

Monterrey Nuevo León, a 06 de septiembre de 2016

Sin. D2628915

1. DATOS DE INFORMACIÓN DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN

1.1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente Programa de Remediación (PR) fue elaborado por ISALI, S.A. de C.V. (ISALI) e informa sobre las actividades desarrolladas, los resultados y conclusiones obtenidos en la caracterización de suelo y subsuelo contaminado con hidrocarburos, debido al derrame de Diésel manifestándose la cantidad derramada de **aproximadamente 43,000 L**. Este derrame se originó por el accidente de una unidad propiedad de la empresa **TRANS-ENERGÉTICOS, S.A. de C.V.**, ocurrido el 07 de noviembre de 2015 en el **Km. 089 + 700 de la Carretera (190) México – Ciudad Cuauhtémoc, tramo Totolapan – El Camarón, municipio de San Pablo Etlá, estado de Oaxaca**.

Con el fin de dar cumplimiento a las disposiciones ambientales vigentes en materia de suelos contaminados, se ha elaborado el presente Programa de Remediación. En éste se detallan las características del sitio del accidente, los procedimientos empleados para su caracterización, los resultados de los estudios y análisis realizados, el diagnóstico y las conclusiones correspondientes conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, así como la propuesta de remediación adecuada.

El resultado de los análisis indica que las muestras tomadas en el sitio del derrame superan los Límites Máximos Permisibles (LMP) para Hidrocarburos Fracción Media (HFM) establecidos en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. Debido a esta razón, un **volumen total de 556.5 m³** de material edáfico contaminado con **Diésel** debe ser sometido a un proceso de biorremediación mediante la técnica **Biorremediación por Landfarming a un lado del sitio contaminado**.

Por otra parte y en virtud, de que el presente caso que nos ocupa se trata de una emergencia ambiental, tal y como lo establece el artículo 132 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, los trabajos de remediación propuestos en el presente programa darán inicio el próximo **03-tres de octubre de 2016-dos mil dieciséis**, atento a lo dispuesto en el artículo 135 del mismo ordenamiento legal.

Firma y Nombre de la persona física
Artículo 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

Firma y Nombre de la persona física
Artículo 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

1.2. ANTECEDENTES DEL DERRAME

1.2.1. Derrame y diligencias

El accidente ocurrió el día 07 de noviembre de 2015 en el **Km. 089 + 700 de la Carretera (190) México – Ciudad Cuauhtémoc, tramo Totolapan – El Camarón, municipio de San Pablo Etla, estado de Oaxaca** (*Anexo I – Dictamen Técnico de Hechos de Tránsito 226/2015*). En el sitio se derramó **Diésel** (*Anexo II – Carta Porte*) manifestándose la cantidad derramada de **aproximadamente 43,000 L.**

La empresa **TRANS-ENERGÉTICOS, S.A. de C.V.** dio aviso formal del derrame a la Dirección General de Supervisión, Inspección y Vigilancia Comercial de la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente) ingresando escrito ante dicha Dependencia mediante correo certificado conteniendo como anexos el formato de Aviso Inmediato PROFEPA-03-017-A y la Formalización de Aviso PROFEPA-03-017-B (*Anexo III – Aviso de derrame y ticket SEPOMEX*).

Personal de ISALI, S.A. de C.V. hizo acto de presencia en el sitio de derrame capturando exposiciones digitales del mismo (*Anexo IV – Fotográfico – Visita inicial*).

1.3. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA CONTAMINACIÓN

El transportista responsable del derrame es la empresa **TRANS-ENERGÉTICOS, S.A. de C.V.** cuya actividad es el transporte federal de carga especializado (Clave CMAP 711203, Servicios de autotransporte de carga especializado). Los datos generales son lo siguientes:

**Dirección, Teléfono y correo electrónico del Representante Legal
Artículo 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la
LGTAIP**

1.4. UBICACIÓN E INFORMACIÓN GENERAL DE SAN PABLO ETLA¹

El municipio de San Pablo Etlá se localiza en la parte central del estado, en la región de los Valles Centrales, y pertenece al Distrito de Etlá, se ubica en las coordenadas 96°46' Longitud Oeste, 17°09' Latitud Norte y a una altura de 1,630 msnm.

Limita al Norte con los municipios de San Agustín Etlá y Villa de Etlá; al Sur con Oaxaca de Juárez, San Jacinto Amilpas y Santa María Atzompa; al Oriente con San Agustín Etlá; al poniente con Guadalupe Etlá. Su distancia aproximada a la capital del estado es de 16 Km.

La superficie total del municipio es de 41.70 Km² y la superficie del municipio en relación al estado es del 0.05%.

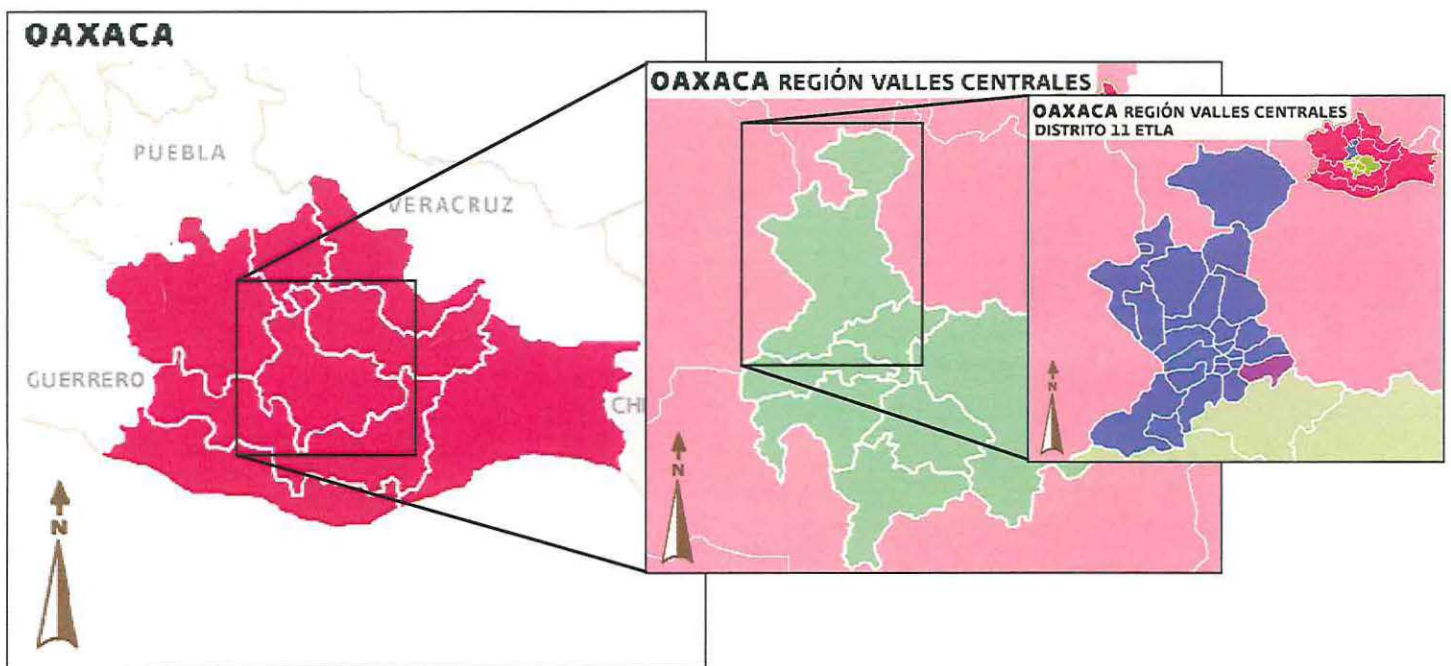


Figura No. 1.1. Ubicación del municipio de San Pablo Etlá.

¹ Enciclopedia de los Municipios de México. www.inafed.gob.mx

1.5. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO DEL DERRAME

La ubicación del sitio de derrame es en el Km. 089 + 700 de la Carretera (190) México – Ciudad Cuauhtémoc, tramo Totolapan – El Camarón, municipio de San Pablo Etlá, estado de Oaxaca. En el sitio se derramaron aproximadamente 43,000 L de Diésel, su ubicación geográfica se señala en la Tabla No. 1.1.

Tabla No. 1.1. Ubicación geográfica del sitio del accidente	
Latitud Norte	Longitud Oeste
16° 40' 37.02"	96° 14' 41.22"
UTM ²	
14Q 0793867 1845847	

El sitio del derrame se ubica en el derecho de vía de la Carretera No.190, el cual se describe topográficamente como una meseta y un pequeño valle, con una pendiente aproximada de 45°. En los alrededores se observa vegetación típica de la región. Es importante mencionar que el sitio del accidente se ubica dentro de la región de los Valles Centrales, en el distrito de Etlá ("donde abunda el frijol"), zona donde se encuentra el sistema montañoso de la Sierra Madre del Sur. La zona donde ocurrió el derrame es un tramo sumamente sinuoso de la Carretera antes mencionada.

No se observan cuerpos de agua superficiales ni subterráneos cerca del sitio de derrame.

Aproximadamente a 8.92 Km del sitio de impacto se encuentra ubicada la cabecera municipal de San Pedro Totolapan, Oaxaca.

Esta ubicación se ilustra en la Figura No. 1.2.³

² Sistemas de Coordenadas Universal Transversal de Mercator.

³ Carta Topográfica 1: 1 000 000 México. INEGI, México.

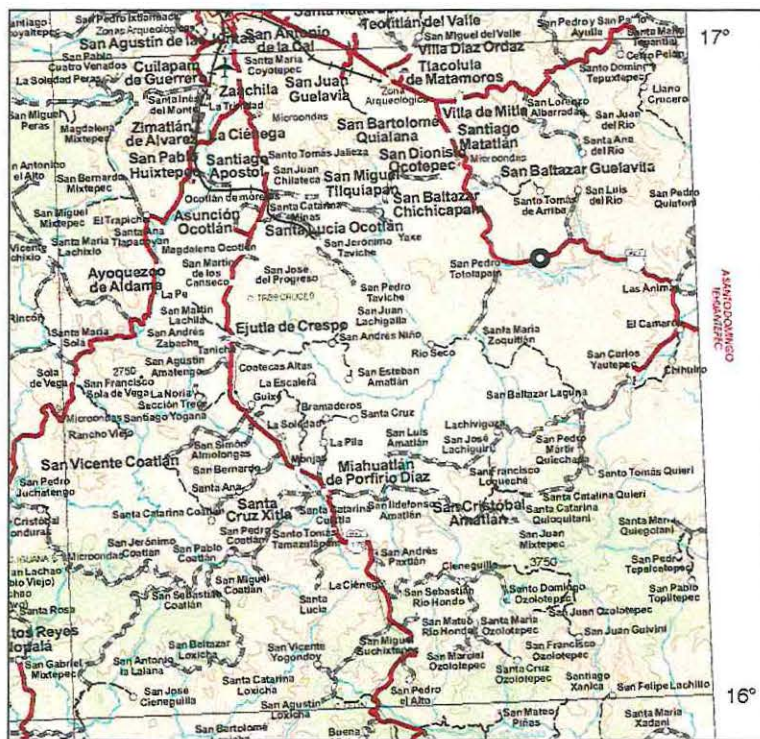


Figura No. 1.2. Ubicación local del sitio del derrame (Topografía)

● 14Q 0793867 1845847

1.6. PROPIEDADES DE LA SUSTANCIA DERRAMADA – DIÉSEL

El Diesel es un derivado del petróleo que está formado principalmente por compuestos parafínicos, naftalénicos y aromáticos. El número de carbonos es bastante fijo y se encuentra entre el C10 y C22. Tiene una densidad de 0.865 Kg. / L a 15.5 ° C & 760 mmHg.

Al igual que el petróleo crudo, el Diesel, es una mezcla de numerosos hidrocarburos parafínicos, aromáticos y compuestos heterocíclicos que contienen azufre, nitrógeno y oxígeno; casi en su totalidad solubles en sulfuro de carbono 12. Dentro de los compuestos cíclicos que contiene el diésel se encuentran los Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAPs).

Los HAPs constituyen un grupo de contaminantes considerado de estudio prioritario debido a sus propiedades mutagénicas, tóxicas y cancerígenas. Una gran variedad de estos compuestos orgánicos no volátiles pueden ser encontrados en el petróleo contaminante de suelo en donde los niveles de estos varían, pero generalmente altas concentraciones pueden ser encontradas en los derrames de hidrocarburos. Los HAPs consisten en 2 o más anillos bencénicos ya sean en forma simple o múltiple formando cadenas.

1.7. USO DE SUELO

En el sitio del derrame existe la presencia de **selva baja caducifolia**, la cual es un tipo de selva que puede alcanzar los 15m o un poco más desarrollándose en climas cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos, donde la mayoría (75 - 100%) de los individuos que la forman tiran las hojas en la época seca que es muy prolongada (6-8 meses); los árboles dominantes, por lo común son inermes. Se distribuye ampliamente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje, en muchas partes del país y puede estar en contacto con selvas medianas, bosques y matorrales de zonas semiáridas. Son comunes las comunidades de *Bursera spp.* (Chupandía), *Lysiloma spp.* (Tepeguajes), *Jacaratia mexicana* (Bonete), *Ipomoea spp.* (Cazahuates), *Pseudobombax palmeri* (Amapola), *Erithryna spp.* (Colorín), *Ceiba spp.* (Pochote), *Cordia spp.* (Cuerano)⁴.

Cabe señalar que el suelo impactado por el derrame de Diésel donde se suscitó la volcadura pertenece al derecho de vía de la Carretera No.190, por otro lado, el suelo impactado producto del derrame del hidrocarburo tiene un uso de suelo Agrícola de tipo selva baja caducifolia de acuerdo a la Carta de uso de suelo y vegetación 1: 1 000 000 México. INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía).

⁴ Carta de uso de suelo y vegetación 1: 1 000 000 México. INEGI. México.

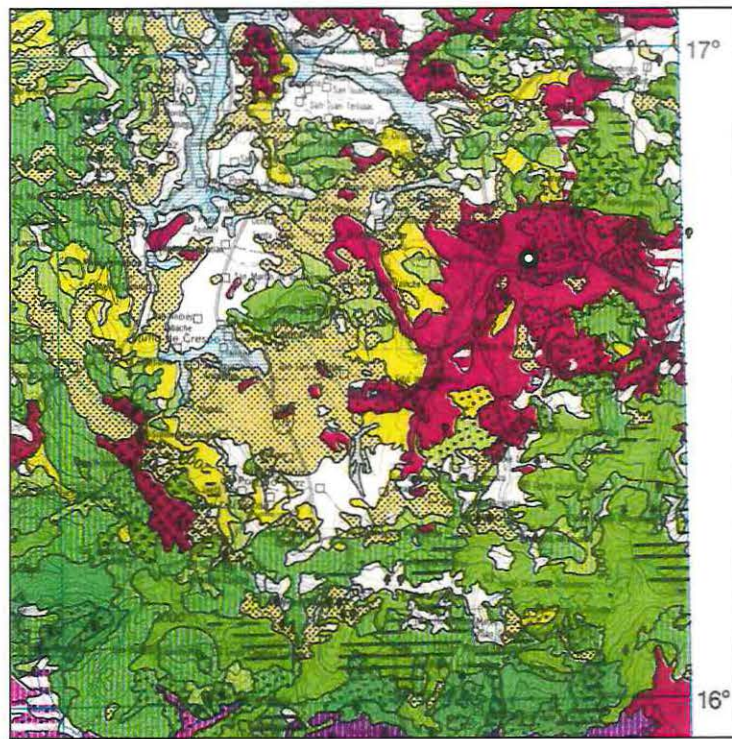


Figura No. 1.3. Coordenadas del sitio de derrame y su correspondiente uso de suelo y vegetación.

● 14Q 0793867 1845847

1.8. EDAFOLOGÍA⁵

El sitio del derrame presenta la siguiente clasificación del suelo:

I + Re + Hh / 2

Suelo predominante: I – Litosol

Suelo secundario: Re – Regosol eútrico

Suelo terciario: Hh – Feozem háplico

Textura del suelo⁶: 2 – Media (Limosa)

Fase física⁷: No presenta fase física

Fase química⁸: No presenta fase química

El **Litosol** es un suelo de distribución muy amplia, se encuentra en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación, son suelos sin desarrollo, con profundidad menor de 10 cm., tienen características muy variables; según el material que los forma, pues pueden ser fértiles o infértiles, arenosos o arcillosos. Su susceptibilidad a la erosión depende de la zona donde se encuentren, pudiendo ser desde moderada a alta. Se localizan en las sierras, en laderas, barrancas y malpaís, así como en lomeríos y algunos terrenos planos.

El término **Regosol** deriva del vocablo griego "*rhegos*" que significa sábana, haciendo alusión al manto de alteración que cubre la tierra. Se desarrollan sobre materiales no consolidados, alterados y de textura fina. Aparecen en cualquier zona climática sin permafrost y a cualquier altitud. Son muy comunes en zonas áridas, en los trópicos secos y en las regiones montañosas.

El término **Feozem** deriva del vocablo griego "*phaios*" que significa oscuro y del ruso "*zemlja*" que significa tierra, haciendo alusión al color oscuro de su horizonte superficial, debido al alto contenido en materia orgánica. El material original lo constituye un amplio rango de materiales no consolidados; destacan los depósitos glaciares y el loess con predominio de los de carácter básico. Se asocian a regiones con un clima suficientemente húmedo para que exista lavado pero con una estación seca; el clima puede ir de cálido a frío y van de la zona templada a las tierras altas tropicales. El relieve es llano o suavemente ondulado y la vegetación de matorral tipo estepa o de bosque⁹.

⁵ Carta Edafología 1: 1 000 000 México. INEGI. México.

⁶ Proporción porcentual de las partículas minerales (arena, limo y arcilla) que constituyen el suelo, en los 30 cm. de profundidad.

⁷ Característica de suelo definida de acuerdo con la presencia y abundancia de grava, piedra o capas fuertemente cementadas, que impiden o limitan el uso agrícola del suelo. Se presentan a profundidades variables, siempre menores a 100 cm.

⁸ Presencia de sales solubles, sodio intercambiable o ambas por lo menos en una parte del suelo, a menos de 125 cm de profundidad.

⁹ Base de Datos Geográficos. Diccionario de Datos Edafológicos (Alfanumérico). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)

1.9. CLIMA

El clima en el municipio de San Pablo Etlá es templado con pocas variantes durante el año.

1.10. HIDROLOGÍA

En el municipio de San Pablo Etla, los principales ríos son: el Río Molino y el Río Gusano, estos ríos desembocan en el río Atoyac.

Tal como se mencionó anteriormente, no se observan cuerpos de agua superficiales ni subterráneos cerca del sitio de derrame, por lo cual se descarta dar aviso a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Según la Carta de Aguas Subterráneas 1: 1 000 000 México del INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), la zona del derrame presenta un tipo de **material consolidado** con posibilidades de infiltración **media**¹² (Ver Figura 1.5.).

¹² Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas 1: 1 000 000 México. INEGI. México.

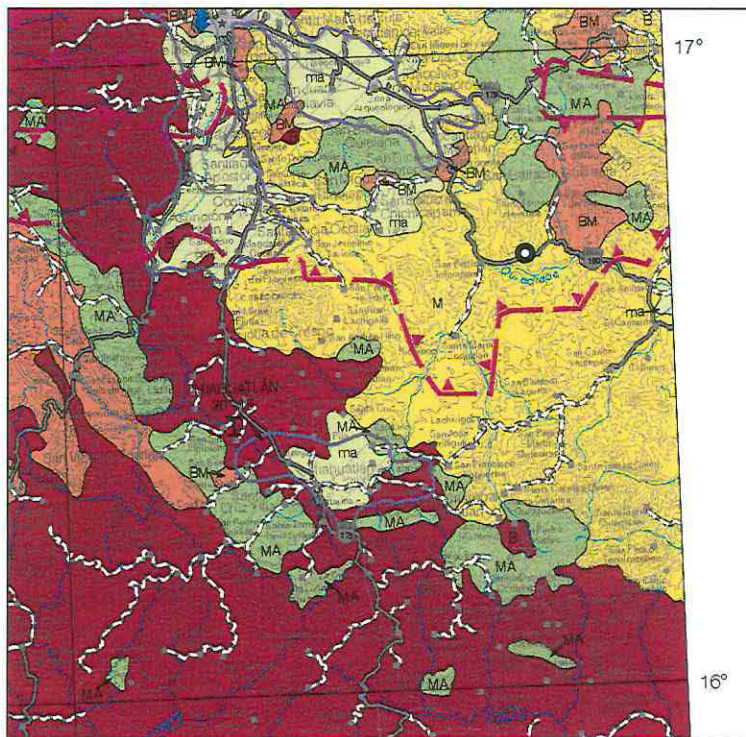


Figura No. 1.5. Coordenadas del sitio de derrame y su correspondiente hidrología subterránea.

● 14Q 0793867 1845847

1.11. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El conjunto de operaciones necesarias para determinar la ubicación geográfica del sitio contaminado, la superficie de la mancha originada por el derrame y los niveles de la superficie de dicho lugar, se conoce como Levantamiento Topográfico (LT). La utilidad de la información proporcionada por el LT en la caracterización del sitio impactado es fundamental, del levantamiento topográfico podemos resaltar:

- Establece de forma precisa la ubicación del sitio del derrame la cual tiene como coordenadas de referencia 16° 40' 37.02" Latitud Norte y 96° 14' 41.22" Longitud Oeste, en el **Km. 089 + 700 de la Carretera (190) México – Ciudad Cuauhtémoc, tramo Totolapan – El Camarón, municipio de San Pablo Etlá, estado de Oaxaca**, con la finalidad de que éste sea localizado por cualquier persona involucrada o interesada en la caracterización y/o remediación.
- Determina la superficie total impactada de suelo natural con un área de 315 m².
- El movimiento horizontal de la sustancia derramada está determinada por lo accidentado del terreno (curvas de nivel¹³), además el comportamiento de la migración del contaminante está en función de las características del sitio, desplazándose en dirección predominante hacia el Norte y Oeste.

El LT para este proyecto fue realizado por la Arq. Marcela Huerta López, quien tiene experiencia y especialidad en Topografía. La información obtenida en el LT en campo, es procesada en gabinete mediante el software denominado Auto CAD, para así obtener el plano correspondiente.

El plano del Levantamiento Topográfico y su respectivo plano isométrico, el cual incluye profundidades y concentraciones de hidrocarburos, forman el *Anexo V*.

En el plano adjunto encontraremos lo siguiente:

1.11.1. Localización del área impactada

Vista en planta, la cual es una representación gráfica bidimensional de un proyecto, ubicación y dimensiones, o partes del mismo sobre un plano horizontal visto desde arriba. También llamada planta y proyección horizontal. Proyecta la siguiente información:

¹³ Una curva de nivel es aquella línea que en un mapa une todos los puntos que tienen igualdad de condiciones y de altura o cota.

- Nombre y Escala de la figura representada en la ventana.
- Avenidas, Carreteras y/o Autopistas que cruzan por el sitio, con divisiones de carril, acotamientos, sentido en el que circulan y próximo destino.
- Puntos de muestreo.
- Intervalos de las curvas de nivel (elevaciones).

1.11.2. Isométrico

Tipo de proyección en tres dimensiones donde el plano está dibujado paralelamente a los correspondientes ejes y en escalas de magnitud real; generalmente las horizontales están dibujadas a 30 grados de la normal del eje horizontal y las verticales permanecen paralelas a la normal del eje vertical.

1.11.3. Cuadro de muestreo

Contiene los puntos de muestreo en el sitio con las denominaciones, referencias y valores que se den en los resultados de los análisis químicos del contaminante.

1.11.4. Proyección de concentraciones

Proyecta una simulación del comportamiento vertical y horizontal de la pluma del contaminante derramado en base a los resultados obtenidos del análisis realizado por un laboratorio de pruebas analíticas a las muestras recolectadas en sitio impactado.

1.11.5. Cuadro de construcción

Tabla que contiene los datos geográficos para la construcción y ubicación de un polígono en un espacio determinado.

1.11.6. Cuadro de datos

Contiene la siguiente información técnica:

- nombre de proyecto,
- autor,
- escala del plano,
- tipo del plano,
- disciplina,
- ubicación,
- empresa responsable de la contaminación,
- sustancia derramada,
- orientación geográfica,
- georeferenciado con coordenadas UTM, y,
- firma

1.12. PLAN DE MUESTREO INICIAL

1.12.1. Objetivo

El presente plan tiene como objetivo referenciar las actividades y requerimientos de la norma aplicable y/o lo establecido por las autoridades ambientales, para este caso en particular se cumplirá lo señalado en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

1.12.2. Actividades y tiempos de ejecución

ACTIVIDAD	TIEMPO DE EJECUCIÓN*	RESPONSABLE
Ubicación en sitio de muestreo	Dependerá de la distancia y punto de partida del personal involucrado	Todos los involucrados
Ubicación y georeferenciación de puntos de muestreo	10 minutos	Responsable técnico
Toma de muestras	30 minutos cada muestra**	Laboratorio
Lavado del equipo	25 minutos	Laboratorio
Envasado, etiquetado y sellado de muestras	20 minutos	Laboratorio
Llenado de cadena(s) de custodia y papelería de campo	25 minutos	Laboratorio
Toma de evidencia fotográfica	15 minutos	Responsable técnico
Elaboración de documento oficial (acta, minuta, etc.)	Dependerá del tipo de documento y de personal de cada Dependencia	ASEA

*Tiempo total que se destinará a cada actividad durante todo el proceso de ejecución de la toma de muestras.

**Este tiempo es estimado y dependerá de las condiciones del sitio en el momento de la toma de muestra.

1.12.3. Personal involucrado y sus responsabilidades

- **Inspector (es) de la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente):** Dar fe de los hechos u omisiones sobre la toma de muestras.
- **Representante Legal de TRANS-ENERGÉTICOS, S.A. de C.V.:** Fungir como representante y primer interesado de la atención al derrame de Diésel, o en su defecto el representante de la empresa.
- **Personal de ISALI, S.A. de C.V. (ISALI):** Dirigir la toma de muestras en base al presente plan y hacer cumplir las actividades de muestreo establecidas en la Normatividad vigente.
- **Personal de Laboratorio:** Realizar la toma de muestras bajo las especificaciones del presente plan y de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, así como de las recomendaciones de ASEA e ISALI. El laboratorio cuenta con acreditación ante la Entidad Mexicana de Acreditación A.C. (ema®) y su aprobación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) para muestreo de suelo.

1.12.4. Sitio de muestreo

Características.

De acuerdo con la cartografía del sitio impactado, éste presenta un suelo de textura limosa con un tipo de infiltración media y material consolidado. En el sitio existe la presencia de vegetación típica de la región. El hidrocarburo impactó parte de derecho de vía de la Carretera No. 190, el cual topográficamente se describe como una meseta y un pequeño valle, con una pendiente de aproximadamente 45°.

Aproximadamente a 8.92 Km del sitio de impacto se encuentra ubicada la cabecera municipal de San Pedro Totolapan.

Superficie del polígono del sitio.

La superficie del polígono del sitio es de un área total impactada de aproximadamente 315 m².

Superficie de la zona o zonas de muestreo.

La superficie de la zona de muestreo es de 315 m² correspondiente al área impactada.

1.12.5. Hidrocarburos a analizar

Los parámetros a analizar en función del producto derramado, siendo Diésel, y en base a la Tabla No. 1 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, fueron los siguientes.

Hidrocarburos Fracción Ligera	Hidrocarburos Fracción Media	Hidrocarburos Fracción Pesada	BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno, Xilenos)	HAP (Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares)	Humedad	PH
	X			X	X	X

1.12.6. Muestreo

Método de Muestreo.

El método de muestreo fue dirigido, debido a que se cuenta con información previa del sitio, se conoce el producto derramado y se conoce el área total impactada la cual es de

aproximadamente 315 m². Los puntos fueron determinados por el personal de ISALI, S.A. de C.V. Las muestras a tomar fueron simples.

Puntos de muestreo.

En la siguiente tabla se resumen los puntos de muestreo, la identificación de las muestras, profundidad, parámetros a analizar y volumen, así como las muestras para el aseguramiento de la calidad.

Puntos de muestreo	Identificación	Profundidad (m)	Parámetros a analizar	Volumen (ml)
1	MI-TE-SPE-20-01	0.60	HFM, HAP, H	235
DUPLICADO	MI-TE-SPE-20-01-D	0.60		
2	MI-TE-SPE-20-02	1.10		
3	MI-TE-SPE-20-03	0.50		
4	MI-TE-SPE-20-04	0.25		
TESTIGO	MI-TE-SPE-20-T	Superficial	PH, H	

Superficial 0 – 0.05 m

En base a la Tabla No. 4 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, se determinaron 04 (cuatro) puntos de muestreo en suelo distribuidos en el área impactada, tomando una muestra simple en cada uno de ellos, adicional se tomó 01 (un) testigo fuera del área impactada, así como 01 (un) duplicado para el aseguramiento de calidad de las muestras.

La distribución y la profundidad de las muestras a recolectar de forma manual estuvo basada en función a las observaciones realizadas en campo, lo cual indica presencia de textura limosa, infiltración media y material consolidado***.

*** Carta Edafológica e Hidrológica de Aguas Subterráneas 1: 1 000 000 México. INEGI. México

Plano georeferenciado.

Ver Anexo V del presente escrito.

Equipo de muestreo.

El equipo que se utilizó para efectuar el muestreo por parte del laboratorio fue:

- Nucleador Manual (Hand auger)
- Cucharón(es)
- Frascos de vidrio
- Hielera
- Kit de limpieza
- Guantes
- GPS

Lavado de equipo.

El lavado del equipo dependió del procedimiento interno del laboratorio encargado de llevar a cabo la toma de muestras en el sitio.

1.12.7. Recipientes, preservación y transporte de muestras

Las especificaciones de los recipientes y su preservación son los señalados en la Tabla No. 5 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

Los recipientes utilizados para las muestras de suelo fueron frascos de vidrio con contratapa de teflón, dichos frascos eran nuevos, y se preservaron en hielo (4° C).

La transportación desde el sitio de la toma de muestras al laboratorio corrió a cargo del personal del Laboratorio, las muestras se transportaron en hieleras plásticas.

Cada muestra fue sellada y etiquetada inmediatamente después de ser tomada y fue entregada para su análisis, todos los sellos contaron con el número o clave única de la muestra.

Todas las etiquetas llevaron la siguiente información: iniciales de la persona que tomó la muestra las cuales debieron coincidir con los datos asentados en la cadena de custodia, fecha y hora en que se tomó la muestra, y número o clave única misma que la del sello.

1.12.8. Medidas y equipo de seguridad

El personal de laboratorio utilizó el equipo de protección personal adecuado según las condiciones que se requirieron en el sitio, con el fin de proporcionar las condiciones básicas de seguridad necesarias al personal que participó en la toma y manejo de las muestras.

1.12.9. Aseguramiento de calidad del muestreo

Además de la toma de muestra del duplicado, y con el fin de evitar contaminación cruzada en las muestras, el equipo utilizado en este muestreo fue lavado entre cada toma de muestras con los siguientes aditamentos:

- Agua destilada y/o purificada
- Jabón libre de fosfatos
- Cepillo de nylon
- Papel de secado

Con el objetivo de que las muestras fueran recibidas de forma íntegra por el laboratorio que les practicara los ensayos químicos correspondientes, las medidas de seguridad en la calidad en la toma de ellas fueron de suma importancia. De forma general, los criterios que se tomaron en el aseguramiento de calidad y que el personal del laboratorio realizó son los siguientes:

- **Control documental:** Cada una de las actividades realizadas fueron apegadas al presente plan y registradas con el objetivo de tener la documentación probatoria de lo que se ha hecho, en caso de que exista alguna variación de las actividades mencionadas en el presente plan se registrarán como desviaciones de campo.

Para este muestreo se tienen los siguientes documentos:

- Cadena(s) de custodia
- Hoja(s) de campo



1.13. PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DEL MUESTREO INICIAL

El muestreo inicial se ejecutó el 29 de marzo de 2016, dando aviso previo a la Dirección General de Supervisión, Inspección y Vigilancia Comercial de la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente) en fecha 14 de marzo de 2016 (*Anexo VI – Acuse de Invitación a Muestreo Inicial*), en el sitio estuvieron presentes las siguientes personas:

- CC. Karina Quechuleño López y Oscar Emmanuel García Santos, Inspectores Federales adscritos a la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente)
- **Nombre de la Persona física**, en representación de la empresa TRANS-ENERGÉTICOS, S.A. de C.V. y de la empresa ISALI, S.A. de C.V.
- **Nombre de la Persona física** por parte de EHS Labs de México, S.A. de C.V. encargado de la toma de muestras y su respectivo análisis.

Lo ahí observado quedó plasmado Acta de Inspección No. ASEA/UGSIVC/DGSIVC/5S.2.1/VE-804-AI/2016 de fecha 29 de marzo de 2016, en cumplimiento a la Orden de Inspección No. ASEA/UGSIVC/DGSIVC/5S.2.1/VE-804-OI/2016 (*Anexo VII – Orden y Acta de Inspección ASEA*), además personal de ISALI, S.A. de C.V. plasmó las actividades realizadas en bitácora de campo (*Anexo VIII – Bitácora de Campo – Muestreo Inicial*) así como en memoria fotográfica (*Anexo IX – Fotográfico – Muestreo Inicial*). El total de muestras fueron 04 (cuatro) más un (01) duplicado, además de un (01) testigo, esta información quedó registrada en la cadena de custodia (*Anexo X – Cadena de Custodia*) correspondiente, elaborada por el personal de laboratorio al momento del muestreo.

Nombre de la
Persona física
Responsable del
muestreo
Artículo 113
fracción I de la
LFTAIP y 116
primer párrafo
de la LGTAIP

Nombre de la
Persona física
Artículo 113
fracción I de la
LFTAIP y 116
primer párrafo de
la LGTAIP

1.14. RESULTADOS DE LABORATORIO

Los parámetros (hidrocarburos) que se analizaron en función del producto contaminante (Diésel) fueron Hidrocarburos Fracción Media (HFM) y HAPs (Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares), lo anterior en base a la composición del petroquímico. Y dado que estos resultados se deben reportar en base seca, se determinó el porcentaje de humedad, además se analizó el pH para la muestra testigo.

EHS Labs de México, S.A. de C.V. (EHS Labs) fue el encargado de llevar a cabo la toma de muestras en el sitio y el análisis químico a dichas muestras, contando con acreditación **No. R-0062-006/12** por parte de la Entidad Mexicana de Acreditación A.C.¹⁴ (ema®), así como su respectiva aprobación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) como laboratorio de pruebas (*Anexo XI – Acreditación y Aprobación EHS Labs*).

Los métodos empleados por el laboratorio para los diferentes parámetros se enlistan en la Tabla 1.2.

Parámetros	Métodos
HFM	NMX-AA-145-SCFI-2008
HAP	NMX-AA-146-SCFI-2008
% Humedad	Anexo AS-05 NOM-021-SEMARNAT-2000
pH	NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, Anexo B.1

Tal como lo indica el reporte emitido por el Laboratorio (*Anexo XII – Resultados de Laboratorio, Hojas de campo y Cromatogramas*).

La ubicación geográfica y profundidad de las muestras se describe a continuación en la Tabla No. 1.3.

¹⁴ www.ema.org.mx

Tabla No. 1.3. Profundidad y ubicación geográfica de las muestras tomadas			
Identificación	Profundidad (m)	Características	Coordenadas UTM
MI-TE-SPE-20-01	0.60	Húmeda, color café oscuro, suelo arcilloso, sin materia orgánica	14Q 0793859 1845850
MI-TE-SPE-20-01-D	0.60	Húmeda, color café oscuro, suelo arcilloso sin materia orgánica	14Q 0793859 1845850
MI-TE-SPE-20-02	1.10	Húmeda, color café oscuro, suelo arcilloso sin materia orgánica	14Q 0793856 1845872
MI-TE-SPE-20-03	0.50	Húmeda, color café, suelo arcillo-limoso, sin materia orgánica	14Q 0793849 1845877
MI-TE-SPE-20-04	0.25	Húmeda, color café, suelo arcillo-limoso, con materia orgánica	14Q 0793832 1845881
MI-TE-SPE-20-T	Superficial	Seca, color café claro	14Q 0793875 1845903

*Superficial 0 – 0.05 m

Los resultados obtenidos por EHS Labs de México, S.A. de C.V. se ilustran en la Tabla No. 1.4.

Tabla No. 1.4. Resultados de muestreo inicial									
Denominación	HFM (mg/Kg)	Humedad (%)	pH (U)	HAPs (mg/Kg)					
				A ¹⁵	B ¹⁶	C ¹⁷	D ¹⁸	E ¹⁹	F ²⁰
MI-TE-SPE-20-01	28070.29	7.31	A.N.R. ²¹	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TE-SPE-20-01-D	27420.25	7.03	A.N.R.	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TE-SPE-20-02	23433.87	7.47	A.N.R.	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TE-SPE-20-03	25947.49	7.33	A.N.R.	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TE-SPE-20-04	25367.36	7.61	A.N.R.	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TE-SPE-20-T	A.N.R.	1.07	7.90	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.

1.14.1. Análisis de resultados

Los Límites Máximos Permisibles (LMP) de Hidrocarburos Fracción Media, correspondientes a la sustancia derramada (Diesel)²², se señalan en la Tabla No. 1.5.

Tabla No. 1.5. Límites Máximos Permisibles Hidrocarburos Fracción Media		
Uso de suelo predominante (mg/Kg base seca)		
Agrícola ²³	Residencial ²⁴	Industrial ²⁵
1200	1200	5000

¹⁵ Benzo [a] pireno¹⁶ Dibenzo [a,h] antraceno¹⁷ Benzo [a] antraceno¹⁸ Benzo [b] fluoranteno¹⁹ Benzo [k] fluoranteno²⁰ Indeno (1,2,3-cd pireno)²¹ Análisis No Realizado²² Tabla No. 1 de la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012²³ Incluye suelo forestal, pecuario y de conservación²⁴ Incluye suelo recreativo²⁵ Incluye comercial

Los Límites Máximos Permisibles (LMP) para hidrocarburos específicos en el suelo, en este caso HAP (Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares), se indican en la Tabla 1.6.

Tabla No. 1.6. Límites Máximos Permisibles para hidrocarburos específicos en suelo			
Uso de suelo predominante (mg/Kg base seca)			
HAP	Agrícola²⁶	Residencial²⁷	Industrial²⁸
Benzo [a] pireno	2	2	10
Dibenzo [a,h] antraceno	2	2	10
Benzo [a] antraceno	2	2	10
Benzo [b] fluoranteno	2	2	10
Benzo [k] fluoranteno	8	8	80
Indeno (1,2,3-cd) pireno	2	2	10

Para determinar si las concentraciones de hidrocarburos en suelo superan los Límites Máximos Permisibles, debe hacerse una comparación entre las Tablas Nos. 1.4., 1.5. y 1.6., como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla No. 1.7. Tabla comparativa									
Denominación	HFM (mg/Kg)	Humedad (%)	pH (U)	HAPs (mg/Kg)					
				A²⁹	B³⁰	C³¹	D³²	E³³	F³⁴
MI-TE-SPE-20-01	28070.29	7.31	A.N.R. ³⁵	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TE-SPE-20-01-D	27420.25	7.03	A.N.R.	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TE-SPE-20-02	23433.87	7.47	A.N.R.	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TE-SPE-20-03	25947.49	7.33	A.N.R.	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TE-SPE-20-04	25367.36	7.61	A.N.R.	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TE-SPE-20-T	A.N.R.	1.07	7.90	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.

Como se puede observar en la tabla anterior, las muestras de suelo en estudio presentan concentraciones de HFM (Hidrocarburos Fracción Media) **superando** los Límites Máximos Permisibles (LMP) señalados en la Tabla No. 2 y 3 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, considerando cualquier tipo de uso de suelo. El suelo del sitio se puede clasificar como **medianamente alcalino**³⁶, por el valor del pH.

²⁶ Incluye suelo forestal, pecuario y de conservación

²⁷ Incluye recreativo

²⁸ Incluye comercial

²⁹ Benzo [a] pireno

³⁰ Dibenzo [a,h] antraceno

³¹ Benzo [a] antraceno

³² Benzo [b] fluoranteno

³³ Benzo [k] fluoranteno

³⁴ Indeno (1,2,3-cd) pireno

³⁵ Análisis No Realizado

³⁶ Acorde a los señalado en la NOM-021-SEMARNAT-2000



Firma y Nombre de la Persona física Responsable del muestreo
 Artículo 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

CADENA DE CUSTODIA

Pág: / de /

EHS Labs® de México, S. A. de C. V.
 Matamoros 1441 Pte, Col. María Luisa, Monterrey, N. L. C. P. 64040
 R.F.C. ELM030924-R93; Tel.: (81) 8047-6480
 ehs@ehslabs.com

DEL SITIO DE MUESTREO/REF. CLIENTE: Trans-Energeticas SA de CV. Tototlan (San Pedro Tototlan Oax)
 DE PROYECTO: P3242 ÁREA: AL FF Ag S R
 RESTREADOR: [Redacted] Nombre de la Persona física
 RESPONSABLE DEL MUESTREO: [Redacted] Nombre de la Persona Física
 TIPO DE SERVICIO: NORMAL URGENTE _____ (días)

ANALISIS										FOLIO: 8158			
FM	H	M	NR	C	P	TIPO DE MUESTRA	CM						
							MP	MC	L	Kg			
11-TE-SPE-20-01	2016/03/29	11:36	S	1	FV	7	✓		0.235	✓	✓	✓	81420-1-1
11-TE-SPE-20-01-D	2016/03/29	11:38	S	1	FV	7	✓		0.235	✓	✓	✓	81420-2
11-TE-SPE-20-02	2016/03/29	12:26	S	1	FV	7	✓		0.235	✓	✓	✓	81420-3
11-TE-SPE-20-03	2016/03/29	12:40	S	1	FV	7	✓		0.235	✓	✓	✓	81420-4
11-TE-SPE-20-04	2016/03/29	12:50	S	1	FV	7	✓		0.235	✓	✓	✓	81420-5
11-TE-SPE-20-T	2016/03/29	13:10	S	1	FV	7	✓		0.235	✓	✓	✓	81420-6-1
									AGS				
									AGS				

Firma de la Persona física Responsable del muestreo
 Artículo 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

OBSERVACIONES: NOM-138-Semaredt/SSA1-2012 T°C* 5

Nombre de la Persona física Responsable del muestreo Artículo 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP	FECHA:	HORA:	Nombre de la Persona física Responsable del muestreo Artículo 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP	FECHA:	HORA:	COMENTARIOS
[Redacted]	2016/04/01	17:00 h.	[Redacted]	2016-04-01	17h10	NOM-138/2012

F: Fecha de muestreo (aaaa/mm/dd) H: Hora de la toma de muestra (00:00 a 24:00h) M: Matriz (S: Sólido, L: Líquido, G: Gas, O: Otro) NR: Número de recipientes
 Contenedor (B: Bolsa Teldar, C: Caja Petri, T: Tubos, FV: Frasco Vidrio, FP: Frasco Plástico, BE: Bolsa Esteril, V: Vial, FVO: Frasco de Vidro Oscuro, CA: Cartucho, O: Otros) (4-SCA-018-2A / 08)
 Preservador (1 HCl, 2: HNO₃, 3: H₂SO₄, 4: NaOH, 5: Na₂S₂O₃, 6: H₂SO₄-CuSO₄, 7: ≤ 4°C, 8: Acetato de Zinc, 9: Otro, 10: NA 11: Buffer/NaOH) M.P. Muestra Puntual MC: Muestra Compuesta Derechos Reservados. EHS labs
 A: Cantidad de Muestra (L: Litros, Kg: Kilogramos, NA: No aplica, para filtros, TCA y Bolsa Tedlar) T °C* Temperatura de la preservación en las que se reciben las muestras. EHS ID*: Identificación interna de cada muestra.
 *ÁREA PARA USO EXCLUSIVO DEL LABORATORIO



**INFORME DE RESULTADOS SUELOS
TRANS-ENERGÉTICOS, S.A. DE C.V.**

DATOS DEL SOLICITANTE

Empresa:	Trans-Energéticos, S.A. de C.V.
Dirección:	Libramiento Martínez Domínguez km. 0.5 s/n int. B.
Entidad:	Municipio de Cadereyta Jiménez, Estado de Nuevo León.
Atención:	Nombre de la Persona física

DATOS DEL MUESTREO

Empresa responsable del muestreo:	EHS Labs de México, S.A. de C.V.
Dirección:	Matamoros 1441 Pte Col. Maria Luisa
Nombre del sitio de muestreo:	Km. 089+700 de la Carretera (190) México-Ciudad Cuauhtémoc, tramo Totolapan – El Camarón.
Ubicación del sitio de muestreo:	Municipio San Pablo Etla, Estado de Oaxaca.
Fecha de muestreo:	2016-03-29
Número de muestras en estudio:	06
Protocolo de Muestreo Acreditado y Aprobado (Ver anexos):	Registro del Muestreo de Suelos (Acreditado y Aprobado) Cadena de Custodia Folio: 8158

DATOS DE CONTROL

Identificación del cliente: <i>Numero de Siniestro: D2628915</i>	Fecha de recepción de las muestras: 2016-04-01
	Fecha de inicio de análisis: 2016-04-01
Identificación EHS Labs: 81420	Fecha termino de análisis: 2016-04-29
	Descripción física de las muestras: 06 muestras matriz suelo
Empresa responsable del análisis:	EHS Labs de México, S.A. de C.V.
Dirección:	Matamoros 1441 Pte Col. María Luisa



**INFORME DE RESULTADOS SUELOS
TRANS-ENERGÉTICOS, S.A. DE C.V.**

RESULTADOS DE LABORATORIO ANALÍTICO



INFORME DE RESULTADOS

No. De proyecto: P3242
 Fecha de Recepción: 2016-04-01
 Fecha de muestreo: 2016-03-29
 Folio de cadena de Custodia: 8158
 Parámetro: HUMEDAD EN SUELO (Acreditado)
 Método analítico ANEXO AS-05 NOM-021-SEMARNAT-2000

ID del cliente	ID EHS Labs	RESULTADOS (%)	U (%)	Fecha de análisis	Analista
MI-TE-SPE-20-01	81420-1	7,31	6,00	2016-04-18	LB
MI-TE-SPE-20-01-D	81420-2	7,03	6,00	2016-04-18	LB
MI-TE-SPE-20-02	81420-3	7,47	6,00	2016-04-18	LB
MI-TE-SPE-20-03	81420-4	7,33	6,00	2016-04-18	LB
MI-TE-SPE-20-04	81420-5	7,61	6,00	2016-04-18	LB
MI-TE-SPE-20-T	81420-6	1,07	6,00	2016-04-18	LB

Nota: El % de humedad es calculado con una formula diferente a la norma ya que la ecuación mencionada se encuentra errónea.



INFORME DE RESULTADOS

No. De proyecto: P3242
 Fecha de Recepción: 2016-04-01
 Fecha de muestreo: 2016-03-29
 Folio de cadena de Custodia: 8158
 Parámetro: HIDROCARBUROS FRACCIÓN MEDIA EN SUELOS (Acreditado)
 Método analítico NMX-AA-145-SCFI-2008

ID del cliente	ID EHS Labs	RESULTADOS (mg/kgBS)	LC (mg/kgBS)	U (mg/kgBS)	Fecha de extracción	Fecha de análisis	Analista
MI-TE-SPE-20-01	81420-1	28070,29	140,56	62,10	2016-04-11	2016-04-12	LB
MI-TE-SPE-20-01-D	81420-2	27420,25	140,56	62,10	2016-04-11	2016-04-12	LB
MI-TE-SPE-20-02	81420-3	23433,87	140,56	62,10	2016-04-11	2016-04-12	LB
MI-TE-SPE-20-03	81420-4	25947,49	140,56	62,10	2016-04-11	2016-04-12	LB
MI-TE-SPE-20-04	81420-5	25367,36	140,56	62,10	2016-04-11	2016-04-12	LB



INFORME DE RESULTADOS SUELOS
TRANS-ENERGÉTICOS, S.A. DE C.V.



INFORME DE RESULTADOS

No. De proyecto: P3242
 Fecha de Recepción: 2016-04-01
 Fecha de muestreo: 2016-03-29
 Folio de cadena de Custodia: 8158
 Parámetro: HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLINUCLEARES EN SUELOS (Acreditado)
 Método analítico NMX-AA-146-SCFI-2008
 Fecha de extracción: 2016-04-11
 Fecha de análisis: 2016-04-12
 Analista: OG

Cliente	MI-TE-SPE-20-01	MI-TE-SPE-20-01-D	MI-TE-SPE-20-02	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	81420-1	81420-2	81420-3		
Parámetro	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)		
Benzo(a) antraceno	<0.24	<0.24	<0.24	0,24	0,13
Benzo(b) fluoranteno	<0.24	<0.24	<0.24	0,24	0,11
Benzo(k) fluoranteno	<0.23	<0.23	<0.23	0,23	0,10
Benzo(a) pireno	<0.23	<0.23	<0.23	0,23	0,12
Indeno(1,2,3-cd) pireno	<0.23	<0.23	<0.23	0,23	0,10
Dibenzo(a,h) antraceno	<0.27	<0.27	<0.27	0,27	0,12

Cliente	MI-TE-SPE-20-03	MI-TE-SPE-20-04	MI-TE-SPE-20-T	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	81420-4	81420-5	81420-6		
Parámetro	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)		
Benzo(a) antraceno	<0.24	<0.24	<0.24	0,24	0,13
Benzo(b) fluoranteno	<0.24	<0.24	<0.24	0,24	0,11
Benzo(k) fluoranteno	<0.23	<0.23	<0.23	0,23	0,10
Benzo(a) pireno	<0.23	<0.23	<0.23	0,23	0,12
Indeno(1,2,3-cd) pireno	<0.23	<0.23	<0.23	0,23	0,10
Dibenzo(a,h) antraceno	<0.27	<0.27	<0.27	0,27	0,12



INFORME DE RESULTADOS SUELOS
TRANS-ENERGÉTICOS, S.A. DE C.V.



INFORME DE RESULTADOS

No. De proyecto: P3242
Fecha de Recepción: 2016-04-01
Fecha de muestreo: 2016-03-29
Folio de cadena de Custodia: 8158
Parámetro: pH EN SUELO (Acreditado)
Método analítico NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, Anexo B.1

ID del cliente	ID EHS Labs	RESULTADOS (U de pH)	U (U de pH)	Fecha de análisis	Analista
MI-TE-SPE-20-T	81420-6	7,90	0,12	2016-04-02	AY



**INFORME DE RESULTADOS SUELOS
TRANS-ENERGÉTICOS, S.A. DE C.V.**

Comentarios:
Ninguno

**Responsables autorizados que firman
los informes de resultados
Artículo 113 fracción I de la LFTAIP
y 116 primer párrafo de la LGTAIP**

SIMBOLOGÍA:

- LC Límite de Cuantificación, concentración mínima del analito que puede determinarse con un nivel de confianza predeterminado en condiciones rutinarias de operación.
- <LC Menor al Límite de Cuantificación.
- %U Porcentaje de incertidumbre estimada con un factor de cobertura igual a 2, que representa un intervalo de confianza de aproximadamente 95%. Para su aplicación, la incertidumbre se divide entre 100 y se multiplica por el resultado reportado, el valor obtenido representará el rango de incertidumbre expandida +/- en cada parámetro.
- mg/kg BS Concentración expresada en miligramos por kilogramo en Base Seca.

3. DATOS DE INFORMACIÓN DE LA PROPUESTA DE REMEDIACIÓN

3.1. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA REMEDIACIÓN

ISALI, S.A. de C.V. fue designada como responsable técnico de la remediación (RTR) mediante escrito (*Anexo XIII – Escrito de asignación de responsable técnico de remediación*), cuyos datos generales son los siguientes:

- a) Razón social: ISALI, S.A. de C.V.
- b) Domicilio: León Guzmán 1308-B, Col. Nuevo Repueblo, Monterrey, Nuevo León.
C.P. 64700
- c) Registro Federal de Causantes (R.F.C.): ISA 080822 QS1
- d) Número de Registro Ambiental (NRA): ISABB1903911
- e) No. de autorización para el tratamiento de suelos contaminados: 19-V-57-09 (*Anexo XIV - Autorización ISALI, S.A. de C.V.*).
- f) Fecha de expedición: 29 de junio del 2009
- g) Número de oficio: DGGIMAR.710/005172
- h) Vigencia: Diez años a partir de la fecha de expedición

Las técnicas autorizadas son las siguientes:

- **Biorremediación por Landfarming en el sitio contaminado**
- **Biorremediación por Landfarming a un lado del sitio contaminado**

En ocasiones y en función de varios factores, se puede seleccionar el manejo con empresa autorizada por SEMARNAT, o inclusive, la combinación de las técnicas autorizadas en los párrafos anteriores.

3.2. MARCO TEÓRICO

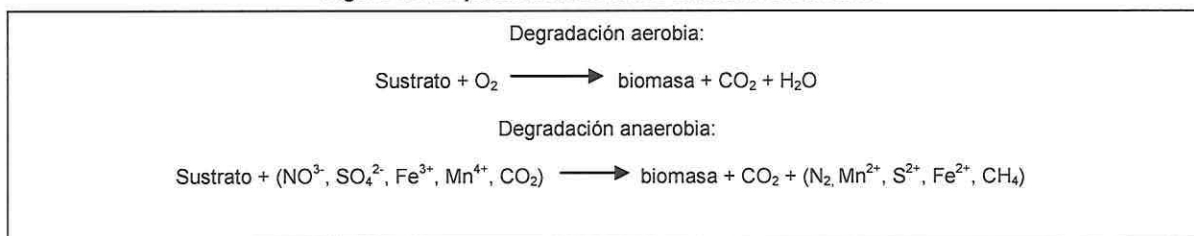
3.2.1. Remediación de suelos contaminados

El mecanismo mediante el cual se restablecen las condiciones originales del suelo se conoce con el nombre de remediación. La remediación se refiere a cualquier operación unitaria o serie de ellas, que tiene como objetivo modificar las condiciones del suelo contaminado mediante procesos físicos, químicos y/o biológicos, ya sea disminuyendo la concentración o modificando su estructura química y propiedades físicas³⁷. La legislación federal la define como el "...conjunto de medidas a las que se someten los sitios contaminados para eliminar o reducir los contaminantes hasta un nivel seguro para la salud y el ambiente o prevenir su dispersión en el ambiente sin modificarlos³⁸...".

Para la remediación de los sitios contaminados se utilizan diferentes técnicas que incluyen métodos físicos (lavado de suelos, separación física, desorción térmica, incineración, inmovilización, venteo, entre otras), químicos (oxidación con diversas sustancias químicas) y/o biológicos (bioventeo, bioaumentación, composteo, biolabranza, fitorremediación, entre otras)

Para el caso de suelos contaminados con hidrocarburos, la tecnología usada en la actualidad es la biorremediación. Las medidas biocorrectoras o los sistemas de biorremediación consisten principalmente en el uso de microorganismos naturales (levaduras, hongos o bacterias) existentes en el medio para descomponer o degradar sustancias de carácter menos tóxico o bien inocuas para el medio ambiente y la salud humana. Estas técnicas biológicas pueden ser de tipo aerobio (presencia de un medio oxidante), o bien de tipo anaerobio (presencia de un medio reductor)³⁹. En la figura No. 6.1 se ilustran las posibles reacciones para un medio y otro.

Figura 3.1. Esquema de reacciones en la biorremediación



³⁷ Volke, T.; Velasco, J.A.; de la Rosa, D.A. (2005). Suelos contaminados por metales y metaloides: muestreo y alternativas para su remediación. Capítulo cuarto. 1ª Edición. México. Pp. 57-115.

³⁸ Fracción XXVIII del artículo 5 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. SEMARNAT. México 2003

³⁹ Maroto, M.E.; Rogel, J.M. (2004). Aplicación de sistemas de biorremediación de suelos y aguas contaminadas por hidrocarburos. Geocisa. Div. Protección Ambiental. Pp. 297-305

Una clasificación general las técnicas de biorremediación, en cuanto al sitio donde estas se realizan, es la siguiente⁴⁰.

- *In situ*. Son las aplicaciones en las que el suelo contaminado es tratado, o bien, los contaminantes son removidos del suelo contaminado, sin necesidad de excavar el sitio. Es decir, se realizan en el mismo sitio en donde se encuentra la contaminación. La técnica de biorremediación por Landfarming autorizada a ISALI, S.A. de C.V. es de este tipo.
- *Ex situ*. La realización de este tipo de tecnologías, requiere de excavación, dragado o cualquier otro proceso para remover el suelo contaminado antes de su tratamiento que puede realizarse en el mismo sitio (*on site*) o fuera de él (*off site*). La técnica de biorremediación por Landfarming a un lado del sitio autorizada a ISALI, S.A. de C.V. es del tipo *ex situ on site*.

⁴⁰ Tecnologías de remediación... *Op. cit.*

3.3. SELECCIÓN DE TÉCNICA DE BIORREMEDIACIÓN

3.3.1. Criterios de selección

En base a la metodología interna de ISALI, S.A. de C.V. para seleccionar una u otra técnica de remediación, se tiene que **Biorremediación por Landfarming a un lado del sitio contaminado** es la adecuada en base a los siguientes argumentos:

- Las altas concentraciones de Hidrocarburos Fracción Media (HFM) encontradas en el suelo.
- El sitio de tratamiento es potencialmente viable para acoplar las condiciones de un tratamiento biológico (temperatura, humedad, etc).
- Las características y composición del hidrocarburo derramado, observándose una infiltración alta en el subsuelo en base a los sondeos realizados en el sitio.
- El clima templado del sitio que oscila entre los 10 – 22 °C.
- La humedad relativa de las muestras, las cuales se encuentran aproximadamente en 7% en comparación con la muestra testigo misma que muestra un valor de 1% de humedad.
- El suelo natural impactado se encuentra en derecho de vía, inmediatamente a un lado de la carpeta asfáltica de la Carretera (190) en un tramo de curvas sinuosas.
- La profundidad a la cual se proyecta se encontrarán concentraciones menores a los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, es de 2.10 m en el AREA 1 y de 1.40 m en el AREA 2.



3.4. DESCRIPCIÓN OPERATIVA DEL PROCESO DE TRATAMIENTO

Tal y como se mencionó en apartados anteriores la topografía del sitio, la accesibilidad del terreno son factores que ayudaron a determinar la técnica de remediación. Tomando en cuenta lo anterior, se procederá a desarrollar lo siguiente dentro del área contaminada la cual es de 315 m², resultando un volumen de 556.5 m³ de material edáfico contaminado con Diesel:

Se construirá la celda o zona de tratamiento con bordos de material edáfico libre de contaminante previamente compactado y cubierto con una película de polietileno de alta densidad. Los trabajos se realizarán con una combinación de técnicas tanto mecánicas como manuales, la extracción de suelo contaminado se realizará con maquinaria pesada tal como es la retroexcavadora, la cual aportará al sistema ayuda mecánica para la homogenización y remoción del material en tratamiento, y con apoyo de recurso humano se detallará la caja o zona de extracción. El material edáfico contaminado extraído será depositado en la celda o zona de tratamiento para ser sometido al proceso de biorremediación.

En términos generales las actividades en cada una de sus fases de tratamiento del suelo natural contaminado con Diesel será la labranza manual y mecánica del suelo contaminado, aplicación de microorganismos, nutrientes, hidratación, aireación; cuidando los factores de humedad, temperatura y pH del suelo en tratamiento. Mediante ayuda de bombas mecánicas autocebantes se dosificará en fase acuosa los microorganismos previamente bioaumentados por reflujo, manualmente se aplicarán los insumos con ayuda de herramienta manual utilizando un tanque pipa se hidratará la zona en tratamiento y por último, manual y mecánicamente se inducirá la aeración al suelo en tratamiento.

Todas las actividades anteriormente mencionadas se realizarán dentro de la zona en tratamiento directamente sobre el material edáfico contaminado, esto en las fases proyectadas en el cronograma adjunto al presente Programa de Remediación.

Tabla No. 3.1. Insumos
Agente Biodegradador de Hidrocarburos (ABH) (Bacteria)
Fertilizante (NPK) ⁴¹
Agua

⁴¹ Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Cobre, Hierro, Magnesio, Zinc, Boro y Ácidos Húmicos-Fúlvico.

3.5. LÍMITES DE LIMPIEZA

Como se ha mencionado en el presente documento, la sustancia derramada (Diésel) tiene como productos asociados a los Hidrocarburos Fracción Media (HFM) y HAP (Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares), señalados en la Tabla No. 1 de la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

Por otra parte, en el presente Programa de Remediación se señaló que el tipo de suelo presenta **selva baja caducifolia**, lo cual en términos de la Norma citada es un tipo de suelo Agrícola. Los Límites Máximos Permisibles (LMP) para el tipo de sustancia derramada y el tipo de suelo se señalan en la siguiente tabla:

Parámetro	HFM	A ⁴³	B ⁴⁴	C ⁴⁵	D ⁴⁶	E ⁴⁷	F ⁴⁸
LMP ⁴⁹	1200	2	2	2	2	8	2

Estos valores serán los límites de limpieza a las cuales se llevará el suelo a remediar. Para que el sitio se considere como remediado, las concentraciones de las muestras que se tomen al final del proceso de remediación en presencia de la autoridad ambiental competente, deben ser igual o menor a estos valores.

3.6. USO FUTURO DEL SUELO

El volumen de suelo que será sometido al proceso de remediación biológica mediante la técnica Biorremediación por Landfarming a un lado del sitio contaminado, será utilizado como relleno de la caja o zona de extracción (sitio de origen) una vez que se cumplan con los Límites Máximos Permisibles para Hidrocarburos Fracción Media (HFM) y HAP (Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares), señalados en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

⁴² Concentración expresada en mg /Kg

⁴³ Benzo [a] pireno

⁴⁴ Dibenzo [a,h] antraceno

⁴⁵ Benzo [a] antraceno

⁴⁶ Benzo [b] fluoranteno

⁴⁷ Benzo [k] fluoranteno

⁴⁸ Indeno (1,2,3-cd) pireno

⁴⁹ Límite Máximo permisible, expresado en mg / Kg base seca

3.7. PROGRAMA CALENDARIZADO DE ACTIVIDADES

Los trabajos de remediación propuestos en este documento, podrán iniciarse posterior a la entrega del Programa de Remediación ante esa H. Dirección, dando aviso por escrito a la autoridad ambiental competente para que dé fe del inicio de los trabajos de remediación presentando copia del ingreso del Programa de Remediación (PR) que nos ocupa.

Los trabajos de remediación estarán sujetos al calendario propuesto (*Anexo XV – Programa Calendarizado de Actividades de Remediación*).

De éste, es pertinente hacer algunas aclaraciones.

1. Entre cada una de las fases habrá un periodo de tres semanas, esto tiene como objeto que el proceso de biorremediación se lleve a cabo y los microorganismos degraden el contaminante.
2. Los monitoreos intermedios se realizarán como se describe en el Anexo XVI del presente Programa de Remediación.
3. Una vez que los monitoreos intermedios arrojen concentraciones por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP) de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, se procederá a programar la toma de muestras finales comprobatorias en presencia de la autoridad ambiental competente, y de acuerdo a la disponibilidad de los laboratorios de prueba.
4. En caso de que los resultados que arroje el análisis de las muestras tomadas en el Muestreo Final Comprobatorio superen los Límites Máximos Permisibles (LMP) de la Norma, se volverá al proceso descrito en las fases hasta que se alcancen los resultados deseados.
5. Una vez que las concentraciones de hidrocarburos se lleven por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP) de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, se procederá a solicitar la resolución del sitio a la autoridad ambiental competente.
6. Los trabajos finales (restablecer las condiciones originales del sitio) estarán en función de la fecha de emisión de la Liberación por parte de la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente).

Los residuos generados en esta etapa serán manejados conforme a la legislación ambiental vigente.

Plan de monitoreo del seguimiento de la remediación del sitio

- **Método de muestreo, número de muestras, profundidad y parámetros a medir**

En el sitio del material tratado mediante la técnica **Biorremediación por Landfarming a un lado del sitio contaminado** se tomarán 02 (dos) muestras simples a partir de un muestreo dirigido en la zona de tratamiento (556.5 m³).

Las especificaciones para la toma de muestras puntuales son las siguientes:

- **Equipo y materiales para el muestreo**

Los instrumentos de muestreo adecuados son esenciales para realizar un buen muestreo. Personal de Campo de ISALI, S.A. de C.V. usará los siguientes instrumentos y materiales:

- Pala pocera y gafas
- Espátulas planas con lados paralelos
- Frascos de vidrio (forrados con papel para impedir el paso de la luz)

- **Recipientes, preservación y transporte de muestras**

Las especificaciones de los recipientes y su preservación serán los señalados en la Tabla No. 5 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 para los parámetros correspondientes, y su transportación del sitio de la toma de muestras a Oficina Matriz correrá a cargo del personal de ISALI, S.A. de C.V.

- **Medidas de seguridad para el personal**

Esto tiene como fin proporcionar las condiciones necesarias al personal en la toma y manejo de las muestras. Personal de Campo de ISALI, S.A. de C.V. usará los siguientes aditamentos:

- Zapatos de seguridad industrial
- Guantes de látex desechables

- **Control documental**

Las actividades realizadas deben ser registradas con el objetivo de tener la documentación probatoria de lo que se ha hecho.

- **Método análisis**

El análisis de las muestras tomadas para el plan de monitoreo se realizará mediante el equipo Petroflag Hydrocarbon Test Kit For Soil, bajo el método EPA-SW-846-DRAFT METHOD 9074.

- **Periodicidad**

La periodicidad de la toma de muestras y su análisis se realizará conforme en lo establecido en el programa calendarizado de actividades de remediación (Anexo XV).



Anexo XVII

Km. 089 + 700 de la Carretera (190) México – Ciudad Cuauhtémoc, tramo Totolapan – El Camarón, municipio de San Pablo Etla, estado de Oaxaca.

PLAN DE MUESTREO FINAL COMPROBATORIO

OBJETIVO: El presente plan tiene como objetivo referenciar las actividades y requerimientos de la norma aplicable y/o lo establecido por las autoridades ambientales, para este caso en particular se cumplirá lo señalado en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

1. ACTIVIDADES Y TIEMPOS DE EJECUCIÓN

ACTIVIDAD	TIEMPO DE EJECUCIÓN*	RESPONSABLE
Ubicación en sitio de muestreo	Dependerá de la distancia y punto de partida del personal involucrado	Todos los involucrados
Ubicación y georeferenciación de puntos de muestreo	18 minutos	Responsable técnico
Toma de muestras	15 minutos cada muestra**	Laboratorio
Lavado del equipo (entre cada toma de muestra)	20 minutos	Laboratorio
Envasado, etiquetado y sellado de muestras	20 minutos	Laboratorio
Llenado de cadena de custodia y papelería de campo	25 minutos	Laboratorio
Toma de evidencia fotográfica	15 minutos	Responsable técnico
Elaboración de documento oficial (acta, minuta, etc.)	Dependerá del tipo de documento y de personal de cada Dependencia	ASEA

*Tiempo total que se destinará a cada actividad durante todo el proceso de ejecución de la toma de muestras.

**Este tiempo dependerá de las condiciones del sitio en el momento de la toma de muestra.

2. PERSONAL INVOLUCRADO Y SUS RESPONSABILIDADES.

- **Inspector (es) de la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente):** Dar fe de los hechos u omisiones sobre la toma de muestras.
- **Representante Legal de TRANS-ENERGÉTICOS, S.A. de C.V.:** Fungir como representante y primer interesado de la atención al derrame de Diésel, o en su defecto el representante de la empresa.
- **Personal de ISALI, S.A. de C.V. (ISALI):** Dirigir la toma de muestras en base al presente plan y hacer cumplir las actividades de muestreo establecidas en la Normatividad vigente.
- **Personal de Laboratorio:** Realizar la toma de muestras bajo las especificaciones del presente plan y de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, así como de las recomendaciones de ASEA e ISALI. El laboratorio cuenta con acreditación ante la Entidad Mexicana de Acreditación A.C. (EMA), así como su respectiva aprobación de PROFEPA para muestreo de suelo y como laboratorio de pruebas.

Nombre y firma de la persona física
Artículo 113 fracción I de la LFTAIP y
116 primer párrafo de la LGTAIP

Lugar y fecha de elaboración
Monterrey, N.L. a 06 de septiembre de 2016

Km. 089 + 700 de la Carretera (190) México – Ciudad Cuauhtémoc, tramo Totolapan – El Camarón, municipio de San Pablo Etla, estado de Oaxaca.

3. SITIO DE MUESTREO

3.1 Características.

De acuerdo con la cartografía del sitio impactado, éste presenta un suelo de textura limosa con un tipo de infiltración media y material consolidado. En el sitio existe la presencia de vegetación típica de la región.

Aproximadamente a 8.92 Km del sitio de impacto se encuentra la cabecera municipal de San Pedro Totolapan.

3.2 Superficie de la zona o zonas de muestreo.

La superficie de la zona o caja de extracción de aproximadamente 315 m², así como la superficie correspondiente a la celda de tratamiento.

4. HIDROCARBUROS A ANALIZAR

Los parámetros a analizar en función del producto derramado, siendo Diésel, y en base a la Tabla No. 1 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, serán los siguientes.

Hidrocarburos Fracción Ligera	Hidrocarburos Fracción Media	Hidrocarburos Fracción Pesada	BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno, Xilenos)	HAP (Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares)	Humedad	PH
	X			X	X	X

5. MUESTREO

5.1 Método de Muestreo.

El método de muestreo será dirigido, debido a que se cuenta con información previa del sitio, se conoce el producto derramado y se conoce el volumen del material edáfico en donde se tomarán las muestras (556.5 m³), así como el área de la zona o caja de extracción (315 m²). Los puntos serán determinados por el personal de ISALI, S.A. de C.V. Las muestras a tomar serán simples.

5.2 Puntos de muestreo.

En la siguiente tabla se resumen los puntos de muestreo, la identificación de las muestras, superficie o sitio de muestreo, profundidad, parámetros a analizar y volumen.

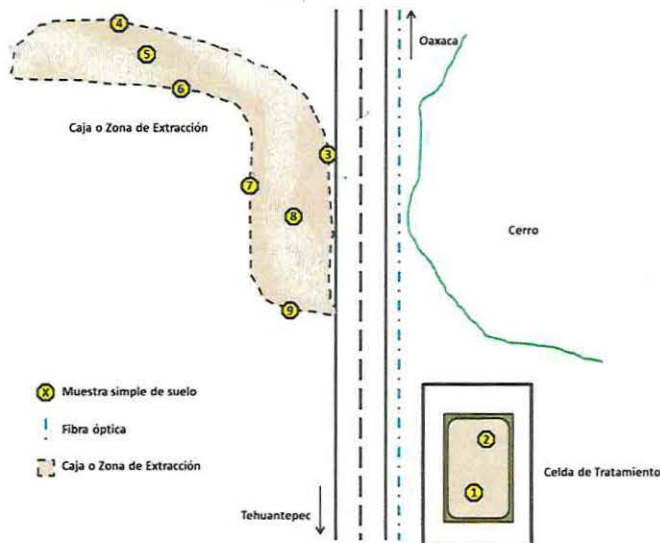
Km. 089 + 700 de la Carretera (190) México – Ciudad Cuauhtémoc, tramo Totolapan – El Camarón, municipio de San Pablo Etla, estado de Oaxaca.

Puntos de muestreo ¹	Identificación	Superficie de muestreo	Profundidad (m)	Parámetros a analizar	Volumen (ml)
1	MF-TE-SPE-20-01-CEL	Celda de tratamiento	0.30	HFM, HAP, H, PH	235
DUPLICADO	MF-TE-SPE-20-01D-CEL		0.30		
2	MF-TE-SPE-20-02-CEL		0.50		
3	MF-TE-SPE-20-03-CEXT-P	Zona o caja de extracción	Superficial	HFM, HAP, H	
DUPLICADO	MF-TE-SPE-20-03D-CEXT-P		Superficial		
4	MF-TE-SPE-20-04-CEXT-P		Superficial		
5	MF-TE-SPE-20-05-CEXT-F		Superficial		
6	MF-TE-SPE-20-06-CEXT-P		Superficial		
7	MF-TE-SPE-20-07-CEXT-P		Superficial		
8	MF-TE-SPE-20-08-CEXT-F		Superficial		
9	MF-TE-SPE-20-09-CEXT-P	Superficial			

La distribución y la profundidad de las muestras a recolectar de forma manual está basada en función a los datos recabados durante la elaboración de la caracterización de sitio y propuesta de remediación, los cuales constituyen el Programa de Remediación, ingresado ante la Dirección General de Gestión Comercial de la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente).

Se tomarán dos (02) muestras en la celda o zona de tratamiento, así como una (01) muestra duplicado para el aseguramiento de la calidad; por otro lado se tomarán siete (07) muestras en la caja o zona de extracción (05-cinco muestras en pared y 02-dos muestras en fondo), así como también 01 (una) muestra duplicado para el aseguramiento de la calidad.

5.3 Representación Gráfica de Puntos de Muestreo.



¹ "Por regla general se debe requerir que se aplique una muestra simple por cada 250 – 300 m³... Criterio establecido en la Guía Técnica de Orientación para la Planeación y Realización de Muestreos Finales Comprobatorios. SEMARNAT 2012.

Nombre y firma de la persona física
Artículo 113 fracción I de la LFTAIP
y 116 primer párrafo de la LGTAIP

Lugar y fecha de elaboración
Monterrey, N.L. a 06 de septiembre de 2016

Km. 089 + 700 de la Carretera (190) México – Ciudad Cuauhtémoc, tramo Totolapan – El Camarón, municipio de San Pablo ETLA, estado de Oaxaca.

5.4 Equipo de muestreo.

El equipo que se utilizará para efectuar el muestreo por parte del laboratorio será:

- Nucleador Manual (Hand auger)
- Cucharón(es)
- Frascos de vidrio con contratapa de teflón
- Hielera
- Kit de limpieza
- Guantes
- GPS

5.5 Lavado de equipo.

El lavado del equipo dependerá del procedimiento interno del laboratorio encargado de llevar a cabo la toma de muestras en el sitio.

6. RECIPIENTES, PRESERVACIÓN Y TRANSPORTE DE MUESTRAS

Las especificaciones de los recipientes y su preservación son los señalados en la Tabla No. 5 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

Los recipientes a utilizar para las muestras de suelo son frascos de vidrio con contratapa de teflón, dichos frascos son nuevos, y se preservarán en hielo (4° C).

La transportación desde el sitio de la toma de muestras al laboratorio correrá a cargo del personal del Laboratorio, las muestras se transportarán en hieleras plásticas.

Cada muestra será sellada y etiquetada inmediatamente después de ser tomada y debe ser entregada para su análisis, todos los sellos contarán con el número o clave única de la muestra. Todas las etiquetas llevarán la siguiente información: iniciales de la persona que tomó la muestra las cuales deben coincidir con los datos asentados en la cadena de custodia, fecha y hora en que se tomó la muestra, y número o clave única misma que la del sello.

7. MEDIDAS Y EQUIPO DE SEGURIDAD

El personal de laboratorio utilizará el equipo de protección personal adecuado según las condiciones que se requieran en el sitio, con el fin de proporcionar las condiciones básicas de seguridad necesarias al personal que participará en la toma y manejo de las muestras.

Km. 089 + 700 de la Carretera (190) México – Ciudad Cuauhtémoc, tramo Totolapan – El Camarón, municipio de San Pablo Etlá, estado de Oaxaca.

8. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD DEL MUESTREO

Con el fin de evitar contaminación cruzada en las muestras, el equipo a utilizar en este muestreo serán lavados entre cada toma de muestras con los siguientes aditamentos:

- Agua destilada y/o purificada
- Jabón libre de fosfatos
- Cepillo de nylon
- Papel de secado

Con el objetivo de que las muestras sean recibidas de forma íntegra por el laboratorio que les practicará los ensayos químicos correspondientes, las medidas de seguridad en la calidad en la toma de ellas es de suma importancia. De forma general, los criterios que se toman en el aseguramiento de calidad y que el personal del laboratorio realizará son los siguientes:

- **Control documental:** Cada una de las actividades realizadas deben ser apegadas al presente plan y registradas con el objetivo de tener la documentación probatoria de lo que se ha hecho, en caso de que exista alguna variación de las actividades mencionadas en el presente plan se registraran como desviaciones de campo.

Para este muestreo se tienen los siguientes documentos:

- Cadena(s) de custodia
- Hoja(s) de campo

9. DESVIACIONES DE CAMPO²

Actividad a realizar según Plan de Muestreo	Desviación de la actividad según Plan de Muestreo

Motivo:

² Este módulo solo será llenado en caso de que exista una desviación de campo al presente Plan de Muestreo, en caso contrario queda sin efecto dicho módulo.

Programa Calendarizado de Actividades de Remediación (1/1)

Diagrama de Gantt para las Actividades de Remediación									
Fase	Actividad	BIORREMEDIACIÓN POR LANDFARMING A UN LADO DEL SITIO CONTAMINADO							
		Semana							
		1	2	6	10	14	18	22	26
I	Ubicación de cuadrilla en el sitio								
	Construcción de zona o celda de tratamiento								
	Extracción								
	Homogenización - Aireación								
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)								
	Homogenización - Aireación								
	Aplicación de nutrientes								
	Homogenización - Aireación								
II	Hidratación								
	Homogenización - Aireación								
	Homogenización - Aireación								
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)								
	Homogenización - Aireación								
	Aplicación de nutrientes								
	Homogenización - Aireación								
	Hidratación								
M-I	Monitoreo intermedio								
III	Homogenización - Aireación								
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)								
	Homogenización - Aireación								
	Aplicación de nutrientes								
	Homogenización - Aireación								
	Hidratación								
IV	Homogenización - Aireación								
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)								
	Homogenización - Aireación								
	Aplicación de nutrientes								
	Homogenización - Aireación								
	Hidratación								
M-II	Monitoreo intermedio								
V	Homogenización - Aireación								
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)								
	Homogenización - Aireación								
	Aplicación de nutrientes								
	Homogenización - Aireación								
	Hidratación								
VI	Homogenización - Aireación								
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)								
	Homogenización - Aireación								
	Aplicación de nutrientes								
	Homogenización - Aireación								
	Hidratación								
M-III	Monitoreo intermedio								
VII	Homogenización - Aireación								
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)								
	Homogenización - Aireación								
	Aplicación de nutrientes								
	Homogenización - Aireación								
	Hidratación								
VIII	Homogenización - Aireación								
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)								
	Homogenización - Aireación								
	Aplicación de nutrientes								
	Homogenización - Aireación								
	Hidratación								
M-IV	Monitoreo intermedio								

Fotográfico – Visita Inicial (1/1)



Punto de impacto, a la altura del Km. 089 + 700 de la Carretera (190) México – Ciudad Cuauhtémoc, en Oaxaca.



Suelo natural afectado por el derrame de Diesel en la meseta del derecho de vía de la Carretera (190).



El contaminante (Diesel) se desplazó por una pendiente presente en la zona del derrame.



Afectación sobre suelo natural en la pendiente del sitio del accidente.

Fotográfico – Muestreo Inicial (1/1)



Con ayuda de hand auger de acero inoxidable se tomaron las muestras en el área impactada.



Las muestras fueron envasadas en frascos de vidrio envueltas en papel aluminio.



Las muestras fueron etiquetadas correctamente para su identificación.



Las muestras se sellaron y envolvieron en plástico adherente.



Se tomaron muestras en el área impactada de la pendiente.



Las muestras fueron conservadas en hielo a 4°C para su transporte.