

2. DATOS DE INFORMACIÓN DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN

2.1. 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 (S1³), debido al derrame de Turbosina (FM3⁴) manifestándose la cantidad derramada de aproximadamente 60, 000 L. Este derrame se originó por el accidente de una unidad propiedad de la empresa Tractofletes Especializados, S.A. de C.V., ocurrido el 03 de agosto de 2015 en el Km. 285 de la Carretera Federal No. 180-D Kantunil – Cancún, municipio de Benito Juárez, estado de Quintana Roo.

Con el fin de dar cumplimiento a las disposiciones ambientales vigentes en materia de suelos contaminados, se ha elaborado el presente PR. En él se detallan las características del sitio del accidente, los procedimientos empleados para su caracterización, las labores de emergencia, 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 271.20 m³ de material edáfico contaminado con Turbosina (FM3⁵) debe ser sometido a un proceso de biorremediación mediante la técnica Biorremediación por Landfarming a un lado del sitio contaminado (B4⁶).

³ Apéndice 2 de la Guía para elaborar la solicitud del trámite propuesta de remediación modalidad A-Emergencia Ambiental SEMARNAT-07-035-A

⁴ Apéndice 3 de la Guía para elaborar la solicitud del trámite propuesta de remediación modalidad A-Emergencia Ambiental SEMARNAT-07-035-A

⁵ Apéndice 3 de la Guía para elaborar la solicitud del trámite propuesta de remediación modalidad A-Emergencia Ambiental SEMARNAT-07-035-A

⁶ Apéndice 1 de la Guía para elaborar la solicitud del trámite propuesta de remediación modalidad A-Emergencia Ambiental SEMARNAT-07-035-A

2.2. VINCULACIÓN JURÍDICA PARA REMEDIACIÓN DE SITIOS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS POR EMERGENCIAS AMBIENTALES

La regulación para la prevención y control de la contaminación de los suelos, así como su remediación, están señaladas en un inicio en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), publicada en el 2003, que señala que *quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio, así como de daños a la salud como consecuencia de ésta, estarán obligados a reparar el daño causado, conforme a las disposiciones legales correspondientes*⁷.

Cuando esta contaminación sea ocasionada por una emergencia ambiental, el artículo 132 del Reglamento de la LGPGIR⁸ señala que deberá elaborarse un **Programa de Remediación (PR)**, mismo que deberá ser realizado y ejecutado por el responsable técnico⁹ que señale aquel que es responsable de la contaminación, el cual podrá ser:

- I. *Instituciones de educación superior con experiencia en la materia;*
- II. *Prestadores de servicios de tratamiento de suelos contaminados autorizados, u*
- III. *Otra persona, siempre que el responsable anexe al programa de remediación respectivo la documentación que acredite la formación profesional y experiencia en la remediación de sitios contaminados por materiales peligrosos o residuos peligrosos*¹⁰.

Para el caso de las emergencias ambientales con hidrocarburos derivados de petróleo, el contenido¹¹ del PR deberá ser:

- I. Estudio de caracterización
- II. Propuesta de remediación

Los requisitos de información y documentación que deben contener el estudio de caracterización y la propuesta de remediación se citarán a lo largo del desarrollo del contenido del PR propuesto, mismos que están contenidos en la matriz de la tabla No. 2.1.

⁷ Título Quinto, Capítulo V (Responsabilidad acerca de la contaminación y remediación de sitios), Artículo 68 de la LGPGIR.

⁸ Título Sexto – Remediación de sitios contaminados – del Reglamento de la LGPGIR

⁹ Título Sexto, Capítulo II (Programas de Remediación), Sección II (Responsable Técnico), Artículo 137 del Reglamento.

¹⁰ Ídem.

¹¹ Título Sexto, Capítulo II, Sección I (Disposiciones Generales), Artículo 134 del Reglamento.

Por último, en el caso particular de suelos contaminados con hidrocarburos existe la Norma Oficial Mexicana **NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012**, misma que establece los Límites Máximos Permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación. En cuanto a los métodos analíticos para determinar las concentraciones de hidrocarburos serán los especificados en el Anexo A de dicha norma¹².

Tabla No. 2.1. Vinculación Jurídica del Programa de Remediación con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos					
Artículo	Fracción	Documento y/o información	Sección(es)	Página(s)	Anexo(s)
Contenido de los Programas de Remediación					
134	I	Estudio de Caracterización	2. y 3.	3 a 35	
	IV	Propuesta de Remediación	4. y 5.	36 a 43	
135	I	Planos del lugar a una escala tal que permita apreciar la información requerida, georeferenciados con coordenadas UTM y orientación geográfica, donde se muestren topografía, cuerpos de agua superficiales, puentes y caminos de acceso, las áreas dañadas de suelo y los puntos de muestreo, con las mismas denominaciones que se indican en los resultados de las determinaciones analíticas del contaminante.	2.13.	21 a 22	VI
	II	Documento comprobatorio de la cadena de custodia de las muestras.	2.15.	28	X
	III	Planos isométricos de concentraciones y migración del contaminante en suelo y subsuelo.	2.13.	21 a 22	VI
	IV	Memoria fotográfica del sitio.	2.3.1.	7	IV
	V	El estudio de caracterización.	2. y 3.	3 a 35	
	VI	La propuesta de remediación	4. y 5.	36 a 43	
137	II	Responsable Técnico - Prestadores de servicios de tratamiento de suelos contaminados autorizados.	4.1.	36	XIV
138	I	La ubicación, descripción y uso actual del sitio contaminado...	2.6., 2.7. y 2.9.	11 a 13 / 15	
		...incluyendo los cuerpos de agua que existan en el lugar...	2.7. / 2.12.	12 / 19 a 20	
		... y si la autoridad del agua fue informada de algún daño a los mismos...	2.12.	19 a 20	
	II	El tipo de contaminante...	2.1. / 2.8.	3 / 14	
		... y cantidad aproximada de liberación al ambiente.	2.1.	3	
	III	El área dañada.	2.13.	21	VI
		El volumen de suelo dañado.	2.17.	33	
	IV	El plan de muestreo que prevean las normas oficiales mexicanas.	2.14.	23 a 27	
	V	Los resultados de las determinaciones analíticas de los contaminantes en las muestras de suelos y, en su caso, los de los análisis y pruebas químicas, así como los de las pruebas físicas, biológicas y mecánicas practicadas a las mismas, mostrando los valores superficiales o a profundidad, según se requieran.	2.16.	29 a 32	XIII
		La memoria fotográfica de los trabajos efectuados.	2.4. / 2.15.	9 / 28	V / IX

¹² Incluye el análisis de % de Humedad del Anexo AS-05 de la Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000, Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos.



Contenido de las propuestas de remediación					
143	I	Las técnicas o procesos de remediación a aplicar, especificando en su caso los métodos de muestreo a aplicar.	4.3. / 5.	39 / 43	XVII / XVIII
	II	Los datos de los responsables técnicos de la remediación.	4.1.	36	XV
	IV	Las concentraciones, niveles o límites máximos que se establezcan en las normas oficiales mexicanas o los niveles de remediación específicos a alcanzar en el sitio contaminado conforme al estudio de evaluación del riesgo correspondiente.	4.5.	41	
	V	La descripción de las acciones de remediación con base en los niveles propuestos conforme a la fracción anterior.	4.4.	40	
	VI	El plan de monitoreo en el sitio.	4.7. / 5.	42 / 43	XVII / XVIII
	VII	El programa calendarizado de actividades a realizar.	4.7.	42	XVI
	VIII	El uso futuro del sitio remediado.	4.6.	41	

2.3. ANTECEDENTES DEL DERRAME

2.3.1. Derrame y diligencias

El accidente ocurrió el día 03 de agosto de 2015 en el Km. 285 de la Carretera Federal No. 180-D Kantunil-Cancún, municipio de Benito Juárez, estado de Quintana Roo. En el sitio se derramó **Turbosina (FM3¹³)** manifestándose la cantidad derramada de **aproximadamente 60, 000 L.**

La empresa **Tractofletes Especializados, S.A. de C.V.** dio aviso formal del derrame a la Unidad de Gestión, Supervisión, Inspección y Vigilancia Comercial de la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente) mediante ingreso de escrito a dicha Dependencia conteniendo como anexos el formato del Aviso Inmediato PROFEPA-03-017-A y la Formalización de Aviso PROFEPA-03-017-B (*Anexo III – Acuse de aviso de derrame*).

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*).

¹³ Apéndice 3 de la Guía para elaborar la solicitud del trámite propuesta de remediación modalidad A-Emergencia Ambiental SEMARNAT-07-035-A

2.4. LABORES DE EMERGENCIA

2.4.1. Objetivos

- Contener el derrame del hidrocarburo
- Subsanan los daños ambientales ocasionados por el derrame

Con el afán de llevar a cabo el cumplimiento de los objetivos planteados y siendo ISALI, S.A. de C.V. una empresa que cuenta con Autorización de SEMARNAT No. 19-V-57-09 para el tratamiento de suelos contaminados se procedió a iniciar las labores de inspección del sitio contaminado a causa de la volcadura y derrame de una unidad de transporte de la empresa **Tractofletes Especializados, S.A. de C.V.**, así como de acciones correctivas de emergencia para reducir la propagación del producto derramado y la contaminación del suelo natural.

2.4.2. Actividades realizadas

A continuación se enlistan las actividades efectuadas y las observaciones obtenidas en campo:

2.4.2.1. Contención

- Personal de ISALI, S.A. de C.V. hizo acto de presencia en el lugar del siniestro.
- Se instaló la correcta señalización preventiva de la zona afectada y del área de trabajo.
- Se cuantificó la superficie horizontal y el corte vertical del impacto del suelo natural.

2.4.2.2. Construcción de celda provisional

- Con la ayuda de maquinaria pesada se construyó una celda provisional con un cárcamo de material edáfico libre de contaminante previamente compactado y cubierto con una película de polietileno de alta densidad.

2.4.2.3. Extracción del material impactado

- Con ayuda de maquinaria pesada como lo es la retroexcavadora, así como con apoyo de recurso humano utilizando palas y picos, se realizó la extracción del material edáfico impactado con Turbosina, y se colocó en celda para su posterior tratamiento biológico.

2.4.2.4. Acarreo y depósito del material edáfico impactado a celda

- En la celda construida se depositó el material edáfico impactado por la Turbosina.
- En la celda se depositó un volumen de 182 m³ de material edáfico extraído con Turbosina.

Estos trabajos se plasmaron en exposiciones digitales tomadas por personal de ISALI, S.A. de C.V.
(Anexo V – Fotográfico – Labores de Emergencia)

2.5. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA CONTAMINACIÓN

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

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

2.6. UBICACIÓN E INFORMACIÓN GENERAL DE BENITO JUÁREZ¹⁴

El municipio de Benito Juárez se localiza en la zona Norte del estado de Quintana Roo, entre las coordenadas extremas 21° 22' y 20° 43' de Latitud Norte; 86° 44' de Latitud Este y 87° 19' de Latitud Oeste. Este municipio ocupa una parte de la planicie de la Península de Yucatán. La máxima elevación sobre el nivel del mar alcanza apenas 10 metros, la superficie presenta una suave inclinación de Oeste a Este.

Su distancia a la capital del estado es de 21.49 Km., por la Carretera Federal No. 180-D Kantunil – Cancún.

Sus colindancias son: al Norte con los municipios de Lázaro Cárdenas e Isla Mujeres, y el Mar Caribe; al Este con el Mar Caribe, al Sur con el Mar Caribe y con los municipios de Solidaridad y Lázaro Cárdenas, y al Oeste con el municipio de Lázaro Cárdenas.

Su extensión territorial es de 1664 Km² y representa el 3.27 % del total del estado.

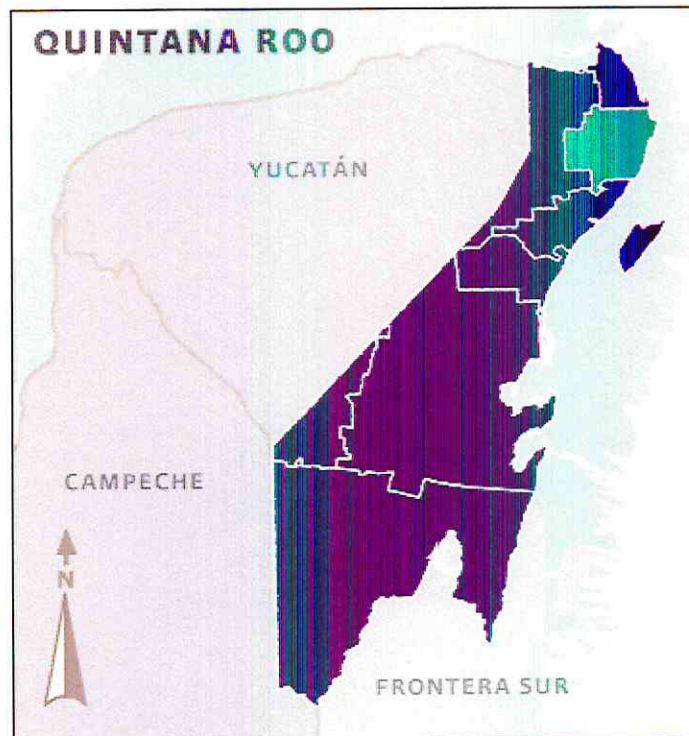


Figura No. 2.1. Ubicación del municipio de Benito Juárez.

¹⁴ Enciclopedia de los Municipios de México. www.inafed.qob.mx

2.7. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO DEL DERRAME

La ubicación del sitio de derrame es en el **Km. 285 de la Carretera Federal No. 180-D Kantunil - Cancún**, municipio de **Benito Juárez**, estado de **Quintana Roo**. En el sitio se derramaron **aproximadamente 60, 000 L de Turbosina**, su ubicación geográfica se señala en la Tabla No. 2.2.

<i>Tabla No. 2.2. Ubicación geográfica del sitio del accidente</i>	
Latitud Norte	Longitud Oeste
21° 04' 09.20"	87° 01' 54.11"
UTM ¹⁵	
16Q 0496707 2329809	

El sitio del derrame se ubica sobre el derecho de vía de la Carretera Federal No. 180-D Kantunil - Cancún. Se observa vegetación típica de la región.

A aproximadamente 26.65 Km del sitio, se encuentra el Mar Caribe, mismo que no sufrió afectaciones por el derrame de Turbosina en suelo natural.

El sitio se encuentra a aproximadamente 21.50 Km de la ciudad de Cancún, Cabecera Municipal de Benito Juárez.

Esta ubicación se ilustra en la Figura No. 2.2.¹⁶

¹⁵ Sistemas de Coordenadas Universal Transversal de Mercator.

¹⁶ Carta Topográfica 1: 1 000 000 Mérida. INEGI. México.



Figura No. 2.2. Ubicación local del sitio del derrame. ★

2.8. PROPIEDADES DE LA SUSTANCIA DERRAMADA – TURBOSINA

La Turbosina 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 mm Hg.

Los Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAP) 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.

2.9. USO DE SUELO

En el sitio del derrame existe la presencia de **selva mediana subperennifolia**, cuyo tamaño oscila entre 15 y 30 metros. Las especies más abundantes son el zapote y el ramón. En las costas se tiene la presencia de manglares y tulares¹⁷.

Cabe señalar que el suelo impactado por el derrame de Turbosina donde se suscitó la volcadura pertenece al derecho de vía de la Carretera Federal No. 180-D Kantunil - Cancún, por otra parte, el suelo impactado producto del derrame del hidrocarburo tiene un uso de **suelo Agrícola** de tipo selva mediana subperennifolia.

¹⁷ Enciclopedia de los Municipios de México. www.inafed.gob.mx/

2.10. EDAFOLOGÍA

El sitio del derrame presenta la siguiente clasificación del suelo:

E + I / 2¹⁸

Suelo predominante: E – Rendzina

Suelo secundario: I – Litosol

Textura del suelo¹⁹: 2 – Media (Limosa)

Fase física²⁰: Lítica

Fase química²¹: Sin fase química

La **Rendzina** son suelos con una capa superficial hasta 50 cm. de espesor que sobreyace a material altamente carbonatado, la capa es oscura con buen contenido de materia orgánica y rica en nutrientes o bases (Ca, Mg, K, Na). No son muy profundos, son arcillosos y se presentan en climas cálidos o templados, con lluvias moderadas o abundantes. Su susceptibilidad a la erosión es moderada. Las comunidades vegetales son distintivos, con mucho matorral y pastizales calcáreos, a menudo con poco habitual, o incluso especies raras.

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.

En cuanto a la textura del suelo, ésta es media (limosa²²), cuya composición de arcilla se encuentra entre 0 y 12%, limo entre 80 y 100% y arena entre 0 y 20%²³. Presenta fase física lítica²⁴. No presenta fase química.

¹⁸ Carta Edafología 1: 1 000 000 Mérida. INEGI. México.

¹⁹ Proporción porcentual de las partículas minerales (arena, limo y arcilla) que constituyen el suelo, en los 30 cm. de profundidad.

²⁰ Característica del suelo definido de acuerdo con la presencia y abundancia de grava, piedra o capas fuertemente cementadas, por carbonato de calcio y magnesio dentro de los 50 y hasta 100 cm de profundidad.

²¹ Presencia de sales solubles, sodio intercambiable o ambas por lo menos en una parte del suelo, a menos de 125 cm de profundidad.

²² Tamaño de partícula: entre 0.2 mm - 0.002 mm.

²³ Base de Datos Geográficos. Diccionario de Datos Edafológicos (Alfanumérico). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

²⁴ Roca continua dentro de los 50 cm de profundidad.

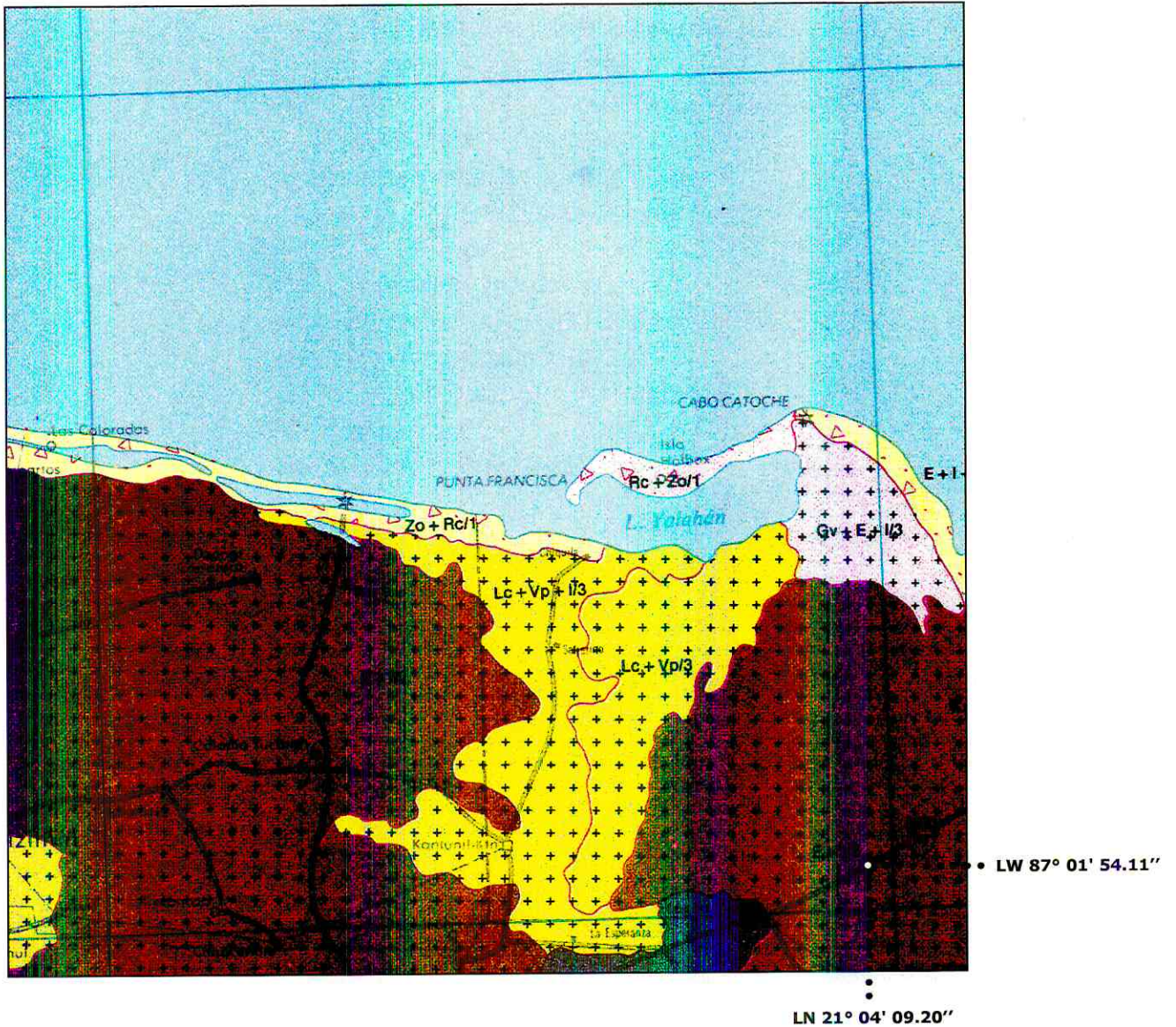


Figura No. 2.3. Coordenadas del sitio de derrame y su correspondiente tipo de suelo.

2.11. CLIMA

El municipio de Benito Juárez presenta un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura media anual oscila entre los 23.7 y los 27 grados centígrados. El total anual de las lluvias oscila entre los 1 000 y 1 300 milímetros. Predominan los vientos del Este y Sureste; durante el verano la zona se ve afectada por tormentas tropicales y ciclones.

2.12. HIDROLOGÍA

Los recursos hidrológicos del municipio de Benito Juárez, se constituyen principalmente por algunos cenotes y lagunas de estas destaca la Laguna de Nichupté; esto debido a que el sustrato geológico está formado por rocas calizas altamente permeables que impiden la formación de escurrimientos superficiales.

Tal como se mencionó anteriormente, aproximadamente a 26.65 Km del sitio impactado se encuentra ubicado el Mar Caribe sin ser afectado por el derrame de Turbosina, por lo cual se descarta dar aviso a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Según la Carta de Aguas Subterráneas 1: 1 000 000 Mérida del INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), las zonas del derrame presentan un tipo de **material consolidado** con posibilidades de infiltración **alta**²⁵ (Ver Figura 2.4.).

²⁵ Carta de Aguas Subterráneas 1: 1 000 000, Mérida. INEGI. México

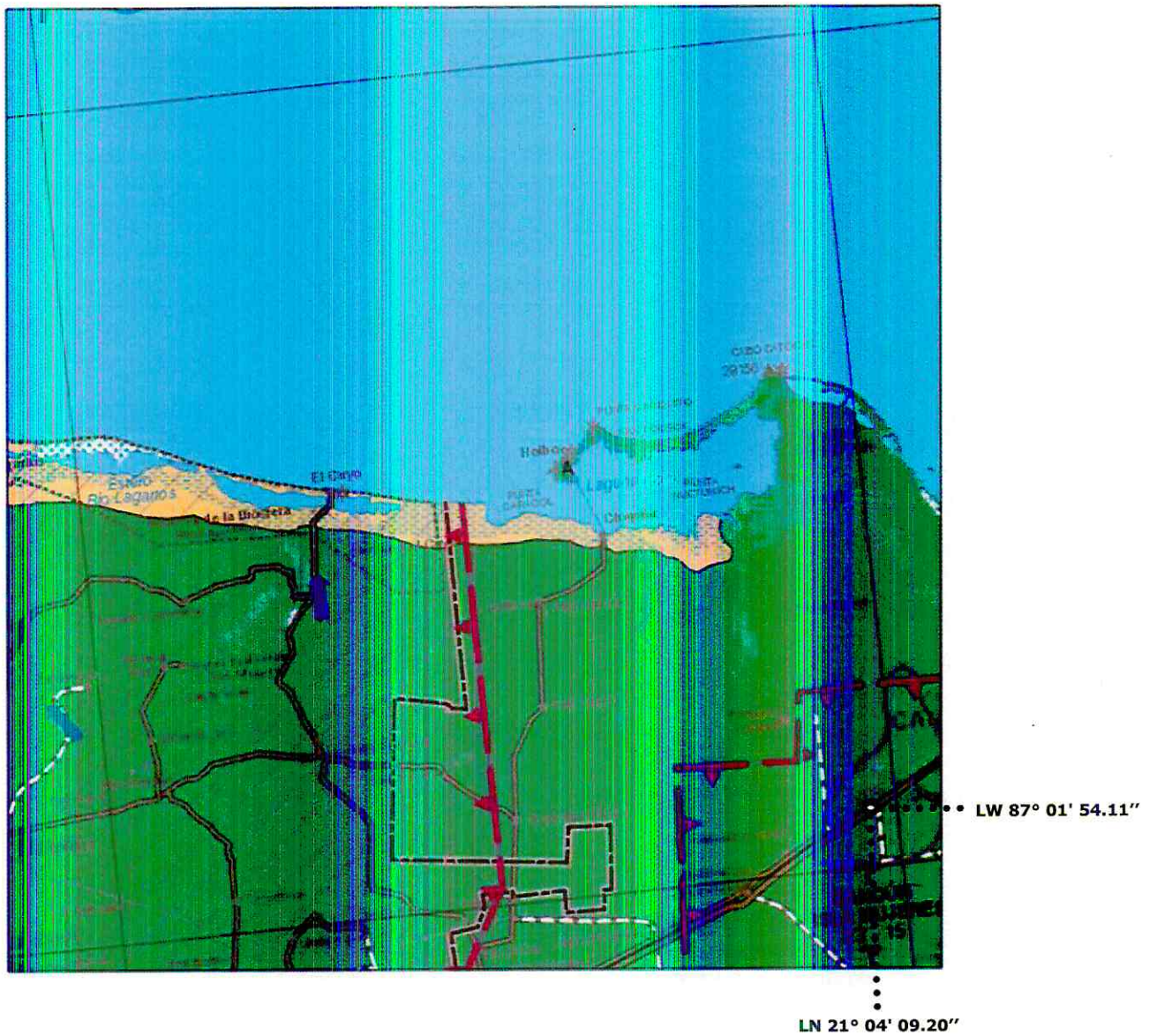


Figura No. 2.4. Coordenadas del sitio de derrame y su correspondiente hidrología subterránea.

2.13. 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 21° 04' 09.20" Latitud Norte y 87° 01' 54.11" Longitud Oeste, en el **Km. 285 de la Carretera Federal No. 180-D Kantunil - Cancún, municipio de Benito Juárez, estado de Quintana Roo**, 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 384 m².
- El movimiento horizontal de la sustancia derramada está determinada por lo accidentado del terreno (curvas de nivel²⁶), además el comportamiento de la migración del contaminante está en función de las características del sitio, desplazándose en dirección predominante hacia el Sur, Suroeste y Sureste.

El LT para este proyecto fue realizado por la Arquitecta Marcela Huerta Lopez, quien tiene experiencia y especialidad en Ingeniería Civil y 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 VI*.

En el plano adjunto encontraremos lo siguiente:

2.13.1. 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:

²⁶ 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.
- Cercados perimetrales de predios particulares.
- Puntos del muestreo.
- Intervalos de las curvas de nivel (elevaciones).

2.13.2. 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.

2.13.3. 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.

2.13.4. 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.

2.13.5. Cuadro de construcción

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

2.13.6. 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

2.14. PLAN DE MUESTREO INICIAL

2.14.1. 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.

2.14.2. 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	5 minutos	Responsable técnico
Toma de muestras	20 minutos cada muestra**	Laboratorio
Lavado del equipo	30 minutos	Laboratorio
Envasado, etiquetado y sellado de muestras	20 minutos	Laboratorio
Llenado de cadena(s) de custodia y papelería de campo	20 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.

2.14.3. 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 Tractofletes Especializados, S.A. de C.V.:** Fungir como representante y primer interesado de la atención al derrame de Turbosina, 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 aprobación de la

Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) para muestreo de suelo y como laboratorio de pruebas.

2.14.4. Sitio de muestreo

Características.

De acuerdo con la cartografía del sitio impactado, éste presenta un suelo de textura limosa con un tipo de infiltración alta 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 Federal No. 180-D Kantunil – Cancún.

A aproximadamente 21.50 Km del sitio de impacto se encuentra ubicada la cabecera municipal de Benito Juárez, Quintana Roo.

Superficie del polígono del sitio.

La superficie del polígono del sitio es de un área total impactada de aproximadamente 384 m².

Superficie de la zona o zonas de muestreo.

La superficie de la zona de muestreo es de 384 m² correspondiente a la caja o zona de extracción, además de la celda provisional.

2.14.5. Hidrocarburos a analizar

Los parámetros a analizar en función del producto derramado, siendo Turbosina, 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

2.14.6. 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 384 m² correspondiente a la caja o zona de extracción, además de la

celda provisional construida en las labores de emergencia. 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, volumen y parámetros a analizar, así como las muestras para el aseguramiento de la calidad.

Puntos de muestreo	Identificación	Profundidad (m)	Parámetros a analizar	Volumen (ml)
1	MI-TRF-CAN-23-01-CELDA	0.30	HFM, HAP, H	235
DUPLICADO	MI-TRF-CAN-23-01-D-CELDA	0.30		
2	MI-TRF-CAN-23-02-CELDA	0.50		
3	MI-TRF-CAN-23-03-C.EXT-F	Superficial		
4	MI-TRF-CAN-23-04-C.EXT-P	Superficial		
5	MI-TRF-CAN-23-05-C.EXT-F	Superficial		
6	MI-TRF-CAN-23-06-C.EXT-P	Superficial	PH, H	
TESTIGO	MI-TRF-CAN-23-T	Superficial		

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 la caja o zona de extracción (02 muestras en las paredes y 02 muestras en el fondo), además de 02 (dos) puntos de muestreo en la celda provisional, 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 con un tipo de infiltración alta y material consolidado***.

*** Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas 1: 1 000 000 Mérida, México. INEGI. México

Plano georeferenciado.

Ver *Anexo VI* 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.

2.14.7. 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.

2.14.8. 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.

2.14.9. 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

2.15. PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DEL MUESTREO INICIAL

El muestreo inicial se ejecutó el 21 de agosto de 2015, dando aviso previo a la Unidad de Gestión, Supervisión, Inspección y Vigilancia Comercial de la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente), (*Anexo VII – Acuse de Solicitud de Muestreo Inicial*) en el sitio estuvieron presentes las siguientes personas:

- C. José Julián Rosíquez, en representación de la empresa Tractofletes Especializados, 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 realizado quedó plasmado en Bitácora de campo (*Anexo VIII – Bitácora de campo – Muestreo inicial*), elaborada por personal de ISALI, S.A. de C.V., así como en memoria fotográfica (*Anexo IX – Fotográfico – Muestreo inicial*). El total de muestras fueron 06 (seis) más un (1) testigo, además de un (1) duplicado, 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.

Cabe mencionar que en fecha 07 de septiembre de 2015, se ingresó a la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente) la evidencia de la toma de muestras iniciales, tal como se puede observar en el *Anexo XI*.

2.16. RESULTADOS DE LABORATORIO

Los parámetros (hidrocarburos) que se analizaron en función del producto contaminante (Turbosina) fueron Hidrocarburos Fracción Media (HFM) e Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAPs), 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, dicho laboratorio cuenta con acreditación **No. R-0062-006/12** por parte de la Entidad Mexicana de Acreditación A.C.²⁷ (ema®), así como su respectiva aprobación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) como laboratorio de pruebas (*Anexo XII – Acreditación y Aprobación EHS Labs*).

Los métodos empleados por el laboratorio para los diferentes parámetros se enlistan en la Tabla 2.3.

Tabla No. 2.3. Métodos utilizados por EHS Labs de México, S.A. de C.V.

Parámetros	Métodos
HFM	NMX-AA-145-SCFI-2008
HAPs	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 XIII – Resultados de Laboratorio, Hojas de campo y Cromatogramas*).

²⁷ www.ema.org.mx

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

2.4.

Tabla No. 2.4. Profundidad y ubicación geográfica de las muestras tomadas

Identificación	Profundidad (m)	Coordenadas UTM
MI-TRF-CAN-23-01-CELDA	0.30	16Q 0496697 2329799
MI-TRF-CAN-23-01-D-CELDA	0.30	16Q 0496697 2329799
MI-TRF-CAN-23-02-CELDA	0.50	16Q 0496797 2329799
MI-TRF-CAN-23-03-C.EXT-F	Superficial	16Q 0496710 2329808
MI-TRF-CAN-23-04-C.EXT-P	Superficial	16Q 0496714 2329803
MI-TRF-CAN-23-05-C.EXT-F	Superficial	16Q 0496719 2329811
MI-TRF-CAN-23-06-C.EXT-P	Superficial	16Q 0496727 2329811
MI-TRF-CAN-23-T	Superficial	16Q 0496786 2329851

*Superficial 0 – 0.05 m

Los resultados obtenidos por EHS Labs de México, S.A. de C.V. se ilustran en la Tabla No. 2.5.

Tabla No. 2.5. Resultados de muestreo inicial

Denominación	HFM (mg/Kg)	Humedad (%)	pH (U)	HAPs (mg/Kg)					
				A ²⁸	B ²⁹	C ³⁰	D ³¹	E ³²	F ³³
MI-TRF-CAN-23-01-CELDA	1883.97	18.87	A.N.R. ³⁴	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TRF-CAN-23-01-D-CELDA	9532.25	16.85	A.N.R.	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TRF-CAN-23-02-CELDA	9875.54	22.39	A.N.R.	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TRF-CAN-23-03-C.EXT-F	4146.63	14.74	A.N.R.	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TRF-CAN-23-04-C.EXT-P	<140.56	13.98	A.N.R.	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TRF-CAN-23-05-C.EXT-F	27955.61	25.23	A.N.R.	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TRF-CAN-23-06-C.EXT-P	3076.10	14.62	A.N.R.	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TRF-CAN-23-T	A.N.R.	1.42	7.73	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.

²⁸ Benzo [a] pireno

²⁹ Dibenzo [a,h] antraceno

³⁰ Benzo [a] antraceno

³¹ Benzo [b] fluoranteno

³² Benzo [k] fluoranteno

³³ Indeno (1,2,3-cd) pireno

³⁴ Análisis No Realizado

2.16.1. Análisis de resultados

Los Límites Máximos Permisibles (LMP) de Hidrocarburos Fracción Media (HFM), correspondientes a la sustancia derramada (Turbosina)³⁵, se señalan en la Tabla No. 2.6.

Tabla No. 2.6. Límites Máximos Permisibles Hidrocarburos Fracción Media		
Uso de suelo predominante (mg/Kg base seca)		
Agrícola³⁶	Residencial³⁷	Industrial
1200	1200	5000

Los Límites Máximos Permisibles (LMP) para hidrocarburos específicos en el suelo, en este caso Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAPs), se indican en la Tabla 2.7.

Tabla No. 2.7. Límites Máximos Permisibles para hidrocarburos específicos en suelo			
Uso de suelo predominante (mg/Kg base seca)			
HAPs	Agrícola³⁸	Residencial³⁹	Industrial
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 (LMP), debe hacerse una comparación entre las Tablas Nos. 2.5., 2.6. y 2.7., como se muestra en la siguiente tabla:

³⁵ Tabla No. 1 de la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012

³⁶ Incluye suelo forestal, recreativo y de conservación

³⁷ Incluye comercial

³⁸ Incluye suelo forestal, recreativo y de conservación

³⁹ Incluye comercial

Tabla No. 2.8. Tabla comparativa

Denominación	HFM (mg/Kg)	Humedad (%)	pH (U)	HAPs (mg/Kg)					
				A ⁴⁰	B ⁴¹	C ⁴²	D ⁴³	E ⁴⁴	F ⁴⁵
MI-TRF-CAN-23-01-CELDA	1883.97	18.87	A.N.R. ⁴⁶	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TRF-CAN-23-01-D-CELDA	9532.25	16.85	A.N.R.	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TRF-CAN-23-02-CELDA	9875.54	22.39	A.N.R.	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TRF-CAN-23-03-C.EXT-F	4146.63	14.74	A.N.R.	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TRF-CAN-23-04-C.EXT-P	<140.56	13.98	A.N.R.	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TRF-CAN-23-05-C.EXT-F	27955.61	25.23	A.N.R.	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TRF-CAN-23-06-C.EXT-P	3076.10	14.62	A.N.R.	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23
MI-TRF-CAN-23-T	A.N.R.	1.42	7.73	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, el suelo en estudio presenta concentraciones de Hidrocarburos Fracción Media (HFM), **superando** los Límites Máximos Permisibles (LMP) señalados en la Tabla No. 2 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, considerando cualquier tipo de uso de suelo. El suelo del sitio se puede clasificar como **medianamente alcalino**⁴⁷, por el valor del pH.

⁴⁰ Benzo [a] pireno

⁴¹ Dibenzo [a,h] antraceno

⁴² Benzo [a] antraceno

⁴³ Benzo [b] fluoranteno

⁴⁴ Benzo [k] fluoranteno

⁴⁵ Indeno (1,2,3-cd) pireno

⁴⁶ Análisis No Realizado

⁴⁷ Acorde a los señalado en la NOM-021-SEMARNAT-2000



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

DEL SITIO DE MUESTREO/REF. CLIENTE: Tractopletes Especializados S.A de CV
 DE PROYECTO: p2048 ÁREA: AL FF Ag S R
 MUESTREADOR: [Redacted] Nombre de persona física, [Redacted]
 RESPONSABLE DEL MUESTREO: [Redacted] Nombre de persona física, [Redacted] (nombre y firma)
 TIPO DE SERVICIO: NORMAL URGENTE 10 (días)

ANALISIS										FOLIO
<u>HFM</u>	<u>HAP'S</u>	<u>Y.H</u>	<u>PTH</u>							<u>5282</u>

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

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FM	H	M	NR	C	P	TIPO DE MUESTRA		CM		EHS ID*	
							MP	MC	L	Kg		
<u>1I-TRF-CAN-23-01-CBLDA</u>	<u>2015/08/21</u>	<u>14:01</u>	<u>S</u>	<u>1</u>	<u>FV</u>	<u>7</u>	<u>/</u>	<u>/</u>	<u>0.235</u>	<u>/</u>	<u>/</u>	<u>80276-1-1</u>
<u>1I-TRF-CAN-23-01-D-CBLDA</u>	<u>2015/08/21</u>	<u>14:03</u>	<u>S</u>	<u>1</u>	<u>FV</u>	<u>7</u>	<u>/</u>	<u>/</u>	<u>0.235</u>	<u>/</u>	<u>/</u>	<u>-2-1</u>
<u>1I-TRF-CAN-23-02-CBLDA</u>	<u>2015/08/21</u>	<u>14:15</u>	<u>S</u>	<u>1</u>	<u>FV</u>	<u>7</u>	<u>/</u>	<u>/</u>	<u>0.235</u>	<u>/</u>	<u>/</u>	<u>-3-1</u>
<u>1I-TRF-CAN-23-03-C-EXTF</u>	<u>2015/08/21</u>	<u>14:31</u>	<u>S</u>	<u>1</u>	<u>FV</u>	<u>7</u>	<u>/</u>	<u>/</u>	<u>0.235</u>	<u>/</u>	<u>/</u>	<u>-4-1</u>
<u>1I-TRF-CAN-23-04-C-EXT-P</u>	<u>2015/08/21</u>	<u>14:39</u>	<u>S</u>	<u>1</u>	<u>FV</u>	<u>7</u>	<u>/</u>	<u>/</u>	<u>0.235</u>	<u>/</u>	<u>/</u>	<u>-5-1</u>
<u>1I-TRF-CAN-23-05-C-EXT-F</u>	<u>2015/08/21</u>	<u>14:48</u>	<u>S</u>	<u>1</u>	<u>FV</u>	<u>7</u>	<u>/</u>	<u>/</u>	<u>0.235</u>	<u>/</u>	<u>/</u>	<u>-6-1</u>
<u>1I-TRF-CAN-23-06-C-EXT-P</u>	<u>2015/08/21</u>	<u>14:53</u>	<u>S</u>	<u>1</u>	<u>FV</u>	<u>7</u>	<u>/</u>	<u>/</u>	<u>0.235</u>	<u>/</u>	<u>/</u>	<u>-7-1</u>
<u>1I-TRF-CAN-23-T</u>	<u>2015/08/21</u>	<u>15:08</u>	<u>S</u>	<u>1</u>	<u>FV</u>	<u>7</u>	<u>/</u>	<u>/</u>	<u>0.235</u>	<u>/</u>	<u>/</u>	<u>-8-1</u>

OBSERVACIONES: T°C* 4

ENTREGADO POR: (nombre y firma)	FECHA:	HORA:	FECHA:	HORA:	COMENTARIOS
<u>[Redacted]</u>	<u>2015/08/25</u>	<u>16:00</u>	<u>2015/08/25</u>	<u>16:33</u>	<u>NDM-138-SEMAR NATASSA1-2012</u>

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

A: Fecha de muestreo (aaaa/mm/dd) H: Hora de la toma de muestra (00:00 a 24:00h)
 Contenedor (B: Bolsa Teldar, C: Caja Petri, T: Tubos, FV: Frasco Vidrio, FP: Frasco Plástico, FO: Frasco Oscuro, CA: Cartucho, O: Otros) (4-SCA-018-2A/07)
 Preservador (1: HCl, 2: HNO3, 3: H2SO4, 4: NaOH, 5: Na2S2O3, 6: H2SO4-CuSO4, 7: ≤ 4°C, 8: ≤ 20°C)
 V: Cantidad de Muestra (L: Litros, Kg: Kilogramos, NA: No aplica, para filtros, TCA y Bolsa Teldar)
 MP: Muestra Puntual MC: Muestra Compuesta Derechos Reservados. EHS Labs®
 *ÁREA PARA USO EXCLUSIVO DEL LABORATORIO

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



**INFORME DE RESULTADOS SUELOS
TRACTOFLETES ESPECIALIZADOS, S.A DE C.V.**

DATOS DEL SOLICITANTE

Empresa:	Tractofletes Especializados , S.A de C.V.
Dirección:	Carretera Tula-Refinería Km 3 No.25, Col. El Llano 1era Sección
Entidad:	Tula de Allende, Hidalgo
Atención:	Nombre de persona física

DATOS DEL MUESTREO

Empresa responsable del muestreo:	EHS Labs de México, S.A. de C.V.
Dirección:	Matamoros 1441 Pte Col. María Luisa
Nombre del sitio de muestreo:	Km 285 de la Carretera Federal 180-D Kantunil- Cancún,
Ubicación del sitio de muestreo:	Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo.
Fecha de muestreo:	2015-08-21
Número de muestras en estudio:	08
Protocolo de Muestreo Acreditado y Aprobado (Ver anexos):	Registro del Muestreo de Suelos (Acreditado y Aprobado) Cadena de Custodia Folio: 5282

DATOS DE CONTROL

Identificación del cliente: <i>Numero de Siniestro:633264-15</i>	Fecha de recepción de las muestras: 2015-08-25
	Fecha de inicio de análisis: 2015-08-26
Identificación EHS Labs: P2048	Fecha termino de análisis: 2015-09-28
	Descripción física de las muestras: 08 muestras matriz suelo
Empresa responsable del análisis:	EHS Labs de México, S. A. de C. V.
Dirección:	Matamoros 1441 Pte. Col. María Luisa Monterrey, N. L.

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



**INFORME DE RESULTADOS SUELOS
TRACTOFLETES ESPECIALIZADOS, S.A DE C.V.**

RESULTADOS DE LABORATORIO ANALÍTICO



INFORME DE RESULTADOS

No. De proyecto: P2048
 Fecha de Recepción: 2015-08-25
 Fecha de muestreo: 2015-08-21
 Folio de cadena de Custodia: 5282
 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-TRF-CAN-23-01-CELDA	80276-1	18.87	6.00	2015-09-02	LB
MI-TRF-CAN-23-01-D-CELDA	80276-2	16.85	6.00	2015-09-02	LB
MI-TRF-CAN-23-02-CELDA	80276-3	22.39	6.00	2015-09-02	LB
MI-TRF-CAN-23-03-C.EXT-F	80276-4	14.74	6.00	2015-09-02	LB
MI-TRF-CAN-23-04-C.EXT-P	80276-5	13.98	6.00	2015-09-02	LB
MI-TRF-CAN-23-05-C.EXT-F	80276-6	25.23	6.00	2015-09-02	LB
MI-TRF-CAN-23-06-C.EXT-P	80276-7	14.62	6.00	2015-09-02	LB
MI-TRF-CAN-23-T	80276-8	1.42	6.00	2015-09-02	LB



INFORME DE RESULTADOS

No. De proyecto: P2048
 Fecha de Recepción: 2015-08-25
 Fecha de muestreo: 2015-08-21
 Folio de cadena de Custodia: 5282
 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-TRF-CAN-23-01-CELDA	80276-1	1883.97	140.56	62.10	2015-09-01	2015-09-09	LB
MI-TRF-CAN-23-01-D-CELDA	80276-2	9532.25	140.56	62.10	2015-09-01	2015-09-09	LB
MI-TRF-CAN-23-02-CELDA	80276-3	9875.54	140.56	62.10	2015-09-01	2015-09-09	LB
MI-TRF-CAN-23-03-C.EXT-F	80276-4	4146.63	140.56	62.10	2015-09-01	2015-09-09	LB
MI-TRF-CAN-23-04-C.EXT-P	80276-5	<140.56	140.56	62.10	2015-09-01	2015-09-09	LB
MI-TRF-CAN-23-05-C.EXT-F	80276-6	27955.61	140.56	62.10	2015-09-01	2015-09-09	LB
MI-TRF-CAN-23-06-C.EXT-P	80276-7	3076.10	140.56	62.10	2015-09-01	2015-09-09	LB



INFORME DE RESULTADOS SUELOS
TRACTOFLETES ESPECIALIZADOS, S.A DE C.V.



INFORME DE RESULTADOS

No. De proyecto: P2048
 Fecha de Recepción: 2015-08-25
 Fecha de muestreo: 2015-08-21
 Folio de cadena de Custodia: 5282
 Parámetro: HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLINUCLEARES EN SUELOS (Acreditado)
 Método analítico NMX-AA-146-SCFI-2008
 Fecha de extracción: 2015-08-26
 Fecha de análisis: 2015-08-27
 Analista: OG

Ciente	MI-TRF-CAN-23-01-CELDA	MI-TRF-CAN-23-01-D-CELDA	MI-TRF-CAN-23-02-CELDA	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	80276-1	80276-2	80276-3		
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

Ciente	MI-TRF-CAN-23-03-C.EXT-F	MI-TRF-CAN-23-04-C.EXT-P	MI-TRF-CAN-23-05-C.EXT-F	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	80276-4	80276-5	80276-6		
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

Ciente	MI-TRF-CAN-23-06-C.EXT-P	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	80276-7		
Parámetro	RESULTADOS (mg/kg BS)		
Benzo(a) antraceno	<0.24	0.24	0.13
Benzo(b) fluoranteno	<0.24	0.24	0.11
Benzo(k) fluoranteno	<0.23	0.23	0.10
Benzo(a) pireno	<0.23	0.23	0.12
Indeno(1,2,3-cd) pireno	<0.23	0.23	0.10
Dibenzo(a,h) antraceno	<0.27	0.27	0.12



INFORME DE RESULTADOS SUELOS
TRACTOFLETES ESPECIALIZADOS, S.A DE C.V.



INFORME DE RESULTADOS

No. De proyecto: P2048
Fecha de Recepción: 2015-08-25
Fecha de muestreo: 2015-08-21
Folio de cadena de Custodia: 5282
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-TRF-CAN-23-T	80276-8	7.73	0.12	2015-08-26	AY



**INFORME DE RESULTADOS SUELOS
TRACTOFLETES ESPECIALIZADOS, 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.

4. DATOS DE INFORMACIÓN DE LA PROPUESTA DE REMEDIACIÓN

4.1. 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 XIV – Escrito de asignación de responsable técnico de remediación*), cuyos datos generales son los siguientes⁴⁸:

- 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 XV - 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 envío a disposición final con empresa autorizada por SEMARNAT, o inclusive, la combinación de las técnicas autorizadas en los párrafos anteriores.

⁴⁸ Ver tabla No. 3.1, Vinculación jurídica, Asignación de Responsable Técnico. Se cumple con la fracción II del artículo 137 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

4.2. MARCO TEÓRICO

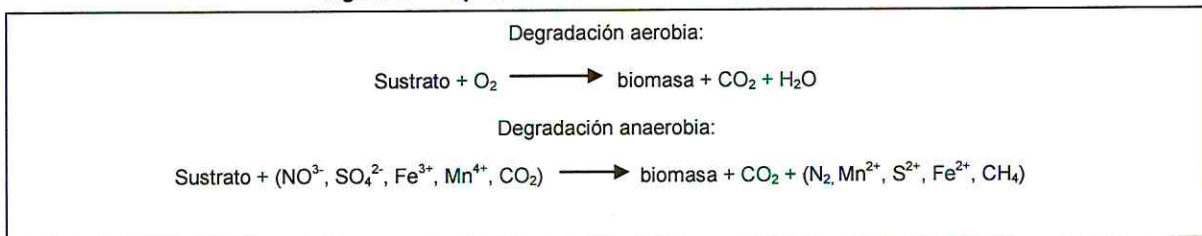
4.2.1. Remediación de suelos contaminados

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 físicas⁴⁹. 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 modificarlos⁵⁰...".

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, bioaugmentación, 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)⁵¹. En la figura No. 4.1 se ilustran las posibles reacciones para un medio y otro.

Figura 4.1. Esquema de reacciones en la biorremediación



⁴⁹ 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.

⁵⁰ Fracción XXVIII del artículo 5 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. SEMARNAT. México 2003

⁵¹ 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 siguiente⁵².

- *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*.

⁵² Suelos contaminados... *Op. cit.*

4.3. SELECCIÓN DE TÉCNICA DE BIORREMEDIACIÓN

4.3.1. 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 (B4⁵³)** es la adecuada en base a los siguientes argumentos:

- Las concentraciones encontradas en el suelo de Hidrocarburos Fracción Media (HFM).
- 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 media en el subsuelo en base a los sondeos realizados en el sitio.
- Por la ejecución de las labores de emergencia en el sitio (Sección 2.4. del presente documento) y la migración vertical del hidrocarburo derramado, teóricamente se proyecta que a una profundidad que oscila entre 0.20 m y 0.40 m se encontrarán concentraciones por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP) para HFM (Hidrocarburos Fracción Media), establecidos en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

⁵³ Apéndice 1 de la Guía para elaborar la solicitud del trámite propuesta de remediación modalidad A-Emergencia Ambiental SEMARNAT-07-035-A

4.4. 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 372 m², resultando un volumen de 271.20 m³ de material edáfico contaminado con Turbosina:

Se acondicionará la zona o celda construida en las labores de emergencia (Ver Sección 2.4. del presente documento).

Debido a que tres de las muestras tomadas en la caja o zona de extracción (MI-TRF-CAN-23-03-C.EXT-F, MI-TRF-CAN-23-05-C.EXT-F y MI-TRF-CAN-23-06-C.EXT-P) con coordenadas 16Q 0496710 2329808, 16Q 0496719 2329811 y 16Q 0496727 2329811, respectivamente, presentan concentraciones de Hidrocarburos Fracción Media (HFM) que se encuentran fuera de los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en la Tabla No. 2 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, se realizará una extracción adicional en los puntos antes mencionados, para que con esta acción se eliminen los remanentes del contaminante aún presentes en la zona. Los trabajos se realizarán con maquinaria pesada tal como es la retroexcavadora, la 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 Turbosina 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. 4.1. Insumos
Agente Biodegradador de Hidrocarburos (ABH) (Bacteria)
Fertilizante (NPK) ⁵⁴
Agua

⁵⁴ Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Cobre, Hierro, Magnesio, Zinc, Boro y Ácidos Húmicos-Fúlvico.

4.5. LÍMITES DE LIMPIEZA

Como se ha mencionado en el presente documento, la sustancia derramada (Turbosina) tiene como productos asociados a los Hidrocarburos Fracción Media (HFM) y los Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAPs), 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 mediana subperennifolia**, 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 4.2. Límites Máximos Permisibles para limpieza⁵⁵

Parámetro	HFM	A ⁵⁶	B ⁵⁷	C ⁵⁸	D ⁵⁹	E ⁶⁰	F ⁶¹
LMP ⁶²	1 200	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.

4.6. 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 para el relleno y nivelación del mismo una vez que se cumplan con los Límites Máximos Permisibles para Hidrocarburos Fracción Media (HFM) y para Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAPs), señalados en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

⁵⁵ Concentración expresada en mg /Kg

⁵⁶ Benzo [a] pireno

⁵⁷ Dibenzo [a,h] antraceno

⁵⁸ Benzo [a] antraceno

⁵⁹ Benzo [b] fluoranteno

⁶⁰ Benzo [k] fluoranteno

⁶¹ Indeno (1,2,3-cd) pireno

⁶² Límite Máximo permisible, expresado en mg / Kg base seca

4.7. 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 XVI – 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 XVII* 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 Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas (DGGIMAR).

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

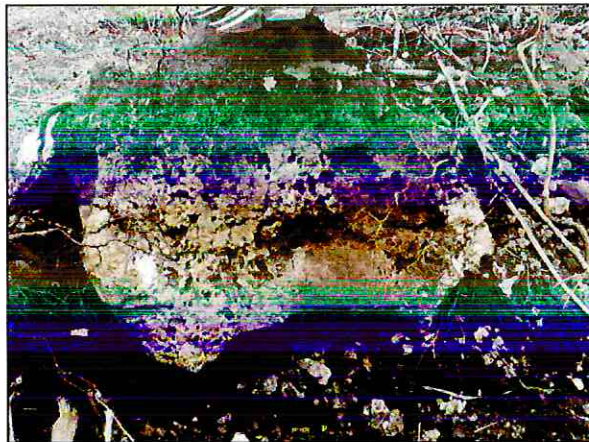
Fotográfico – Visita Inicial (1/1)



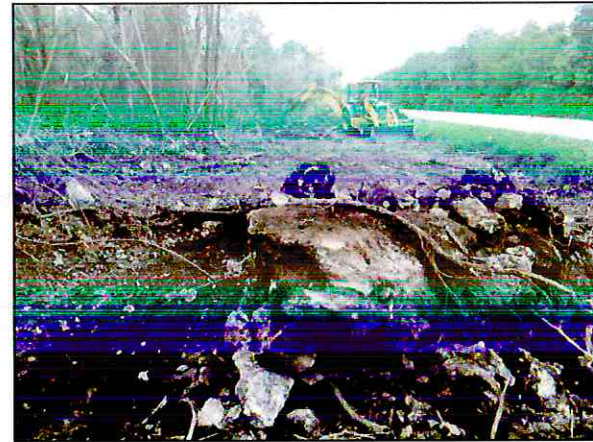
Sitio del accidente, en el Km. 285 de la Carretera Federal No. 180-D Kantunil – Cancún, municipio de Benito Juárez, estado de Quintana Roo.



Suelo natural impactado en derecho de vía.



El área impactada con Turposina presenta un terreno con presencia de abundante roca.

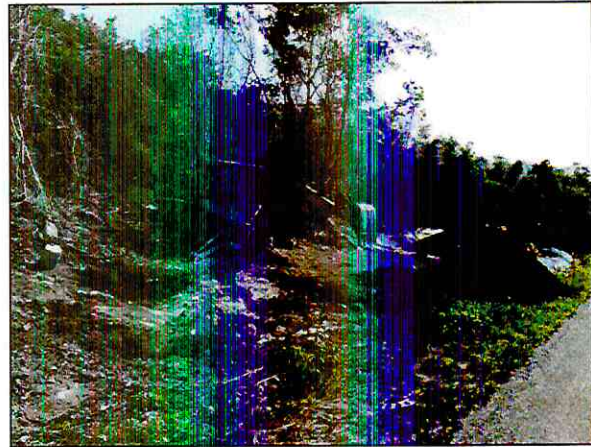


Evidente mancha del contaminante (Turposina), sobre suelo natural del derecho de vía.

Fotográfico – Labores de Emergencia (1/1)



Sitio del accidente, en el Km. 285 de la Carretera Federal No. 180-D Kantunil – Cancún, Benito Juárez, Quintana Roo.



Contención del material edáfico impactado con TurboSina.



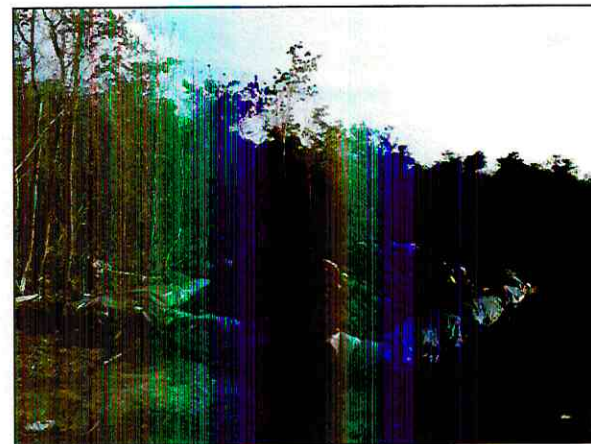
Extracción del suelo impactado del sitio del incidente.



Acarreo del suelo impactado, desde el sitio del incidente hacia la celda provisional.



Depósito del material edáfico impactado con TurboSina, en la celda provisional construida.



Vista panorámica de la celda provisional, que contiene el suelo impactado con TurboSina, que se someterá a tratamiento.

Fotográfico – Muestreo Inicial (1/1)



Se tomaron muestras a diferentes profundidades en la celda provisional.



Toma de muestras en fondo y pared de la caja o zona de extracción.



Se lavó el equipo (hand auger) con agua destilada, entre la toma de cada muestra.



Se utilizó jabón libre de fosfatos, para la limpieza del equipo entre cada toma de muestra.

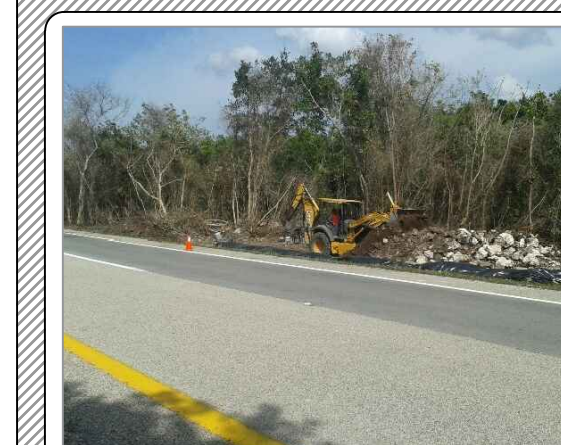
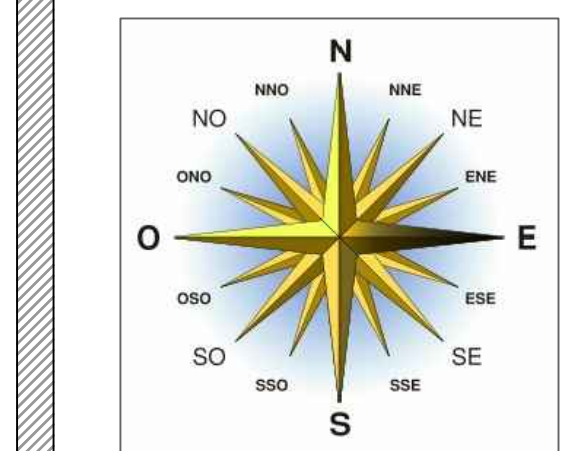
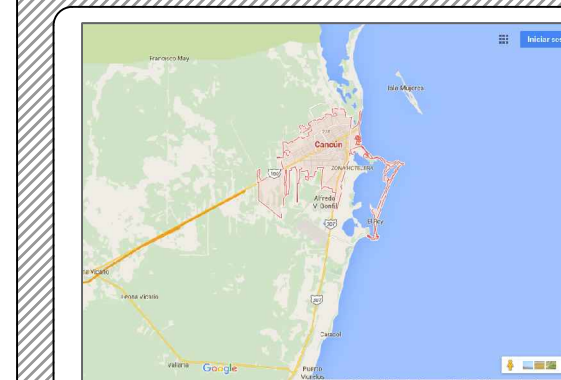
Programa Calendarizado de Actividades de Remediación (1/1)

Diagrama de Gantt para las Actividades de Remediación							
Fase	Actividad	BIORREMEDIACIÓN POR LANDFARMING A UN LADO DEL SITIO CONTAMINADO					
		Semana					
		1	5	9	13	17	21
I	Ubicación de cuadrilla en el sitio	█					
	Acondicionamiento de celda de tratamiento	█					
	Extracción de material contaminado	█					
	Acarreo de material contaminado a celda de tratamiento	█					
	Homogenización - Aireación	█					
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)	█					
	Homogenización - Aireación	█					
	Aplicación de nutrientes	█					
	Homogenización - Aireación	█					
	Hidratación	█					
Homogenización - Aireación	█						
II	Homogenización - Aireación		█				
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)		█				
	Homogenización - Aireación		█				
	Aplicación de nutrientes		█				
	Homogenización - Aireación		█				
	Hidratación		█				
Homogenización - Aireación		█					
M-I	Monitoreo intermedio		█				
III	Homogenización - Aireación			█			
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)			█			
	Homogenización - Aireación			█			
	Aplicación de nutrientes			█			
	Homogenización - Aireación			█			
	Hidratación			█			
Homogenización - Aireación			█				
IV	Homogenización - Aireación				█		
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)				█		
	Homogenización - Aireación				█		
	Aplicación de nutrientes				█		
	Homogenización - Aireación				█		
	Hidratación				█		
Homogenización - Aireación				█			
M-II	Monitoreo intermedio				█		
V	Homogenización - Aireación					█	
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)					█	
	Homogenización - Aireación					█	
	Aplicación de nutrientes					█	
	Homogenización - Aireación					█	
	Hidratación					█	
Homogenización - Aireación					█		
VI	Homogenización - Aireación						█
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)						█
	Homogenización - Aireación						█
	Aplicación de nutrientes						█
	Homogenización - Aireación						█
	Hidratación						█
Homogenización - Aireación						█	
M-III	Monitoreo intermedio						█
VII	Homogenización - Aireación						█
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)						█
	Homogenización - Aireación						█
	Aplicación de nutrientes						█
	Homogenización - Aireación						█
	Hidratación						█
Homogenización - Aireación						█	
M-IV	Monitoreo intermedio						█

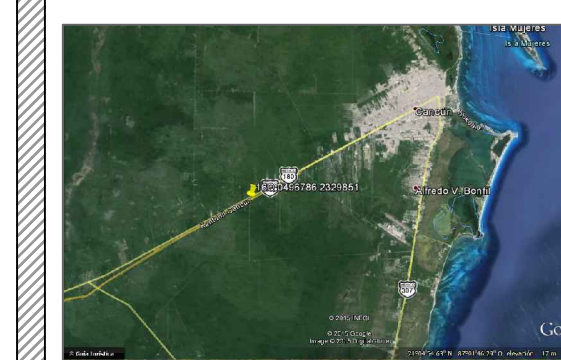
SINIESTRO: **633264-15**

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

LOCALIZACION



FOTOGRAFIA DEL SITIO



FOTOREFERENCIA GOOGLE EARTH

PROPUESTA DE		
AREA	NOMBRE:	FIRMA
DISENO	Nombre de persona física, artículo 113 fracción I de la LFTAP y 116 primer párrafo de la LGT AIP	LHL
APROBO /		MHL

No. DIBUJO
633264-15

DIRECCION:
KM 285 DE LA CARRETERA FEDERAL No. 180-D KANTUNIL-CANCUN, MUNICIPIO DE BENITO JUAREZ, ESTADO DE QUINTANA ROO.

INGENIERIA POR
Nombre y firma de persona física, artículo 113 fracción I de la LFTAP y 116 primer párrafo de la LGT AIP

TRANSPORTISTA
TRACTOFLETES ESPECIALIZADOS S.A. DE C.V.

SUSTANCIA DERRAMADA
TURBOSINA

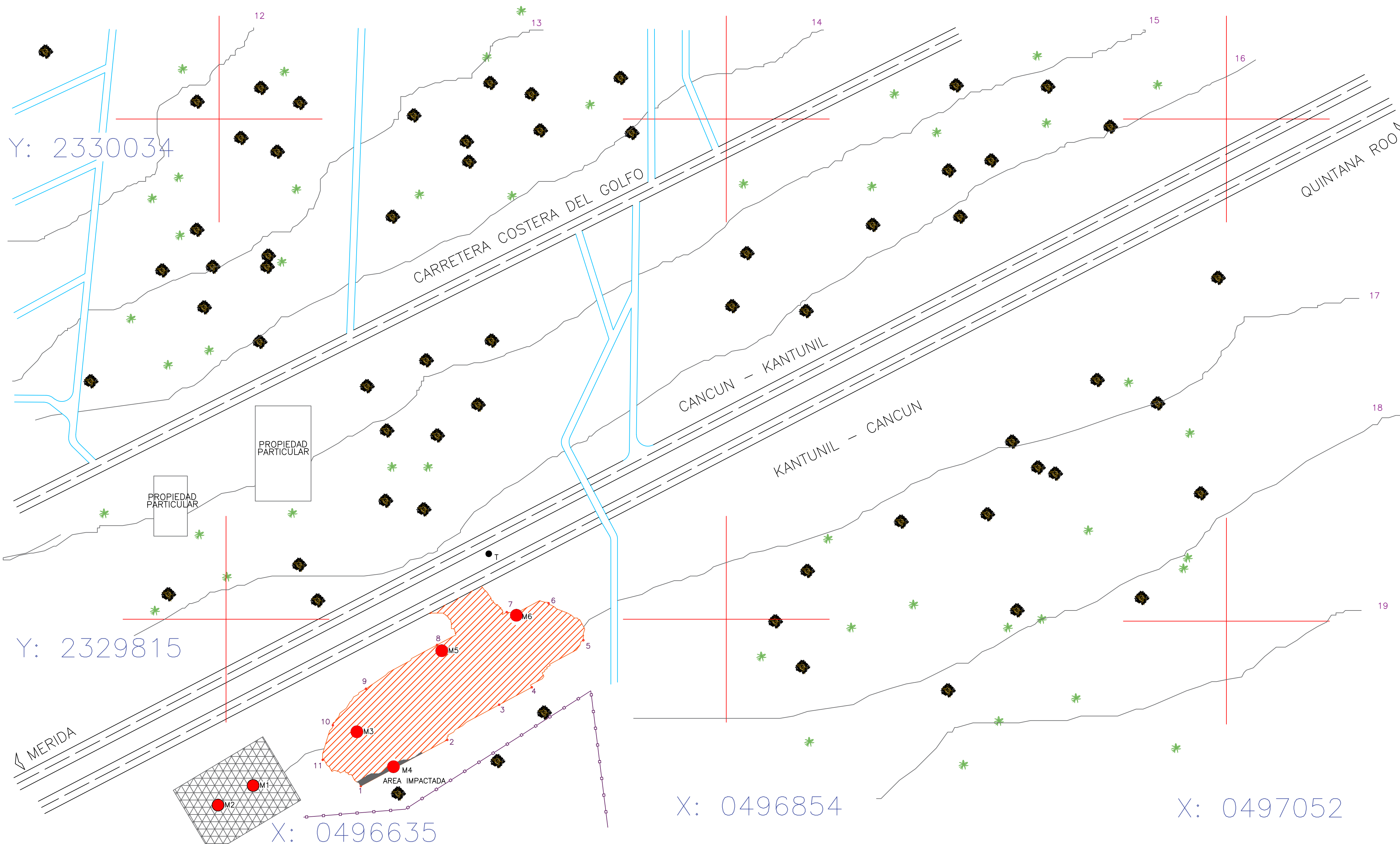
ESCALA
INDICADA

MUESTRA	IDENTIFICACION	PROFUNDIDAD (M)	PH (U)	%H	DATOS DE MUESTREO INICIAL							COORDENADAS UTM
					HFM (MG/KG)	BENZO (A) PIRENO	DIBENZO(A,H) ANTRACENO	BENZO (A) ANTRACENO	BENZO (B) FLUORANTENO	BENZO (K) FLUORANTENO	INDENO(1,2,3-CD) PIRENO	
M1	MI-TRF-CAN-23-01-CELDA	0.30	ANR	18.87	1883.97	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23	16Q 0496697 2329799
M1D	MI-TRF-CAN-23-01-D-CELDA	0.30	ANR	16.85	9532.25	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23	16Q 0496697 2329799
M2	MI-TRF-CAN-23-02-CELDA	0.50	ANR	22.39	9875.54	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23	16Q 0496797 2329799
M3	MI-TRF-CAN-23-03-C.EXT.-F	SUPERFICIAL	ANR	14.74	4146.63	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23	16Q 0496710 2329808
M4	MI-TRF-CAN-23-04-C.EXT.-P	SUPERFICIAL	ANR	13.98	<140.56	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23	16Q 0496714 2329803
M5	MI-TRF-CAN-23-05-C.EXT.-F	SUPERFICIAL	ANR	25.23	27955.61	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23	16Q 0496719 2329811
M6	MI-TRF-CAN-23-06-C.EXT.-P	SUPERFICIAL	ANR	14.62	3076.10	<0.23	<0.27	<0.24	<0.24	<0.23	<0.23	16Q 0496727 2329811
T	MI-TRF-CAN-23-T	SUPERFICIAL	7.73	1.42	ANR	ANR	ANR	ANR	ANR	ANR	ANR	16Q 0496786 2329851

ANR: ANALISIS NO REALIZADO



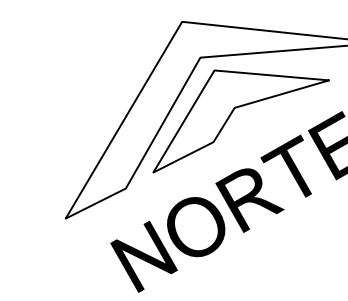
NORTE



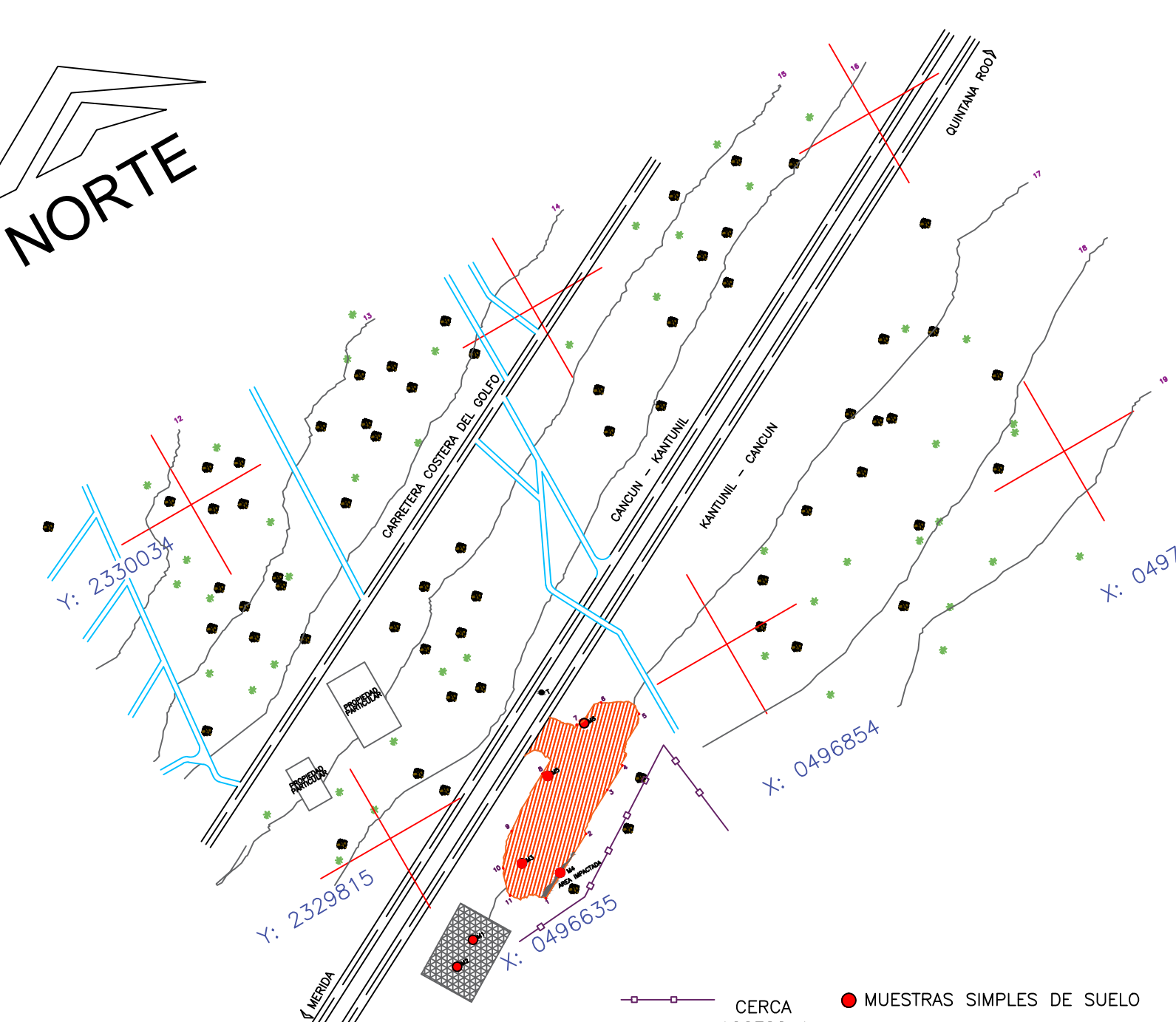
Escala Gráfica 1:1000

PLANTA

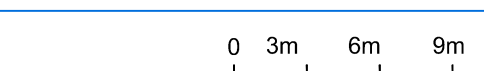
— CERCA
— ACCESO A PROPIEDADES
● MUESTRAS SIMPLES DE SUELO
● TESTIGO



NORTE



ISOMETRIA

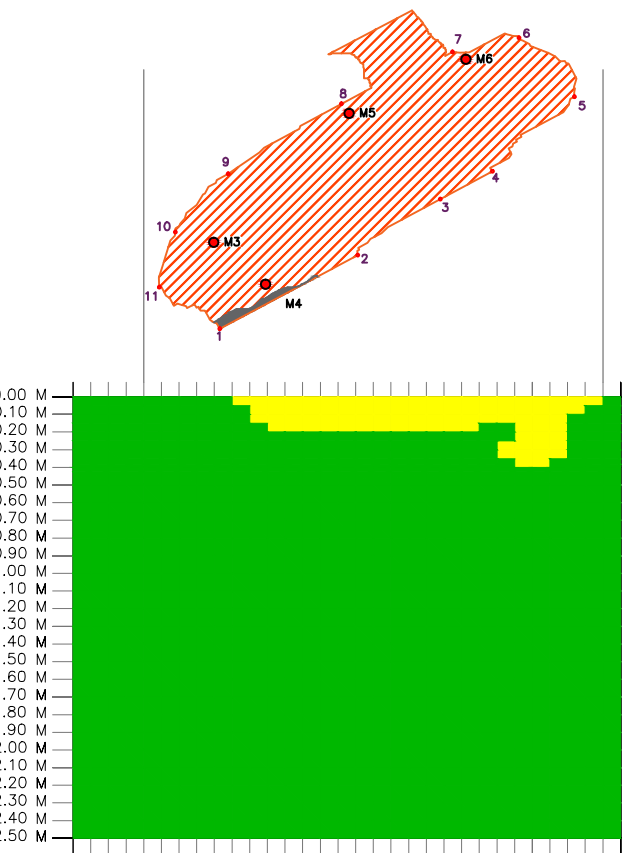


Escala Gráfica 1:3000

DATOS DEL POLIGONO					
E	P.V.	LONGITUD	LATITUD	X	Y
1	2	W 87° 01' 46.60"	22° 06' 22.63" N	0496707	2329809
2	3	W 87° 01' 46.54"	22° 06' 22.36" N	0496709	2329801
3	4	W 87° 01' 46.38"	22° 06' 22.69" N	0496714	2329811
4	5	W 87° 01' 46.21"	22° 06' 22.50" N	0496719	2329805
5	6	W 87° 01' 45.76"	22° 06' 23.11" N	0496733	2329824
6	7	W 87° 01' 45.66"	22° 06' 22.79" N	0496736	2329814
7	8	W 87° 01' 44.40"	22° 06' 22.46" N	0496675	2329804
8	9	W 87° 01' 46.44"	22° 06' 22.46" N	0496692	2329804
9	10	W 87° 01' 46.76"	22° 06' 23.02" N	0496702	2329821
10	11	W 87° 01' 46.31"	22° 06' 22.89" N	0496716	2329817
11	1	W 87° 01' 45.92"	22° 06' 23.42" N	0496728	2329835

AREA IMPACTADA/ ZONA DE EXTRACCION = 384 M2

PROYECCION DE CONCENTRACIONES (HFM) (MG/KG)



■ <1,200 (<LPM HFM) mg/kg
■ >1,200 (<LPM HFM) mg/kg