

# Plan de Manejo Ambiental para el proceso de biorremediación en el campo La Punta ubicado en la vereda Corea, municipio Maní, Casanare<sup>1</sup>

## 1. Introducción

Con el fin de mejorar las condiciones del proceso de biorremediación se realizó un plan de manejo ambiental, que valoró los impactos generados en cada una de las actividades realizadas en el campo La Punta (propiedad de la empresa Matpel de Colombia S.A.). Son de vital importancia los impactos generados durante este proceso, pues el residuo tratado presenta borras de lodos aceitosas, provenientes de la extracción de crudo, de los distintos campos petroleros ubicados en Maní, Casanare.

El trabajo describe el proceso de identificación de cada una de las actividades que conllevan a una disposición final de los residuos. Además, presenta una caracterización ambiental para identificar los sistemas y componentes ambientales presentes en el proyecto.

Teniendo en cuenta la descripción del proceso y la caracterización ambiental, se procede a evaluar los impactos que afectan el medio ambiente, presentando así una matriz de valoración de impactos según el modelo de Vicente Conesa: fichas de control ambiental y un plan de seguimiento y monitoreo que permita llevar un control sobre el proceso de biorremediación.

### Autores

María del Pilar Meza Gómez<sup>2</sup>

Olivia Lorena Muñoz Romero<sup>3</sup>

### Director

Nancy Esperanza Madrid<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Proyecto Curricular de Ingeniería de Producción. El trabajo de grado recibió mención meritoria.

<sup>2</sup> Ingeniera de producción. Correo electrónico: mipimego@hotmail.com

<sup>3</sup> Ingeniera de producción. Correo electrónico: dilomuro@hotmail.com

<sup>4</sup> Licenciada en Química y Biología. Docente Facultad Tecnológica. Correo electrónico nemadrids@udistrital.edu.co

## 1. Descripción del proceso de biorremediación

La compañía **Matpel de Colombia S.A.** cuenta con un campo de biorremediación ubicado en la vereda Corea, en el campo La Punta. Las actividades programadas en el desarrollo del proyecto consisten básicamente en las descritas a continuación.

### 1.1. Identificación de organismos nativos

Se realiza un reconocimiento del terreno de la zona sobre la cual se va a trabajar, de esta manera, se llevan muestras al laboratorio y se identifican las bacterias consumidoras de hidrocarburos (biorreconocimiento), para luego cultivarlas y así utilizarlas en el proceso más adelante.

### 1.2. Toma de muestra y transporte de residuos al campo de biorremediación

Para el transporte de lodos aceitosos (borras) al campo de biorremediación, se realizó un muestreo representativo y ensayo físico para determinar el porcentaje de agua, sólidos y grasas en la muestra representativa de las borras de hidrocarburo, lo cual es llevado a cabo dentro de las piscinas de almacenamiento de los campos petroleros. Se realiza por medio de la técnica de separación de fases, utilizando el método con el que se cuenta en el campo de biorremediación: tiempo para centrifugado.

### 1.3. Almacenamiento, micro fragmentación de partículas y homogenización

Se dispone el material recibido en piscinas de almacenamiento para lodos aceitosos, se toman muestras que se envían al laboratorio para medir TPH'S (hidrocarburos totales). Así mismo, al iniciar esta actividad se debe hacer una evaluación física de los residuos que van a ser tratados, en este momento, dicha evaluación es vi-

sual, sin utilizar ningún otro método. Luego de esto, se procede a la aplicación del micro fragmentador de partículas Tydi Citroil en la piscina que contiene las borras. Para esta operación se requiere homogenizar la mezcla y proceder a aplicar el micro fragmentador de partículas. Después de homogenizada la mezcla, se deja en reposo para iniciar el proceso de decantación.

### 1.4. Separación

Esta actividad se realiza debido al control permanente sobre las piscinas a lo largo del proceso para mantener siempre una proporción 80:20. La separación de agua se realiza mecánicamente, mediante una bomba de succión (bomba diesel, entrada y salida de 3", con filtro de rejilla en la manguera de entrada, 1200 rpm, 5 hp. 30-40 psi); durante el proceso de separación, se revisa visualmente que no se tomen los sólidos suspendidos (coloración del agua).

El agua resultante de este proceso es incorporada en el Skimmer, aplicándole floculante al agua residual para decantar lodos activos, los cuales se incorporan a la Biopila en etapa 1. El agua que sale del filtro se incorpora en etapas 1, 2 y 3 para hidratación de biopilas.

### 1.5. Filtro

Luego de llevar a cabo el proceso de decantación, las borras son trasladadas al filtro, el cual remueve agua cloruros, fenoles, metales pesados, etc. Este filtro deja las borras con la constancia deseada, al 20% de humedad; deja pasar partículas solidas grandes, pero si se infiltra cloruro.

### 1.6. Conformación de sub-biopilas

Con antelación a la conformación de las sub-biopilas se recolecta la tierra nativa necesaria, previamente evaluada en el proceso de identificación de organismos nativos, y se realiza la bioaumentación en laboratorio.

de las bacterias nativas degradadoras de hidrocarburos reconocidas al inicio.

La conformación de sub-biopilas resulta del tomar trescientos barriles del filtro, los cuales son mezclados con tierra y los demás elementos adicionados mecánicamente en las proporciones preestablecidas según el tipo de bostas a tratar; estas deben estar homogenizadas para que el proceso sea óptimo. Cada sub-biopila se conforma con un volumen de 60 m<sup>3</sup> (40 m<sup>3</sup> de tierra y 20 m<sup>3</sup> de bostas).

### 1.7. Bioventeo

La actividad de bioventeo es realizada cada tres días, trasladando la sub-biopila al paso siguiente mediante volteo mecánico por Bobcat, lo cual, a su vez ayuda a oxigenar las bacterias y nutrirlas. Esto se lleva a cabo teniendo en cuenta las fases estipuladas en el proceso y haciendo el monitoreo en cada una de estas. Al iniciar el proceso de conformación de cada sub-biopila se toman las respectivas muestras, las cuales se envían a laboratorio para ensayo de hidrocarburos totales (TPH's); para el monitoreo de su biodegradación, mediante la técnica de cromatografía conocida como CG-MS, que es cuantitativa. A los ensayos intermedios (día 14 y 28) se les realiza el ensayo de TPH's, aplicando la técnica de gravimetría o la de infrarrojo que son semicuantitativas, permitiendo monitorear el proceso con la resolución pertinente. El protocolo internacional que se aplica para el cumplimiento en biorremediación de la carga contaminante es el Protocolo Louisiana Sección 29B, a cuyos lineamientos se deben sumar la legislación ambiental vigente y la normatividad aplicable.

Según estos estándares, actualmente, el proceso de biorremediación debe remover el 99% de hidrocarburos totales, para que el sustrato resultante del proceso pueda ser considerado como compost mejorador de suelos con vocación agropecuaria.

A lo largo del proceso de conformación de sub-biopilas y luego de obtener 10 sub-biopilas se conforma una biopila.

### 1.8. Ayuda fin de proceso

Si las pruebas realizadas a la biopila conformada con anterioridad no generan los resultados esperados después de transcurrir las semanas del proceso, se adiciona la concentración de sulfato de amonio necesaria (2 kg de sulfato de amonio en 20 L de agua).

### 1.9. Disposición final

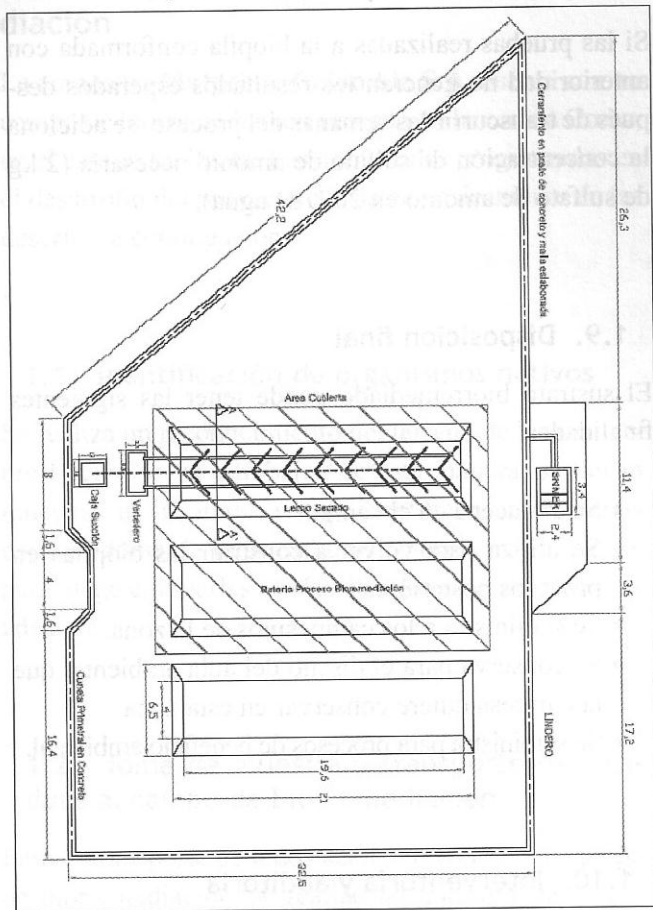
El sustrato biorremediado puede tener las siguientes finalidades:

- Se almacena en el campo.
- Se utiliza para volver a construir las biopilas en procesos posteriores.
- Se suministra a los campesinos de la zona.
- Se conserva para el diseño del aula ambiental que la empresa quiere conservar en esta zona.
- Se suministra para procesos de beneficio ambiental.

### 1.10. Interventoría y auditoría

Por lo general, dadas las condiciones contractuales, se designa un interventor por parte de la empresa generadora del residuo y se llevan a cabo las auditorías correspondientes por la Corporación Autónoma Regional Corporinoquía, con la periodicidad que esta entidad establezca según la licencia ambiental.

Mapa 1. Campo de biorremediación



Fuente: los autores.

## 2. Evaluación ambiental

La evaluación de impacto ambiental para las actividades desarrolladas por la empresa tiene tres objetivos fundamentales:

- Dar cumplimiento a los requerimientos planteados por Corporinoquía y la legislación nacional vigente.
- Establecer el grado de afectación de los recursos socio-ambientales por parte de la empresa, es decir,

describir, valorar y jerarquizar los aspectos, efectos e impactos que son causados por las actividades que se involucran en el proceso ha desarrollarse.

- Aportar las bases para la definición del Plan de Manejo Ambiental, (PMA), centrado en los asuntos más importantes de acuerdo con los aspectos ambientales significativos, determinados a partir de la valoración y jerarquización de los impactos.

## 3. Evaluación de impactos (matriz Vicente Conesa)

Una vez identificados los impactos, se realizó la valoración de acuerdo con las exigencias establecidas en los términos de referencia, utilizando para ello la propuesta metodológica de Vicente Fernández Conesa, adaptada a las condiciones particulares de la guía metodológica que plantea Héctor Alfonso Rodríguez Díaz<sup>5</sup>.

Los criterios de calificación utilizados fueron: Naturaleza (N), Momento(MO), Persistencia (PE), Reversibilidad (RV), Recuperabilidad (MC), Intensidad (I), Extensión (EX), Acumulación (AC), Efecto (EF), Periodicidad (PR).

## 4. Análisis de la matriz de Vicente Conesa

En el proceso de Biorremediación no se generan impactos severos o críticos, ya que es un proyecto ambiental que tiene como fin disponer de forma adecuada los pasivos ambientales de sus clientes. Teniendo en cuenta la valoración de impactos en la matriz de Vicente Conesa, se muestra que los impactos moderados son más notables que los impactos irrelevantes.

5 Rodríguez, Héctor (2005). Estudios de impacto ambiental, guía metodológica. Bogotá: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.

#### 4.1. Calificación de impactos

De igual manera, para cada uno de los componentes ambientales se presentan datos que contribuyen al análisis, identificando los impactos moderados e irrelevantes.

#### 4.2. Afectación de impactos suelo y agua

El suelo y el agua se ven afectados notoriamente por impactos, tanto moderados, como irrelevantes.

#### 4.3. Afectación de impactos en el paisaje

En el paisaje, los impactos moderados presentan un porcentaje mayor, debido a que se ve afectado visualmente durante el proceso de biorremediación.

#### 4.4. Afectación de impactos en el aire, flora-fauna y socio-económico

Se presentan impactos moderados en el aire, flora-fauna y socio-económico, mostrando así, la inexistencia de impactos irrelevantes.

#### 4.5. Criterio de clasificación-naturaleza

Los sistemas evaluados en la siguiente gráfica muestran que la afectación de impactos se concentra principalmente en el sistema físico. Sin embargo, los sistemas Biótico y socio-económico, a pesar de no obtener porcentajes altos en los impactos correspondientes, no dejan de ser objeto de evaluación y seguimiento.

### 5. Plan de Manejo ambiental

La incorporación de la variable ambiental en la operación de proyectos de desarrollo petrolero, ha cobrado cada vez más importancia dentro de las compañías operadoras y de servicios, debido a que la prevención de

los impactos ambientalmente significativos conlleva a grandes ahorros, reflejados en: reducción de las sanciones por incumplimiento de las normas aplicables a las actividades, productos y servicios de la explotación de hidrocarburos; la racionalización del uso de recursos, optimizando el consumo de materiales, energía, disminución de residuos y mejora en la calidad de los que se generan. En contraste, las compañías operadoras que no han incorporado una adecuada gestión ambiental y social, o han ignorado los riesgos que originan sus actividades en zonas que aún conservan abundantes riquezas representadas en recursos naturales, han tenido que asumir cada día mayores costos ambientales.

Para el proceso de biorremediación, el plan de manejo ambiental presentado en el presente documento, está orientado a establecer un diagnóstico cualitativo y cuantitativo de los recursos naturales y sociales del área de influencia del proyecto, que pueden ser utilizados o afectados durante el proceso.

### 6. Conclusiones

Frente al deterioro y daño causado en la región por las petroleras ubicadas en el departamento, el proceso de biorremediación aporta contundentemente al asumir pasivos ambientales con la idea de realizar de forma adecuada el tratamiento de los lodos aceitosos, de tal manera, que al finalizar el proceso, el área pueda ser recuperada, contribuyendo a la reforestación del lugar.

Al identificar los impactos generados por las distintas actividades del proceso, se logró establecer un plan de manejo ambiental que contribuyera al cumplimiento de la normatividad establecida y al cuidado del medio ambiente en el que se desarrolla el proceso, aunque, éste arroje impactos irrelevantes e impactos moderados.

El aporte de este trabajo es apuntar a la mitigación y disminución de estos impactos. Este campo propende a la recuperación de zonas afectadas por la contamina-

ción generada por las empresas petroleras, reflejando impactos positivos, notorios que ayudan a la recuperación del sistema físico, biótico y socio-económico.

## 7. Recomendaciones

Las medidas dirigidas a la prevención, control, mitigación, protección, recuperación o compensación de los impactos que se generen durante las actividades del proyecto, se presenta en el Plan de Manejo Ambiental que conforma una serie de programas. De acuerdo al trabajo desarrollado en el campo de biorremediación y al análisis del proceso llevado a cabo, se pudieron observar aspectos para mejorar falencias presentes en el momento, algunas de ellas enunciadas a continuación.

Durante el proceso se debe realizar la medición de pH y temperatura, un ejemplo de esto, es saber cuál es la calidad del agua incorporada y reutilizada en el proceso de forma cronológica, llevando un registro exacto de los resultados, a través de las acciones propuestas en el programa. Esto debe hacerse a cada elemento sobre el cual recaería el efecto con el fin de lograr cumplir con los parámetros establecidos por los entes reguladores acorde a lo establecido por el Plan de Manejo Ambiental propuesto en el presente trabajo.

Al dar cumplimiento con lo establecido, se logrará clarificar y puntualizar en diferentes actividades –llevadas a cabo durante el proceso–, cómo precisar las dosificaciones de los insumos que se emplean en la recuperación de los lodos aceitosos, estableciendo las cantidades exactas y estandarización del tiempo en el que se debe llevar a cabo el proceso de biotratamiento de las borras. Adicionalmente, se requiere elaborar una tabla de calificación de residuos de hidrocarburos con su respectiva concentración y características básicas para tratamiento, estableciendo el tiempo de tratamiento de lodos según corresponda la clasificación.

Todo esto busca mejorar la eficiencia en el proceso, estableciendo criterios para la planificación de la producción en el campo de biorremediación, –a su vez trata la ren-

tabilidad económica de la empresa. Estos componentes son el resultado del análisis del proyecto y responden adecuadamente a cada una de las actividades definidas.

## Referencias

- [1] **Bioestudios Ltda.** (1998). *Plan de manejo ambiental para las pruebas extensas del Campo Casanare (Campos Rancho Hermoso, La Punta y Entrerrios)*. Casanare.
- [2] **Ecopetrol.** (1995). “Lineamientos de gestión ambiental”. En:.. Biodegradación: una técnica para la disposición de residuos de aceite. Documento CAM-GEN 03-001, vol 1. Bogotá.
- [3] **Eweis, J. Ergas, S., Chang, D., & Schroeder, E.** (1999). *Principios de biorrecuperación*. España: Mc Graw Hill.
- [4] **Conesa Fernández, V.** (1997). *Guía metodológica para la elaboración de la matriz de Vicente Conessa*. España: Mundi-Prensa.
- [5] **Geoingeniería Ltda.** (1999). *Plan de Manejo Ambiental pozos Santiago Este 3-A, Santiago Este 3-B y sus líneas de flujo*. Bogotá. Petrobras International S.A.
- [6] **Geopetrocol Ltda.** (2004). *Plan de Manejo Ambiental para pruebas extensas del pozo La Punta*. Bogotá: Petrotesting Colombia S.A.
- [7] **Geopetrocol Ltda.** (2005). *Estudio de impacto ambiental para el desarrollo del campo La Punta*. Bogotá, Petrotesting Colombia S.A.
- [8] **Hinche, Robert** (2002). *Hydrocarbon Bioremediation*. Estados Unidos: Lewis Publishers.
- [9] **Instituto de Estudios Ambientales (IDEAM)** (2002). *Los suelos estabilidad, productividad, degradación*. Bogotá. IDEAM
- [10] **Malagón C, Dimas (IGAC)** (2000). *Suelos de Colombia: origen, evolución, clases distribución y usos*. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).
- [11] **Instituto Tecnológico Geominero de España** (2000). *Suelos contaminados*. Madrid: Editorial Ticsa Gráfica.
- [12] **Lagrega, Michael** (2003). *Gestión de residuos tóxicos*. España: Mc Graw Hill.
- [13] **López, M.** (1999). *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. España: Ediciones Mundi-Prensa.