

## 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 300 L** (Resulta importante aclarar que la sustancia derramada [Diésel] estaba contenida en los tanques de autoconsumo del tractocamión, ya que el producto transportado en los autotanques era Turbosina). Este derrame se originó por el accidente de una unidad propiedad de la empresa **Transportadores del Sureste, S.A. de C.V.**, ocurrido el 14 de octubre de 2015 en el **Km. 31 + 200 de la Carretera Tampico – Ciudad Mante, tramo Tampico – Estación Manuel, municipio de Altamira, estado de Tamaulipas.**

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 **área dañada (78.19 m<sup>2</sup>)** del 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 de 78.19 m<sup>3</sup>** de suelo dañado con **Diésel** debe ser sometido a un proceso de biorremediación mediante la técnica **Biorremediación por Landfarming en el sitio contaminado**, a realizarse en un plazo de **21 semanas.**

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 **27-veintisiete de febrero de 2017-dos mil diecisiete**, atento a lo dispuesto en el artículo 135 del mismo ordenamiento legal.

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

Nombre de persona física  
Ingeniero de Proyecto  
[soportepyga@isali.mx](mailto:soportepyga@isali.mx)

Nombre de persona física

ISALI, S.A. de C.V.  
[juridico@isali.mx](mailto:juridico@isali.mx)

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 14 de octubre de 2015 en el **Km. 31 + 200 de la Carretera Tampico – Ciudad Mante, tramo Tampico – Estación Manuel, municipio de Altamira, estado de Tamaulipas** (*Anexo I – Dictamen Técnico de Hechos de Tránsito 057/2015*). En el sitio se derramó **Diésel** (Resulta importante aclarar que la sustancia derramada [Diésel] estaba contenida en los tanques de autoconsumo del tractocamión, ya que el producto transportado en los autotanques era **Turbosina II Anexo II – Documento de Embarque por Autotanque del Producto Transportado – Turbosina**) manifestándose la cantidad derramada de **aproximadamente 300 L.**

La empresa **Transportadores del Sureste, S.A. de C.V.** dio aviso del derrame a la Dirección General de Supervisión, Inspección y Vigilancia Comercial (DGSIVC) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA) mediante ingreso de escrito ante dicha Dependencia conteniendo como anexos el formato de Aviso Inmediato PROFEPA-03-017-A y la Formalización de Aviso PROFEPA-03-017-B (*Anexo III – Acuse Aviso de Derrame*), mismo que se confirmó mediante el Oficio ASEA/UGSIVC/DGSIVC/5S.2.1/018/2016 emitido por la Dirección General de Supervisión, Inspección y Vigilancia Comercial (DGSIVC) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA) en fecha 07-siete de enero de 2016-dos mil dieciséis (*Anexo IV – Oficio de Acuse de Información ASEA*)

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

### 1.3. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA CONTAMINACIÓN

El transportista responsable del derrame es la empresa **Transportadores del Sureste, S.A. de C.V.** cuya actividad es el transporte público federal de carga (Clave CMAP 711203, Servicios de autotransporte de carga especializada). Los datos generales son los siguientes:

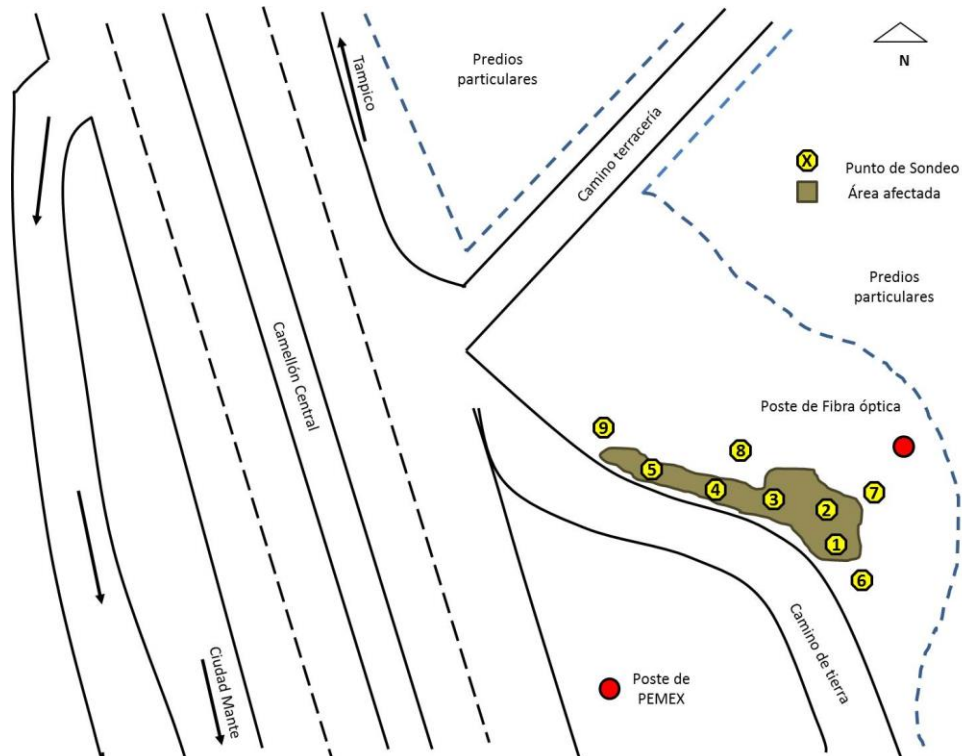
Domicilio, Teléfono y correo electrónico del Representante Legal, artículo 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

#### 1.4. PRE-DELIMITACIÓN DE ÁREA Y VOLUMEN

Con el objetivo de predelimitar el área y el volumen a tratar, se realizó un sondeo en campo durante el levantamiento de datos, analizando las muestras con equipo Petroflag Hydrocarbon Test Kit For Soil, bajo el método EPA-SW-448-DRAFT METHOD 9074, sumando a esto el conocimiento y la experiencia técnica de nuestro personal, así como las características del suelo en estudio (textura limosa, con infiltración baja media y material consolidado).

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el sondeo, mencionado anteriormente, así como el croquis del sitio en estudio:

Resultados de Sondeo								
Puntos de Sondeo	Muestra	Profundidad (m)	Peso (g)	Hora	Lectura (ppm)	Sitio de toma de muestra	Factor de Respuesta	Resultados
1	S-01	0.25	9.8	10:05	>1200	Área Afectada	5	Dentro de Norma (<1200 ppm)  Fuera de Norma (>1200 ppm)
2	S-02	0.50	9.9	10:15	>1200		5	
3	S-03	0.75	10.0	10:42	>1200		Fondo del Área Afectada	
	S-04	1.00	9.9	10:50	<1200	5		
4	S-05	0.75	10.0	11:03	>1200	Área Afectada	5	
5	S-06	0.40	9.9	11:11	>1200	Área Afectada	5	
6	S-07	0.75	9.8	11:24	<1200	Periferia del Área Afectada	5	
7	S-08	0.50	9.9	11:31	<1200		5	
8	S-09	0.30	10.0	11:40	<1200		5	
9	S-10	0.15	10.0	11:48	<1200		5	



## 1.5. UBICACIÓN E INFORMACIÓN GENERAL DE ALTAMIRA<sup>1</sup>

El municipio de Altamira se encuentra en la porción Sureste del estado de Tamaulipas dentro de la subregión Tampico Número 07. La cabecera municipal de Altamira se localiza a los 22° 23´ de Latitud Norte y a los 97° 56´ Latitud Oeste, a una altitud de 26 msnm.

El municipio de Altamira colinda al Norte con el municipio de Aldama; al Sur con los municipios de Madero y Tampico, así como con el estado de Veracruz, al Este con el Golfo de México y al Oeste con el municipio de González.

Altamira, está integrado por 148 localidades, de las cuáles las más importantes son: Altamira (cabecera municipal), Ejido Altamira, El Fuerte, Benito Juárez, Lomas del Real, Enteros, Aquiles Serdán y Congregación Cuauhtémoc.

Cuenta con una extensión territorial de 1,662.36 Km<sup>2</sup>, que representa el 1.07 % de la extensión total del estado de Tamaulipas.

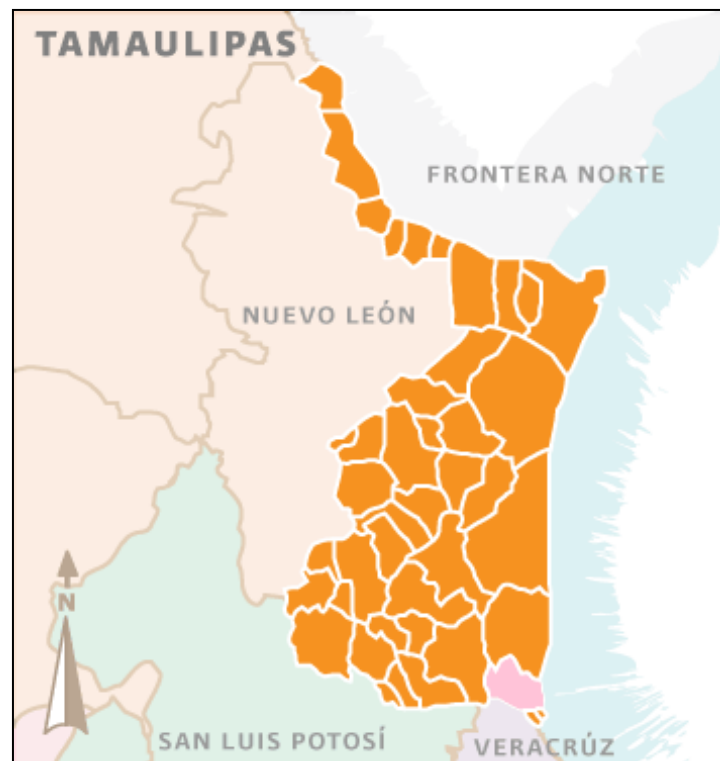


Figura Ilustrativa No. 1.1. Ubicación del municipio de Altamira.

<sup>1</sup> Enciclopedia de los Municipios de México. [www.inafed.gob.mx](http://www.inafed.gob.mx)

## 1.6. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO DEL DERRAME

La ubicación del sitio de derrame es en el **Km. 31 + 200 de la Carretera Tampico – Ciudad Mante, tramo Tampico – Estación Manuel, municipio de Altamira, estado de Tamaulipas**, donde ocurrió el accidente carretero de una unidad propiedad de la empresa Transportadores del Sureste, S.A. de C.V. En el sitio se derramaron **aproximadamente 300 L de Diésel**, su ubicación geográfica se señala en la Tabla No. 1.1.

<b>Tabla No. 1.1. Ubicación geográfica del sitio del accidente (Punto de Impacto)</b>	
<b>Latitud Norte</b>	<b>Longitud Oeste</b>
22° 27' 38.10"	97° 59' 00.86"
<b>UTM<sup>2</sup></b>	
14Q 0604578 2484163	

El sitio del derrame se ubica en el derecho de vía de la Carretera Tampico – Ciudad Mante, mismo que se encuentra dentro de la categoría de uso de suelo Agrícola. En los alrededores se observa vegetación típica de la región, así como predios particulares en donde se cultiva el maíz, mismos que no fueron afectados por el derrame en cuestión. Existe la presencia de postería que indica la presencia de fibra óptica subterránea, así como de ductos de PEMEX, en los alrededores del sitio.

Resulta importante aclarar que la sustancia derramada (**Diésel**) estaba contenida en los tanques de autoconsumo del tractocamión, ya que el producto transportado en los autotankers era **Turbosina**.

De acuerdo a la cartografía del sitio, así como las curvas de nivel, y la topografía del mismo, el área dañada se encuentra dentro de un llano costero (Llanura Costera del Golfo Norte) ya que el municipio no presenta relieves accidentados, por ser una región sensiblemente plana debido a su lejanía de las cadenas montañosas; en donde el contaminante se desplazó horizontalmente en el derecho de vía de la carretera antes mencionada, para después infiltrarse de manera vertical.

Asimismo es importante considerar que de acuerdo con la Carta de Edafología del INEGI (México) el suelo presente en la zona es de tipo limoso y con un aspecto de color café rojizo oscuro, presenta opacidad y brillo mate, con abundante materia orgánica, mismo que se corroboró con personal de campo durante el levantamiento de datos en el sitio. Este tipo de suelo presenta una infiltración baja media (aproximadamente 1.00 m) con materiales en su mayoría consolidado, aunado a la presencia de abundante basura y escombros, además de una humedad general en

<sup>2</sup> Sistemas de Coordenadas Universal Transversal de Mercator.

promedio de 18 % de acuerdo con los resultados de laboratorio del Muestreo Inicial. Como medidas de contención se realizó el trasvase del producto (Turbosina) a otra unidad de la empresa Autotanques Foráneos, S.A. de C.V. (ambas pertenecientes al mismo grupo transportista) y que fue descargada en la TAR de Ciudad Victoria (*Anexo VI – Acta Constancia PEMEX*).

No se observan cuerpos de agua superficiales ni subterráneos cerca del sitio de derrame, motivo por el que se descarta dar aviso a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Aproximadamente a 10.5 Km del punto de impacto se encuentra ubicada la cabecera municipal de Altamira, en el estado de Tamaulipas.

Esta ubicación se ilustra en la Figura No. 1.2.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Carta Topográfica 1: 1 000 000 San Luis Potosí. INEGI. México.



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

● 14Q 0604578 2484163

### 1.7. 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.

## 1.8. USO DE SUELO

En el sitio del derrame existe la presencia de **pastizal cultivado**, mismo que se refiere a aquel que se ha introducido intencionalmente en una región y para su establecimiento y conservación, se realizaron labores de cultivo y manejo; generalmente lo forman pastos nativos de diferentes partes del mundo<sup>4</sup>.

Cabe señalar que el suelo dañado por el derrame de Diésel donde se suscitó la volcadura pertenece al derecho de vía de la Carretera Tampico – Ciudad Mante, por otro lado, el suelo dañado producto del derrame del hidrocarburo tiene un **uso de suelo Agrícola** de tipo **pastizal cultivado** de acuerdo a la Carta de uso de suelo y vegetación 1: 1 000 000 México. INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía).

---

<sup>4</sup> Carta de uso de suelo y vegetación 1: 1 000 000 México. INEGI. México.

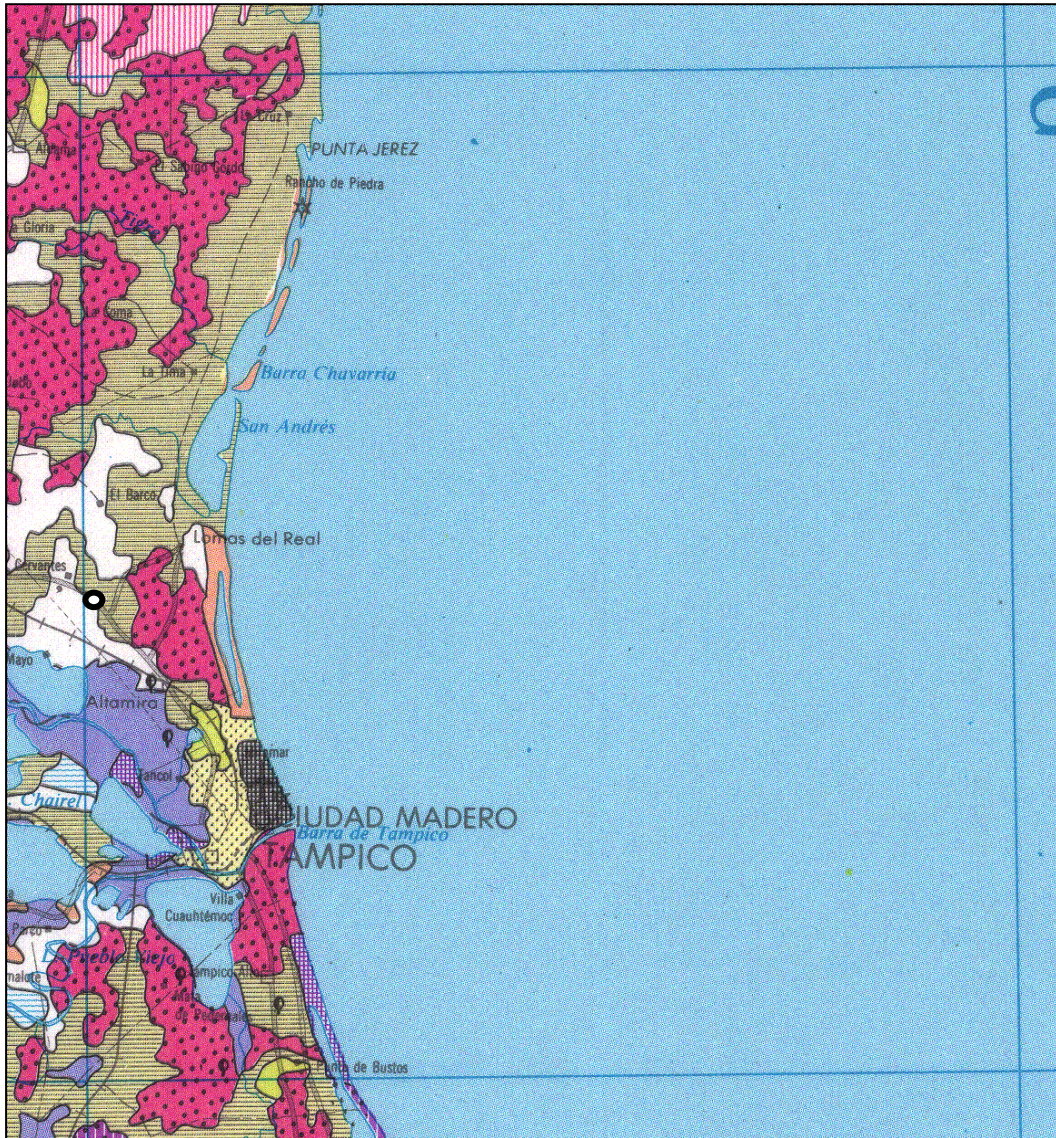


Figura Ilustrativa No. 1.3. Coordenadas del sitio de derrame y su correspondiente uso de suelo y vegetación.

● 14Q 0604578 2484163

## 1.9. EDAFOLOGÍA<sup>5</sup>

El sitio del derrame presenta la siguiente clasificación del suelo:

### Vp + Re / 2

Suelo predominante: Vp – Vertisol pélico

Suelo secundario: Re – Regosol eútrico

Textura del suelo<sup>6</sup>: 2 – Media (Limosa)

Fase física<sup>7</sup>: Lítica

Fase química<sup>8</sup>: Sódica

El término **Vertisol** deriva del vocablo latino "*vertere*" que significa verter o revolver, haciendo alusión al efecto de batido y mezcla provocado por la presencia de arcillas hinchables. El material original lo constituyen sedimentos con una elevada proporción de arcillas esmectíticas, o productos de alteración de rocas que las generen. Se encuentran en depresiones de áreas llanas o suavemente onduladas. El clima suele ser tropical, semiárido a subhúmedo o mediterráneo con estaciones contrastadas en cuanto a humedad. La vegetación cimácica suele ser de sabana, o de praderas naturales o con vegetación leñosa. El vertisol pélico es uno de tipo muy oscuro.

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 regosol eútrico es rico o muy rico en nutrientes o bases (Ca, Mg, K, Na), al menos en alguna parte entre 50cm de profundidad<sup>9</sup>.

En cuanto a la textura del suelo, ésta es media (limosa<sup>10</sup>), cuyo contenido de arcilla es menor del 35% y su contenido de arena de menor del 65%. Presenta fase física Lítica<sup>11</sup>. Presenta fase física Sódica<sup>12, 13</sup>.

<sup>5</sup> Carta Edafología 1: 1 000 000 Guadalajara. INEGI. México.

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

<sup>7</sup> 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.

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

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

<sup>10</sup> Tamaño de partícula: Entre 0.2 mm y 0.002 mm.

<sup>11</sup> Roca continua dentro de los 50 cm de profundidad.

<sup>12</sup> Presenta saturación de sodio intercambiable >40%.

<sup>13</sup> Base de Datos Geográficos. Diccionario de Datos Edafológicos (Alfanumérico). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)



Figura Ilustrativa No. 1.4. Coordenadas del sitio de derrame y su correspondiente tipo de suelo.

● 14Q 0604578 2484163

## **1.10. CLIMA**

En el municipio de Altamira el clima es predominante cálido húmedo, con régimen de lluvia de junio a septiembre, con la dirección de sus vientos de Sureste a Noreste. La temperatura media anual es de 16°C y la precipitación pluvial media de 1,000 mm anuales.

## 1.11. HIDROLOGÍA

Los recursos hidrográficos con que cuenta el municipio de Altamira están constituidos por el Río Barberena, ubicado en la parte Norte del municipio, que sirve como límite entre los municipios de Aldama y Altamira; nace en la Sierra de Tamaulipas en el municipio de Aldama; el Río Tamesí que marca los límites con el estado de Veracruz. Además cuenta con otros recursos como son los Esteros, El Salado, El Conejo y el del Norte, así como las Lagunas del Camalote, Chapayán y la Altamira.

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

Según la Carta de Aguas Subterráneas 1: 1 000 000 San Luis Potosí del INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), la zona del derrame presenta un tipo de **material consolidado** con posibilidades de infiltración **baja media**<sup>14</sup> (Ver Figura 1.5.).

---

<sup>14</sup> Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas 1: 1 000 000 San Luis Potosí. INEGI. México.



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

● 14Q 0604578 2484163

## 1.12. 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 22° 27' 38.10" Latitud Norte y 97° 59' 00.86" Longitud Oeste (14Q 0604578 2484163), en el **Km. 31 + 200 de la Carretera Tampico – Ciudad Mante, tramo Tampico – Estación Manuel, municipio de Altamira, estado de Tamaulipas**, con la finalidad de que éste sea localizado por cualquier persona involucrada o interesada en la caracterización y/o remediación.
- Determina la superficie de suelo natural con un **área dañada de 78.19 m<sup>2</sup>** (0.007819 ha); la cual se estableció con base a los sondeos realizados en el sitio (Ver Sección 1.4 del presente documento) y a los resultados obtenidos del Muestreo Inicial llevado en el sitio en estudio (Ver Sección 1.15 del presente documento).
- El movimiento horizontal de la sustancia derramada está determinada por lo accidentado del terreno (curvas de nivel<sup>15</sup>), además el comportamiento de la migración del contaminante está en función de las características del sitio, desplazándose en dirección predominante hacia el Noroeste.

El LT para este proyecto fue realizado por el Arq. Julián Blanco Amaro, quien tiene experiencia 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, que incluye la tira marginal, la vista en planta, el plano isométrico de concentraciones y migración del hidrocarburo y las tablas de datos, mismos que forman el *Anexo VII*.

---

<sup>15</sup> 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.

En el plano adjunto encontraremos lo siguiente:

#### **1.12.1. Localización del área dañada**

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:

- 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.
- Intervalos de las curvas de nivel (elevaciones).
- Predios particulares y puente carretero.
- Puntos de muestreo.

#### **1.12.2. 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.

#### **1.12.3. Isométrico de concentraciones y migración del contaminante**

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.

#### **1.12.4. Cuadro de construcción**

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

#### **1.12.5. Tira marginal**

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,
- georreferenciado con coordenadas UTM, y,
- firma

### 1.13. PLAN DE MUESTREO INICIAL

#### 1.13.1. 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.

#### 1.13.2. 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	25 minutos	Responsable técnico
Toma de muestras	15 minutos cada muestra**	Laboratorio
Lavado del equipo	30 minutos	Laboratorio
Envasado, etiquetado y sellado de muestras	30 minutos	Laboratorio
Llenado de cadena(s) de custodia y papelería de campo	35 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.

#### 1.13.3. 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 la empresa Transportadores del Sureste, S.A. de C.V.:** Fungir como representante y primer interesado en 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.

#### 1.13.4. Sitio de muestreo

##### Características.

El sitio del derrame se ubica en el derecho de vía de la Carretera Tampico – Ciudad Mante, mismo que se encuentra dentro de la categoría de uso de suelo Agrícola. En los alrededores se observa vegetación típica de la región, así como predios particulares en donde se cultiva el maíz, mismos que no fueron afectados por el derrame en cuestión. De acuerdo con la cartografía del sitio de derrame, éste presenta un suelo de textura limosa con un tipo de infiltración baja media y material consolidado. El punto de impacto se encuentra a 10.5 Km de la cabecera municipal de Altamira, en el estado de Tamaulipas.

No se observan cuerpos de agua superficiales ni subterráneos cerca del sitio de derrame, motivo por el que se descarta dar aviso a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

De acuerdo a las curvas de nivel, y la topografía del sitio, el área dañada se encuentra dentro de un llano costero, en el derecho de vía antes mencionado, donde el hidrocarburo (Diésel) se desplazó horizontalmente para después infiltrarse de manera vertical.

##### Superficie del polígono del sitio.

La superficie del polígono del sitio es de un área total dañada de aproximadamente 78.19 m<sup>2</sup>.

##### Superficie de la zona o zonas de muestreo.

La superficie de la zona de muestreo es de 78.19 m<sup>2</sup> correspondiente al área dañada.

#### 1.13.5. 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

### 1.13.6. 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 dañada la cual es de aproximadamente 78.19 m<sup>2</sup>. Los puntos fueron determinados por el personal de ISALI, S.A. de C.V. El tipo de muestreo fue aleatorio. Las muestras tomadas 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-TS-AL-28-01	0.40	HFM, HAPs, H	235
DUPLICADO	MI-TS-AL-28-01-D	0.40		
2	MI-TS-AL-28-02	Superficial		
3	MI-TS-AL-28-03	0.20		
4	MI-TS-AL-28-04	0.30		
TESTIGO	MI-TS-AL-28-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 dañada, tomando una muestra simple en cada uno de ellos, adicional se tomará 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 baja media y material consolidado\*\*\*.

\*\*\* Carta Edafológica 1: 1 000 000 México. INEGI. México

\*\*\*Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas 1: 1 000 000 San Luis Potosí. INEGI. México

#### Plano georeferenciado.

Ver *Anexo VII* del presente documento.

#### 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.

#### **1.13.7. 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, 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.

### 1.13.8. 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.

### 1.13.9. 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

**Lugar y fecha de elaboración:** Monterrey, N.L. a 03 de mayo de 2016

**Nombre y firma del responsable de la elaboración:** Jéssica Madrigal Cisneros

#### 1.14. PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DEL MUESTREO INICIAL

El muestreo inicial se ejecutó el 18 de mayo de 2016, dando aviso previo a la Dirección General de Supervisión, Inspección y Vigilancia Comercial (DGSIVC) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA) en fecha 06 de mayo de 2016 (*Anexo VIII – Acuse de Contestación de Oficio ASEA*), en el sitio estuvieron presentes las siguientes personas:

- CC. Óscar Emmanuel García Santos y José Antonio Tapia Godínez, Inspectores Federales adscritos a la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente)
- C. Rafael Aguilar Zamudio, en representación de la empresa Transportadores del Sureste, S.A. de C.V. y de la empresa ISALI, S.A. de C.V.
- C. Jesús Rolando Garza Barrón, 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-1559-AI/2016 de fecha 18 de mayo de 2016, en cumplimiento a la Orden de Inspección No. ASEA/UGSIVC/DGSIVC/5S.2.1/VE-1559-OI/2016 (*Anexo IX – Orden y Acta de Inspección ASEA*), además personal de ISALI, S.A. de C.V. plasmó las actividades realizadas en bitácora de campo (*Anexo X – Bitácora de Campo – 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 XI – Cadena de Custodia*) correspondiente, elaborada por el personal de laboratorio al momento del muestreo.

Ahora bien, es menester indicar que no se adjunta un reporte fotográfico del Muestreo Inicial realizado en fecha 18 de mayo de 2016 en el sitio en mención, debido a un problema físico con el disco duro del servidor de datos de nuestro responsable técnico donde se resguarda la información digital del expediente en cuestión, lo que impide acceder a los mismos (*Anexo XII – Diagnóstico Data Clinic*). Sin embargo, hago de su conocimiento que se contó con la presencia de Inspectores adscritos a la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA), quienes verificaron la descripción tanto del sitio, como del desarrollo del muestreo (*Ver Anexo VIII, página 8, inciso 10*).

### 1.15. 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.<sup>16</sup> (ema®), así como su respectiva aprobación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) como laboratorio de pruebas (*Anexo XIII – Acreditación y Aprobación EHS Labs*).

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

**Tabla No. 1.2. Métodos utilizados por EHS Labs de México, S.A. de C.V.**

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 XIV – Resultados de Laboratorio, Hojas de campo y Cromatogramas*).

<sup>16</sup> [www.ema.org.mx](http://www.ema.org.mx)

**Tabla No. 1.3. Profundidad y ubicación geográfica de las muestras tomadas**

Identificación	Profundidad (m)	Características	Coordenadas UTM
MI-TS-AL-28-01	0.40	Moderadamente húmeda, color café oscuro, suelo limoso con materia orgánica	14Q 0604600 2484159
MI-TS-AL-28-01-D	0.40	Moderadamente húmeda, color café oscuro, suelo limoso con materia orgánica	14Q 0604600 2484159
MI-TS-AL-28-02	Superficial	Ligeramente húmeda, color café rojizo oscuro, suelo franco-limoso con materia orgánica	14Q 0604597 2484162
MI-TS-AL-28-03	0.20	Moderadamente húmeda, color café rojizo, suelo franco-limoso con materia orgánica	14Q 0604594 2484158
MI-TS-AL-28-04	0.30	Muy húmeda, color café rojizo, suelo franco-limoso con materia orgánica	14Q 0604541 2484158
MI-TS-AL-28-T	Superficial	Moderadamente húmeda, color café oscuro, suelo limoso	14Q 0604589 2484141

\*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 <sup>17</sup>	B <sup>18</sup>	C <sup>19</sup>	D <sup>20</sup>	E <sup>21</sup>	F <sup>22</sup>
MI-TS-AL-28-01	12916.51	17.99	A.N.R. <sup>23</sup>	<0.23	<0.27	<0.23	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TS-AL-28-01-D	13081.86	18.64	A.N.R.	<0.23	<0.27	<0.23	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TS-AL-28-02	14076.63	12.80	A.N.R.	<0.23	<0.27	<0.23	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TS-AL-28-03	9792.06	17.51	A.N.R.	<0.23	<0.27	<0.23	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TS-AL-28-04	9074.30	28.93	A.N.R.	<0.23	<0.27	<0.23	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TS-AL-28-T	A.N.R.	15.70	7.83	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.

<sup>17</sup> Benzo [a] pireno

<sup>18</sup> Dibenzo [a,h] antraceno

<sup>19</sup> Benzo [a] antraceno

<sup>20</sup> Benzo [b] fluoranteno

<sup>21</sup> Benzo [k] fluoranteno

<sup>22</sup> Indeno (1,2,3-cd) pireno

<sup>23</sup> Análisis No Realizado

### 1.15.1. Análisis de resultados

Los Límites Máximos Permisibles (LMP) de Hidrocarburos Fracción Media, correspondientes a la sustancia derramada (Diésel)<sup>24</sup>, se señalan en la Tabla No. 1.5.

<b>Tabla No. 1.5. Límites Máximos Permisibles Hidrocarburos Fracción Media</b>		
<b>Uso de suelo predominante (mg/Kg base seca)</b>		
<b>Agrícola<sup>25</sup></b>	<b>Residencial<sup>26</sup></b>	<b>Industrial<sup>27</sup></b>
1200	1200	5000

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.

<b>Tabla No. 1.6. Límites Máximos Permisibles para hidrocarburos específicos en suelo</b>			
<b>Uso de suelo predominante (mg/Kg base seca)</b>			
<b>HAP</b>	<b>Agrícola<sup>28</sup></b>	<b>Residencial<sup>29</sup></b>	<b>Industrial<sup>30</sup></b>
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

<sup>24</sup> Tabla No. 1 de la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012

<sup>25</sup> Incluye suelo forestal, pecuario y de conservación

<sup>26</sup> Incluye suelo recreativo

<sup>27</sup> Incluye comercial

<sup>28</sup> Incluye suelo forestal, pecuario y de conservación

<sup>29</sup> Incluye recreativo

<sup>30</sup> Incluye comercial

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	HFP (mg/Kg)	Humedad (%)	pH (U)	HAPs (mg/Kg)					
				A <sup>31</sup>	B <sup>32</sup>	C <sup>33</sup>	D <sup>34</sup>	E <sup>35</sup>	F <sup>36</sup>
MI-TS-AL-28-01	<b>12916.51</b>	17.99	A.N.R. <sup>37</sup>	<0.23	<0.27	<0.23	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TS-AL-28-01-D	<b>13081.86</b>	18.64	A.N.R.	<0.23	<0.27	<0.23	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TS-AL-28-02	<b>14076.63</b>	12.80	A.N.R.	<0.23	<0.27	<0.23	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TS-AL-28-03	<b>9792.06</b>	17.51	A.N.R.	<0.23	<0.27	<0.23	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TS-AL-28-04	<b>9074.30</b>	28.93	A.N.R.	<0.23	<0.27	<0.23	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TS-AL-28-T	A.N.R.	15.70	7.83	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**<sup>38</sup>, por el valor del pH.

<sup>31</sup> Benzo [a] pireno

<sup>32</sup> Dibenzo [a,h] antraceno

<sup>33</sup> Benzo [a] antraceno

<sup>34</sup> Benzo [b] fluoranteno

<sup>35</sup> Benzo [k] fluoranteno

<sup>36</sup> Indeno (1,2,3-cd) pireno)

<sup>37</sup> Análisis No Realizado

<sup>38</sup> Acorde a los señalado en la NOM-021-SEMARNAT-2000

## 1.16. CONCLUSIÓN DE LA CARACTERIZACIÓN

Con la información arrojada del levantamiento topográfico misma que indica un área dañada de **78.19 m<sup>2</sup>** perteneciente a suelo natural por donde el hidrocarburo se desplazó y se infiltró, las características del suelo dañado, las condiciones del sitio afectado y los resultados obtenidos de los análisis de las muestras recolectadas en el sitio, los cuales señalan que existen concentraciones de Hidrocarburos Fracción Media (HFM) en las muestras tomadas en el área dañada, las cuales superan los Límites Máximos Permisibles (LMP) señalados en la Tabla No. 2 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, observándose una infiltración baja en suelo y subsuelo en base a las concentraciones obtenidas en las diferentes profundidades en las cuales se tomaron las muestras.

En resumen de lo anteriormente expuesto se proyecta lo siguiente:

<b>Tabla No. 1.8. Proyección de la pluma del contaminante</b>			
<b>Identificación del área</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Profundidad de excavación (m)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>
Área dañada	78.19	1.00 <sup>39</sup>	78.19
<b>Área total dañada</b>	<b>78.19 m<sup>2</sup></b>	<b>Volumen total a remediar:</b>	<b>78.19 m<sup>3</sup></b>

Resulta importante mencionar que en el área dañada (contaminada) de acuerdo a los resultados obtenidos de Hidrocarburos Fracción Media (HFM), la humedad que presenta la zona (en promedio de 18%), así como el tipo de suelo que presenta el sitio (limoso) el cual posee un tamaño de partícula de entre 0.2 mm y 0.002 mm, además presenta un tipo de material consolidado con infiltración baja media; sumando a esto la cantidad derramada, las temperaturas presentes en el sitio, las concentraciones obtenidas de los análisis de las muestras recolectadas en el sitio, las características físicas y químicas del hidrocarburo (ya que es una sustancia líquida viscosa, un poco aceitosa y con volatilidad media), y analizando su comportamiento, se puede concluir que el desplazamiento vertical es evidente a una profundidad de 0.40 m, deduciendo y proyectando que el hidrocarburo se infiltró verticalmente por los diferentes estratos del subsuelo hasta llegar a una profundidad de **1.00 m**, profundidad a la cual se encontrarán concentraciones menores a los límites de limpieza para Hidrocarburos Fracción Media (HFM) establecidos en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, resultando un volumen total a remediar de **78.19 m<sup>3</sup>** de suelo dañado (contaminado) con Diésel; todo esto aunado a la topografía del sitio con sus respectivas curvas de nivel presentes en el sitio (*Ver Anexo VI del presente documento*) las cuales indican que el hidrocarburo se desplazó en dirección al Noroeste del punto de impacto (14Q 0604578 2484163).

<sup>39</sup> Profundidad a la cual se propone la excavación durante los Trabajos de Remediación.

Dada esta situación, y en base a lo señalado en el punto 8.2 de la norma en mención, que a la letra dice: *“Todo aquel suelo que durante la caracterización haya presentado concentraciones de hidrocarburos por arriba de los límites máximos permisibles de contaminación establecidos en las TABLAS 2 y 3 del capítulo 6 de esta norma, debe ser remediado”*, se concluye que el suelo contaminado **si debe ser sometido a un proceso de remediación.**

### 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 XV – Oficio 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 XVI - 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

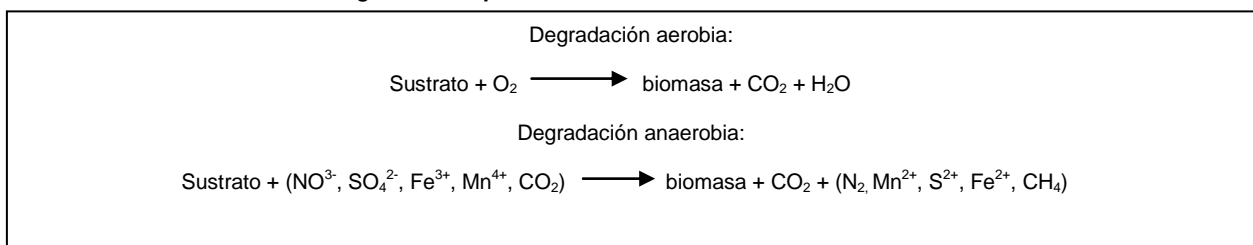
### 3.2.1. Remediación de suelos contaminados

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 físicas<sup>40</sup>. 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 modificarlos<sup>41</sup>...”.

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)<sup>42</sup>. 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**



<sup>40</sup> 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.

<sup>41</sup> Fracción XXVIII del artículo 5 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. SEMARNAT. México 2003

<sup>42</sup> 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 siguiente<sup>43</sup>.

- *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*.

---

<sup>43</sup> 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 en el sitio contaminado** es la adecuada en base a los siguientes argumentos:

- Las concentraciones de Hidrocarburos Fracción Media (HFM) encontradas en el suelo dañado.
- La cantidad derramada del contaminante (Diésel) de aproximadamente 300 L.
- 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 baja en el subsuelo en base a los resultados de laboratorio de las muestras tomadas en el sitio.
- El clima cálido - templado del sitio que oscila entre los 22 – 26 °C.
- La humedad relativa de las muestras, las cuales se encuentran aproximadamente en 18% en comparación con la muestra testigo misma que muestra un valor de 15% de humedad.
- El suelo natural dañado se encuentra en derecho de vía, a un lado de la carpeta asfáltica de la Carretera Tampico – Ciudad Mante.
- 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 1.00 m.

### 3.4. DESCRIPCIÓN OPERATIVA DEL PROCESO DE TRATAMIENTO

Tal y como se mencionó en apartados anteriores la topografía del sitio, la accesibilidad del terreno, entre otros, son factores que ayudaron a determinar la técnica de remediación. Tomando en cuenta lo anterior, se procederá a desarrollar lo siguiente dentro del área dañada (contaminada) la cual es de 78.19 m<sup>2</sup>, resultando un volumen de 78.19 m<sup>3</sup> de suelo dañado (contaminado) con Diésel:

Los trabajos se realizarán con técnicas mecánicas con apoyo de maquinaria pesada tal como lo es la retroexcavadora, lo cual aportará al sistema ayuda mecánica para la homogenización y remoción del material en tratamiento.

En términos generales las actividades en cada una de sus fases de tratamiento del suelo natural contaminado con Diésel será la labranza 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, 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.

<b>Tabla No. 3.1. Insumos</b>
Agente Biodegradador de Hidrocarburos (ABH) (Bacteria) <sup>44</sup>
Fertilizante (NPK) <sup>45</sup> con urea
Materia orgánica
Agua

<sup>44</sup> Solibac IP Soil®

<sup>45</sup> 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 **pastizal cultivado**, 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:

Tabla 3.2. Límites Máximos Permisibles para limpieza <sup>46</sup>							
Parámetro	HFM	A <sup>47</sup>	B <sup>48</sup>	C <sup>49</sup>	D <sup>50</sup>	E <sup>51</sup>	F <sup>52</sup>
LMP <sup>53</sup>	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 en el sitio contaminado, ya que la técnica a utilizar será *in-situ*, la ubicación del suelo no será modificada, por lo que 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; se asegurará la funcionalidad de éste para su uso futuro como suelo **Agrícola**, en el derecho de vía de la Carretera Tampico – Ciudad Mante.

<sup>46</sup> Concentración expresada en mg /Kg

<sup>47</sup> Benzo [a] pireno

<sup>48</sup> Dibenzo [a,h] antraceno

<sup>49</sup> Benzo [a] antraceno

<sup>50</sup> Benzo [b] fluoranteno

<sup>51</sup> Benzo [k] fluoranteno

<sup>52</sup> Indeno (1,2,3-cd) pireno

<sup>53</sup> Límite Máximo permisible, expresado en mg / Kg base seca



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

### CADENA DE CUSTODIA

Pág: 1 de 1

**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

ID DEL SITIO DE MUESTREO/REF. CLIENTE: Transportadoras del Sureste SA de CV.  
 No. DE PROYECTO: P 3503    ÁREA:  AL  FF  Ag  S  R  
 MUESTREADOR: [Redacted]    Nombre de persona física  
 RESPONSABLE DEL MUESTREO: [Redacted]    Nombre de persona física    [Firma] (nombre y firma)  
 TIPO DE SERVICIO: NORMAL  URGENTE  (días)

ANALISIS				FOLIO: 8516
HFM	HAP'S	%H	pH	<div style="background-color: black; color: white; padding: 5px;">           Nombre y firma de persona física, artículo 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP         </div>

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FM	H	M	NR	C	P	TIPO DE MUESTRA		CM <input type="checkbox"/> L <input type="checkbox"/> Kg	ANALISIS				EHS ID*
							MP	MC						
MI-TS-AL-28-01	2016/05/18	10:11	S	1	FV	7	/		<input checked="" type="checkbox"/> L	/	/	/	/	81716-1-1
MI-TS-AL-28-01-D	2016/05/18	10:14	S	1	FV	7	/		<input checked="" type="checkbox"/> L	/	/	/	/	81716-2-1
MI-TS-AL-28-02	2016/05/18	10:20	S	1	FV	7	/		<input checked="" type="checkbox"/> L	/	/	/	/	81716-3-1
MI-TS-AL-28-03	2016/05/18	10:35	S	1	FV	7	/		<input checked="" type="checkbox"/> L	/	/	/	/	81716-4-1
MI-TS-AL-28-04	2016/05/18	10:49	S	1	FV	7	/		<input checked="" type="checkbox"/> L	/	/	/	/	81716-5-1
MI-TS-AL-28-T	2016/05/18	09:55	S	1	FV	7	/		<input checked="" type="checkbox"/> L	-	/	/	/	81716-6-1
OBSERVACIONES: <u>[Redacted]</u> Nombre y firma de persona física, artículo 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP										INSPECTORES FEDERALES DE LA ASEA				T°C° 6°

ENTREGADO POR: (nombre y firma)	FECHA:	HORA:	RECIBIDO POR: (nombre y firma)	FECHA:	HORA:	COMENTARIOS
<u>[Redacted]</u>	2016/05/20	17h00	Olga N. Guevara	2016/05/20	17h00	NOM-138-SEMAR/155A1-2012

FM: 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  
 C: 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)  
 P: Preservador (1 HCl, 2: HNO<sub>3</sub>, 3: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 4: NaOH, 5: Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 6: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-CuSO<sub>4</sub>, 7: s 4°C, 8: Acetato de Zinc, 9: Otro, 10: NA 11: Buffer/NaOH)    M.P. Muestra Puntual    MC: Muestra Compuesta    Derechos Reservados. EHS labs  
 CM: 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  
TRANSPORTADORES DEL SURESTE, S.A. DE C.V.**

**DATOS DEL SOLICITANTE**

<b>Empresa:</b>	Transportadores del Sureste, S.A. de C.V.
<b>Dirección:</b>	Av. Wake No. 139, Colonia Electricistas
<b>Entidad:</b>	Delegacion Azcapotzalco, México D.F.,
<b>Atención:</b>	Nombre de persona física

**DATOS DEL MUESTREO**

<b>Empresa responsable del muestreo:</b>	EHS Labs de México, S.A. de C.V.
<b>Dirección:</b>	Matamoras 1441 Pte Col. Maria Luisa
<b>Nombre del sitio de muestreo:</b>	Km 31+200 de la Carretera Tampico-Ciudad Mante, tramo Tampico-Estación Manuel
<b>Ubicación del sitio de muestreo:</b>	Municipio de Altamira, estado de Tamaulipas
<b>Fecha de muestreo:</b>	2016-05-18
<b>Número de muestras en estudio:</b>	06
<b>Protocolo de Muestreo Acreditado y Aprobado (Ver anexos):</b>	Registro del Muestreo de Suelos (Acreditado y Aprobado) Cadena de Custodia Folio: 8516

**DATOS DE CONTROL**

<b>Identificación del cliente:</b> <i>Numero de Siniestro: D2469915</i>	<b>Fecha de recepción de las muestras:</b> 2016-05-20
	<b>Fecha de inicio de análisis:</b> 2016-05-20
<b>Identificación EHS Labs:</b> 81716	<b>Fecha termino de análisis:</b> 2016-06-22
	<b>Descripción física de las muestras:</b> Sólido
<b>Empresa responsable del análisis:</b>	EHS Labs de México, S. A. de C. V.
<b>Dirección:</b>	Matamoras 1441 Pte. Col. Maria Luisa Monterrey, N. L.

Artículo 113 fracción I de la LFTAIIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP



**INFORME DE RESULTADOS SUELOS  
TRANSPORTADORES DEL SURESTE, S.A. DE C.V.**

**RESULTADOS DE LABORATORIO ANALÍTICO**



**INFORME DE RESULTADOS**

No. De proyecto: P3503  
 Fecha de Recepción: 2016-05-21  
 Fecha de muestreo: 2016-05-18  
 Folio de cadena de Custodia: 8516  
 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-TS-AL-28-01	81716-1	17.99	6.00	2016-05-26	LB
MI-TS-AL-28-01-D	81716-2	18.64	6.00	2016-05-26	LB
MI-TS-AL-28-02	81716-3	12.80	6.00	2016-05-26	LB
MI-TS-AL-28-03	81716-4	17.51	6.00	2016-05-26	LB
MI-TS-AL-28-04	81716-5	28.93	6.00	2016-05-26	LB
MI-TS-AL-28-T	81716-6	15.70	6.00	2016-05-26	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: P3503  
 Fecha de Recepción: 2016-05-21  
 Fecha de muestreo: 2016-05-18  
 Folio de cadena de Custodia: 8516  
 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-TS-AL-28-01	81716-1	12916.51	140.56	62.10	2016-05-30	2016-05-31	LB
MI-TS-AL-28-01-D	81716-2	13081.86	140.56	62.10	2016-05-30	2016-05-31	LB
MI-TS-AL-28-02	81716-3	14076.63	140.56	62.10	2016-05-30	2016-05-31	LB
MI-TS-AL-28-03	81716-4	9792.06	140.56	62.10	2016-05-30	2016-05-31	LB
MI-TS-AL-28-04	81716-5	9074.30	140.56	62.10	2016-05-30	2016-05-31	LB



**INFORME DE RESULTADOS SUELOS**  
**TRANSPORTADORES DEL SURESTE, S.A. DE C.V.**



**INFORME DE RESULTADOS**

No. De proyecto: P3503  
 Fecha de Recepción: 2016-05-21  
 Fecha de muestreo: 2016-05-18  
 Folio de cadena de Custodia: 8516  
 Parámetro: HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLINUCLEARES EN SUELOS (Acreditado)  
 Método analítico NMX-AA-146-SCFI-2008  
 Fecha de extracción: 2016-05-30  
 Fecha de análisis: 2016-05-30  
 Analista: OG

Cliente	MI-TS-AL-28-01	MI-TS-AL-28-01-D	MI-TS-AL-28-02	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	81716-1	81716-2	81716-3		
Parámetro	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)		
Benzo(a) antraceno	<0.23	<0.23	<0.23	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-TS-AL-28-03	MI-TS-AL-28-04	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	81716-4	81716-5		
Parámetro	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)		
Benzo(a) antraceno	<0.23	<0.23	0.24	0.13
Benzo(b) fluoranteno	<0.24	<0.24	0.24	0.11
Benzo(k) fluoranteno	<0.23	<0.23	0.23	0.10
Benzo(a) pireno	<0.23	<0.23	0.23	0.12
Indeno(1,2,3-cd) pireno	<0.23	<0.23	0.23	0.10
Dibenzo(a,h) antraceno	<0.27	<0.27	0.27	0.12



**INFORME DE RESULTADOS SUELOS  
TRANSPORTADORES DEL SURESTE, S.A. DE C.V.**



**INFORME DE RESULTADOS**

No. De proyecto: P3503  
Fecha de Recepción: 2016-05-21  
Fecha de muestreo: 2016-05-18  
Folio de cadena de Custodia: 8516  
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-TS-AL-28-T	81716-6	7.83	0.12	2016-05-21	AY



INFORME DE RESULTADOS SUELOS  
TRANSPORTADORES DEL SURESTE, S.A. DE C.V.

Comentarios:  
Ninguno

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

Signatario Acreditado

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.

## 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 en el sitio contaminado** se tomará 01 (una) muestra simple a partir de un muestreo dirigido en la zona de tratamiento (78.19 m<sup>3</sup>).

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 XVII*).

Km. 31 + 200 de la Carretera Tampico – Ciudad Mante, tramo Tampico – Estación Manuel, municipio de Altamira, estado de Tamaulipas.

## 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	10 minutos	Responsable técnico
Toma de muestras	20 minutos cada muestra**	Laboratorio
Lavado del equipo (entre cada toma de muestra)	15 minutos	Laboratorio
Envasado, etiquetado y sellado de muestras	15 minutos	Laboratorio
Llenado de cadena de custodia y papelería de campo	25 minutos	Laboratorio
Toma de evidencia fotográfica	10 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 la empresa Transportadores del Sureste, 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.

Km. 31 + 200 de la Carretera Tampico – Ciudad Mante, tramo Tampico – Estación Manuel, municipio de Altamira, estado de Tamaulipas.

### 3. SITIO DE MUESTREO

#### 3.1 Características.

El sitio del derrame se ubica en el derecho de vía de la Carretera Tampico – Ciudad Mante, mismo que se encuentra dentro de la categoría de uso de suelo Agrícola. En los alrededores se observa vegetación típica de la región, así como predios particulares en donde se cultiva el maíz, mismos que no fueron afectados por el derrame en cuestión. De acuerdo con la cartografía del sitio de derrame, éste presenta un suelo de textura limosa con un tipo de infiltración baja media y material consolidado. El punto de impacto se encuentra a 10.5 Km de la cabecera municipal de Altamira, en el estado de Tamaulipas.

De acuerdo a las curvas de nivel, y la topografía del sitio, el área dañada se encuentra dentro de un llano costero, en el derecho de vía antes mencionado, donde el hidrocarburo (Diésel) se desplazó horizontalmente para después infiltrarse de manera vertical.

#### 3.2 Superficie de la zona o zonas de muestreo.

La superficie correspondiente a la zona de tratamiento (**78.19 m<sup>2</sup>**) con aproximadamente **78.19 m<sup>3</sup>** de suelo sometido a 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, el área afectada y se conoce el volumen del material edáfico en tratamiento en el sitio (78.19 m<sup>3</sup>). Los puntos serán determinados por el personal de ISALI, S.A. de C.V. El tipo de muestreo será aleatorio simple. Las muestras a tomar serán simples.

Km. 31 + 200 de la Carretera Tampico – Ciudad Mante, tramo Tampico – Estación Manuel, municipio de Altamira, estado de Tamaulipas.

### 5.2 Puntos de muestreo.

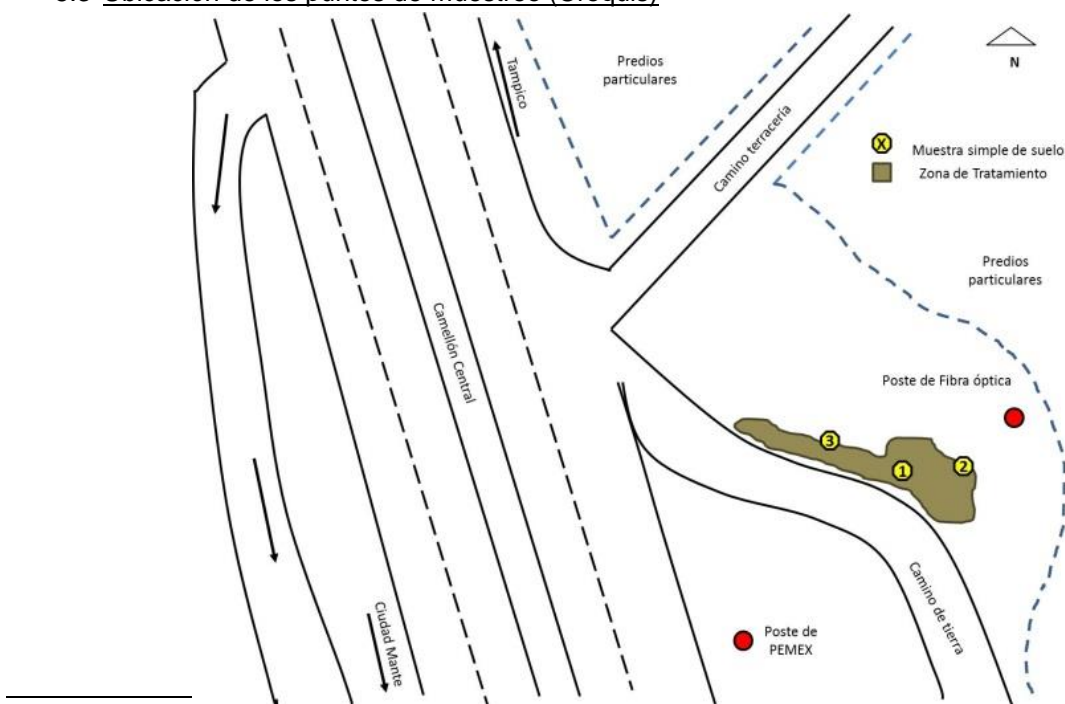
En la siguiente tabla se resumen los puntos de muestreo, la identificación de las muestras, superficie o sitio de muestreo, profundidad, parámetros a analizar y volumen.

Puntos de muestreo <sup>1</sup>	Identificación	Superficie de muestreo	Profundidad (m)	Parámetros a analizar	Volumen (ml)
1	MF-TS-AL-28-01	Zona de Tratamiento	0.75	HFM, HAP, H, PH	<b>235</b>
DUPLICADO	MF-TS-AL-28-01D		0.75	HFM, HAP, H, PH	
1	MF-TS-AL-28-02	Fondo de la Zona de Tratamiento	1.15	HFM, HAP, H	
2	MF-TS-AL-28-03	Periferia de la Zona de Tratamiento	0.75	HFM, HAP, H	
3	MF-TS-AL-28-04		0.25	HFM, HAP, H	

La distribución y la profundidad de la 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 ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente).

Se tomará una (01) muestra en el área de tratamiento, así como una (01) muestra duplicado para el aseguramiento de la calidad de las muestras. Por otro lado se tomará una (01) muestra en el fondo de la zona de tratamiento, y dos (02) muestras en el perímetro de dicha zona.

### 5.3 Ubicación de los puntos de muestreo (Croquis)



<sup>1</sup> "Por regla general se debe requerir que se aplique una muestra simple por cada 250 – 300 m<sup>3</sup>"... Criterio establecido en la Guía Técnica de Orientación para la Planeación y Realización de Muestreos Finales Comprobatorios. SEMARNAT 2012.

Km. 31 + 200 de la Carretera Tampico – Ciudad Mante, tramo Tampico – Estación Manuel, municipio de Altamira, estado de Tamaulipas.

#### 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. 31 + 200 de la Carretera Tampico – Ciudad Mante, tramo Tampico – Estación Manuel, municipio de Altamira, estado de Tamaulipas.

## 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 CAMPO<sup>2</sup>

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

Motivo:

<sup>2</sup> 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.

### 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 XVII – 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 XVIII* 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.

**Programa Calendarizado de Actividades de Remediación (1/1)**

<b>Diagrama de Gantt para las Actividades de Remediación</b>							
<b>Fase</b>	<b>Actividad</b>	<b>BIORREMEDIACIÓN POR LANDFARMING EN EL SITIO CONTAMINADO</b>					
		<b>Semana</b>					
		<b>1</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>13</b>	<b>17</b>	<b>21</b>
<b>I</b>	Ubicación de cuadrilla en el sitio						
	Acondicionamiento de zona de tratamiento						
	Homogenización - Aireación						
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)						
	Homogenización - Aireación						
	Aplicación de nutrientes						
	Homogenización - Aireación						
	Hidratación						
	Homogenización - Aireación						
<b>II</b>	Homogenización - Aireación						
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)						
	Homogenización - Aireación						
	Aplicación de nutrientes						
	Homogenización - Aireación						
	Hidratación						
	Homogenización - Aireación						
<b>M-I</b>	Monitoreo intermedio						
<b>III</b>	Homogenización - Aireación						
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)						
	Homogenización - Aireación						
	Aplicación de nutrientes						
	Homogenización - Aireación						
	Hidratación						
	Homogenización - Aireación						
<b>IV</b>	Homogenización - Aireación						
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)						
	Homogenización - Aireación						
	Aplicación de nutrientes						
	Homogenización - Aireación						
	Hidratación						
	Homogenización - Aireación						
<b>M-II</b>	Monitoreo intermedio						
<b>V</b>	Homogenización - Aireación						
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)						
	Homogenización - Aireación						
	Aplicación de nutrientes						
	Homogenización - Aireación						
	Hidratación						
	Homogenización - Aireación						
<b>VI</b>	Homogenización - Aireación						
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)						
	Homogenización - Aireación						
	Aplicación de nutrientes						
	Homogenización - Aireación						
	Hidratación						
<b>M-III</b>	Monitoreo intermedio						

**Fotográfico – Visita Inicial (1/1)**



1 – Punto de impacto, en la Carretera Tampico – Ciudad Mante, municipio de Altamira, Tamaulipas.



2 – El accidente ocurrió en una lateral de la Carretera, cercano a un puente carretero, se observa el suelo natural afectado.



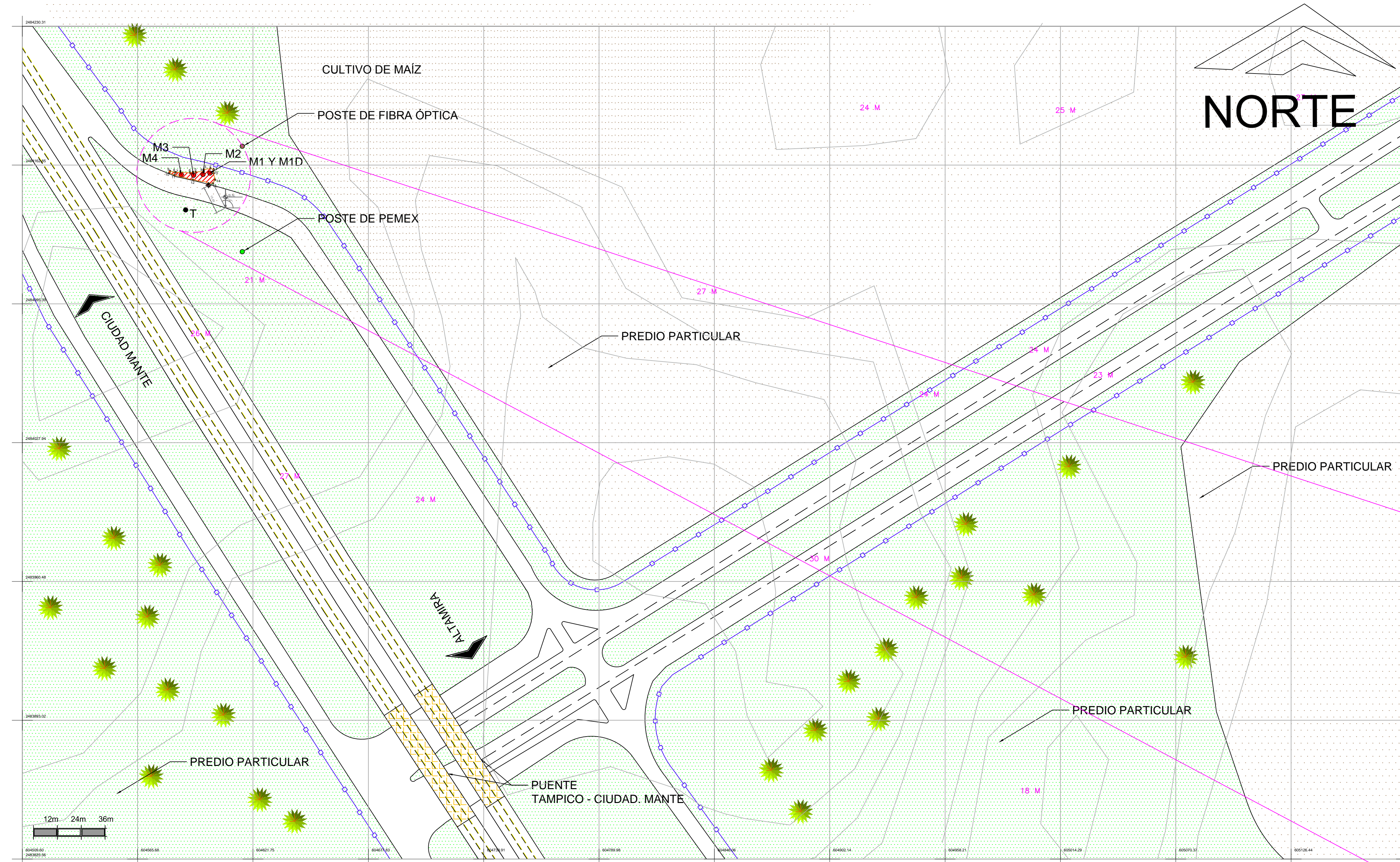
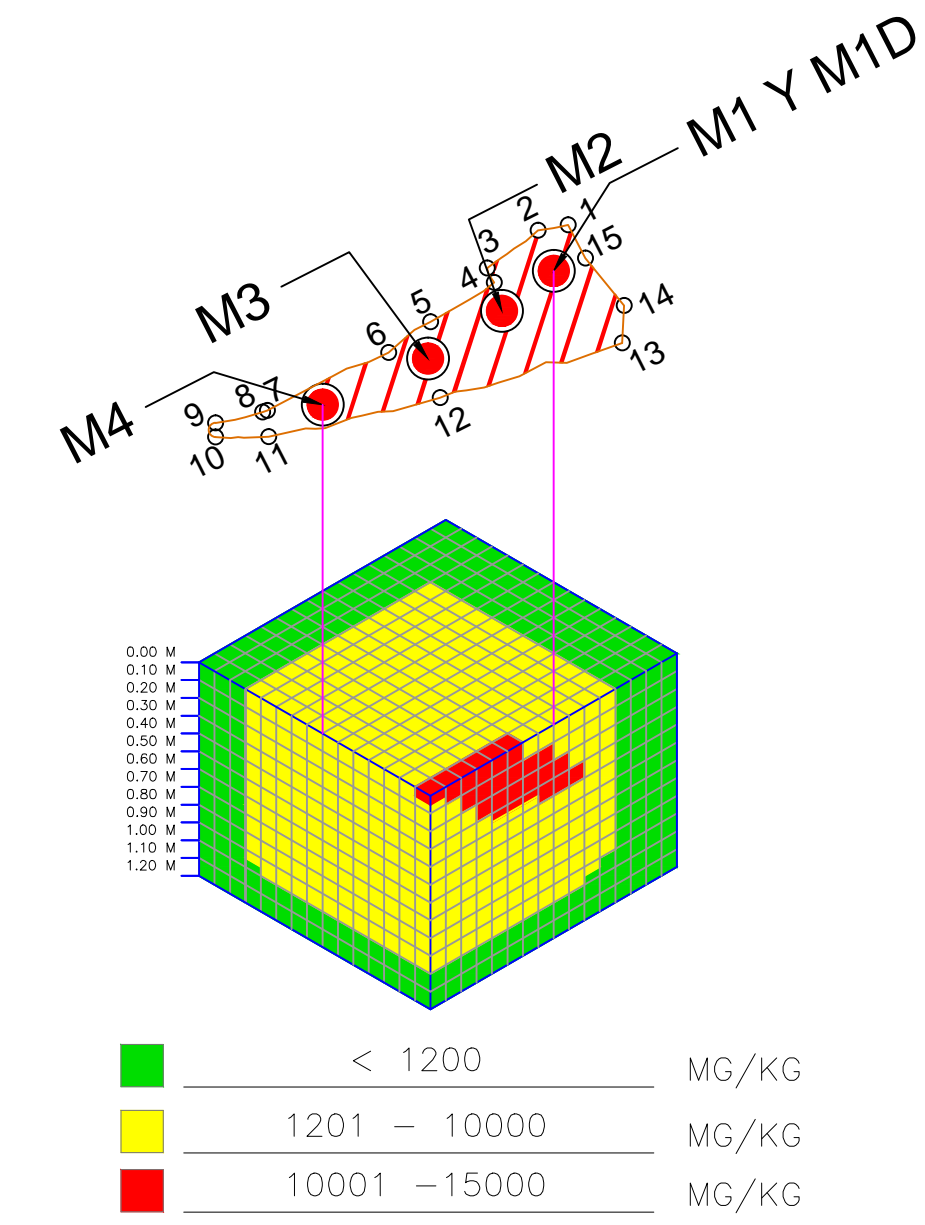
3 – El contaminante (Diésel) afectó suelo natural del derecho de vía de la Carretera Tampico – Ciudad Mante, tal como se puede apreciar.



4 – Se realizaron sondeos en el sitio, además se observa la presencia de abundante basura y escombros.

DATOS DEL MUESTREO INICIAL												
PUNTOS DE MUESTREO	IDENTIFICACION	PROFUNDIDAD (M)	%H	U DE PH	HFM (MG/KG)	HAPs (MG/KG)						COORDENADAS UTM
						BENZO (A) ANTRACENO	BENZO (B) FLUORANTENO	BENZO (K) FLUORANTENO	BENZO (A) PIRENO	INDENO (1,2,3-CD) PIRENO	DIBENZO (A,H) ANTRACENO	
M1	MI-TS-AL-28-01	0.40	17.99	ANR	12916.51	<0.23	<0.24	<0.23	<0.23	<0.23	<0.27	14Q 0604600 2484159
M1D	MI-TS-AL-28-01-D	0.40	18.64	ANR	13081.86	<0.23	<0.24	<0.23	<0.23	<0.23	<0.27	14Q 0604600 2484159
M2	MI-TS-AL-28-02	SUPERFICIAL	12.80	ANR	14076.63	<0.23	<0.24	<0.23	<0.23	<0.23	<0.27	14Q 0604597 2484162
M3	MI-TS-AL-28-03	0.20	17.51	ANR	9792.06	<0.23	<0.24	<0.23	<0.23	<0.23	<0.27	14Q 0604594 2484158
M4	MI-TS-AL-28-04	0.30	28.93	ANR	9074.30	<0.23	<0.24	<0.23	<0.23	<0.23	<0.27	14Q 0604591 2484158
T	MI-TS-AL-28-T	SUPERFICIAL	15.70	7.83	ANR	ANR	ANR	ANR	ANR	ANR	ANR	14Q 0604589 2484141

PLANO ISOMETRICO  
HFM (MG/KG)



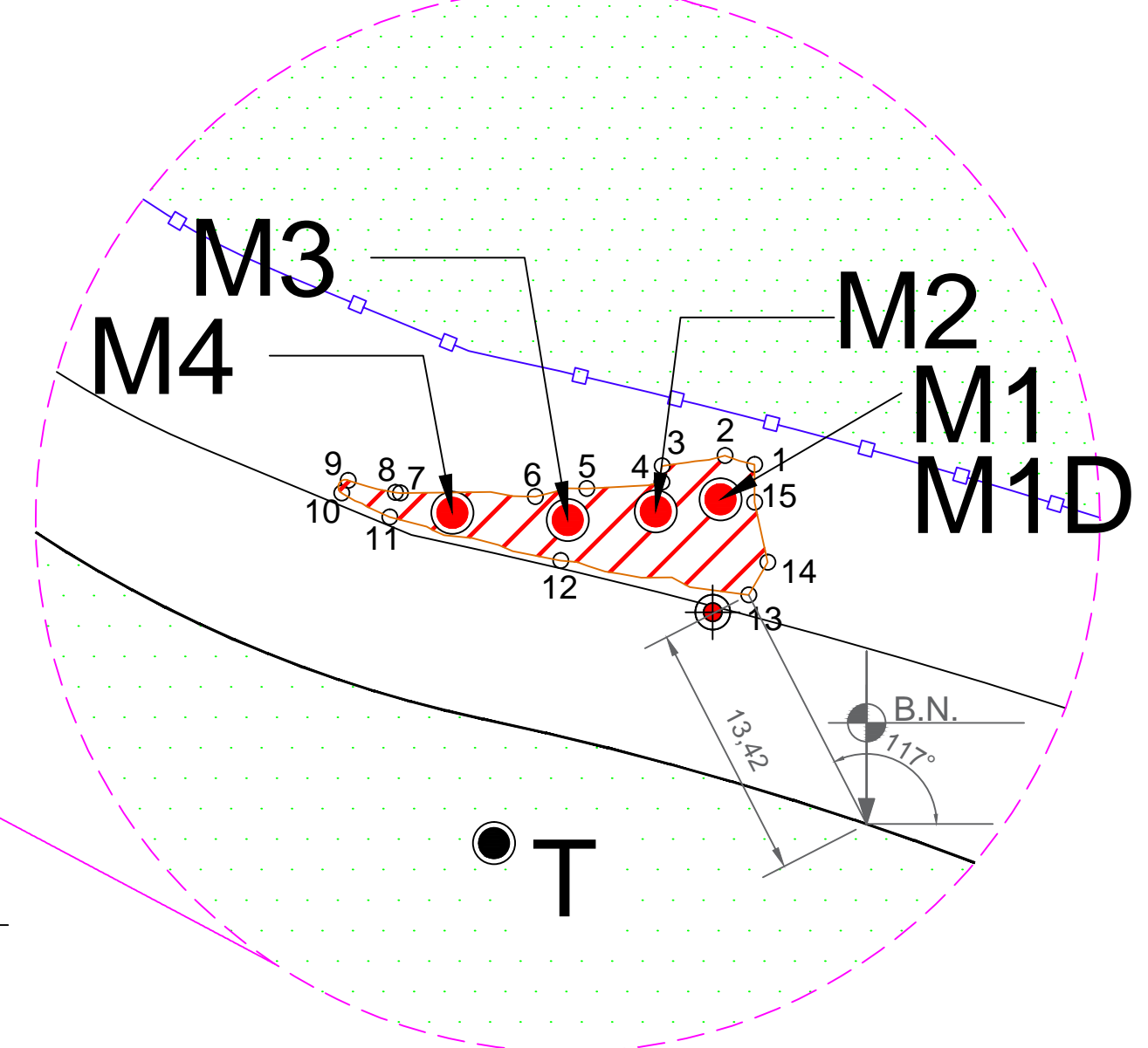
DATOS DEL POLIGONO						
LADO	EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS UTM
1	2		N 72°58'22.20" W	1.603	2	14Q 604601 2484161
2	3		S 80°39'10.01" W	3.322	3	14Q 604597 2484160
3	4		S 01°19'17.93" W	0.847	4	14Q 604597 2484159
4	5		S 85°14'02.27" W	3.917	5	14Q 604593 2484159
5	6		S 81°02'31.32" W	2.716	6	14Q 604591 2484159
6	7		N 88°28'09.96" W	7.025	7	14Q 604584 2484159
7	8		N 83°25'29.26" W	0.269	8	14Q 604583 2484159
8	9		N 75°42'29.88" W	2.540	9	14Q 604581 2484159
9	10		S 26°33'13.83" W	0.743	10	14Q 604581 2484159
10	11		S 63°26'46.17" E	2.788	11	14Q 604583 2484158
11	12		S 75°41'49.22" E	9.200	12	14Q 604592 2484155
12	13		S 79°39'39.51" E	9.955	13	14Q 604602 2484153
13	14		N 30°01'01.59" E	1.966	14	14Q 604603 2484155
14	15		N 12°10'42.65" W	3.204	15	14Q 604602 2484158
15	1		N 00°19'46.31" W	1.957	1	14Q 604602 2484160

AREA DAÑADA = 78.19 M2

	COORDENADAS UTM
PUNTO DE IMPACTO	14Q 604600 2484153
BANCO DE NIVEL	14Q 604604 2484148

### SIMBOLOGÍA

- PUENTE CARRETERO
- CERCA
- MUESTRA SIMPLE DE SUELO
- POSTE DE FIBRA ÓPTICA
- PUNTO DE IMPACTO
- AREA DAÑADA
- TESTIGO
- POSTE DE PEMEX
- B.N. BANCO DE NIVEL



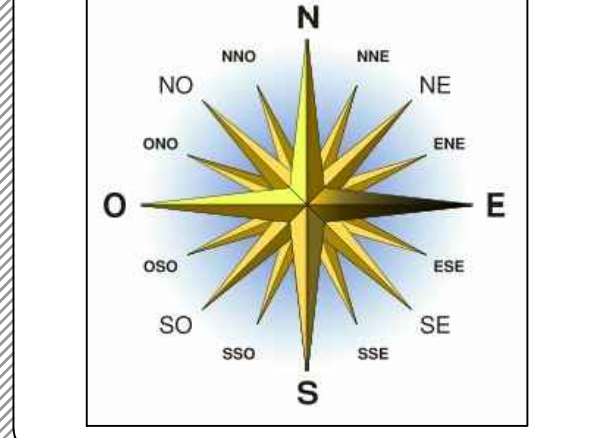
## VISTA EN PLANTA

Escala Gráfica 1:1200

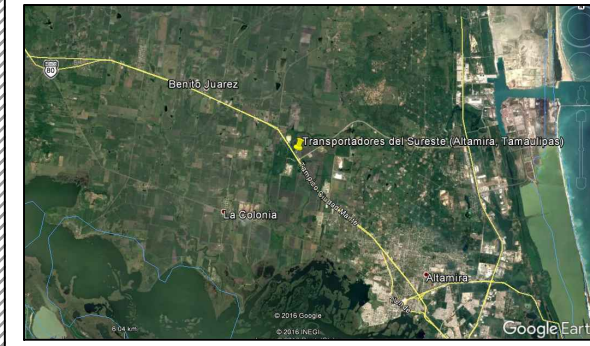
NOMBRE DE PLANO: **D2469915**

NOTAS  
 1.- DIMENSIONES EN METROS.  
 2.- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO  
 3.- ESCALA INDICADA

### LOCALIZACION



FOTOGRAFIA DEL SITIO



FOTOREFERENCIA GOOGLE EARTH

PROPUESTA DE		
AREA	NOMBRE:	FIRMA
DISEÑO		JB

FECHA  
**19 DE ENERO DEL 2017**

DIRECCION:  
**KM. 31 + 200 DE LA CARRETERA TAMPICO - CIUDAD MANTE, TRAMO TAMPICO - ESTACION MANUEL, MUNICIPIO DE ALTAMIRA, ESTADO DE TAMAULIPAS.**

Nombre, dirección y teléfono de persona física, artículo 113 fracción I de la LFTAI y 116 primer párrafo de la LGTAIP

TRANSPORTISTA:  
**TRANSPORTADORES DEL SURESTE S.A. DE C.V.**

SUSTANCIA DERRAMADA  
**DIESEL**

NOMBRE DE PROYECTO:  
**PROGRAMA DE REMEDIACION**