



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER**  
**BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS**



**RESUMEN**

**AUTORES:** INDOMAR LOPEZ RAMIREZ

**FACULTAD** DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

**PLAN DE ESTUDIOS:** DE INGENIERÍA BIOTECNOLÓGICA

**DIRECTOR:** LEADY HERNANDEZ SEPULVEDA

**TITULO DE LA TESIS:** APOYO AL PROCESO DE DESCONTAMINACION Y BIORREMEDIACION DEL SUELO AFECTADO CON PETROLEO CRUDO EN EL CAÑO TOTUMAL CORREGIMIENTO LA ESMERALDA (ARAUQUITA)

**RESUMEN:**

Se implementó técnicas Físico-mecánicas para la descontaminación del caño Totumal, utilizando Barreras impermeables flotantes, desnatadores (skimmers), piscinas de almacenamiento, limpieza manual entre otros.

También se implementó la biorremediación por Compostaje, evaluando la eficiencia para degradar hidrocarburo con productos comerciales como Ecobiol y Geocat que contienen bacterias con capacidades degradativas para compuestos de petróleo crudo, aplicándolos a pilas de compostaje que contenían material orgánico y suelo contaminado por crudo de petróleo perteneciente a la zona afectada.

**CARACTERISTICAS:**

**PAGINAS** 98 **PLANOS:**    **ILUSTRACIONES:**    **CD-ROM:** 1

APOYO AL PROCESO DE DESCONTAMINACIÓN Y BIORREMEDIACION DEL  
SUELO AFECTADO CON PETROLEO CRUDO EN EL CAÑO TOTUMAL  
CORREGIMIENTO LA ESMERALDA (ARAUQUITA)

INDOMAR LOPEZ RAMIREZ

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA BIOTECNOLOGICA  
SAN JOSE DE CUCUTA  
2009

APOYO AL PROCESO DE DESCONTAMINACIÓN Y BIORREMEDIACION DEL  
SUELO AFECTADO CON PETROLEO CRUDO EN EL CAÑO TOTUMAL  
CORREGIMIENTO LA ESMERALDA (ARAUQUITA)

INDOMAR LOPEZ RAMIREZ

Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de  
Ingeniero Biotecnológico

Director  
LEADY DIANA HERNANDEZ  
Ingeniera Ambiental

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA BIOTECNOLOGICA  
SAN JOSE DE CUCUTA  
2009



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE  
INGENIERÍA BIOTECNOLÓGICA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA: 01 DE ABRIL DE 2009

HORA: 04:00 P.M.

LUGAR: SALA DE FOTOGRAFIA EDIFICIO CREAD

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA BIOTECNOLÓGICA

TITULO DE LA TESIS: "APOYO AL PROCESO DE DESCONTAMINACIÓN Y BIORREMEDIACIÓN DEL SUELO AFECTADO CON PETRÓLEO CRUDO EN EL CAÑO TOTUMAL CORREGIMIENTO LA ESMERALDA (ARAUQUITA)"

MODALIDAD: PASANTÍA

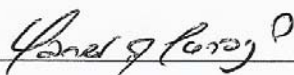

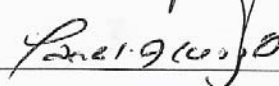
JURADOS: YANETH AMPARO MUÑOZ PEÑALOZA  
JESUS ARTURO RAMIREZ SULVARAN

DIRECTOR: LEADY HERNANDEZ SEPULVEDA

NOMBRE DEL ESTUDIANTE	CODIGO	CALIFICACION
INDOMAR LÓPEZ RAMIREZ	1610404	4.4

OBSERVACIONES:  
APROBADO

FIRMA DE LOS JURADOS:

  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_  
Vo.Bo. Coordinador Comité Curricular   
\_\_\_\_\_

A Dios por darme la sabiduría de ser una persona de bien, por darme la capacidad de asimilar lo aprendido, por darme la paciencia y fortaleza necesaria para alcanzar este logro.

A la memoria de mi hermano Jaime López Ramírez, quien se marchó sin despedirse y que muy seguramente estaría orgulloso de esta meta alcanzada.

A mi madre Romelia Ramírez Ramírez, quien me motivo, me alentó, me apoyo física y moralmente en esos momentos más necesitados.

A mi gran hermano Jesús López Ramírez, quien creyó en mí al proponerle la idea loca de ser un profesional, de verdad gracias por su apoyo...

A mi hermana Irene López Ramírez, quien me acogió en el seno de su hermoso hogar, mil gracias por esa confianza y por acompañarme en este largo proceso de estudio.

A mí cuñado Pedro Torres Mariño, que lo considero como un padre pues muchas veces me ha hecho sentir bien representado, gracias por su voto de confianza y por permitirme tener esta experiencia como profesional para así poder llegar a este gran logro.

**Indomar López Ramírez**

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor expresa sus agradecimientos a:

MILTON JOSE REYEZ, Inspector de línea, por el aporte de su experiencia y conocimiento.

LEADY DIANA HERNANDEZ, Ingeniera ambiental, por su colaboración.

CONSORCION ICAMEX – TERMOTECNICA, por permitirme desarrollar el trabajo de grado.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	18
1. GENERALIDADES	19
1.1 CONTENCIÓN DE UN DERRAME.	19
1.2 BARRERAS	20
1.2.1 Elementos de una barrera	20
1.2.2 Materiales de fabricación	20
1.2.3 Fuerzas que actúan sobre las barreras	21
1.2.4 Corriente- tensión en la barrera	21
1.2.5 Corriente- contención del petróleo	21
1.2.6 Lanzamiento y despliegue de una barrera.	22
1.2.7 Consideraciones prácticas.	23
1.3 RECUPERACIÓN DEL PETRÓLEO.	24
1.4 DESNATADORES (SKIMMERS)	24

1.5 RECUPERACIÓN MANUAL	25
1.6 PROCEDIMIENTO PARA EL MANEJO DE DERRAMES EN RIOS	26
1.6.1 Puntos de control.	26
1.6.2 Estrategias de control de derrames en el río.	27
1.7 TECNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DEL PETRÓLEO DERRAMADO DE LOS RIOS	28
1.8 LA BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS.	29
1.8.1 Fundamento bioquímico de la biodegradación.	30
1.9 METODO LANDFARMING	31
1.10 COMPOSTAJE DE SUELOS	32
1.10.1 Biodegradación	32
1.11 FACTORES QUE AFECTAN LA BIORREMEDIACIÓN.	33
1.12 TECNOLOGÍAS DE REMEDIACIÓN BIOLÓGICAS	34
1.13 BIODEGRADABILIDAD DE LOS COMPONENTES DEL PETRÓLEO.	36
1.13.1 Concentración y toxicidad del contaminante.	37
2. METODOLOGÍA	39



2.1 FASES DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA PASANTIA	39
2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE DESCONTAMINACIÓN EN EL KP 56+681 CAÑO TOTUMAL. LA ESMERALDA, MUNICIPIO ARAUQUITA.	40
2.2.1 Sitio de Estudio.	40
2.2.2 Punto de control.	41
2.2.3 Construcción de Piscinas de Almacenamiento Temporal.	41
2.2.4 Desarrollo del Proceso de descontaminación e implementación de equipos mecánicos y Manuales	42
2.2.5 Evacuación de crudo Por medio de carro Tanque.	45
2.2.6 Desarrollo del proceso de descontaminación implementando limpieza manual	46
2.3 PROCESO DE BIORREMEDIACIÓN DEL SUELO AFECTADO KP 56+681 LA ESMERALDA. MUNICIPIO DE ARAUQUITA	48
2.3.1 Preparación de las Pilas de compostaje para la Prueba Piloto.	48
2.3.2 Formación y contenido de las pilas de compostaje	49
2.4 LOGROS OBTENIDOS EN LAS ACTIVIDADES PROGRAMADAS	51
2.4.1 Logros de las actividades realizadas en el proceso de descontaminación kp 56+681 caño totumal, corregimiento la Esmeralda. Arauca.	51

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS	53
3.1 RESULTADOS INICIALES DEL PROCESO DE BIORREMEDIACIÓN	53
3.2 RESULTADOS DE LABORATORIO, ANÁLISIS REALIZADOS (TPH, TEMPERATURA, PH, HUMEDAD) DESPUÉS DE 60 DÍAS DE HABERSE INICIADO EL PROCESO DE COMPOSTAJE.	54
3.3 RESULTADOS FINALES DE LABORATORIO, ANÁLISIS REALIZADOS (TPH, TEMPERATURA, PH, HUMEDAD) DESPUÉS DE 16 SEMANAS DE HABERSE INICIADO EL PROCESO DE COMPOSTAJE.	55
3.4 VENTAJAS Y LIMITACIONES DEL PROCESO DE BIORREMEDIACIÓN POR COMPOSTAJE PRESENTADOS EN NUESTRA PRUEBA	60
3.5 BENEFICIOS LOGRADOS PARA LA COMUNIDAD DONDE SE LLEVO A CABO LAS ACTIVIDADES DE BIORREMEDIACIÓN Y DESCONTAMINACION	61
4. CONCLUSIONES	64
5. RECOMENDACIONES	66
BIBLIOGRAFIA	67
ANEXOS	68