management. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- RAMOS ÁLVAREZ, M. (1998). "La Evaluación de Impactos como herramienta en la toma de decisiones empresariales sobre el desarrollo sostenible". En: *Memorias IV Congreso Interamericano sobre el Medio Ambiente*. Caracas: Ed. Equinoccio, Universidad Simón Bolívar. Fundación Polar y CONICIT.
- RAMOS ÁLVAREZ, M. (1999). *Guía del Curso Métodos y técnicas de Evaluación en Tecnologías*. Caracas: Centro de Estudios de Desarrollo (CENDES), UCV.
- RAMOS ÁLVAREZ, M. (2001). "Impacto Tecnológico de las TICs (Internet y WWW) en Educación. El Caso de la Academia Militar de Venezuela". *Revista Agenda Académica*, vl.8, nº2, pp.73-86.
- SABINO, C. (1992). *El Proceso de Investigación*. Caracas: Editorial Panapo.
- SAN MARTÍN, J. (1992). "Modernidad, Progreso y Evaluación de Tecnologías". En: SAPROVSKY, E. (compilador). *Tecnología y Modernidad en Latinoamérica*.. Santiago de Chile: Ediciones Pedagógicas Chilenas, pp.117-139.
- SEKI, S. (1992). "What Can we Learn from Technology Assessment?". En: Arrison *et al. Japan's Growing Technological Capability*. National Academy Press, Washington, D.C., pp. 42-56.
- TIEN NGUYEN, N. *et al.* (1996). "Methodological issues in information technology assessment. *International Journal of Technology*

*Management*". Special Publication on Technology Management, pp. 566-580.

VAN LANGENHOVE, L. y BERLOZNIK, R. (1996). "TA positions and TA storylines; towards a social constructionist framework of technology assessment". *International Journal of Technology Management*. Special Publication on Technology Management, pp.703-714.

VERACIERTA. (2006) "Evaluación de las Técnicas realizadas en el Centro de Tratamiento y Recuperación de Desechos en el Campo Amaca, estado Anzoátegui"

WALTER, M.V. y CRAWFORD R.L. (1997). Biotransformation and biodegradation. In Hurst, Chidton (Ed) *Manual of Environmental Microbiology*.