



UNIVERSIDAD VIÑA DEL MAR

ESCUELA DE INGENIERIA

**EVALUACIÓN SOCIAL, AMBIENTAL, ECONÓMICA Y TÉCNICA
DE LA UTILIZACIÓN DEL PRODUCTO OIL SPILL EATER - OSE
II PARA LA EMPRESA COLTANQUES S.A.S.**

**INFORME DE TRABAJO FINAL PARA OPTAR AL GRADO DE MAGISTER EN
GESTION DE LA INDUSTRIA DE LOS HIDROCARBUROS**

MAYERLY TIBATÁ CARVAJAL

YANETH MARCELA LIZCANO BOHORQUEZ

NIXON GERMAN PÉREZ TORRES

**PROFESORES GUIAS: LUZ DE LOS ANGELES DAVALOS Y GLORIA ELGUETA
VILLEGAS**

2015



AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS

A Dios por estar presente en mi vida.

A mis padres y hermanos, la fuente de motivación de todos y cada uno de mis proyectos.

A David Olaya, tu amor me inspira y me alegra la vida.

El sentido de la vida está en compartir tus logros con aquellos que los disfrutan.

Marcela Lizcano Bohórquez

A Dios por bendecirme con mi esposa y mis hijos que me comprenden y apoyan para la obtención de estos logros

A mis padres y hermanos, por su acompañamiento constante

A los tutores por su disposición de transmitir sus conocimientos

Nixon German Pérez Torres

A Dios por bendecirme siempre y darme la oportunidad de alcanzar una meta más.

A toda mi familia por brindarme siempre su apoyo incondicional

A Edwin R, por alegrar mi vida y ser mi mejor compañía y el apoyo siempre anhelado.

Mayerly Tibatá Carvajal



INDICE

LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABLAS	viii
LISTA DE IMAGENES	x
LISTA DE ABREVIATURAS O SIGLAS	xi
LISTA DE ANEXOS	xii
ABSTRACT	xiii
RESUMEN EJECUTIVO	xiv
INTRODUCCIÓN	1
1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA BAJO ESTUDIO	4
1.1. Descripción de la Entidad	4
1.1.1. <i>Visión</i>	4
1.1.2. <i>Misión</i>	4
1.2. Línea de servicio	5
1.2.1. <i>Política de seguridad vial</i>	5
1.2.1.1. <i>Coltanques y la responsabilidad social empresarial</i>	5
2. EL PROBLEMA, OBJETIVOS Y SU IMPORTANCIA	6
2.1 Problema	6
2.2 Objetivo general	8
2.3 Objetivos Específicos	8
2.4 Justificación	8
2.5 Delimitación y Alcance	9
3. ANTECEDENTES DEL PROYECTO	10
3.1 Proceso de Biorremediación	11

3.2	<i>Casos Exitosos</i>	12
3.3	<i>Manejo Actual en Coltanques S.A.S.</i>	13
4.	DIAGNÓSTICO	15
4.1	<i>Metodología del Diagnóstico</i>	15
4.2	<i>Evaluación de los Aspectos Sociales</i>	15
4.3	<i>Evaluación de los Aspectos Ambientales</i>	17
4.3.1	<i>Inventario de Impactos</i>	18
4.3.2	<i>Evaluación de Impacto Ambiental</i>	21
4.3.3	<i>Plan De Manejo Ambiental</i>	24
4.3.4	<i>Tratamiento y Disposición de Residuos Contaminados</i>	26
4.4	<i>Evaluación de los Aspectos Económicos</i>	26
4.5	<i>Conclusiones del Diagnóstico</i>	27
5.	DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO DOS (2)	29
5.1	<i>Montaje experimental</i>	29
5.2	<i>Materiales</i>	29
5.3	<i>Desarrollo del montaje</i>	30
5.3.1	<i>Localización del montaje</i>	30
5.3.2	<i>Descripción del soporte</i>	33
5.3.3	<i>Descripción de los contenedores</i>	33
5.4	<i>Desarrollo</i>	34
5.5	<i>Muestreo de suelo y agua</i>	39
6.	DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO TRES (3)	41
6.1	RESULTADOS OBTENIDOS	41
6.2.1	<i>Suelo de la región Orinoquía</i>	44
6.2.2	<i>Suelos de la región Andina</i>	46
6.2	ANÁLISIS DE RESULTADOS	48



7.	<i>CONCLUSIONES</i>	53
8.	<i>RECOMENDACIONES</i>	57
9.	<i>BIBLIOGRAFÍA</i>	58



LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1</i>	12
<i>Biorremediación</i>	12
<i>Figura 2</i>	31
<i>Ubicación nivel nacional</i>	31
<i>Figura 3</i>	31
<i>Ubicación nivel departamental</i>	31
<i>Figura 4</i>	32
<i>Localización Geográfica del Montaje</i>	32
<i>Figura 5</i>	45
<i>Resultados repetición uno (1)</i>	45
<i>Figura 6</i>	45
<i>Resultados repetición dos (2)</i>	45
<i>Figura 7</i>	47
<i>Resultados repetición uno (1)</i>	47
<i>Figura 8</i>	47
<i>Resultados repetición dos (2)</i>	47
<i>Figura 9</i>	48
<i>Resultados para pH</i>	48
<i>Figura 10</i>	49
<i>Resultados para Conductividad Eléctrica</i>	49
<i>Figura 11</i>	50
<i>Resultados para Grasas y Aceites</i>	50



<i>Figura 12</i>	51
<i>Resultados para Hidrocarburos Totales</i>	51
<i>Figura 13</i>	52
<i>Resultados para Hidrocarburos Petrogénicos.</i>	52



LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1</i>	16
<i>Matriz de Evaluación de Impacto (Cualitativa)</i>	16
<i>Tabla 2</i>	18
<i>Matriz de Identificación y Descripción de Impacto (Cualitativa)</i>	18
<i>Tabla 3</i>	21
<i>Metodología Integral (Función de Alteración)</i>	21
<i>Tabla 4</i>	23
<i>Valores para cada atributo</i>	23
<i>Tabla 5</i>	23
<i>Clases y rangos</i>	23
<i>Tabla 6</i>	24
<i>Matriz de cuantificación y tipificación de impactos ambientales</i>	24
<i>Tabla 7</i>	30
<i>Materiales empleados</i>	30
<i>Tabla 8</i>	32
<i>Coordenadas de localización</i>	32
<i>Tabla 9</i>	40
<i>Muestras realizados</i>	40
<i>Tabla 10</i>	42
<i>Muestras realizados para el suelo de la región Orinoquía</i>	42
<i>Tabla 11</i>	42



<i>Muestras realizados para el suelo de la región Andina</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 12.....</i>	<i>55</i>
<i>Tabla de comparación de tratamientos.....</i>	<i>55</i>



LISTA DE IMAGENES

<i>Imagen 1</i>	33
<i>Soporte</i>	33
<i>Imagen 2</i>	34
<i>Contenedores</i>	34
<i>Imagen 3</i>	35
<i>Mezcla de suelo con hidrocarburo</i>	35
<i>Imagen 4</i>	36
<i>Toma de muestras</i>	36
<i>Imagen 5</i>	37
<i>Dilución y aplicación del producto</i>	37
<i>Imagen 6</i>	37
<i>Ubicación del suelo en los contenedores</i>	37
<i>Imagen 7</i>	38
<i>Identificación de contenedores</i>	38
<i>Imagen 8</i>	39
<i>Tubería de desagüe</i>	39



LISTA DE ABREVIATURAS O SIGLAS

Ec. = Ecuación.

OSE II = *Oil Spill Eater-II*

TPH = *Total Petroleum Hydrocarbon*



LISTA DE ANEXOS

<i>Anexo 1. Programa de Trabajo</i>	<i>60</i>
<i>Anexo 2. Carta de Autorización de la Empresa.....</i>	<i>61</i>
<i>Anexo 3. Hoja de Datos de Seguridad del Producto OSE II</i>	<i>62</i>
<i>Anexo 4. Requisitos para la toma y preservación de la muestra según el análisis establecido por Antek S.A.S</i>	<i>64</i>
<i>Anexo 5. Cadenas de Custodia</i>	<i>66</i>
<i>Anexo 6. Certificado de Acreditación del Laboratorio</i>	<i>68</i>
<i>Anexo 7. Resultados de Laboratorio.....</i>	<i>70</i>



ABSTRACT

Currently, in Colombia, 7% of oil production is mobilized by oil tanker trucks; because of the country's poor road infrastructure, there is a high possibility that eventualities occur and generate oil spills that affect the environment. The time it takes to deal with the emergency and the inappropriate treatments given to it are some of the factors that increase the magnitude of the environmental damage.

The investigation described in here shows the experimental results when the *Oil Spill Eater-II* is applied in oil spills; additionally, this investigation aims to do a study in social, environmental and economic impact when this product is applied, compared to the existing procedures. All this investigation is made to generate an alternative solution to the environmental difficulties that are developed around an oil spill.

This project would provide to Coltanques S.A.S with a comparative study, which would help as an informative instrument to evaluate the application of this product in the procedures to attend oil spill emergencies.

Key words: Contingency, oil spills, environment recovery, hydrocarbons transport, bacteria, oil spill eater.



RESUMEN EJECUTIVO

En Colombia, se moviliza aproximadamente el 7% de la producción de hidrocarburos por medio de carro tanques y tracto mulas; dado el mal estado de la infraestructura vial del país es común que ocurran contingencias que generen derrames de hidrocarburos los cuales afectan los ecosistemas. El tiempo de atención de este tipo de contingencias y el tratamiento inadecuado, son factores que influyen en la magnitud del daño causado a los ecosistemas.

El trabajo de investigación presentado mostró los resultados del ensayo técnico realizado a la aplicación del producto *Oil Spill Eater-II* para la atención de contingencias por derrames de hidrocarburos, adicionalmente se realizó una evaluación del impacto social, ambiental y económico que tendría la aplicación del producto en comparación con los procedimientos actuales para la atención de contingencias, lo anterior se realizó con el fin de presentar una alternativa a la solución de la problemática ambiental que se genera como consecuencia de un derrame de hidrocarburos.

El desarrollo del proyecto brindó a Coltanques S.A.S una herramienta para evaluar la viabilidad de la implementación de dicho producto en la atención de derrames de hidrocarburos.

Palabras clave: Contingencia, derrames de petróleo, recuperación del medio ambiente, transporte de hidrocarburos, bacterias, Oil Spill Eater.



INTRODUCCIÓN

El desarrollo, que hoy conocen las actuales generaciones, difícilmente se hubiera logrado sin la participación del petróleo. Este recurso natural le ha proporcionado a la humanidad infinidad de productos que le han permitido mejorar la calidad de vida o por lo menos facilitar la modificación de las condiciones naturales del planeta para hacer la vida un poco más agradable para las generaciones actuales. El petróleo, se encuentra presente en aproximadamente el 75% de las actividades del ser humano; desde los combustibles que son los más conocidos como derivados hasta la aspirina o las válvulas cardíacas sintéticas que se fabrican para reemplazar aquellas que se dañan en el cuerpo humano, por esto la humanidad como la conocemos hoy difícilmente podría prescindir del petróleo.

Sin embargo la contaminación generada por los hidrocarburos, es fuertemente cuestionada, no solo aquella que se genera por realizar la exposición del carbono que se encuentra atrapado en la corteza terrestre y se coloca en la atmósfera, si no aquella que se produce durante el proceso que se realiza para la extracción, transporte y refinación, para colocarlo como materia prima a ser utilizada en la elaboración de los distintos productos que se utilizan en la cotidianidad del ser humano.

A partir de la década de los setenta, los movimientos ecologistas, inician el llamado a la protección del medio ambiente, dan cuenta del deterioro de los recursos naturales por el vertiginoso desarrollo industrial que se ha logrado de la mano del petróleo, sin embargo la economía que se genera alrededor de la industria de los hidrocarburos, ha jugado un papel importante en el desarrollo de la industria, haciendo que algunos países sean dependientes de la industria hidrocarburífera, pasando a un segundo plano la protección del medio ambiente.

La presión de los movimientos ecologistas, la evidencia del grave deterioro ambiental del planeta y la solicitud de la comunidad en general, obligaron a los gobiernos a tomar medidas sobre la protección del medio ambiente a nivel mundial. Es así como en cumbres como la de Río en 1992, se propusieron y acordaron objetivos y metas para la protección

del medio ambiente, estas medidas allí acordadas, se transformaron en legislación en cada uno de los países firmantes, haciéndose cada vez una regulación más rigurosa y exigente en los temas ambientales.

En Colombia a partir del año 1974 aparece legislación para la regulación para la protección ambiental, Decreto 2811 de 1974, aún vigente en la actualidad. A partir de la constitución de 1991, Colombia no solo fortaleció la protección del medio ambiente, también dotó a la ciudadanía de herramientas jurídicas participativas, para que se convirtiera en un elemento activo en la protección del medio ambiente, esto ha posibilitado que la sociedad colombiana en general sea un actor importante en la protección ambiental.

En la actualidad toda la actividad de la industria de los hidrocarburos en Colombia, necesita licencia ambiental para su ejecución, es por ello que las compañías del sector, constantemente inviertan en investigación que les permita cumplir con la legislación de una manera eficiente, toda vez que el incumplimiento de las normas ambientales establecidas para el sector, tendrá consecuencias en el medio ambiente además de las sanciones que imponga la autoridad ambiental, que pueden ir desde montos pecuniarios a favor del estado colombiano hasta la pérdida de la licencia ambiental para poder desarrollar la actividad.

El medio natural en sí, posee la capacidad de degradar los contaminantes, sin intervención del ser humano, fenómeno al cual se le conoce como Atenuación Natural (AN), sin embargo dependiendo de la cantidad de contaminante y de la agresividad de este, tardarán más o menos tiempo los procesos físicos, químicos y biológicos que hacen parte de la AN, en degradar el contaminante. Por esto es importante evaluar la situación en particular para utilizar la biorremediación como herramienta en la descontaminación de los ambientes afectados. Como su nombre lo indica, la biorremediación es la utilización de organismos (plantas, bacterias, hongos), para la descontaminación, en algunos casos los organismos del ambiente afectado se encargan de la degradación del contaminante.

En el desarrollo de sus operaciones de transporte terrestre de hidrocarburos, COLTANQUES S.A.S, presenta incidentes en los cuales hay derrame de hidrocarburos,



estas contingencias requieren de una atención inmediata y eficiente, de tal manera que se mitiguen los impactos generados de la manera más pronta posible, esto disminuirá considerablemente los impactos generados por el desplazamiento del crudo sobre corrientes de agua o la infiltración del mismo en el suelo, simplificando su recuperación y la restauración de los lugares afectados.

Con el presente trabajo se pretende evaluar la eficiencia social, ambiental y económica de *Oil Spill Eater-II*, para la atención de derrames de hidrocarburos sobre suelo, que pueden ocurrir dentro de las actividades de transporte de la empresa COLTANQUES S.A.S. Con el fin de buscar una alternativa más eficiente en el manejo de este tipo de contingencias. Esta evaluación consiste en simular las condiciones naturales en las cuales puede ocurrir un derrame de hidrocarburo sobre suelo y luego aplicar el producto *Oil Spill Eater-II*, para evaluar su eficiencia estando expuesto a las condiciones meteorológicas, toda vez que las evaluaciones que se encuentran al respecto del producto en particular, corresponden a las facilitadas por el proveedor y valoradas en ambientes controlados.



1. DESCRIPCION DEL SISTEMA BAJO ESTUDIO

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA ENTIDAD

Coltanques S.A.S. Logística y Transporte, inicia sus actividades en la década de los setenta con el transporte de crudo y gráneles líquidos, posteriormente amplía sus servicios al transporte de productos terminados con flota propia y afiliada, logrando así un porcentaje importante del movimiento de carga nacional. Actualmente Coltanques S.A.S., presta servicio de transporte para: líquidos negros y líquidos blancos, carga a granel, carga masiva, contenedores, carga general, distribución, gas comprimido y proyectos especiales, también presta el servicio de almacenamiento, la compañía cuenta con bodegas en las principales ciudades del país.

El presente trabajo será desarrollado en el área de transporte de crudo, con el apoyo del Departamento de HSE, el cual en desarrollo de su política socio ambiental y su compromiso de mejora continua, se encuentra interesado en buscar nuevas alternativas para el manejo de contingencias que incluyan derrames de crudo.

1.1.1. Visión

La visión de Coltanques S.A.S es ser el operador logístico integral más grande del país con proyección en Latinoamérica, reconocido por su calidad en el servicio, flexibilidad e innovación y ser el mejor lugar para trabajar.

1.1.2. Misión

La misión de Coltanques S.A.S es seguir siendo aliados estratégicos de los generadores de carga en los diferentes sectores de la economía, gestionando soluciones a las necesidades de transporte terrestre, garantizando la satisfacción de sus clientes,



promoviendo el desarrollo y crecimiento del país, clientes, empleados, accionistas y proveedores.

1.2. LÍNEA DE SERVICIO

1.2.1. Política de seguridad vial

Coltanques S.A.S., busca mantener la integridad y seguridad de todas las personas que conducen automotores en el transporte terrestre de líquidos y sólidos para o en nombre de la compañía y su apoyo logístico, mediante un esquema de prevención y seguridad vial enfocado hacia la aplicación de técnicas de manejo preventivo, el cumplimiento de las normas de tránsito establecidas por la ley colombiana, reglamentos y procedimientos que defina la empresa y los clientes. (Seven7, 2014-2015)

1.2.1.1. Coltanques y la responsabilidad social empresarial

Coltanques S.A.S., entiende por Responsabilidad Social Empresarial al conjunto de actividades, procedimientos, protocolos y programas desarrollados para garantizar que las actividades en logística integral ejecutadas cuenten con los siguientes atributos:

- Técnicamente Convenientes
- Económicamente Viables
- Ocupacionalmente Seguras
- Ambientalmente Sostenibles
- Socialmente Responsables
- Integridad en las Relaciones
- De Beneficio Mutuo con sus Grupos de Interés

2. EL PROBLEMA, OBJETIVOS Y SU IMPORTANCIA

2.1 PROBLEMA

Los derrames de hidrocarburos representan un problema para la industria petrolera, debido a los impactos sociales, ambientales y económicos que se generan. Este tipo de contingencias puede presentarse en cualquiera de las etapas de la cadena de los hidrocarburos: *upstream*, *midstream*, *downstream*.

Dentro de la etapa del *midstream*, el transporte es la actividad que representa más riesgo de contingencias asociadas a derrames de hidrocarburos. El transporte de hidrocarburos mediante líneas de flujo (oleoductos, gasoductos, poliductos, entre otros) es catalogado como uno de los medios más eficientes y seguros.

Colombia con una producción diaria promedio de 1 millón de barriles cuenta con una capacidad de transporte por oleoducto de alrededor de 900000 barriles diarios, el faltante es transportado por carro tanques y tracto mulas lo que representa la movilización de alrededor de 3000 carro tanques por las carreteras del país; lo anterior ha permitido el surgimiento de gran cantidad de empresas transportadoras como Coltanques S.A.S.

Con las condiciones topográficas de Colombia, el mal estado de la malla vial y errores humanos, entre otros aumentan el riesgo de eventos asociados a derrames de hidrocarburos.

El impacto social surge por el deterioro de los recursos naturales afectados por la contingencia viéndose amenazada su disponibilidad. Lo anterior genera conflictos con las comunidades que reclaman la restitución de los recursos y costosas indemnizaciones por las afectaciones recibidas.

Dentro de los impactos ambientales causados por derrame de hidrocarburos, los de mayor relevancia se presentan en el suelo y en las fuentes hídricas ya que causan perturbaciones en los ecosistemas al afectar su estructura y bioprocesos. Este tipo de contingencias originan efectos directos sobre la biota, ya que el petróleo contiene compuestos químicos tóxicos que producen daños a plantas, animales y humanos pero principalmente sobre las

poblaciones de microorganismos, los cuales representan parte importante del ecosistema y son claves para los procesos biogeoquímicos (Vasudevan & Rajaram, 2001).

El impacto económico no solo está relacionado con las pérdidas derivadas del derrame de hidrocarburo, sino también el capital que se invierte en la recolección y recuperación de los ecosistemas que hayan sido afectados por el mismo. Según Coltanques, en los últimos cinco (5) años, atendió nueve (9) contingencias en las cuales se tuvo un gasto aproximado de 149.927,046 millones de pesos. Dicha recuperación, en la mayoría de los casos, incluye la remoción del suelo y/o agua que se haya visto afectada para posteriormente llevarlos a sitios en los cuales se lleva a cabo el tratamiento necesario de descontaminación y en ocasiones el reemplazo con suelos de otros territorios.

La atención de derrames de hidrocarburos está a cargo directamente de la empresa transportadora, la cual debe garantizar la puesta en marcha del plan de contingencia previamente diseñado, con el fin de dar un manejo rápido y eficiente al mismo. Dependiendo de las características del territorio y la magnitud del derrame, el manejo y así mismo la recuperación del área generan costos directamente proporcionales al tiempo de recuperación.

Coltanques S.A.S., ha tomado la decisión de buscar alternativas más eficientes en el manejo de contingencias asociadas a derrames de hidrocarburos.

La propuesta para que Coltanques S.A.S. mejore la respuesta en la atención de las contingencias es la utilización del producto *Oil Spill Eater-II* (OSE II). Las características que ofrece el producto permitirán disminuir considerablemente los tiempos de respuesta y recuperación de los recursos afectados, disminuyendo así el impacto social, ambiental y económico ocasionado por la contingencia.

2.2 OBJETIVO GENERAL

Realizar la evaluación social, ambiental, económica y técnica de la utilización del producto Oil Spill Eater- OSE II mediante un ensayo técnico con el fin de mejorar la eficiencia en la atención de derrames de hidrocarburos para la empresa Coltanques S.A.S.

2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar los aspectos social, ambiental, económico y técnico del proceso actual para la atención de derrames de hidrocarburos en la empresa Coltanques S.A.S.
- Realizar el montaje experimental en condiciones ambientales, para la evaluar la eficiencia del *Oil Spill Eater-II*.
- Realizar el análisis y la comparación social, ambiental, económica y técnica de los resultados obtenidos y efectuar las recomendaciones para la empresa.

2.4 JUSTIFICACIÓN

Actualmente en Colombia la atención y el manejo de contingencias asociadas al derrame de hidrocarburos en tierra, se trata de manera muy convencional, removiendo importantes cantidades de suelo afectado y en ocasiones favoreciendo procesos de inestabilidad y posibles focos de erosión.

Según información recolectada por Coltanques S.A.S., en los últimos cinco (5) años las empresas transportadoras de hidrocarburos reportaron alrededor de 126 contingencias a nivel nacional, asociadas a diferentes eventos. Por su parte Coltanques S.A.S. en dicho periodo atendió nueve (9) contingencias las cuales representaron un gasto aproximado de 149.927,046 millones de pesos, valor que fue destinado únicamente a la recuperación ambiental del área afectada, como parte del manejo de la contingencia

Teniendo en cuenta la frecuencia con la cual se presentan dichas contingencias, los impactos socio-ambientales, además, de los altos costos económicos que conlleva la atención y el manejo adecuado de las mismas, se hace necesario realizar un estudio social, ambiental, económico y técnico cuya finalidad es comparar el manejo dado actualmente



por la empresa Coltanques S.A.S. y el manejo con el uso del *Oil Spill Eater-II*, de tal manera que se demuestre los grandes beneficios socio-ambientales, además, del ahorro significativo en costos operativos. Con base en esto Coltanques S.A.S. tendrá evidencias útiles que le permitan considerar la posibilidad de emplear el producto (OSE II) para la atención de contingencias futuras, optimizando los recursos empleados y a su vez garantizando la atención y el manejo adecuado de dichos eventos.

El uso del *Oil Spill Eater-II* puede ser un proceso mucho más económico en la atención y manejo de contingencias asociadas al derrame de hidrocarburos, además, de resultar seguro y amigable para el medio ambiente.

2.5 DELIMITACIÓN Y ALCANCE

El presente proyecto busca analizar y evaluar la efectividad del *Oil Spill Eater-II* como método para la atención y el manejo de derrames de hidrocarburos en suelo, de tal manera que pueda constituirse como una alternativa viable para Coltanques.

Para el desarrollo del proyecto, se llevará a cabo un ensayo experimental durante 20 días, el cual consiste en realizar pruebas en campo con distintos suelos y concentraciones de la solución *Oil Spill Eater-II* y a través de análisis de laboratorio, verificar la remoción del hidrocarburo y a su vez la eficiencia del producto.

3. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

La contaminación asociada a derrames de hidrocarburos, ha sido una constante presente en la historia de la industria, sin embargo fue hacia finales de la década de los años setenta e inicio de los años ochenta que los crecientes reclamos de los grupos ecologistas y la sociedad en general visibilizaron la problemática que se genera como consecuencia de la contaminación por los derrames de hidrocarburos y sus derivados.

En Colombia una de las actividades de la industria de los hidrocarburos que más genera contaminación del ambiente es el transporte de crudo, este se ha visto afectado en las dos últimas décadas por la acción terrorista de grupos armados, que han tenido como objetivo la infraestructura de oleoductos y carro tanques dedicados al transporte de crudo. Se considera que aproximadamente se encuentra afectada un área de 3200 hectáreas en el país, por los derrames de hidrocarburos.. De acuerdo con la legislación ambiental, las empresas a cargo de los productos son responsables en la atención de este tipo de contingencias.

Colombia tiene desde 1974 legislación ambiental, con la constitución de 1991 surge una serie de normas tendientes a la protección del medio ambiente y dan refuerzo a la legislación existente, así mismo se adoptan convenios internacionales con el fin de fortalecer la legislación interna y propender por la protección ambiental regional; como el caso de la adopción del convenio de Basilea sobre el control transfronterizo de los desechos peligrosos y su eliminación. La resolución 1401 de 2012 define la autoridad ambiental competente para aprobar el plan de contingencia de cada una de las empresas transportadoras, sin embargo señala que dicho plan de contingencia debe ser aprobado por cada una de las corporaciones que tenga jurisdicción por los lugares donde transiten los vehículos que transportan crudo o sus derivados.

Según información recolectada por Coltanques S.A.S., entre el año 2007 y 2014 las empresas transportadoras de crudo por vía terrestre, tuvieron aproximadamente 36 incidentes con afectación al medio ambiente. La atención de los mismos y la recuperación total de los sitios afectados puede tardar meses e inclusive años, dichos tiempos varían de

acuerdo a las cantidades de producto derramado, el tipo de producto, la facilidad de ingreso al sitio afectado, el tipo de suelo y las condiciones climáticas en que se encuentra la zona en el momento de la contingencia, entre otras son condiciones que inciden en los tiempos y costos de la atención de una contingencia.

3.1 PROCESO DE BIORREMEDIACIÓN

Se le denomina biorremediación al proceso que utiliza organismos (Plantas, hongos y bacterias) o enzimas; para la recuperación de sitios contaminados, la técnica consiste en estimular los microorganismos propios del sitio contaminado, para degradar el contaminante en productos más simples, menos nocivos para el medio, obteniendo como producto biomasa y dióxido de carbono. La Atenuación Natural es el proceso mediante el cual la naturaleza sin intervención del hombre, degrada los contaminantes a través de procesos físicos y químicos que se dan en condiciones naturales. Sin embargo este proceso es lento, por lo cual en la mayoría de los casos es necesario acelerar estos procesos utilizando la biorremediación activa. (Superintendencia de Industria y Comercio , 2014).

La biorremediación activa consiste en la identificación de los factores limitantes para suministrarlos al ambiente, lo que se conoce como bioestimulación. Si se conocen los procesos metabólicos de los microorganismos y la manera como estos utilizaran el contaminante, entonces se podrá regular el correcto balance entre donadores y aceptores de electrones así como el pH, la humedad y la disponibilidad del contaminante.

De manera general los microorganismos nativos, son los encargados de degradar el contaminante, sin embargo cuando la cantidad de estos presentes en el lugar contaminado es baja, o no poseen la capacidad metabólica para la degradación del contaminante, se puede pensar en agregar microorganismos, proceso al cual se le denomina bioaumentación. Este proceso de bioaumentación ha mostrado efectividad en ambientes controlado, pero su efectividad en condiciones naturales aún no está comprobada. (Ver Figura 1)

Figura 1

Biorremediación.



Fuente: (Superintendencia de Industria y Comercio , 2014)

La biorremediación es un proceso de descontaminación más económico, ya que como se mencionaba anteriormente trasladar el material contaminado requiere de un trabajo más dispendioso y la utilización de maquinaria, mientras que la utilización de organismos es más sencilla. Sin embargo se debe tener presente que no todos los contaminantes pueden ser degradados y que dichos procesos de degradación dependerán de las condiciones propias de cada sitio.

3.2 CASOS EXITOSOS

Más que experiencias exitosas de la utilización de la biorremediación en el tratamiento de suelos contaminados con hidrocarburos, se encuentran investigaciones que se han realizado en ambientes controlados, por lo cual fue una oportunidad la de llevar este tipo

de tecnología a campo, observando su comportamiento en condiciones ambientales. A continuación se expone una investigación realizada, en la cual se utiliza la técnica de bioestimulación en la degradación de hidrocarburos.

Se evaluó el efecto de la adición de nutrientes, nitrógeno y fósforo, en forma de sales inorgánicas simples y un fertilizante inorgánico compuesto, en la biodegradación de hidrocarburos totales de petróleo TPH. Empleándose suelo contaminado con 20.000 mg TPH/Kg, se evaluó durante 125 días mediante cinco (5) muestreos. Para monitorear la biorremediación se evaluaron parámetros fisicoquímicos y microbiológicos realizando finalmente una caracterización bioquímica de los degradadores. Las mayores tasas de degradación de los TPH's se lograron durante los primeros 28 días, alcanzándose porcentajes de degradación del 39% y 41%, el bajo número de degradadores y el bajo pH 4,1 alcanzado en los tratamientos, pudieron haber limitado mayores porcentajes de biodegradación. (Vallejo, Salgado, & Roldan, 2005)

3.3 MANEJO ACTUAL EN COLTANQUES S.A.S.

En la actualidad la atención de derrames se realiza por medio de métodos físicos (trinchos, barreras oleofílicas, materiales absorbentes, zanjeo) entre otras, con los cuales se impide el avance de la cabeza del derrame de tal manera que se controle el área afectada. Luego se procede a la recuperación del producto derramado, mediante la utilización de herramientas manuales y electro-mecánicas (palas, baldes, bombas). Finalmente se procede al retiro del suelo contaminado y el lavado de las superficies impregnadas, tratando de recuperar el crudo con el agua utilizada, el suelo contaminado extraído de la zona, es llevado a sitios operados por empresas dedicadas a la biorremediación del suelo, para realizar el tratamiento y disposición adecuada del mismo. Finalmente se debe traer suelo limpio, para realizar la recuperación paisajística de la zona afectada, no solo con la reconfiguración del suelo, si no con la recuperación de la cobertura vegetal de la zona.

Todas las actividades realizadas en la atención de este tipo de contingencias, están descritas en los Planes de Contingencia PDC, que deben presentar las empresas



transportadoras, a las autoridades ambientales que tienen jurisdicción por donde realizan el recorrido de los vehículos que transportan el hidrocarburo. Dichos planes de contingencia, ser presentados con anterioridad a la autoridad para su respectiva aprobación, así mismo debe estar siendo actualizado constantemente, de tal manera que continuamente se busquen las mejores opciones para la atención eficaz y eficiente de las contingencias.



4. DIAGNÓSTICO

Coltanques S.A.S., cuenta con un Sistema de Gestión Ambiental mediante el cual identifica, evalúa, previene, controla, mitiga y compensa los impactos derivados de sus actividades en el sector de transporte de hidrocarburos, cumpliendo con los requisitos legales aplicables a su operación y otros compromisos que suscriba como organización; así mismo el sistema permite a Coltanques S.A.S., involucrar las consideraciones ambientales en la toma de decisiones con el ánimo de hacer que los proyectos sean viables ambiental y socialmente y por tanto ejecutados en el marco del desarrollo sostenible.

4.1 METODOLOGÍA DEL DIAGNÓSTICO

Para poder alcanzar los objetivos planteados se utilizará una metodología la cual corresponde a un aspecto descriptivo de enfoque cuantitativo, apoyada en técnicas como la recolección de información secundaria, ensayos técnicos, observación y comparación con el fin de ampliar la información conocida del tema de estudio y plantear una alternativa que optimice el proceso en la atención de derrames de hidrocarburos por la empresa Coltanques S.A.S. (Hernandez, 2010)

4.2 EVALUACIÓN DE LOS ASPECTOS SOCIALES

Dentro del análisis de los aspectos sociales, se realiza el diagnóstico del área afectada y los servicios sociales que esta pueda prestar a las comunidades aledañas, dando prioridad a los impactos que se pudieron haber presentado en la contingencia, sabiendo que por naturaleza de la actividad de transporte, estos pueden variar de acuerdo a la zona geográfica donde se presenten.

Colombia es un país que se caracteriza por presentar una geografía variada, que permite evidenciar en cortas distancias una gran diversidad cultural, lo anterior implica que la valoración de un impacto social en la región de la Orinoquía no sea la misma que en la

región Andina; razón por la cual los impactos que se generan producto de los derrames de hidrocarburo tienden a ser específicos de cada contingencia.

La complejidad y magnitud del impacto social derivado de un derrame depende de la localización, volumen derramado, afectación o no de las fuentes hídricas cercanas, tiempo de reacción, comunidad afectada (número de personas), entre otros. Una de las herramientas empleadas comúnmente en la evaluación de este tipo de impactos por Coltanques S.A.S., son las matrices de evaluación de impactos. (Ver Tabla 1).

Tabla 1

Matriz de Evaluación de Impacto (Cualitativa)

Criterio de evaluación	Carácter		Área de influencia		Magnitud			Importancia			Efecto		Plazo de Manifestación		
	(+)	(-)	Directo	Indirecto	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja	Temporal	Permanente	Corto	Medio	Largo
Generación de empleo	X		X	X		X		X			X		X		
Mejoramiento de Ingresos	X		X	X		X		X			X		X		
Generación de expectativas	X				X			X			X		X	X	
Generación de molestias		X	X				X		X			X	X		
Desarrollo económico	X		X	X		X		X				X		X	X

Fuente: Los Autores

Coltanques S.A.S como empresa responsable de la atención de la emergencia, identifica la necesidad de emplear recursos tanto humanos como ambientales con el fin de dar prioridad a la misma comunidad afectada en términos de generación de empleo o suministro de recursos, lo anterior representa un impacto positivo para las comunidades

de manera temporal. En caso de afectación sobre los bienes de la comunidad, Coltanques S.A.S se encarga de gestionar en común acuerdo con las personas afectadas, la alternativa más viable para mitigar, corregir y/o compensar los servicios ambientales que la comunidad deja de percibir con ocasión de la contingencia.

4.3 EVALUACIÓN DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES

La evaluación ambiental comprende el análisis de las causas y posibles consecuencias que se presentan sobre el medio, producto en este caso, de la contingencia asociada al derrame de hidrocarburo. Para lo anterior la empresa Coltanques S.A.S., realiza la evaluación de cada uno de los aspectos ambientales afectados por el derrame de crudo y a su vez propone las medidas de manejo encaminadas al control, recuperación, mitigación entre otros de los impactos generados.

Con el fin de realizar la identificación y evaluación de los impactos ambientales generados como consecuencia del derrame de petróleo crudo y de las actividades desarrolladas en la atención y control de la emergencia, se analizan los siguientes componentes tanto bióticos como abióticos del medio natural que pudieron verse afectados:

- Componente Atmosférico: Calidad del aire
- Componente Hidrosférico: Calidad del agua, estabilidad de cauces, oferta hídrica
- Componente Pedológico: Suelos y tierras
- Componente Ecosistémico: Flora y fauna silvestre
- Componente Antropogénico: Paisaje y estética, Calidad de vida.

Una vez identificados los componentes del entorno que pudieron verse alterados por el derrame, se procede a describir los impactos ambientales evidenciados, para posteriormente tipificarlos, cuantificarlos y así de esta manera establecer la magnitud de cada uno de ellos, como también las medidas de mitigación, corrección y compensación necesarias para realizar el control ambiental de la emergencia. De igual forma, se analizan los diferentes impactos observados en función de las siguientes variables:

- Intensidad: Indica la severidad del impacto en función de las condiciones iniciales
- Extensión: Indica la cantidad de terreno o área afectada por el impacto
- Velocidad: Indica el momento en que se manifiesta el impacto
- Duración: Indica el tiempo que permanece el impacto en el ambiente
- Reversibilidad: Indica la capacidad del medio de recuperarse naturalmente
- Recuperabilidad: Indica la posibilidad de recuperación del entorno afectado de manera artificial

4.3.1 Inventario de Impactos

A continuación se presenta la matriz empleada por la empresa Coltanques S.A.S., para la identificación y descripción de los impactos ambientales generados y evidenciados como consecuencia de los derrames de crudo y las actividades de recuperación de la zona. (Ver Tabla 2).

Tabla 2

Matriz de Identificación y Descripción de Impacto (Cualitativa)

Componente	Elemento	Impacto	Descripción
Atmosférico	Calidad del Aire	Disminución de la calidad del aire por aumento de gases y vapores tóxicos	Presencia de gases y vapores tóxicos en el ambiente, provenientes de compuestos orgánicos volátiles derivados del derrame de petróleo crudo.
		Disminución de la calidad del aire por el aumento del ruido ambiental	Aumento en los niveles de ruido ambiental ocasionado por fuentes móviles en las labores de operación de motobombas, hidrolavadoras y otros equipos.
Hidrosférico	Calidad del Agua	Deterioro y afectación	Alteración de la calidad del agua de

Componente	Elemento	Impacto	Descripción
	de Escorrentía	de las propiedades fisicoquímicas del agua	<p>escorrentía debido al aumento de grasas y aceites, asociadas al derrame del hidrocarburo.</p> <p>Disminución del pH del agua de escorrentía, como resultado de la oxidación de los compuestos aromáticos y alifáticos en ácidos orgánicos, derivados del derrame de petróleo crudo.</p> <p>Alteración y deterioro de la calidad del agua en fuentes de captación hídrica.</p> <p>Aumento de la cantidad de carbono orgánico presente en el agua como resultado de compuestos alifáticos hidrosolubles derivados del derrame de crudo.</p> <p>Como consecuencia del derrame de petróleo crudo y su infiltración en los suelos de la zona.</p>
Pedológico	Suelos y Tierras	Contaminación del suelo	<p>Aumento en los niveles de hidrocarburos totales (TPH) y en los niveles de hidrocarburos volátiles betex, (benceno, tolueno, etilbenceno y xileno) en los suelos por donde se desplazó la cabeza del derrame de petróleo crudo.</p>
		Perdida de suelos	<p>Perdida de las capas superficiales del suelo como consecuencia de las actividades de descapote y remoción de material contaminado con el hidrocarburo.</p>

Componente	Elemento	Impacto	Descripción
Ecosistémico	Fauna Silvestre	Erosión de suelos	Aumento de la erosión hídrica, debido al descapote de suelos y al cambio en los patrones de drenaje que propician la acción nociva de las aguas de escorrentía sobre los suelos.
		Alteraciones de ecosistemas edáficos	Afectación del componente biológico del suelo como resultado del derrame de petróleo crudo y su infiltración en el terreno.
	Flora Silvestre	Deterioro de la vegetación de la zona	Afectación y pérdida de cobertura vegetal como resultado del derrame de petróleo crudo sobre la vegetación herbácea y arbustiva de la zona y la posterior remoción de la misma.
Antrópico	Paisaje y Estética	Deterioro y afectación del paisaje rural natural	Afectación de la capa asfáltica y otras estructuras como canales de aguas lluvias y algunas viviendas en el recorrido de la cabeza del derrame de petróleo crudo.
		Generación de residuos peligrosos	Afectación del paisaje rural natural por la acumulación y acopio temporal de residuos peligrosos.

Fuente: Coltanques S.A.S., 2015

4.3.2 Evaluación de Impacto Ambiental

La tipificación y cuantificación de los impactos ambientales se realiza por medio de la metodología Integral (1992), la cual se basa en el cálculo de la Función de Alteración, esta permite estimar la magnitud y tipo de impacto con base a las alteraciones causadas en el ambiente de acuerdo a la siguiente escala de calificación. (Ver Tabla 3).

Tabla 3

Metodología Integral (Función de Alteración)

Atributos	Descripción	Escala/Calificación	
(I) Intensidad	Grado de alteración generada en función de las condiciones iniciales de los componentes o elementos afectados	Baja	1
		Media	2
		Alta	3
		Muy alta	4
(E) Extensión	Volumen, área o longitud que alcanza el efecto tomando como referencia el sitio donde se generó	Puntual	1
		0 < 500 m	
		Local	2
		500 - 1000 m	
		Extensiva 1	3
		- 10 km	
(V) Velocidad	Es el tiempo que alcanza el impacto en causar la	Regional	4
		> 10 km	
		Muy lenta - meses	1
		Lenta - días	2

Atributos	Descripción	Escala/Calificación	
(D) Duración	máxima perturbación luego de haber ocurrido	Rápida - horas	3
		Instantánea	4
	Representa la permanencia temporal del efecto dentro del componente o elemento ambiental afectado	Corta - días	1
		Larga - meses	2
(Rv) Reversibilidad	Capacidad del elemento de regresar en forma natural a la condición previa.	Muy larga - años	3
		Reversible	1
(Rc) Recuperabilidad	Capacidad de revertir artificialmente el elemento ambiental a la condición previa.	Irreversible	4
		Recuperable	1
		Irrecuperable	4

Fuente: Coltanques S.A.S., 2015

Para el cálculo numérico de la función de alteración se emplea la siguiente ecuación:

$$F.A (\Phi) = (a*I) + (b*E) + (c*V) + (d*D) + (e*Rc) + f*Rv \quad \text{Ec. (1)}$$

Donde F.A es la función de alteración y se representa con el símbolo Φ . La función de alteración es aditiva por lo tanto cada uno de los atributos contribuye en forma proporcional a su definición. Ahora bien, todos los atributos no son igualmente importantes, la contribución de cada uno se define mediante un factor de ponderación (a-h) que varía entre 0.0 y 1.0 resultante de promediar las funciones de importancia asignadas a cada uno de ellos. Dichos factores se toman como constantes para cada uno de los impactos y son definidos desde el inicio por parte del equipo evaluador. A

continuación se indican los valores tomados como constantes para cada atributo. (Ver Tabla 4)

Tabla 4

Valores para cada atributo

Atributo	Factor	Valor
Intensidad	A	0,3
Extensión	B	0,2
Velocidad	C	0,1
Duración	D	0,2
Recuperabilidad	E	0,1
Reversibilidad	F	0,1

Fuente: Coltanques S.A.S., 2015

Para el análisis de los resultados de la función de alteración se agrupan los valores de Φ obtenidos en cuatro clases y rangos uniformes como se muestra a continuación. (Ver Tabla 5).

Tabla 5

Clases y rangos

Función De Alteración (Rango)	Clase De Impacto	Trama
1,0 – 1,50	Leve	Verde
1,51 – 2,20	Moderado	Azul
2,21 – 3,10	Critico	Naranja
3,11 - 3,80	Severo	Rojo

Fuente: Coltanques S.A.S., 2015

4.3.3 Plan De Manejo Ambiental

Con base en los resultados obtenidos por medio del cálculo de la función de alteración se planean las actividades y medidas necesarias para controlar, compensar y mitigar los impactos ambientales adversos catalogados como leves y moderados ocasionados como consecuencia del derrame de crudo y las actividades de recuperación de la zona.

A continuación se presenta la matriz que emplea la empresa Coltanques S.A.S., para la formulación de las medidas de control como las actividades planeadas con el fin de mitigar y compensar los impactos considerados. (Ver Tabla 6)

Tabla 6

Matriz de cuantificación y tipificación de impactos ambientales

MATRIZ DE CUANTIFICACION Y TIPIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES									
	Intensidad	Extensión	Velocidad	Duración	Reversibilidad	Recuperabilidad	Calificación	Tipo	Trama
COMPONENTE									
Atmosférico									
Disminución de la calidad del aire por gases y vapores tóxicos	Baja	Puntual	Instantánea	Corta	Reversible	Recuperable	1,3	Leve	
Disminución de la calidad del aire por ruido ambiental	Baja	Puntual	Instantánea	Corta	Reversible	Recuperable	1,3	Leve	

MATRIZ DE CUANTIFICACION Y TIPIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES

	Intensidad	Extensión	Velocidad	Duración	Reversibilidad	Recuperabilidad	Calificación	Tipo	Trama
Hidrosférico									
Deterioro de la calidad del agua de escorrentía	Alta	Puntual	Rápida	Larga	Reversible	Recuperable	2	Moderado	
Pedológico									
Perdida de suelos	Mediana	Puntual	Lenta	Larga	Irreversible	Recuperable	1,9	Moderado	
Contaminación del suelo	Alta	Puntual	Rápida	Larga	Reversible	Recuperable	2	Moderado	
Ecosistémico									
Alteraciones de ecosistemas edáficos	Mediana	Puntual	Rápida	Larga	Reversible	Recuperable	1,7	Moderado	
Deterioro de la vegetación de la zona	Baja	Puntual	Rápida	Larga	Reversible	Recuperable	1,4	Leve	
Antrópico									

MATRIZ DE CUANTIFICACION Y TIPIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES

	Intensidad	Extensión	Velocidad	Duración	Reversibilidad	Recuperabilidad	Calificación	Tipo	Trama
Deterioro y afectación del paisaje	Medi a	Puntual	Lenta	Larga	Reversible	Recuperabl e	1,6	Moderad o	
Generación de residuos peligrosos	Alta	Puntual	Lenta	Larga	Reversible	Recuperabl e	1,9	Moderad o	

Fuente: Coltanques S.A.S., 2015

4.3.4 Tratamiento y Disposición de Residuos Contaminados

Para el tratamiento y la disposición de los residuos contaminados, se adecuan puntos de acopio temporal en cada una de las zonas de trabajo para los residuos peligrosos provenientes de las actividades de remoción de suelo y material vegetal contaminado, dichos residuos son empacados en bolsas plásticas y cubiertos con lonas de polipropileno. Adicionalmente se dispone un plástico negro sobre los puntos de acopio con el objetivo de evitar la lixiviación del hidrocarburo hacia los suelos de la zona. Las lonas de polipropileno (material contaminado), son llevadas para su respectivo tratamiento y disposición final; adicionalmente el crudo recuperado se transporta al sitio encargado de la recepción y disposición final del mismo.

4.4 EVALUACIÓN DE LOS ASPECTOS ECONÓMICOS

Según información recolectada por Coltanques S.A.S., en los últimos seis (6) años se han presentado 136 siniestros (accidentes, volcamientos, choques, entre otros), de los cuales 43 han tenido afectaciones sobre medio ambiente, dicho número representa el 30% de los siniestros.

El valor pagado por las afectaciones generadas por los derrames se calcula aproximadamente en 3,341.952.489 millones, lo anterior evidencia los altos costos en que incurren las empresas transportadoras como consecuencia de los derrames de hidrocarburos. Por otro lado los pasivos ambientales permiten a propietarios y comunidades iniciar procesos jurídicos en los cuales se reclama sumas importantes de dinero por las afectaciones recibidas.

4.5 CONCLUSIONES DEL DIAGNÓSTICO

- El diagnóstico y análisis socio-ambiental se formula de tal manera que brinda y a la vez optimiza la gestión formulada para el manejo y atención de los impactos socio-ambientales generados como consecuencia de las contingencias asociadas a derrames de hidrocarburos.
- Actualmente la evaluación de los aspectos sociales y ambientales desarrollada por la empresa Coltanques S.A.S., representa una herramienta adecuada para la identificación y formulación del manejo de cada uno de los impactos; por tanto las acciones adoptadas en cada contingencia son adecuadas y garantizan el manejo y control de la misma.
- Los impactos económicos que se presentan en las contingencias son altamente considerables en términos del dinero que se invierte para el control de la misma.
- De acuerdo con la base de datos con la que cuenta Coltanques S.A.S., el costo promedio para la atención del derrame de un (1) barril de crudo de mil ochocientos dólares aproximadamente (US\$ 1800), US\$11,32 por litro, estos costos incluyen todos los trabajos de recolección, transporte, tratamiento y disposición del suelo contaminado, al igual que la compra transporte y cobertura con suelo limpio, el restablecimiento de la cobertura vegetal y demás actividades que se deban llevar a cabo para la restauración de la zona afectada.
- Los altos costos en que incurre Coltanques S.A.S. para atender las afectaciones generadas por los derrames de hidrocarburos, hacen necesaria la búsqueda de alternativas que mejoren la eficiencia en la atención de las contingencias; dicha



eficiencia se encamina en la disminución de los tiempos de atención y así mismo facilita la operación de descontaminación de los suelos impregnados con crudo

5. DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO DOS (2)

5.1 MONTAJE EXPERIMENTAL

En el presente capítulo se expondrá de manera detallada el montaje y los procedimientos utilizados para la puesta en marcha del experimento que pretende probar la eficacia del OSE II en una simulación de un derrame de hidrocarburo en condiciones completamente naturales. Las condiciones ambientales en las que se desarrolló el experimento, están enmarcadas en un régimen bimodal, con dos temporadas de invierno que van de abril a junio y de septiembre a diciembre; y dos temporadas de verano que van de enero a marzo y de julio a agosto. Para el caso particular el trabajo se realizó en temporada de invierno, la finca La Sierra se encuentra a una altura de 1800 msnm, a una temperatura aproximada de 18 °C y una humedad relativa que oscila entre el 70 a 80%.

En el **Anexo 3**, se presenta la Hoja de Datos de Seguridad del Producto OSE II, donde se evidencia el rango de temperatura en la cual el producto se mantiene en condiciones óptimas para su funcionamiento, lo anterior permite comprobar que el montaje experimental fue desarrollado dentro de un rango de temperatura válido.

5.2 MATERIALES

Para el desarrollo del montaje se requirió una serie de materiales, los cuales se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7

Materiales empleados

Materiales y/o herramientas	Especificaciones	Cantidad
Listón de madera	150 cm x 10 cm	8
Listón de madera	200 cm x 10 cm	4
Listón de madera	300 cm x 10 cm	2
Contenedores plásticos	22.5 gal	6
<i>Oil Spill Eater-II (OSE II)</i>		
Agua natural		
Suelo #1	Región Andina (m ³)	0.18
Suelo #2	Región Orinoquía (m ³)	0.18
Crudo	Galones	4.47
Fumigadora	Capacidad: 20 Litros	1

Fuente: Los autores

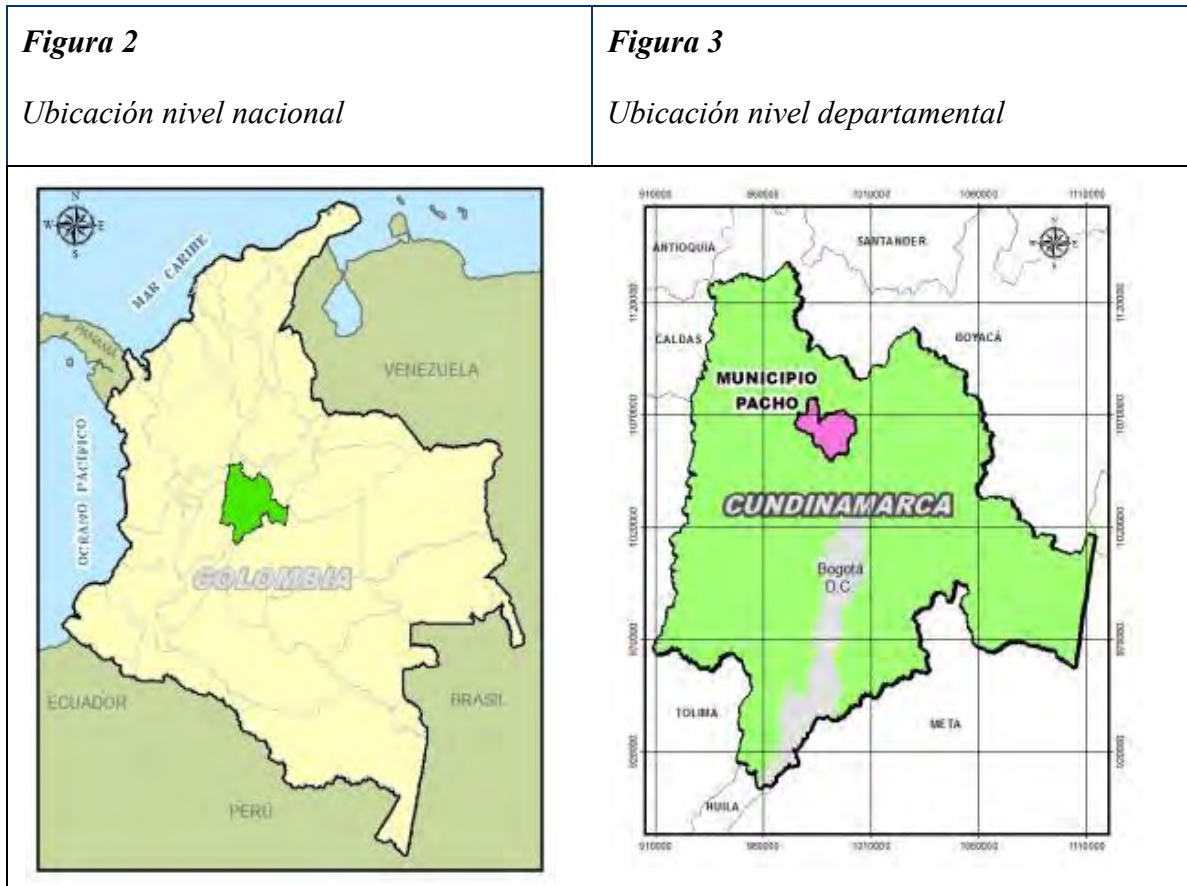
5.3 DESARROLLO DEL MONTAJE

5.3.1 Localización del montaje

El montaje se ubicó en el municipio de Pacho, departamento de Cundinamarca, vereda El Hatillo, finca La Sierra; como se observa en las figuras 5.1 y 5.2, donde se presenta la ubicación nacional y regional de la localización del montaje. El municipio de Pacho se encuentra ubicado a 88 kilómetros del casco urbano de la ciudad de Bogotá, con una

altitud media de 1905 msnm, con una temperatura promedio de aproximadamente 23°C.

 (Ver Figura 2 y Figura 3).



Fuente: Los autores

En la Tabla 8 se presentan las coordenadas de la localización del montaje.

Tabla 8

Coordenadas de localización

Punto	Coordenadas Origen Bogotá	
	Datum Magna Sirgas	
	Este	Norte
1	989081	1057088

Fuente: Los autores

En la Figura 4 se observa la localización del montaje.

Figura 4

Localización Geográfica del Montaje



Fuente: Los autores

5.3.2 Descripción del soporte

El soporte sobre el cual se ubicaron los contenedores fue elaborado con los listones de madera mencionados en la tabla 5.1. Este soporte se ubicó a una altura aproximada de un (1) metro del nivel del suelo con el fin de ubicar los recipientes que almacenarían los posibles lixiviados generados en el proceso (Ver Imagen 1)

Imagen 1

Soporte



Fuente: Los autores

5.3.3 Descripción de los contenedores

Los contenedores empleados fueron tres (3) canecas plásticas con capacidad de 55 galones cada una, las cuales fueron adecuadas para obtener dos (2) recipientes por caneca. En total se obtuvieron seis (6) recipientes plásticos con capacidad de 22.5 galones cada uno (Ver Imagen 2). Es importante mencionar que cada contenedor contaba con un

orificio de una (1) pulgada de diámetro con el fin de instalar una tubería que permitiera el desagüe de posibles lixiviados generados durante el experimento. El objetivo de la recolección de dichos lixiviados es realizar el monitoreo del agua recolectada al finalizar el proceso.

Imagen 2

Contenedores



Fuente: Los autores

5.4 DESARROLLO

Para la simulación del derrame, se emplearon dos suelos con diferentes características. El primer suelo proviene de la región Orinoquía, estos son suelos viejos (menos evolucionados), influenciados por la humedad, poseen acidez alta y fertilidad baja; el segundo suelo con características contrarias proviene de la región Andina, son suelos con buena fertilidad y con acidez ligera a media. La razón por la cual el experimento se realizó con dos suelos diferentes obedece a la necesidad de comprobar la eficacia del producto en suelos que posean diferentes características, dado que al momento de la contingencia no se tiene certeza de la ubicación de la misma.

Para la contaminación del suelo se empleó un hidrocarburo proveniente del departamento del Meta, municipio de Puerto Gaitán, bloque Cara Cara Sur operado actualmente por la compañía CEPSA. La gravedad API de dicho crudo es de 22°.

El proceso que se llevó a cabo para la contaminación del suelo se realizó de manera individual para cada contenedor, repitiendo seis (6) veces el proceso de la siguiente manera:

- En un recipiente plástico cortado de manera vertical (estilo batea) se mezclaron de manera homogénea 0.06 m³ de suelo con 3 litros de hidrocarburo. (Ver Imagen 3).

Imagen 3

Mezcla de suelo con hidrocarburo.



Fuente: Los autores

- Una vez homogenizado el suelo con el hidrocarburo se llevó a cabo el primer muestreo de suelo contaminado sin haber aplicado el producto. El muestreo se realizó teniendo en cuenta los requisitos para la toma y preservación de la muestra según el análisis establecido por Antek S.A.S. (Ver Anexo 4), quien será el encargado del análisis de la muestra. (Ver

-
-

- Imagen 4).

Imagen 4

Toma de muestras



Fuente: Los autores

- Posteriormente se procedió a la aplicación del producto OSE II diluido en agua proveniente de una fuente natural¹ mediante aspersión con ayuda de la fumigadora (Ver Imagen 5). La relación de agua recomendada por el fabricante para diluir el OSE II es 50:1 (galones agua-OSE II)

$$- 4.76 \text{ lt agua} \times 0.1 \text{ lt OSE II} = 4.86 \text{ lts de solución por contenedor.}$$

¹ El agua proveniente de dicha fuente natural corresponde a un pozo construido de forma artesanal, ubicado sobre un drenaje natural por donde discurren las aguas lluvias provenientes de las laderas circundantes, por ende dicha agua no cuenta con ningún tipo de tratamiento físico o químico que interfiera con el ciclo natural del recurso.



Imagen 5

Dilución y aplicación del producto



Fuente: Los autores

Después de la aplicación de la solución, se ubicó en los contenedores identificados para para cada suelo. (Ver Imagen 6 e

- Imagen 7).

Imagen 6

Ubicación del suelo en los contenedores



Fuente: Los autores

Imagen 7

Identificación de contenedores



Fuente: Los autores

- Finalmente se instaló la tubería a cada contenedor y esta a su vez fue dirigida a un recipiente plástico el cual almacenaría el posible lixiviado que se genere durante el proceso. Es importante mencionar que aun cuando cada recipiente contaba con un desagüe, la tubería se adecuó de tal manera que los suelos pertenecientes a la misma región contaban con un solo recipiente. (Ver Imagen 8).

Imagen 8

Tubería de desagüe



Fuente: Los autores

5.5 MUESTREO DE SUELO

Como se mencionó anteriormente, el objetivo del presente proyecto es verificar la eficacia del producto OSE II en remover el hidrocarburo presente en los suelos posterior al derrame. Para lo anterior se llevaron a cabo en total tres (3) monitoreos, los cuales se efectuaron semanalmente durante un periodo de 20 días. En el **Anexo 5**, se presentan las respectivas cadenas de custodia de las muestras tomadas para el presente proyecto.

Tabla 9

Muestras realizados

Región	Fecha de ejecución – Muestreo de suelo		
	Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3
Andina	17 Nov-15	22 Nov-15	29 Nov-15
Orinoquía	17 Nov-15	22 Nov-15	29 Nov-15

Fuente: Los autores

Es importante mencionar que las características descritas anteriormente para el desarrollo del montaje experimental en cada una de sus etapas, se llevaron a cabo siguiendo las recomendaciones suministradas por los fabricantes del producto, las cuales se presentan en el **Anexo 3**.

6. DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO TRES (3)

En este capítulo se presentarán los resultados obtenidos y el análisis de los mismos, con el fin de conocer la eficacia del producto *Oil Spill Eater-II* en la remoción de hidrocarburos, de tal manera que dicha información permita realizar una comparación social, ambiental y técnica y formular algunas recomendaciones para la empresa Coltanques S.A.S.

6.1 RESULTADOS OBTENIDOS

Teniendo en cuenta lo expuesto en el capítulo 5. Proyecto, numeral 5.5 Muestreo de suelo y agua, se llevaron a cabo en total tres (3) monitoreos de suelo semanalmente. Las muestras fueron tomadas por el equipo de trabajo y posteriormente enviadas al laboratorio Antek S.A.S., quien efectuó el análisis de las mismas. Dicho laboratorio se encuentra debidamente acreditado en matriz Biota, Agua y Suelo por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM en Colombia. En el Anexo 6 se presenta el certificado de acreditación mencionado.

En la

Tabla 10 y Tabla 11, se presentan las fechas de cada muestreo y los parámetros evaluados por el laboratorio, para los dos (2) tipos de suelo. Las tablas con los resultados de laboratorio para los dos (2) tipos de suelos, se presentan en el Anexo 7.

Tabla 10

Muestreos realizados para el suelo de la región Orinoquía

Fecha	Muestra	Parámetros Monitoreados
16-nov-15	Repetición 1 (Blanco)	
	Repetición 2 (Blanco)	
22-nov-15	Repetición 1	pH, Conductividad Eléctrica, Grasas y Aceites, Hidrocarburos Totales e <hidrocarburos Petrogénicos
	Repetición 2	
29-nov-15	Repetición 1	
	Repetición 2	

Fuente: Los autores

Tabla 11

Muestreos realizados para el suelo de la región Andina

Fecha	Muestra	Parámetros Monitoreados
16-nov-15	Repetición 1 (Blanco)	pH, Conductividad Eléctrica, Grasas y Aceites, Hidrocarburos Totales e hidrocarburos Petrogénicos
	Repetición 2 (Blanco)	

Fecha	Muestra	Parámetros Monitoreados
22-nov-15	Repetición 1	
	Repetición 2	
29-nov-15	Repetición 1	
	Repetición 2	

Fuente: Los autores

A continuación se presenta la definición y una breve descripción de cada uno de los parámetros evaluados:

- pH: El potencial de hidrogeno como indicador de acidez o alcalinidad del suelo se presenta en un rango de 0 a 14 donde los valores que se acercan a 0 son ácidos y los cercanos a 14 alcalinos teniendo como valor neutro 7. El rango ideal para el desarrollo de las plantas se encuentra entre 5,5 y 7,0 el pH interviene en la nutrición vegetal mediante la disponibilidad de los nutrientes, controlando las formas químicas de los mismos; sin embargo hay plantas que se han adaptado a condiciones de acidez o alcalinidad. Para el caso de los suelos afectados con derrames de hidrocarburos, es importante que las medidas de remediación, restauren los parámetros iniciales del suelo, llevando el pH lo más cerca posible de los valores iniciales, con el fin de promover la restauración de la cobertura vegetal con especies nativas.
- Conductividad Eléctrica: La conductividad eléctrica relaciona las cantidades de sales que puede contener un suelo, todos los suelos fértiles contienen así sea mínimas cantidades, cuando se encuentran altas cantidades de sales se dice que el suelo es salino, generalmente se presenta en suelos mal drenados o por la acción de riegos continuos, seguidos de evaporación o sequía.
- Grasas y Aceites: Compuestos orgánicos constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal o vegetal, así como los hidrocarburos del petróleo,

dentro de las características más representativas de estos compuestos son su baja densidad, poca solubilidad en agua, baja biodegradabilidad. En Colombia de manera regular dentro de los licenciamientos ambientales o seguimientos y controles a los proyectos licenciados se solicita el cumplimiento de los límites establecidos por el protocolo Luisiana 29B para disposición de cortes de perforación, ya que se carece de una norma que regule los contenidos de hidrocarburos en suelo, de acuerdo a lo anterior el valor permitido para grasas y aceites es $<1\%$.

- **Hidrocarburos Totales:** El término Hidrocarburos Totales de Petróleo, se utiliza para denominar el grupo de sustancias químicas derivadas del petróleo crudo, se les ha nombrado como hidrocarburos porque en su composición están formadas por moléculas de hidrógeno y carbono, otra de sus características generales es su inflamabilidad, la mayoría son altamente comburentes. La concentración Hidrocarburos Totales, indican la cantidad en porcentaje de hidrocarburos presentes en la muestra de suelo, siguiendo con los criterios del protocolo de Louisiana capítulo 29B el límite permitido para TPH es del 1.5%.
- **Hidrocarburos Petrogénicos:** Los hidrocarburos petrogénicos, se definen como los hidrocarburos que provienen de las fuentes de petróleo, es decir, únicamente las cadenas químicas que se pueden asociar a los combustibles fósiles provenientes de un yacimiento de hidrocarburos, existen otro tipo de hidrocarburos de cadena más simple que se conocen como hidrocarburos fitogénicos los cuales provienen de la descomposición de materia orgánica vegetal o plantas.

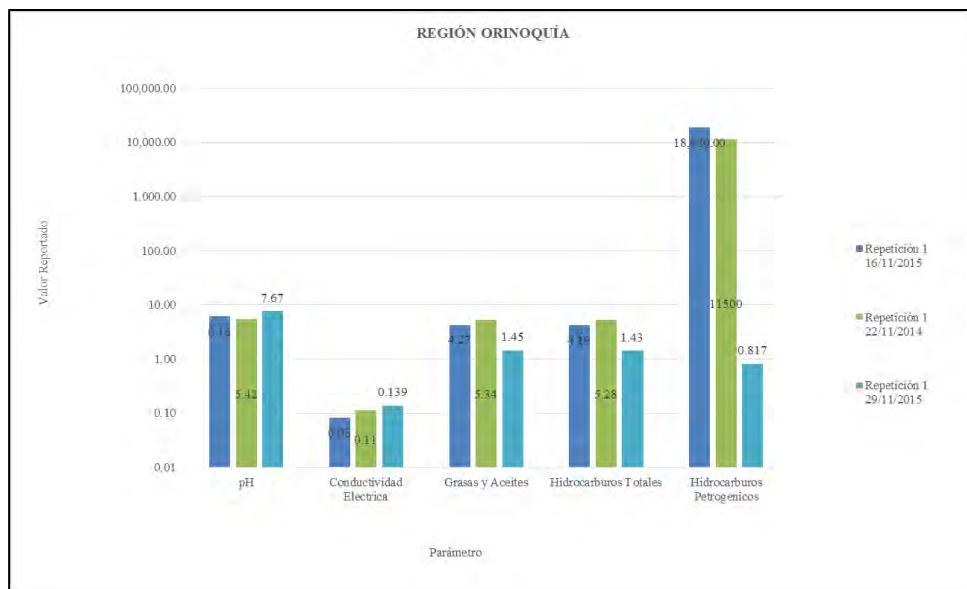
Los resultados de laboratorio obtenidos, se presentan a continuación de manera gráfica por tipo de suelo.

6.2.1 Suelo de la región Orinoquía

En la Figura 5 y Figura 6, se presentan los resultados obtenidos para las repeticiones uno (1) y dos (2) respectivamente.

Figura 5

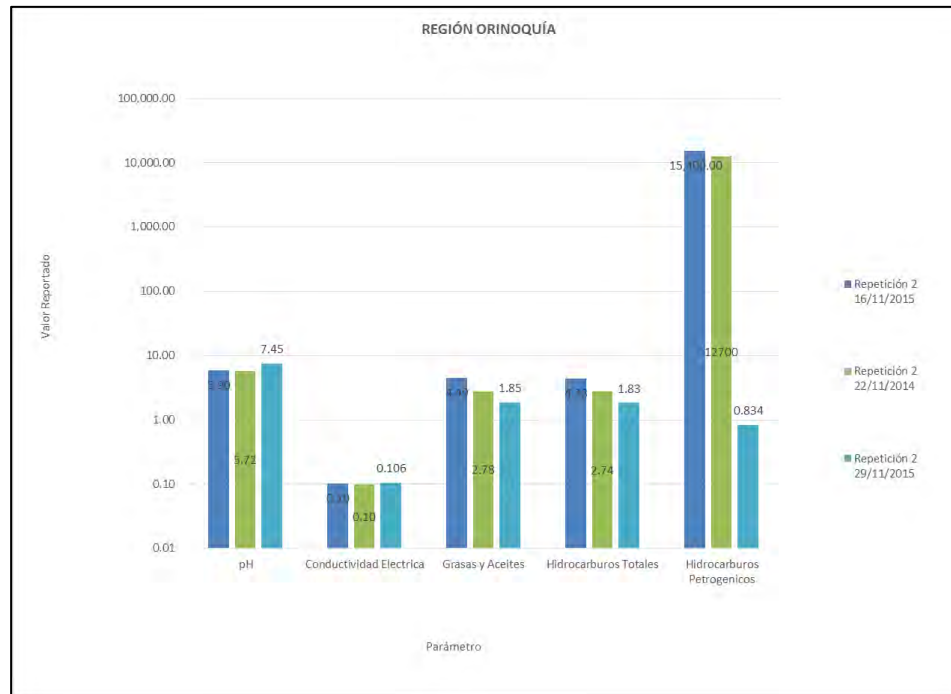
Resultados repetición uno (1).



Fuente: Los Autores

Figura 6

Resultados repetición dos (2)



Fuente: Los Autores

6.2.2 Suelos de la región Andina

En la



Figura 7 y Figura 8, se presentan los resultados obtenidos para las repeticiones uno (1) y dos (2) respectivamente.

Figura 7

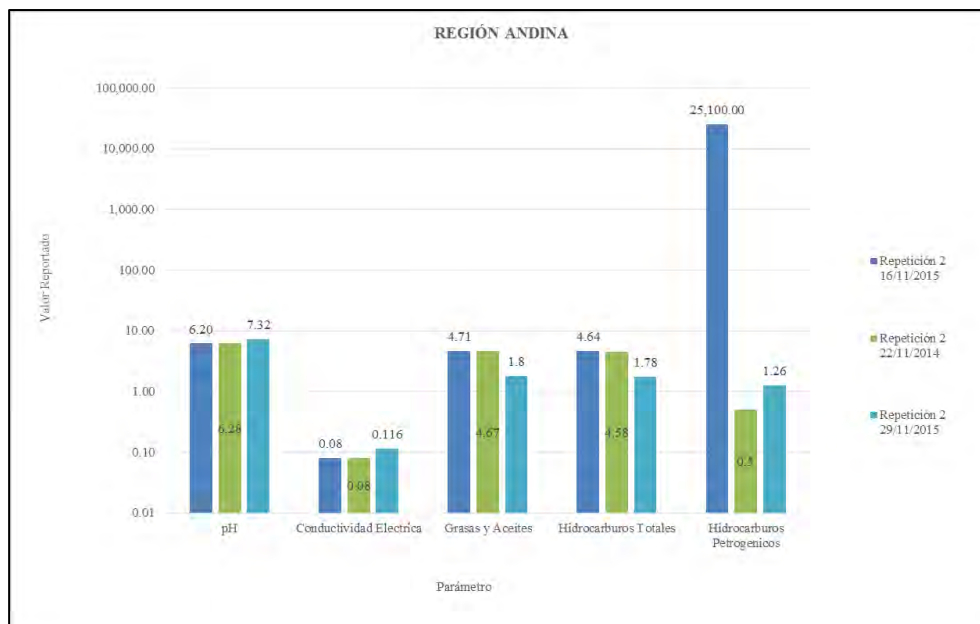
Resultados repetición uno (1).



Fuente: Los Autores

Figura 8

Resultados repetición dos (2).



Fuente: Los Autores

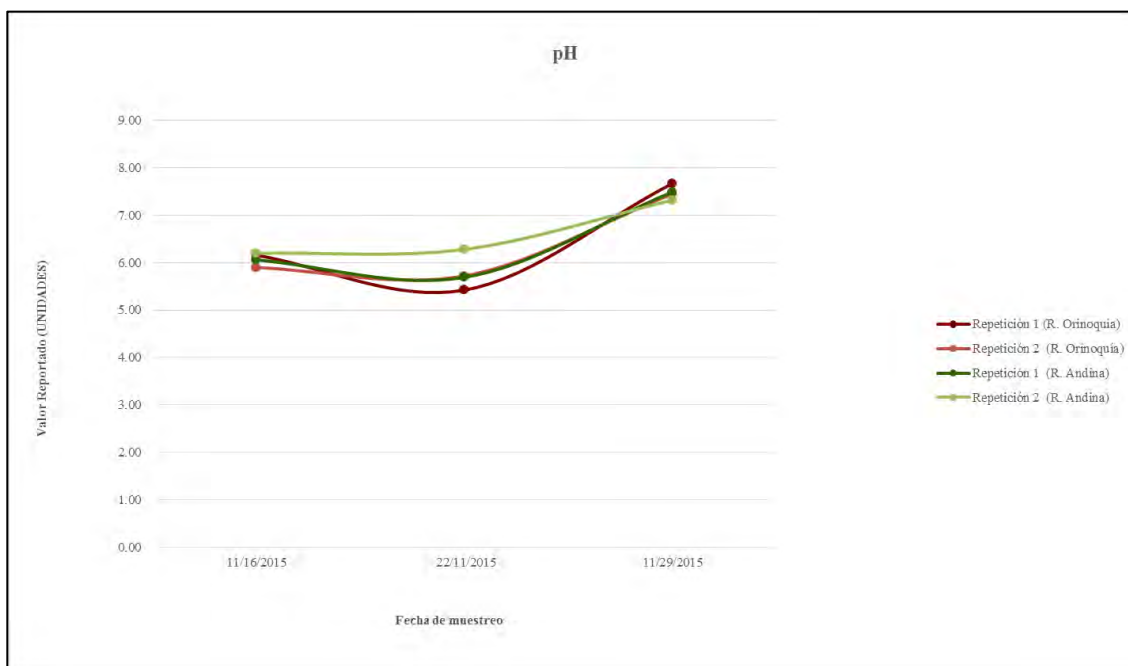
6.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Como parte del análisis de resultados, a continuación se presentan de manera gráfica los resultados de cada parámetro evaluado, para las dos (2) repeticiones en los dos (2) tipos de suelo. Lo anterior permitió evidenciar el comportamiento que tuvo cada parámetro a través del tiempo y a su vez analizar la eficacia del producto en la remoción de hidrocarburos.

- pH

Figura 9

Resultados para pH.



Fuente: Los Autores

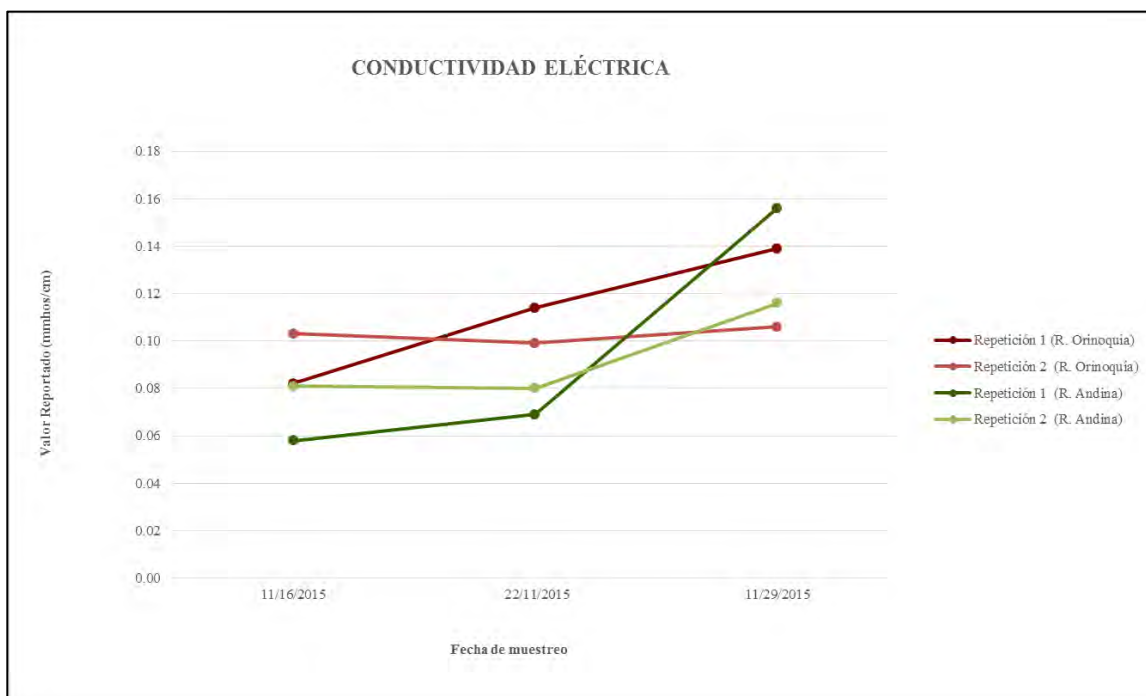
Para el caso de las muestras evaluadas en el presente proyecto, los dos suelos se caracterizan por ser ácidos, sin embargo se puede observar que una vez aplicado *Oil Spill Eater-II*, se presenta una leve acidificación del suelo, esto puede deberse a los procesos de fermentación que se llevan a cabo por la acción bacteriana estimulada por la aplicación del producto. En el último muestreo se observa una tendencia a la neutralización del pH

del suelo, como respuesta a la finalización del proceso de descomposición de los hidrocarburos y la estabilización del mismo.

- Conductividad Eléctrica

Figura 10

Resultados para Conductividad Eléctrica.



Fuente: Los Autores

En el caso de la conductividad eléctrica en el montaje realizado, los valores varían muy poco entre un muestreo y otro, si se tiene en cuenta que de acuerdo a las especificaciones técnicas del Oil Spill Eater este solo degrada compuestos orgánicos no tendrían que verse afectados los contenidos minerales del suelo. En el último muestreo se observa un aumento leve, el cual podría deberse a la presencia de sales en el hidrocarburo.

- Grasas y Aceites

Figura 11

Resultados para Grasas y Aceites.



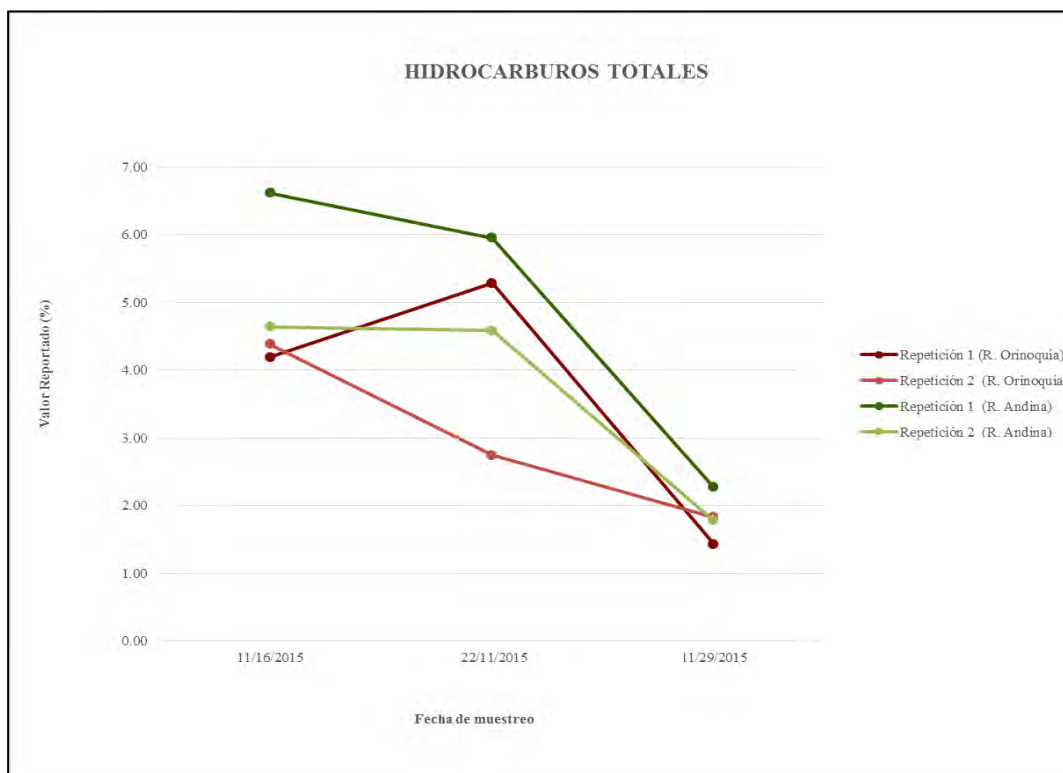
Fuente: Los Autores

El comportamiento de las grasas y aceites es con tendencia a la baja, únicamente para la repetición 1 de la muestra de la Orinoquía las grasas y aceites han aumentado, considerando que para el suelo de la región Andina y la repetición dos de la Orinoquía la tendencia es hacia la disminución, es posible que el valor más alto en el segundo muestreo para grasas y aceites, se deba a haber realizado el muestreo en un punto donde se presentaba acumulación del crudo por acción de la lluvia, ya que como se puede observar en el último muestreo, la tendencia general de los resultados es a disminuir.

- Hidrocarburos Totales

Figura 12

Resultados para Hidrocarburos Totales.



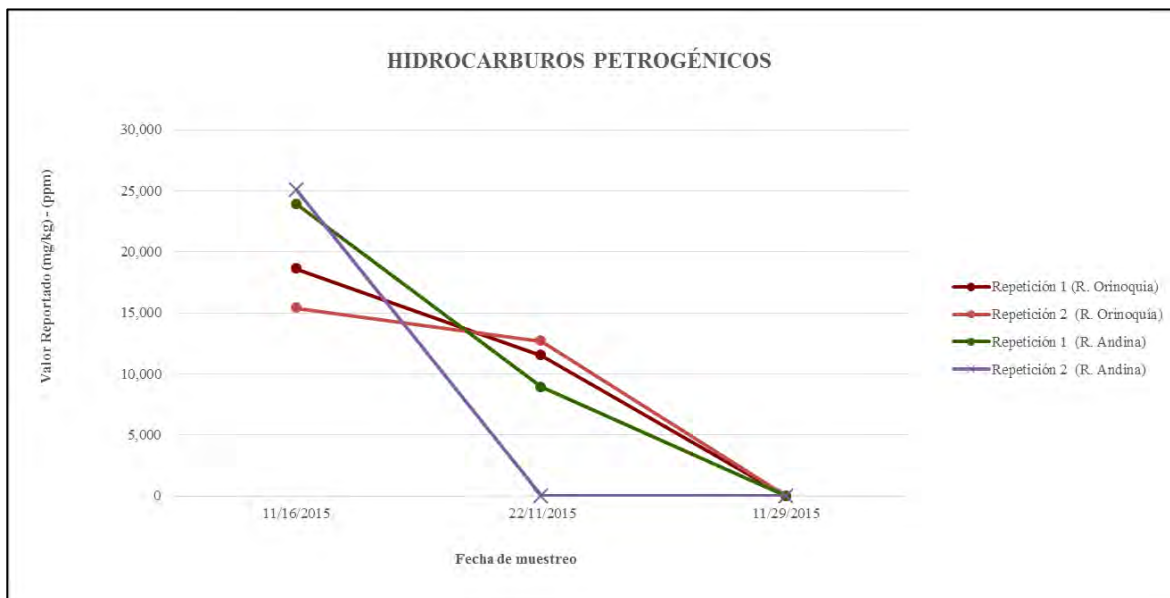
Fuente: Los Autores

Para el caso concreto del montaje experimental que se realizó, las muestras de suelo fueron contaminadas con hidrocarburos en valores superiores al 4%, con la aplicación del producto se observa que en tres de las muestras el TPH baja y en la repetición 1 del suelo Orinoquia sube, esto se justifica de la misma manera que el aumento en la misma muestra de grasas y aceites, es posible que al muestrear, el procedimiento se realizó en la zona donde se hallaba una acumulación de hidrocarburo; sin embargo, se puede evidenciar que en el último muestreo, la tendencia de este parámetro en todas las repeticiones es a la baja.

- Hidrocarburos Petrogénicos

Figura 13

Resultados para Hidrocarburos Petrogénicos.



Fuente: Los Autores

Los hidrocarburos petrogénicos, se definen como los hidrocarburos que provienen de las fuentes de petróleo, es decir, únicamente las cadenas químicas que se pueden asociar a los combustibles fósiles provenientes de un yacimiento de hidrocarburos, existen otro tipo de hidrocarburos de cadena más simple que se conocen como hidrocarburos fitogénicos los cuales provienen de la descomposición de materia orgánica vegetal o plantas.

Para el presente proyecto es importante evaluar específicamente la procedencia de los hidrocarburos por lo tanto se hizo un análisis particular para este parámetro; en los resultados se puede observar claramente la fuerte disminución en todas las repeticiones de cada muestreo. Los valores a los cuales se llega en el último muestreo para todas las repeticiones son cercanos a cero.

7. CONCLUSIONES

Una vez concluido el experimento y recibidos los resultados del laboratorio para cada uno de los muestreos, se realizó un análisis de los objetivos presentados inicialmente y se llegó a las siguientes conclusiones:

- El aspecto social tiene un impacto que adquiere el grado de afectación dependiendo de factores propios de cada derrame, por ejemplo: la densidad poblacional, la magnitud del derrame, los recursos naturales que han sido afectados, los usos que le da la comunidad a dichos recursos, entre otros. Los incidentes normalmente se dan en carreteras abiertas y están asociados al exceso de velocidad, el estado de la malla vial o la fatiga del conductor, por lo cual los lugares afectados tienen baja densidad poblacional, así mismo el recurso más afectado suele ser el suelo que generalmente está dedicado a la ganadería extensiva o semi-extensiva, es por lo anterior que la afectación social se considera leve, lo cual coincide con la matriz elaborada por Coltanques S.A.S para la valoración de impactos generados por los derrames.
- Para la valoración de los impactos ambientales se tienen en cuenta aspectos como extensión, duración y posibilidad que haya para revertir la afectación. Por otro lado es importante tener en cuenta los recursos afectados como: suelo, agua, y cobertura vegetal, también es importante considerar los usos que se le dan a los recursos afectados. En la parte ambiental se considera que el impacto es moderado toda vez que las afectaciones generadas por los derrames de hidrocarburos transportados en carro tanque sean en extensiones pequeñas, es reversible y la magnitud que alcanza depende del tiempo de reacción en la contención del derrame. Adicionalmente, el derrame siempre será limitado a la capacidad total del vehículo siniestrado que por lo general no alcanza a ser derramada en su totalidad.

- El impacto económico que tiene para Coltanques S.A.S un derrame del hidrocarburo es evidente, no solo por los costos que implica el crudo derramado sino por los costos económicos que implica la remoción del material contaminado, tratamiento y disposición del material contaminado, compensaciones y procesos legales que inician los propietarios para obtener altas compensaciones a través de disputas legales. Por lo anterior el impacto económico se considera como crítico.

- Se realizó el montaje experimental en condiciones ambientales, teniendo las precauciones necesarias para evitar posibles contaminaciones innecesarias; sin embargo el suelo contaminado quedó expuesto a las condiciones meteorológicas de la zona donde se encuentra ubicado el predio La Sierra en el municipio de Pacho en el departamento de Cundinamarca. Esto permitió evaluar la eficiencia del producto *Oil Spill Eater-II* en condiciones ambientales, de tal forma que a partir de los resultados obtenidos en el presente trabajo se generan recomendaciones para la utilización del producto en los derrames de hidrocarburos que se puedan presentar en la operación de Coltanques S.A.S.

- A continuación se presenta una tabla comparativa para el objetivo específico # 3.

Tabla 12.

Tabla de comparación de tratamientos

ASPECTO		TRATAMIENTO
Social		Tratamiento con Oil Spill Eater
Disminución en la disponibilidad de recursos naturales para las comunidades.	Tiempos prolongados en retiro de suelo, agua y cobertura vegetal contaminados.	Tiempos cortos de tratamiento <i>in situ</i> estableciendo los servicios ambientales de los recursos afectados.
Ambiental		
Afectación del suelo por la contaminación.	El suelo es retirado y se introduce suelo limpio que no siempre es de la región, introduciendo consigo especies vegetales y microorganismos foráneos.	El suelo no se retira del sitio, se trata <i>in situ</i> por lo cual microorganismos y vegetación afectada son de la zona y tendrán un tiempo más corto en la recuperación.
Afectación de la geo forma por la extracción del suelo contaminado para su tratamiento.	El retiro del suelo deja zanjas profundas hasta llegar a la profundidad donde haya permeado el hidrocarburo.	No se retira el suelo, se coloca la solución de OSE II suficiente para que permee hasta la profundidad que haya bajado el hidrocarburo.
Afectación al paisaje por pérdida de cobertura vegetal y del suelo contaminado.	El retiro del suelo y la pérdida de la cobertura vegetal afectan el paisaje.	No es necesario el retiro del suelo y la cobertura vegetal dependiendo las condiciones del terreno se remueve para oxigenar el suelo lo que permite una pronta recuperación de la vegetación.
Económico		
Costos	US\$ 11,32 por litro de crudo derramado.	US\$ 0,69 por litro de crudo derramado.

Fuente: Los autores



De acuerdo a la comparación anterior se puede observar que la atención de los derrames con OSE-II, simplifica la atención de los derrames por lo tanto se disminuyen los tiempos de atención de los mismos, por lo cual los impactos sociales, ambientales y económicos se mitigan considerablemente, lo que permite recomendar ampliamente el producto para continuar un proceso hacia la implementación en los planes de contingencia de Coltanques S.A.S., para las futuras contingencias que se presenten.



8. RECOMENDACIONES

Con base en los resultados obtenidos en el presente proyecto, se hacen las siguientes recomendaciones a Coltanques S.A.S.:

- Como fase inicial para la implementación del *Oil Spill Eater-II* (OSE-II), se recomienda a Coltanques S.A.S. elaborar los protocolos de aplicación del producto, de la mano del fabricante del mismo e iniciar la fase de pruebas en derrames reales con el fin de realizar una evaluación más amplia de los resultados obtenidos en este proyecto.

- Una vez obtenidos los resultados de las pruebas en derrames reales, recopilar la documentación necesaria para incluir el producto en el plan de contingencias para atención de derrames de Coltanques S.A.S. que se deben presentar ante la autoridad ambiental competente.

9. BIBLIOGRAFÍA

- ANLA. (10 de Septiembre de 2015). *Autoridad Nacional de Licencias Ambientales*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2015, de <http://www.anla.gov.co/>
- Canter, L. W. (1999). *Manual de evaluación de impacto ambiental* (Segunda Edición ed., Vol. 1). (A. García, Ed.) Madrid: McGraw Hill.
- Clavijo, S., Vera, A., Malagón, D., Parga, Á., Joya, S., Ortiz, M., & Ordoñez, L. (2014). *Costos de transporte, multimodalismo y la competitividad de Colombia*. Bogotá: Asociación Nacional de Instituciones Financieras (ANIF).
- Gutierrez, H. (2012). *Analisis y diseños de experimentos* (Tercera edición ed.). Mexico: McGraw Hill.
- Hernandez, R. (2010). *Metodología de la Investigación* (Quinta edición ed., Vol. I). (J. M. Chacón, Ed.) México: Mc Graw Hill.
- López, J., Quintero, G., Guevara, A., Jaimes, D., Gutierrez, S., & Miranda, J. (Junio de 2006). Biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos derivados del petróleo. *NOVA*, 82-90.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (12 de Septiembre de 2015). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2015, de <https://www.minambiente.gov.co/>
- Ministerio de Transporte. (11 de Septiembre de 2015). *Ministerio de Transporte*. Recuperado el 11 de Septiembre de 2015, de <https://www.mintransporte.gov.co/>
- Seven7. (2014-2015). *Coltanques*. Recuperado el 11 de Septiembre de 2015, de Coltanques: <http://www.coltanques.com.co/home.php>
- Superintendencia, Industria y Comercio. Pontificia Universidad Javeriana . (Abril de 2014). Biorremediación de sitios contaminados. *Boleín tecnológico*. Bogotá, Colombia.



Varela, R. (2010). *Evaluación económica de proyectos de inversión* (Séptima edición ed., Vol. I). (L. S. Arévalo, Ed.) Bogotá, Colombia: Mc Graw Hill.

Vasudevan, N., & Rajaram, P. (2001). Bioremediation of soil sludge-contaminated soil. *Enviromental International* 26, 409-411.

Yin, R. K. (1994). *Estudio de caso de investigación: diseño y metodos*. London: ZAGE.

Anexo 2. Carta de Autorización de la Empresa



Bogotá, Agosto 21 de 2015

Señores,

UNIVERSIDAD VIÑA DEL MAR

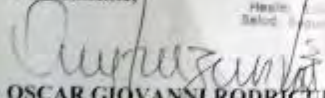
Chile

Cordial Saludo,

Teniendo en cuenta los requerimientos emitidos por la **Universidad Viña de Mar**, la presente carta constituye la autorización a los estudiantes Nixon German Pérez Torres, Marcela Lizcano y Mayerly Tibata Carvajal quienes actualmente se encuentran inscritos en el programa académico de Maestría "Gestión en la Industria de los Hidrocarburos", para realizar su trabajo final de grado empleando la información que se requiera y que sea publica de la empresa COLTANQUES S.A.S.

Sin otro particular.

Cordialmente,



OSCAR GIOVANSI RODRIGUEZ TORRES

Cargo: DIRECTOR HSEQ



Anexo 3. Hoja de Datos de Seguridad del Producto OSE II

Hoja de Datos de Seguridad de los Materiales

Puede ser utilizada para cumplir con los requisitos de la Norma de Comunicación de Riesgos de OSHA (Administración de la Seguridad y de la Salud Ocupacionales) 29CFR 1910.1200. La norma debe ser consultada para conocer los requisitos específicos

Ministerio de Trabajo de los Estados Unidos

Administración de la Seguridad y de la Salud Ocupacionales (Formulario no obligatorio)
Aprobado
Número de Control: 1218-0072

NOMBRE DEL PRODUCTO (como figura en la etiqueta y en la lista)		<i>Nota: No se permiten los espacios en blanco. Si algún ítem no es aplicable o si no hay información disponible, debe ser indicado.</i>		
Sección I OIL SPILL EATER II				
Nombre del Fabricante OIL SPILL EATER INTERNATIONAL		Teléfono de Emergencia (972) 669-2290		
Dirección (Calle, Número, Ciudad, Estado y Código Postal) Chandler Drive 13127 Dallas, Texas CP 75243		Número de Información Telefónica Ídem anterior - FAX (972) 644-8359		
		Fecha de preparación de la información 28 de octubre de 1998		
		Firma del preparador (opcional)		
Sección II - Elementos Peligrosos/ Información de Identidad				
Componentes Peligrosos - Identidad Química Específica; Nombre(s) Común(es)	OSHA PEL	ACGIH TLV	Otros Límites Recomendados	% (opcional)
Sin Componentes Peligrosos (OSE II)	SIN TLV	SIN TLV	NINGUNO	
H2O	SIN TLV	SIN TLV	NINGUNO	
NITRÓGENO	SIN TLV	SIN TLV	NINGUNO	
MELAZA	SIN TLV	SIN TLV	NINGUNO	
SURFACTANTE NO IONICO	SIN TLV	SIN TLV	NINGUNO	
AZUCAR	SIN TLV	10 mg por metro cúbico seco	NINGUNO	
PROTEASA	SIN TLV	SIN TLV	NINGUNO	
FÓSFORO	SIN TLV	SIN TLV	NINGUNO	
LEVADURA	SIN TLV	SIN TLV	NINGUNO	
AMILASA	SIN TLV	SIN TLV	NINGUNO	
SURFACTANTE ANIONICO	SIN TLV	SIN TLV	NINGUNO	
MALTA	SIN TLV	SIN TLV	NINGUNO	
Sección III - Características Físico-Químicas				
Punto de Ebullición	214° F *(101° C)	Gravidez Específica (H2O = 1) 20° C	1,05	
Presión del Vapor (mm Hg.)		Punto de Derretimiento	0° F	
Densidad del Vapor (AIRE=1)	1,1	Rango de Evaporación (Acetato de Butilo =1)		
Solubilidad en Agua	100%			
Aspecto y Olor	Ámbar con olor a fermento			
Sección IV. Información de Riesgo de Incendios / Explosión				
Punto de Deflagración: (Método Usado)* Superior a 7000° F (3871° C) / Retardador del Fuego	Límites de Inflamación: NO INFLAMABLE		LEL NA (No aplica)	UEL ⁵ NA (No Aplica)
Agentes Extintores NINGUNO - RETARDADOR DEL FUEGO *MÉTODO- ASTM-D56				
Procedimientos Especiales para combatir el fuego NINGUNO - RETARDADOR DEL FUEGO				

⁵ Límite Superior de Explosividad

Riesgo inusual de Fuego y Explosión NINGUNO			
Sección V.- Información de Reactividad			
Estabilidad	Inestable		Condiciones a Evitar Las temperaturas superiores a 120° F (49° C) pueden reducir la actividad enzimática;
	Estable	X	evitar condiciones ácidas (PH menor a 3.5)
Incompatibilidad (Materiales a evitar) bases fuertes (PH mayor a 11.5)			
Descomposición Peligrosa o Productos Derivados NINGUNA (Los productos derivados son CO2 y agua)			
Polimeración	Podría Ocurrir		Condiciones a Evitar
Peligrosa	No ocurrirá	X	
Sección VI.- Información de Riesgo para la Salud			
Ruta(s) de Entrada	¿Inhalación?	¿Piel?	¿Ingesta?
	NO TÓXICO	NO TÓXICO	Tóxico si se ingiere más de un cuarto.
Peligros para la Salud (Agudos y Crónicos) Tests de toxicidad - Prácticamente no muestra toxicidad para la inhalación, contacto con la piel u ojos, e ingestión.			
Efecto Cancerígeno	¿NTP?	¿Monografías del IARC?	¿Regulado por OSHA?
NINGUNO	No registrado	NINGUNA	NO
Síntomas e indicios de la exposición NA			
Enfermedades generalmente agravadas por la exposición NINGUNA			
Procedimientos de Emergencia y Primeros Auxilios			
Lavarse los ojos con abundante agua. Realizar las prácticas de higiene pertinentes.			
Sección VII.- Precauciones para el Uso y el Manejo Seguro			
Pasos a tomar en caso de que el material sea derramado o liberado			
Puede ser arrojado al sistema de cloacas o absorbido por la tierra.			
Método para la eliminación de desechos			
Ninguno en especial.			
Precauciones a seguir en el manejo y almacenamiento			
Ninguna en el manejo. No almacenar a una temperatura superior de 120° F (49° C). Vida Útil: 5 años.			
Otras Precauciones NINGUNA			
Sección VIII.- Medidas de Control			
Protección respiratoria (Especificar Tipo) NINGUNA			
Ventilación	Local por Extracción		Especial
	NO SE NECESITA		NINGUNA
	Mecánica (General)		Otra
	NO SE NECESITA		NINGUNA
Guantes Protectores NO SE NECESITAN			
Otras Prendas o Equipamiento Protectores NINGUNO			
Prácticas de Higiene Laboral Realizar Buenas Prácticas de Higiene			

TLV: Valor Umbral Límite

OSHA: Administración de Salud y Seguridad Laboral PEL: Límite Permitido de Exposición

ACGIH: Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales TLV: Límite de Valor Umbral

LEL: Límite Inferior de Explosividad UEL: Límite Superior de Inflamabilidad

ASTM: Sociedad Estadounidense de Ensayos y Materiales

NTP: Programa Nacional de Toxicología

IARC: Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer

Anexo 4. Requisitos para la toma y preservación de la muestra según el análisis establecido por Antek S.A.S

	DOCUMENTO SOPORTE			CÓDIGO	DS-5.7-13
	REQUISITOS PARA TOMA Y PRESERVACIÓN DE MUESTRAS SEGÚN ANÁLISIS			CONTROL	SI
				VERSIÓN	11
				FECHA	2015-04-07
				PAGINA	3 DE 10
RECIPIENTE	DESCRIPCION	PRESERVACIÓN	PARÁMETROS	CONSIDERACIONES ESPECIALES U OTRAS OBSERVACIONES	
			PLATA PLOMO POTASIO PAA (RELACION DE ABSORCION DE SALINIDAD EFECTIVA Y/O SELENIO SILICIO SODIO TALIO VANADIO ZINC RADIONUCLEIDOS		
AGUAS	<p>DESCRIPCIÓN: Recipiente de vidrio transparente, de boca ancha con tapa rosca blanca. CAPACIDAD: 1000 mL</p>	ÁCIDO SULFÚRICO O ÁCIDO CLORHÍDRICO HASTA pH <2	GRASAS Y ACEITES HIDROCARBUROS TOTALES POR INFRARROJO (IR) HIDROCARBUROS PETROGENICOS TOTALES (Cromatografía Método EPA) HIDROCARBUROS RANGO GASOLINA (GRO) Y RANGO DIESEL (DRO) HIDROCARBUROS EXTRAIBLES	1. ES LA PRIMERA MUESTRA QUE SE DEBE TOMAR. 2. UTILIZAR UN SOLO RECIPIENTE PARA TOMAR GYA E HIDROCARBUROS TOTALES (IR). 3. UTILIZAR UN RECIPIENTE APARTE PARA HIDROCARBUROS PETROGENICOS TOTALES. 4. REFRIGERAR	RECIPIENTE APARTE SIN PRESERVAR
AGUAS	<p>DESCRIPCIÓN: Recipiente de vidrio color ámbar, boca angosta con tapa rosca blanca. CAPACIDAD: 125 mL</p>	ÁCIDO SULFÚRICO HASTA pH <2	DQO (Demanda Química de Oxígeno)		REFRIGERAR
		Adicionar 1 mL de solución EDTA por cada 100 mL de muestra	SULFITOS		REFRIGERAR
		TIOSULFATO DE SODIO	TRIHALOMETANOS: Cloroformo, Diclorobromometano, Dibromoclorometano y Bromoformo.		REFRIGERAR
		ÁCIDO SULFÚRICO HASTA pH <2	HIDROCARBUROS PETROGENICOS TOTALES (Cromatografía Método TEXAS)		REFRIGERAR
AGUAS	<p>DESCRIPCIÓN: Recipiente de vidrio color ámbar, boca angosta con tapa rosca blanca. CAPACIDAD: 250 mL</p>	NINGUNA	CLORO LIBRE * CLORO RESIDUAL TOTAL* MATERIA ORGÁNICA CARBONO ORGÁNICO TOTAL (COT)		NO DEJAR ESPACIO DE CABEZA REFRIGERAR
		ÁCIDO SULFÚRICO HASTA pH <2	NITRÓGENO AMONIAICAL NITRÓGENO ORGÁNICO NITRÓGENO TOTAL KJELDAHL		REFRIGERAR
		NINGUNA	FORMALDEHIDO		REFRIGERAR
Elaboró: Coordinador Calidad		Revisó: Director Técnico y de Laboratorio		Aprobó: Director Técnico y Lab.	

Archivo:\ladm\storage02\CALIDAD\2015\gestion_documento\CONTROL_DE_DOCUMENTOS\DOC_Soporte\Doc_8_Rev08\DS-5.7-13_RECIPIENTES_

		DOCUMENTO SOPORTE			CÓDIGO	DS-5.7-13
		REQUISITOS PARA TOMA Y PRESERVACIÓN DE MUESTRAS SEGÚN ANÁLISIS			CONTROL	SI
					VERSIÓN	11
					FECHA	2015-04-07
					PAGINA	11 DE 30
RECIPIENTE	DESCRIPCION	PRESERVACIÓN	PARÁMETROS	CONSIDERACIONES ESPECIALES U OTRAS OBSERVACIONES		
		NINGUNA	ANÁLISIS CROMATOGRÁFICOS (mismos parámetros para aguas)	APROX 250 g		
SUELOS 	DESCRIPCIÓN: Bolsa plástica Ziploc, con cierre hermético. TAMAÑO: grande 27 * 28 cm.	NINGUNA	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y METALES (mismos parámetros relacionados para aguas). Adicionalmente: CIC, TEXTURA Y GRANULOMETRÍA	APROX 1500 g		
AGUA DE FORMACION 	DESCRIPCIÓN: Recipiente de polietileno, traslúcido, con tapa de seguridad blanca o bidón de polietileno 5 galones CAPACIDAD: 2 L o 20 L (5 galones)	NINGUNA	ACIDEZ TOTAL ÁCIDO SULFHDRIICO ALCALINIDAD BICARBONATOS BORO CARBONATOS CLORUROS CO ₂ (Débito de carbono) DENSIDAD DUREZA CALCICA DUREZA MAGNÉSICA DUREZA TOTAL FENOLES GRAVEDAD ESPECÍFICA HIDRÓXIDOS NITRATOS NITRITOS pH RESISTIVIDAD SALINIDAD SÍLICE SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SÓLIDOS TOTALES SULFATOS SULFITOS TEMPERATURA TURBIEDAD YODURO ALUMINIO ANTIMONIO ARSÉNICO BARIO BERILIO CADMIO CALCIO	NO REFRIGERAR		
Elaboró: Coordinador Calidad		Revisó: Director Técnico y de Laboratorio			Aprobó: Director Técnico y Lab.	

Archivo: \\admstorage02\CALIDAD\2016\gestion_documental\CONTROL_DE_DOCUMENTOS\DOC_Soporte\Doc_8_Rev08\DS-5.7-13_RECIPIENTES_

Anexo 5. Cadenas de Custodia

Antek			REGISTRO TÉCNICO		CODIGO	RT-5.8-23																											
			CADENA DE CUSTODIA		CONTROL	SI																											
					VERSION	9																											
					FECHA	2015-02-16																											
					PAGINA	1 DE 2																											
Calle 15 8 No 55 2-54 - Barrio Suiza Casilla - Maipú					FON: (5622)233																												
F. mail: antek@antek.cl					www.antek.cl																												
No. REPORTE ASIGNADO: 																																	
1. INFORMACION DEL CLIENTE			2. UBICACION (Lugar de Muestreo)																														
CLIENTE:	Collanques S.A.S		TELÉFONO DE CONTACTO:	3063479371																													
PLAN DE MUESTROS:			(¿EXISTEN DIFICULTADES EN LA TOMA DE MUESTRA?)	No																													
			(¿CÓMO SE ENTREGARON LAS MUESTRAS?)	Paño Cuadripartido																													
			(¿DÓNDE SE ENTREGARON LAS MUESTRAS?)	Veseda El Hatillo / Finca la Sierra.																													
3. INFORMACION DE LA MUESTRA																																	
No. ANTEK	No. MUESTRA	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	TOMA DE MUESTRA								MATRIZ O TIPO DE MUESTRA										TIPO Y CANTIDAD DE RECIPIENTES					ANALISIS SOLICITADOS Y/O COTIZACION							
			FECHA			HORA	TEMP.	VIENTO	CUBRIMIENTO	FOLIA	TIPO	CANTIDAD	CONTENEDOR	MATERIAL	CANTIDAD	CONTENEDOR	MATERIAL	CANTIDAD	CONTENEDOR	MATERIAL	CANTIDAD	CONTENEDOR	MATERIAL	CANTIDAD	CONTENEDOR		MATERIAL	CANTIDAD	CONTENEDOR				
			A	M	D																												
	1	ORINOQUIA REP 1	15	11	16	12:25																											39600
	2	ORINOQUIA REP 2	15	11	16	1:16pm																										39600	
	3	ANDINO REP 1	15	11	16	2:00pm																										39600	
	4	ANDINO REP 2	15	11	16	2:38pm																										39600	

4. TIPO DE MUESTRA: COMPUESTO INTEGRADO PUNTUAL

5. ESTADO DE LA MUESTRA

6. SE FUE SIMULADO POR ANTEK S.A.S. SI NO SI

7. SELLO DE SEGURIDAD: SI NO SI

8. SE USÓ PLAN DE MUESTREO: SI NO SI

9. ENTREGADA: SI NO SI

10. PREPARADO: SI NO SI

11. FORMA DE ENVÍO: Menajería

12. CANTIDAD DE COPIAS: 101

13. INFORMACION DE IDENTIFICACION

14. SUPERVISOR: Mariely Tibaldi Canjaval

15. ENTREGADO POR: Gustavo Rodriguez

16. MUESTREO REALIZADO POR: Mariely Tibaldi Canjaval (3006262830)

17. ENTREGADO POR: Gustavo Rodriguez

18. PERSONA QUE ENTREGARÁ Y/O SUPERVISA EL TRABAJO: Gustavo Rodriguez

19. RECEPCIONADO POR: Gustavo Rodriguez

Antek S.A.
RECEPCION MUESTRAS
17 FEB 2015
RECIBIDO PARA SU ESTUDIO

Anexo 6. Certificado de Acreditación del Laboratorio




INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM

RESOLUCIÓN N° 2397 DE 3 NOV 2015

RESUELVE:

ARTÍCULO 1°. Modificar el Artículo Primero de la Resolución 1756 del 1 de septiembre de 2015, por la cual se renovó y extendió el alcance de la acreditación para producir información cuantitativa física, química y biológica a la sociedad ANTEK S.A.S., identificada con MT: 830.068.288-0, con domicilio en la Calle 20 de No. 35 B-54, de la ciudad de Bogotá D.C., conforme a lo solicitado en la parte correspondiente del presente documento, el cual quedará en:

Matriz Agua:

1. Acidez Volumétrica, SM 2310 B.
2. Alcalinidad Total Volumétrica, SM 2320 B.
3. Carbonatos Volumétrico, SM 2330 B.
4. Carbonatos Volumétrico, SM 2320 B.
5. Hidratos Volumétrico, SM 2320 B.
6. Color Verdadero y Opacidad t20: Espectrofotométrico - Longitud de Onda Simple, SM 2120 C.
7. Color Aparente Espectrofotométrico - Longitud de Onda Simple, SM 2120 C-Modificado.
8. Fosfato Reactivo Total: Foto Acústico, SM 4500 P E.
9. Color Real a diferentes longitudes de onda: SM 2120 D.
10. Cloruro Total: Destilación, Colorimétrico SM 4500 Cl- B, C, E.
11. Cloruro Libre y Disociado (Cloruro Disociable en Ácido Débil): Colorimétrico SM 4500 Cl- C, E, F.
12. Nitrógeno, Electrodo de Ion Selectivo SM 4500 NO₃ D.
13. Conductividad Eléctrica: Electrodo, SM 2510 B.
14. Salinidad: Electrodo, SM 2520 B.
15. Cloruro Fácilmente Disociable (Libre): ISO 6470-2:1984-03-01, Cálculo de agua, Determinación de Cloruro - Parte 2: Determinación de Cloruro Fácilmente Disociable, Método.
16. Clorofila a, b y c y Fitofitina a: Extracción del Resíduo - Método Espectrofotométrico, SM 10260 H V, J.
17. Cloro Reactivo: Espectro a DPD Colorimétrico, SM 4500 Cl G.
18. Cloro Reactivo: Volumétrico con DPD Parado, SM 4500 Cl F.
19. Cloruros Argentométrico, SM 4500 Cl H.
20. Boro: Espectrofotométrico, Curvatura, SM 4500 B G.
21. Dureza Total: Volumétrico con EDTA, SM 2340 C.
22. Dureza Total: Cálculo a partir del Espectrofotómetro de Absorción Atómica.
23. Dureza Cálcica: Volumétrico con EDTA, SM 3500-Ca B, SM 3500-Ca H.
24. Dureza Magnésica: Cálculo, SM 3500-Mg H.
25. Flavonas Totales: Destilación - Extracción con Cloroformo, SM 5530 B, C.
26. Plutonio: Electrodo Ion Selectivo, SM 4500 P C.
27. Fósforo Inorgánico Hidrolizable: Hidratos Ácido, Ácido Ascórbico, SM 4500 P B, E.
28. Fósforo Orgánico Total: Cálculo, SM 4500 P B, E.
29. Fósforo Soluble o Disuelto Total: equivalente a Fosfato Soluble Total y Ortofosfato Soluble Total: Filtración, Digestión Ácido Sulfúrico - Ácido Nítrico, Ácido Ascórbico, SM 4500 P B, E.
30. Fósforo Disuelto Reactivo: equivalente a Fosfato Soluble, Fosfatos, Ortofosfatos, Fosfatos Gaseos, Ortofosfato Soluble: Filtración, Ácido Ascórbico, SM 4500 P E.
31. Fósforo Total: Digestión Ácido Sulfúrico-Ácido Nítrico, Ácido Ascórbico, SM 4500 P B, E.
32. Grasas y Aceites: Partición - Infrarrojo, SM 5520 C.
33. Copres Hexavalente: Colorimétrico, SM 3500-Cr B.
34. Sulfuro Total: Volumétrico, SM 4500 S F.
35. DBO₅: Prueba de 5 días - Electrodo de Membrana, SM 5210 B, 4500 D G.
36. DBO₅: Prueba de 5 días - Modificación de Azida, SM 5210 B, 4500 D C.
37. Surfactantes Aniónicos como SAAM: equivalente a Tensioactivos y Detergentes: SM 5500 C.
38. DQC: Reflejo cenoso y Volumétrico, SM 5220 C.
39. Fenoles Totales: Destilación + Fotometría Directa, SM 5530 E, D.
40. Nitrocloruros Totales: Volatilización-Hidrazina / Hidrocloruro, SM 5520 C, F.
41. Mirexol: Espectrofotométrico (Extracción), SM 4500 NO₃ B.

Página 9 de 17

Calle 20 No. 35B - 7, Bogotá D.C. TEL: 5711 557 948
 Fax: 5711 557 111
 Línea Gratuita 1160811000 - Provedora y Atención al Cliente 5711 557 750
 Sede Principal Avenida Calle 17 No. 49B - 48 Bogotá D.C. TEL: 5711 557 1370
www.ideam.gov.co





INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM

RESOLUCIÓN N° 2397 DE 3 NOV 2015

ARTÍCULO 4°. Por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, notificar personalmente o por aviso, cuando a ello hubiere lugar, el contenido del presente acto administrativo al representante legal, autorizado debidamente constituido o a la persona debidamente autorizada de la sociedad ANTEK S.A.S, de conformidad con los artículos 87 y 88 del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo.

ARTÍCULO 5°. Contra la presente Resolución no procede recurso alguno.

NOTIFIQUESE Y CÚMPLASE
 Dada en Bogotá, D.C., a los 3 de **NOV 2015**.


OMAR FRANCO TORRES
 Director General

Nombre	Cargo	Firma
Plenipotenciario	Cooperativa - Acreditación	
Secretario	Cooperativa - Acreditación	
Asesor	Cooperativa - Acreditación	
Asesor	Cooperativa - Acreditación	

Los anexos de esta Resolución que forman parte del proceso documental y la información dirigida a las demás jurisdicciones se encuentran disponibles en el sitio web correspondiente de la institución para la firma del Director General.

Valoración: 2015091700070
 Expediente: 20150001400130



Anexo 7. Resultados de Laboratorio

MUESTREO # 1.



REPORTE DE RESULTADOS DE LABORATORIO No. S-1278-15

Bogotá D.C., Diciembre 10 de 2015

Página 1 de 2

DATOS DEL CLIENTE		IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	
COLTANQUES S.A.S. ALEJANDRO MEDRANO GARCIA CARRERA 06 N° 17 B 40 402200 Ed: 150 jan.pentax@coltanques.com.co		PRODUCTO/MATRI: SUELO MUESTREO A CARGO DE: CLIENTE PROCEDIMIENTO DE MUESTREO: N.A. PLAN DE MUESTREO ANTEK No.: N.A. IDENTIFICACION DE MONTEO: N.E. NUMERO TOTAL DE MUESTRAS: 4 LUGAR DE MUESTREO: VEREDA EL HATILLO FINCA LA SIERRA TIPO DE MUESTREO: PUNTUAL	
FECHA DE MUESTREO: 2015-11-10		FECHA DE RECEPCION DE MUESTRAS: 2015-11-17	
FECHA DE ANALISIS: 2015-11-17 AL 2015-11-26			
Rango de Temperatura Ambiente Durante los Ensayos (°C): 13 - 36 - Humedad Relativa Durante los Ensayos (%): < 80			

PARAMETRO	UNIDADES	TECNICA ANALITICA	METODO	ORMOQUA REP		LIMITE PROTOCOLO DE LOUISIANA 208 CAPITULO 3
				1	2	
pH 1-1	UNIDADES	ELECTROMETRICO	DRY LAB EPA 8040 Rev 4/2004	ANTEK 186720	ANTEK 186721	8 - 9
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	mmhos/cm	ELECTROMETRICO (1)	NTC 5566	0,062	0,103	N.E.
GRASAS Y ACEITES	%	EXTRACCION POR ULTRASONIDO / INFRARROJO	180-AA-1-5-9CF-2008 - SM 550C	4,27	4,49	<1
HIDROCARBUROS TOTALES	%	EXTRACCION POR ULTRASONIDO / INFRARROJO	180-AA-1-5-9CF-2008 Y SM 550C F	4,19	4,58	N.E.
HIDROCARBUROS PETROGENICOS	mg/kg (ppm)	CRONATOGRAMA DE GASES - FI	EPA 325C - EPA 8015D	18 600	15 400	N.E.

N.E.: NO ESTABLECIDA - NO APLICA NOTA RESULTADOS EXPRESADOS EN BASE SECA. NOTA: LAS UNIDADES DE mg/kg SON EQUIVALENTES A ppm

OBSERVACIONES:


METODO DE ANALISIS UTILIZADO: STANDARD METHODS FOR THE DRAINAGE OF WATER & WASTEWATER 22nd EDITION 2012, APHA, AWWA, WEF. NORMA MEXICANA NMX-AA-145-9CF-2008, ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY EPA 8040, REVISION 4/2004, EPA 8040-RSV 21896, EPA 8015D REVISION 4 JUNIO 2003, EPA 325C REVISION 3 FEBRERO DE 2007, NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 5566 36 DE MARZO DE 2008

ANEXOS A GITE INFORME:
ANEXO 1: CRONATOGRAMA (2HORA)

ESTE RESULTADO ES VALIDO PARA LOS OBJETIVOS INDICADOS, PRECISAR LA REPRESENTACION POPULAR DE ESTE SISTEMA EN ESTACIONES DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA. LOS RESULTADOS DE LOS ENsayos NO DEBE SER UTILIZADO COMO UNA REPRESENTACION DEL COMPORTAMIENTO GENERAL DE PRODUCTOS COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CONTROL DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS LABORATORIOS CON LOS QUE SE ASOCIAMOS PARA LOS ANALISIS POR EL RESULTADO DE PRODUCCION, MANEJO Y DISTRIBUCION DE AGUA EN EL CASO DE UN COMPORTAMIENTO ANOMALO DEL SISTEMA DE MONITOREO MULTIPUNTO DE AGUA POTABLE PARA LA ENTIDAD ASOCIACIONES COOPERATIVAS, SE ASOCIAN EN VERTICES PARA EL CONTROL DEL AGUA POTABLE EN EL CASO DE UN COMPORTAMIENTO ANOMALO Y COORDINAR EL SISTEMA DE MONITOREO MULTIPUNTO. Y LOS RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE CALIDAD DEL AGUA POTABLE PARA LA ENTIDAD ASOCIACIONES COOPERATIVAS Y PRODUCCION PARA COMERCIALIZACION NACIONAL.

ANTEK - Colombia S.A.S. - BOGOTÁ - AV. CALLES 145 N° 100 - TEL: 310 450 4500

REVISO


P.O. ANA CATALINA ROA
Jefe de Laboratorio

AUTORIZO


P.O. LUIS ARTURO SUSPES
Director Técnico y Laboratorio



MUESTREO # 2.



REPORTE DE RESULTADOS DE LABORATORIO No. S-1277-15

Bogotá D.C., Diciembre 10 de 2015

Página 1 de 2

DATOS DEL CLIENTE		IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	
COLTANQUES S.A.S JONATHAN CASTAÑEDA CARRERA 88 Nº 17 B 40 422223 Ec. 151 jonathan.castaneda@coltanques.com.co		PRODUCTOMATRIZ: SUELO MUESTREO A CARGO DE: CLIENTE PROCEDIMIENTO DE MUESTREO: N.A. PLAN DE MUESTREO ANTEK No.: N.A. IDENTIFICACION DE MONITOREO: N.E. NUMERO TOTAL DE MUESTRAS: 4 LUGAR DE MUESTREO: VEREDA EL HATILLO FINCA LA SIERRA TIPO DE MUESTREO: PLANTAL	
FECHA DE MUESTREO: 2015-11-22	FECHA DE RECEPCION DE MUESTRAS: 2015-11-23	FECHA DE ANALISIS: 2015-11-23 AL 2015-12-01	
Rango de Temperatura Ambiente Durante los Ensayos (°C): 15 - 35 - Humedad Relativa Durante los Ensayos (%): < 90			

PARAMETRO	UNIDADES	TECNICA ANALITICA	METODO	ORINOQUIA REF 1	ORINOQUIA REF 2	LIMITES PROTOCOLO DE LOUISIANA 2002
pH 1:1		ELECTROMETRICO	SH 990 (RA 9040), Rev 40004	ANTEK 157241	ANTEK 157242	CAPITULO 2
				5,42	5,72	8 - 9
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	mmhos/cm	ELECTROMETRICO 1:5	HTC 2506	0,114	0,099	N.E.
GRASAS Y ACEITES	%	EXTRACCION POR ULTRASONIDO / INFRARROJO	M80-AA-145-9231-2008 - SM 2500C	5,34	2,78	<1
HIROCARBUROS TOTALES	%	EXTRACCION POR ULTRASONIDO / INFRARROJO	M80-AA-145-9231-2008 Y SM 9530 C-F	5,28	2,74	N.E.
HIROCARBUROS PETROGENICOS	mg/kg (ppm)	CRONATOGRAFIA DE GASEOS - FD	9PA 3250C - 9PA 9115D	11 500	12 700	N.E.

N.E.: NO ESTABLECIDO. N.A.: NO APLICA. NOTA: RESULTADOS EXPRESADOS EN BASE SECA. NOTA: LAS UNIDADES DE mg/kg SON EQUIVALENTES A ppm

OBSERVACIONES:

METODO DE ANALISIS UTILIZADO: STANDARD METHODS FOR THE DETERMINATION OF WATER & WASTEWATER 23rd EDITION 2012, APHA, AWWA, WEF. NORMA MECOCHANA M80-AA-145-9231-2008, ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY EPA 8200, REVISION 40004 EPA 8200 REV 2-1996, NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 2506 28 DE MARZO DE 2008.

ANEXOS A DITE (NORMAS):
ANEXO 1: CRONATOGRAMAS (D-HSM)

RESULTADOS ANALISIS LABORATORIO ANTEK - ANÁLISIS DE AGUAS: PRESENTA LA REPRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS ANALITICOS DE LA MUESTRA. LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER USADOS COMO ÚNICA EVIDENCIA DE CONFORMACIÓN CON NORMAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS USUARIOS QUE QUIERAN SERIFICAR LOS RESULTADOS DEBEN CONSULTAR CON EL INSTITUTO DE INVESTIGACION Y CALIFICACIONES TECNOLÓGICAS DEL COLOMBIA (ICAT) PARA EL MANEJO DE SISTEMAS DE CALIDAD. PARA MÁS INFORMACIÓN LABORATORIO ANTEK S.A.S. CONTACTAR AL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS DEL COLOMBIA (ICAT) EN EL ÁREA DE CALIDAD AMBIENTAL (C.A.A.) EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ. TELÉFONO: (57) 1 895 2333. CORREO: info@anteksa.com. WWW: www.anteksa.com

ANTEK - INFORMAR LOS RESULTADOS ANTES DE LA ENTREGA

REVISÓ:

P.Q. ANA CATALINA ROA
Jefe de Laboratorio

AUTORIZÓ:

P.Q. LUIS ARTURO SUSPER
Dirección Técnica y Laboratorio



MUESTREO # 3.



REPORTE DE RESULTADOS DE LABORATORIO No. S-1348-15

Bogotá D.C., Diciembre 18 de 2015

Página 1 de 2

DATOS DEL CLIENTE		IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	
COLTANQUES S.A.S. JOHNATHAN CASTAÑEDA CARRETERA 86 N° 17 D 40 4022300 EXT: 151 jhrcastan.casandee@coltanques.com.co		PRODUCTO/MATRIZ: SUELO MUESTREO A CARGO DE: CLIENTE PROCEDIMIENTO DE MUESTREO: N.A. PLAN DE MUESTREO ANTEK No.: N.A. IDENTIFICACION DE MONITOREO: N.E. NUMERO TOTAL DE MUESTRAS: 4 LUGAR DE MUESTREO: PACHO - CLINDINAMARCA TIPO DE MUESTREO: PUNTUAL	
FECHA DE MUESTREO: 2015-11-26		FECHA DE RECEPCION DE MUESTRAS: 2015-11-00	
FECHA DE ANALISIS: 2015-11-00 AL 2015-12-11			
Rango de Temperatura Ambiente Durante los Ensayos (°C): 15 - 35 ; Humedad Relativa Durante los Ensayos (%): < 80			

PARAMETRO	UNIDADES	TECNICA ANALITICA	METODO	OPONGUA REP 1	OPONGUA REP 2	LIMITE PREVISTO DEL LEGISLAO DE COLOMBIA 2008
				ANTEK 162877	ANTEK 162878	
pH ± 1		ELECTROMETRICO	SW 949/93A 90450 Pw 45509	7,87	7,45	8 - 9
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	µmhos/cm	ELECTROMETRICO 1.5	NTC 50M	0,159	0,109	N.E.
GRASAS Y ACEITES	%	EXTRACCION POR ULTRASONIDO / INFRARROJO	MX-AA-145-9CF-2008-9M 5400	1,45	1,85	<1
HIDROCARBUROS TOTALES	%	EXTRACCION POR ULTRASONIDO / INFRARROJO	MX-AA-145-9CF-2008-Y 9M 5400-CF	1,43	1,83	N.E.
HIDROCARBUROS PETROGENICOS	%	CRONATOGRAFIA DE GASES - FID	EPA 8210C - EPA 8210B	0,817	0,804	N.E.

N.E. : NO ESTABILIZADO N.A. : NO APLICA NOTA RESULTADOS EXPRESADOS EN BASE HUEGOS

OBSERVACIONES:

METODO DE ANALISIS UTILIZADO: STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER & WASTEWATER 22nd EDITION 2012, APHA, AWWA, WEF. NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 50M 28 DE MARZO DE 2008, ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY EPA 801D. REVISION 4 JUNIO 2003. EPA 3010: DICIEMBRE DE 1998 REV 3, NORMA MEXICANA MX-AA-145-9CF-2008 ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY EPA 804E, REVISION 4000A.

ANEXOS A ESTE INFORME:

ANEXO 2: CRONATOGRAMAS (2-4-9M)

ES UN DOCUMENTO INFORMATIVO QUE NO GARANTIZA LA CALIDAD DE LOS RESULTADOS ANALITICOS, PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL SIN AUTORIZACION POR ESCRITO DEL LABORATORIO. UN REGISTRO DE LOS RESULTADOS ANALITICOS SE ENCONTRO EN EL SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD DEL LABORATORIO. LOS RESULTADOS QUE SE PRESENTAN EN ESTE INFORME SON UNO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL LABORATORIO ANTEK SA S.A. EN EL MOMENTO DE LA EJECUCION DEL SERVICIO. EL CLIENTE DEBE SER CONSCIENTE DE QUE LOS RESULTADOS ANALITICOS OBTENIDOS EN ESTE INFORME SON UNO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL LABORATORIO ANTEK SA S.A. EN EL MOMENTO DE LA EJECUCION DEL SERVICIO. EL CLIENTE DEBE SER CONSCIENTE DE QUE LOS RESULTADOS ANALITICOS OBTENIDOS EN ESTE INFORME SON UNO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL LABORATORIO ANTEK SA S.A. EN EL MOMENTO DE LA EJECUCION DEL SERVICIO. EL CLIENTE DEBE SER CONSCIENTE DE QUE LOS RESULTADOS ANALITICOS OBTENIDOS EN ESTE INFORME SON UNO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL LABORATORIO ANTEK SA S.A. EN EL MOMENTO DE LA EJECUCION DEL SERVICIO.

ANTEK - UNIV. VINA DEL MAR - BOGOTA - CALDAS - COLOMBIA

REVISO

P.Q. ANA CATALINA ROA
Jefe de Laboratorio

AUTORIZO

P.Q. LUIS ARJUNO SUSPES
Director Técnico y Laboratorio

